

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE *Beauveria bassiana* (BÁLS.) Y UNA CEPA DE *Metarhizium anisopliae* (METSCH.) EN EL CONTROL DE ADULTOS DEL GORGOJO DEL BANANO, *Cosmopolites sordidus* (COLEÓPTERA, CURCULIONIDAE) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.

Tesis para obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

JULIO CÉSAR GIL VARGAS

TRUJILLO, PERÚ

2017

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

---

Ing. Dr. Martín Delgado Junchaya

PRESIDENTE

---

Ing. Mg. Sc. José Luis Holguín del Río

SECRETARIO

---

Ing. Cesar Morales Skrabonja

VOCAL

---

Ing. Dr. Juan Carlos Cabrera La Rosa

ASESOR

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis principalmente a mis abuelos Dora, Augurio, Josefina y Miguel por haberme dado su sabiduría y apoyo durante toda mi vida, por inculcarme buenos valores, enseñarme a ser siempre una buena persona y dar siempre todo de mí en las metas que me proponga.

A mis padres, Elena y Julio, por haberme dado buenos consejos y cariño, por estar pendientes de mí en todo momento y por haberme brindado la posibilidad de tener una carrera.

A mi hermana Mónica, porque siempre me mantuvo en el buen camino durante mi carrera y mi vida. Por estar siempre junto a mí en las cosas buenas y malas que pasamos, que juntos nos ayudamos a superar; lo cual nos convirtió en las personas que somos ahora

Finalmente, a todos mis seres queridos, que fueron parte de mi vida y me acompañaron en todo momento, especialmente a Junior, siempre te recordare.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Juan Carlos Cabrera quien como mi asesor me brindo su tiempo, dedicación y conocimiento para realizar esta tesis.

A la Universidad Privada Antenor Orrego por brindarme sus instalaciones y equipos para desarrollar esta tesis.

A la Empresa SOLAGRO S.A.C. por el apoyo brindado, al facilitar las cepas de hongos entomopatógenos usados en esta tesis

## ÍNDICE

	Pág.
Carátula.....	i
Aprobación por el Jurado de Tesis.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice.....	v
Índice de Cuadros.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Anexos.....	xi
Resumen.....	xviii
Abstract.....	xix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Cultivo del banano.....	2
2.1.1. Variedades.....	2
2.1.2. Manejo del cultivo.....	2
2.1.2.1. Clima, Suelo y Agua.....	2
2.1.2.2. Siembra y Fertilización.....	3
2.2. El gorgojo del banano.....	3
2.2.1. Biología del gorgojo del banano.....	3
2.2.2. Enemigos naturales.....	5
2.3. Hongo <i>Beauveria bassiana</i> (Hypocreales: Clavicipitaceae).....	6
2.3.1. Modo de acción.....	7
2.3.2. Rango de hospederos.....	7
2.3.3. Condiciones climáticas favorables.....	8
2.4. Hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> (Hypocreales: Clavicipitaceae).....	9
2.4.1. Modo de acción.....	9
2.4.2. Rango de hospederos.....	11

2.4.3. Condiciones climáticas favorables.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Lugar.....	13
3.2. Materiales.....	13
3.2.1. Insumos.....	13
3.2.2. Equipos.....	13
3.2.3. Materiales de oficina.....	13
3.3. Metodología.....	16
3.3.1. Obtención del material biológico.....	16
3.3.2. Lavado y aplicación de los Tratamientos.....	18
3.3.3. Medio de Verificación.....	21
3.4. Diseño estadístico.....	22
3.4.1. Croquis del experimento.....	22
3.4.2. Tratamientos.....	23
3.5. Evaluaciones.....	23
3.5.1. Porcentaje de mortalidad corregida.....	23
3.5.2. Tiempo letal.....	23
3.5.3. Medio de verificación.....	24
3.6. Análisis de datos.....	24
3.6.1. Análisis de varianza.....	24
3.6.2. Prueba de comparación.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
4.1. Porcentaje de mortalidad corregida.....	25
4.1.1. Mortalidad al final del ensayo.....	25
4.1.2. Mortalidad a los 14 días del ensayo.....	27
4.2. Tiempo letal medio.....	29
4.3. Medio de verificación.....	31
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. RECOMENDACIONES.....	36
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
VIII. ANEXOS.....	43

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Distribución de los tratamientos del experimento.....	22
Cuadro 2. Comparación de los porcentajes de mortalidad corregida del gorgojo <i>Cosmopolites sordidus</i> (Coleóptera, Curculionidae) en diferentes días (a los 14 días y a los 32 días) expuestos a tres cepas de hongos: <i>Beauveria bassiana</i> 27, <i>B. bassiana</i> 26 y <i>Metarhizium anisopliae</i> A bajo condiciones de laboratorio.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo biológico de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	5
Figura 2. Ciclo biológico de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	9
Figura 3. Ultra Pegasol, Adherente usado en experimento.....	14
Figura 4. Cepas de <i>Beauveria bassiana</i> usadas en el experimento. A. Cepa Bb26, B. Cepa Bb27.....	14
Figura 5. Cepa de <i>Metarhizium anisopliae</i> usada en el experimento.....	15
Figura 6. Adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> usados en el experimento.....	14
Figura 7. Colocación de trampas A. Trozo de pseudotallo usado como trampa en la base de una planta de banano, B. Trampa cubierta con un saco.....	16
Figura 8. Adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> capturados en trampas de pseudotallo.....	16
Figura 9. Recolección de insectos. A. Captura de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> de las trampas en campo, B. Adultos capturados de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	17
Figura 10. Almacenamiento de Adultos de <i>Cosmopolites Sordidus</i> .....	17



Figura 11.	Desinfección A. desinfección del área de trabajo, B. Área de trabajo desinfectada, C. desinfección de envases de plástico, D. desinfección de utensilios usados en el ensayo.....	18
Figura 12.	Pesado de muestras. A. Pesado de <i>Beauveria bassiana</i> , B. Pesado de <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	19
Figura 13.	Lavado de las cepas. A. aplicación de agua con disolvente, B. Colado de la cepa de <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	19
Figura 14.	Solución final del lavado. A. solución obtenida después del lavado, B. soluciones para la aplicación de los tratamientos ( <i>Beauveria bassiana</i> 26, 27 y <i>Metarhizium anisopliae</i> A).....	20
Figura 15.	Aplicación de los tratamientos y distribución. A. Aplicación de la cepa de <i>Metarhizium anisopliae</i> , B. Colocación del alimento para los adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> , C. Distribución final de los tratamientos.....	21
Figura 16.	Adultos muertos de <i>Cosmopolites sordidus</i> aislados.....	21
Figura 17.	Adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> sometidos a cámara húmeda.....	22
Figura 18.	Porcentaje de mortalidad corregida de <i>Cosmopolites sordidus</i> expuestos a tres cepa de hongos: <i>Beauveria bassiana</i> 27, <i>B. bassiana</i> 26 y <i>Metarhizium anisopliae</i> A, a los 32 días después de la aplicación.....	25

- Figura 19. Porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus* expuestos a tres cepa de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A, a los 14 días después de la aplicación.....27
- Figura 20. Tiempo letal medio de *Cosmopolites sordidus* expuestos a tres cepas de hongos: *Beauveria bassiana* 27 (a los 22.59 días), *B. bassiana* 26 (a los 9.74 días) y *Metarhizium anisopliae* A (a los 18.45 días).....29
- Figura 21. Porcentaje de esporulación de tres cepas de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A que lograron causar la mortalidad del gorgojo *Cosmopolites sordidus* (Coleóptera, Curculionidae) bajo condiciones de laboratorio.....32
- Figura 22. Adultos de *Cosmopolites sordidus* con esporulación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.....33
- Figura 23. Adulto de *Cosmopolites sordidus* con esporulación característica verde de *Metarhizium anisopliae*.....34
- Figura 24. Adulto de *Cosmopolites sordidus* con esporulación característica blanca de *Beauveria bassiana*.....34

## ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

- Anexo 1. Datos de las evaluaciones del día 9 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....44
- Anexo 2. Datos de las evaluaciones del día 10 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....45
- Anexo 3. Datos de las evaluaciones del día 12 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....46
- Anexo 4. Datos de las evaluaciones del día 13 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....47
- Anexo 5. Datos de las evaluaciones del día 14 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....48

- Anexo 6. Datos de las evaluaciones del día 15 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....49
- Anexo 7. Datos de las evaluaciones del día 16 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....50
- Anexo 8. Datos de las evaluaciones del día 17 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....51
- Anexo 9. Datos de las evaluaciones del día 19 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....52
- Anexo 10. Datos de las evaluaciones del día 20 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....53

- Anexo 11. Datos de las evaluaciones del día 21 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....54
- Anexo 12. Datos de las evaluaciones del día 22 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....55
- Anexo 13. Datos de las evaluaciones del día 23 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....56
- Anexo 14. Datos de las evaluaciones del día 24 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....57
- Anexo 15. Datos de las evaluaciones del día 26 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....58
- Anexo 16. Datos de las evaluaciones del día 27 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida.

	Siendo, Tratamiento 1 ( <i>Beauveria bassiana</i> 27), Tratamiento 2 ( <i>Beauveria bassiana</i> 26), Tratamiento 3 ( <i>Metarhizium anisopliae</i> A), Tratamiento 4 (Testigo).....	59
Anexo 17.	Datos de las evaluaciones del día 28 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 ( <i>Beauveria bassiana</i> 27), Tratamiento 2 ( <i>Beauveria bassiana</i> 26), Tratamiento 3 ( <i>Metarhizium anisopliae</i> A), Tratamiento 4 (Testigo).....	60
Anexo 18.	Datos de las evaluaciones del día 29 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 ( <i>Beauveria bassiana</i> 27), Tratamiento 2 ( <i>Beauveria bassiana</i> 26), Tratamiento 3 ( <i>Metarhizium anisopliae</i> A), Tratamiento 4 (Testigo).....	61
Anexo 19.	Datos de las evaluaciones del día 30 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 ( <i>Beauveria bassiana</i> 27), Tratamiento 2 ( <i>Beauveria bassiana</i> 26), Tratamiento 3 ( <i>Metarhizium anisopliae</i> A), Tratamiento 4 (Testigo).....	62
Anexo 20.	Datos de las evaluaciones del día 1 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 ( <i>Beauveria bassiana</i> 27), Tratamiento 2 ( <i>Beauveria bassiana</i> 26), Tratamiento 3 ( <i>Metarhizium anisopliae</i> A), Tratamiento 4 (Testigo).....	63
Anexo 21.	Datos de las evaluaciones del día 3 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 ( <i>Beauveria bassiana</i> 27), Tratamiento 2	

- (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....64
- Anexo 22. Datos de las evaluaciones del día 4 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....65
- Anexo 23. Datos de las evaluaciones del día 5 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....66
- Anexo 24. Datos de las evaluaciones del día 6 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....67
- Anexo 25. Datos de las evaluaciones del día 7 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....68
- Anexo 26. Datos de las evaluaciones del día 10 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).....69

- Anexo 27. Datos de porcentaje de mortalidad corregida promedio, por fecha de evaluación, siendo Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A).....70
- Anexo 28. Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus*, expuesto a 3 cepas de hongos *Beauveria bassiana* 27 (T1), *Beauveria bassiana* 26 (T2) y *Metarhizium anisopliae* A (T3) al final del ensayo (32 días).....71
- Anexo 29. Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus*, expuesto a 3 cepas de hongos *Beauveria bassiana* 27 (T1), *Beauveria bassiana* 26 (T2) y *Metarhizium anisopliae* A (T3) a los 14 días del ensayo.....72
- Anexo 30. Temperaturas máximas diarias, Temperaturas mínimas diarias, Temperaturas promedio diarias y Temperatura promedio durante la duración del ensayo, desde el 9 de Septiembre hasta el 10 de Octubre del 2016, en la ciudad de Trujillo (Fuente Senamhi).....73
- Anexo 31. Temperaturas máximas diarias, Temperaturas mínimas diarias, Temperaturas promedio diarias y Temperatura promedio, del 9 de Septiembre hasta el 10 de Octubre del 2015, en la ciudad de Chulucanas (Fuente Senamhi).....74
- Anexo 32. Prueba T del porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus*, expuesto a 3 cepas de hongos



	<i>Beauveria bassiana</i> 27 (T1), <i>Beauveria bassiana</i> 26 (T2) y <i>Metarhizium anisopliae</i> A (T3) al final del ensayo (32 días).....	75
Anexo 33.	Prueba T del porcentaje de mortalidad corregida de <i>Cosmopolites sordidus</i> , expuesto a 3 cepas de hongos <i>Beauveria bassiana</i> 27 (T1), <i>Beauveria bassiana</i> 26 (T2) y <i>Metarhizium anisopliae</i> A (T3) a los 14 días.....	76

## RESUMEN

En la presente tesis se evaluó la efectividad de dos cepas de *Beauveria bassiana* y una cepa de *Metarhizium anisopliae* para el control del gorgojo del banano (*Cosmopolites sordidus*) bajo condiciones de laboratorio. Para el ensayo se usó el Diseño Completo al Azar con 4 tratamientos (3 cepas de hongos y un testigo sin aplicación), 6 repeticiones y 14 individuos por repetición.

La aplicación de las 2 cepas de *Beauveria bassiana* y la cepa de *Metarhizium anisopliae*, en condiciones de laboratorio, tuvo un gran efecto en la mortalidad de *Cosmopolites sordidus*. Siendo la cepa de *Beauveria bassiana* 26 la que más se destacó causando la más alta mortalidad con 82.72% y fue la que más rápido alcanzó el Tiempo Letal medio con 9.74 días entre los tratamientos. Le siguió la cepa de *Metarhizium anisopliae* A que tuvo una mortalidad de 58.02% y un Tiempo Letal medio con 18.45 días. Finalmente la cepa que menos se destacó fue la de *Beauveria bassiana* 27 con una mortalidad de 55.56% y un Tiempo Letal medio de 22.59 días.

Se discute la adaptabilidad genética de los tratamientos (cepas) al ambiente donde se realizó el ensayo y se concluye que la cepa de *Beauveria bassiana* 26 (Tratamiento 2) tiene la mejor adaptabilidad genética al ambiente donde se realizó el ensayo, logrando la mayor mortalidad y la que alcanzó más rápido el Tiempo Letal medio.

## ABSTRACT

The present thesis evaluated the effectiveness of two strains of *Beauveria bassiana* and one strain of *Metarhizium anisopliae* for control of banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) under laboratory conditions. For the test, a Complete Random Design was used with 4 treatments (3 fungal strains and one control without application), 6 replicates and 14 individuals per replicate.

The application of the 2 strains of *Beauveria bassiana* and the strain of *Metarhizium anisopliae*, under laboratory conditions, had a great effect on the mortality of *Cosmopolites sordidus*. Being the *Beauveria bassiana* strain 26 the one that was most highlighted causing the highest mortality with 82.72% and was the fastest that reached the median Lethal Time with 9.74 days between the treatments. It followed the strain of *Metarhizium anisopliae* A that had a mortality of 58.02% and a median Lethal Time of 18.45 days. Finally, the strain that was less prominent was *Beauveria bassiana* 27 with a mortality of 55.56% and a median Lethal Time of 22.59 days.

The genetic adaptability of the treatments (strains) to the environment where the test was performed is discussed and it is concluded that the *Beauveria bassiana* 26 strain (Treatment 2) has the best genetic adaptability to the environment where the test was performed, Achieving the highest mortality rate and the fastest median Lethal Time.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del banano en el Perú, tienen una gran importancia social y económica, por ser uno de los productos fundamentales en la dieta alimentaria del poblador junto con el plátano, principalmente del habitante de la Amazonía peruana e incluso en la zonas tropicales del norte peruano. Los pequeños productores, organizados a través de cooperativas o asociaciones, se han convertido en los grandes exportadores de banano orgánico, superando los intereses mercantilistas de las grandes multinacionales (MINAGRI, 2014).

El gorgojo del banano *Cosmopolites sordidus* es un insecto importante a nivel mundial por las pérdidas que originan en las plantaciones de banano, las larvas van penetrando la corona de la planta a medida que se alimenta y la despojan de su vitalidad, causando a veces la caída de las plantas maduras. Esta plaga en muchas plantaciones llega a causar daños que superan el 50% de perdidas (Rojas, 2013).

Los hongos entomopatógenos dan una nueva alternativa como agentes bio-reguladores ya que tienen la capacidad de infectar a una amplia diversidad de insectos y muchos de ellos se pueden criar en laboratorio. *Beauveria bassiana* (Bals.) puede infectar insectos, teniendo una gran potencialidad y provocando una alta mortalidad. El hongo tiene un amplio rango de hospederos, desde insectos del orden Lepidóptera, Hymenóptera y especialmente Coleóptera (Suárez-Gómez, 2009).

El objetivo del trabajo fue evaluar la efectividad de dos cepas del hongo *Beauveria bassiana* y una cepa del hongo *Metarhizium anisopliae* para el control del gorgojo del banano *Cosmopolites sordidus* bajo condiciones de laboratorio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Cultivo del banano

El plátano y banano (*Musa* sp.) en el Perú, son cultivos que se caracterizan por ser una valiosa fuente alimenticia para el consumidor y un importante factor de seguridad alimentaria para el productor y su familia, especialmente en la selva. Se estima en 147,987 el número de familias que dependen directamente e indirectamente de este cultivo a través a la cadena productiva (Colonia, 2012).

#### 2.1.1. Variedades

Existen diversos tipos de variedades que se siembran en el Perú, las variedades de mayor área sembrada son: Seda, Isla, Manzano, Bellaco, Inguiri, Moquicho o Bizcochito, Palillo (Cárdenas, 2009).

#### 2.1.2. Manejo del cultivo

##### 2.1.2.1. Clima, Suelo y Agua

Por tratarse de un cultivo tropical, el plátano puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1,500 metros de altura, con una temperatura promedio de entre 22 y 28 °C para clima cálido. Se considera que en suelos livianos requiere unos 1,200 a 2,000 mm anuales, cantidad suficiente para su buen desarrollo. Los vientos fuertes y las sequías prolongadas, son perjudiciales para el cultivo. Los suelos más apropiados son los de pH neutros (6.5 – 7.0) aunque también tolera los ligeramente ácidos y alcalinos (Cárdenas y otros, 2012).

### 2.1.2.2. Siembra y Fertilización

En suelos planos o con muy poca pendiente (5 a 10 %), puede sembrarse en cuadro, rectángulo o triángulo, pero si el terreno posee una pendiente pronunciada (25%), la siembra debe hacerse bajo el sistema de curvas a nivel, el cual protege al suelo de la erosión. El requerimiento por hectárea de banano es: 280 Nitrógeno, 50 Fósforo, 500 Potasio (kg/ha/año). La aplicación de los fertilizantes se recomienda realizarlo en forma fraccionada (tres veces al año) la primera un mes después de establecer la plantación, a los 5 meses y la última antes de la floración (Vegas, 2013).

### 2.2. El gorgojo del banano

El gorgojo del banano (*Cosmopolites sordidus*) es considerado uno de las plagas más invasivas y destructivas del banano a nivel mundial. La larva, que ocasiona el daño, es un problema constante en las áreas donde se produce (Valencia y otros, 2016).

El adulto del gorgojo se ve atraído por el olor que desprenden los compuestos del cormo, cuando estos están recién repicados o presentan heridas. Una vez el gorgojo se ubica en el cultivo este se desplaza poco, permanece alrededor de la planta, en la planta y en residuos de la planta teniendo un comportamiento gregario (Alarcón y Jiménez, 2012).

El daño del gorgojo del banano interfiere con la iniciación de las raíces, matan raíces existentes, limitan la absorción de nutrientes, reduce el vigor de las plantas y aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Gold y otros, 2000).

#### 2.2.1 Biología del gorgojo del banano:

*Cosmopolites sordidus* es un insecto de la familia Curculionidae, los adultos se encuentran en sitios con alta humedad relativa en el suelo, en las cavidades

que hace con su pico, en depresiones del tallo o rizoma, o en los residuos de cosecha (Rivas y Rosales, 2003).

El gorgojo del banano tiene una vida de hasta 2 años y posee una metamorfosis completa de huevo, larva, pupa y adulto (Frison y otros, 1998).

El huevo tiene una longitud de 2.5 mm, es de color blanco a ligeramente amarillo de forma ovoide y dura de 5 a 8 días para eclosionar (Navas, 2011).

Según Ajanel (2003) la larva llega a medir 12 mm de largo, es de un color blanco cremoso, robusta, corpulenta, sin patas, se caracteriza por estar curvada e hinchada al centro (segmentos abdominales del 4 al 6). La cabeza es café rojizo o anaranjado pálido, con rayas angostas, cortas y no pigmentadas al dorso, sin capullo, más larga que ancha, lados sub paralelos redondeados posteriormente, mandíbulas bien desarrolladas. Pronoto con escleritos café-rojizo pareados. Los segmentos abdominales del 1 al 7 con pequeñas espirales; segmentos abdominales típicos con tres setas postdorsales, margen posterior del segmento abdominal 9 sin proyecciones. Abdomen con asperezas inconspicuas distribuidos dorsal y ventralmente en los segmentos del 3 al 5.

La larva pasa por 6 estadios, esta suele durar de 28 a 42 días (Navas, 2011).

Las larvas se convierten en pupas dentro de cámaras que por lo general están cerca de la superficie de los cormos. Las pupas son de color blanco y miden aproximadamente 12 mm de largo. La pupa completa su desarrollo en aproximadamente 8 días (Mau, 2007).

El adulto llega a medir 11mm de promedio, presenta un cuerpo de color negro brillante estrecho-alargado, la cual está cubierta por abundantes y pequeños poros en la región dorsal del tórax y del abdomen. La cabeza es compacta y pequeña en comparación con el resto del cuerpo. El pico es oscuro, largo y curvo (Vallejo y otros, 2007).

Los adultos del picudo son de caminar lento y hábitos nocturnos, prefieren lugares oscuros y húmedos para esconderse. Cuando son perturbados simulan estar muertos. La hembra busca heridas en la base de la planta donde deposita sus huevos individualmente llegando a ovopositar hasta 270 huevos (Reyes, 1992).

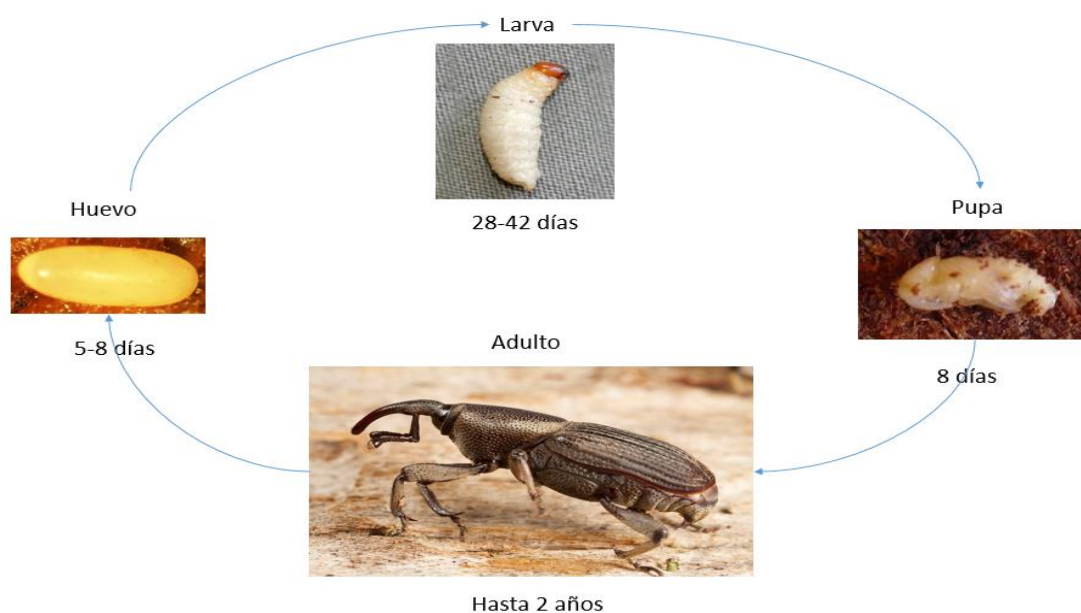


Figura 1. Ciclo biológico de *Cosmopolites sordidus* (Fuente: Varela, 2007).

### 2.2.2. Enemigos naturales:

Debido al hábito nocturno del adulto y a la invisibilidad de los estados inmaduros debido a que se desarrollan dentro de los pseudotallos, la acción de los enemigos naturales y de los agricultores es limitada. Se registran los siguientes enemigos naturales contra *Cosmopolites sordidus* como: *Propagalerita bicolor*, *Scarites* sp., *Tetramorium* sp., *Hololepta* sp., *Onthophagus* sp. y *Camponotus* sp., otros enemigos del picudo son los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, nematodos entomopatógenos como *Steinernema* spp. y *Heterorhabditis* spp. (Sepúlveda y otros, 2008).



Se han detectado varias especies nativas de insectos depredadores del picudo del plátano, como *Tetramorium guineense*, *Pheidole megacephala*, *Propagalerita bicolor* y *Scarites* sp. en Cuba. *Camponotus* sp., *Hololepta* sp., *Onthophagus* sp. y *Dactylosternum* sp. en Colombia. *Hololepta quadridentata* en Venezuela (Goitía y Cerda, 1998).

Se identificaron enemigos naturales de *Cosmopolites sordidus* como, *Hololepta quadridentata* y *Omalodes* sp. que predatan las larvas de *Cosmopolites sordidus* (Valladolid y otros, 2012).

*Cosmopolites sordidus* tiene enemigos naturales que se deben aprovechar dentro de un manejo integrado de plagas. Entre los depredadores de larvas, huevos y pupas, tenemos los Coleópteros *Hololepta quadridentata*, *Alegoria dilata* y diferentes especies de *Dactylosternum*, también hormigas del género *Componotus*. También se encuentran los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* que infectan larvas, pupas y adultos. Por último los nematodos entomoparasitos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* (Rojas, 2013).

### 2.3. Hongo *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Clavicipitaceae)

El potencial que presentan algunos hongos entomopatógenos como agentes de control ha sido reconocido; se sabe que hay más de 750 especies de casi 100 géneros con potencial como agentes de control. Sin embargo solo algunos hongos han sido estudiados a fondo y son utilizados comercialmente, entre ellos *Beauveria bassiana* (Pucheta y otros, 2006).

Hay una demanda creciente para la fruta producida orgánicamente, que contribuye al uso de métodos ecológicos de control de plagas. Así el uso de agentes biológicos de control, como hongos entomopatógenos, ha sido una alternativa útil al control de plagas. *Beauveria bassiana* es uno de los hongos

entomopatógenos mas estudiados a nivel mundial para el control de *Cosmopolites sordidus*. Hay una gran variabilidad genética en *Beauveria bassiana* con respecto a la adaptabilidad a condiciones locales y a la virulencia (Fancelli y otros, 2013).

### 2.3.1. Modo de acción

El proceso patogénico de *Beauveria bassiana* se inicia en la cutícula del insecto hospedante susceptible, con la germinación de los conidios los cuales penetran de forma mecánica con el tubo germinativo a través de los intersticios y partes blandas del insecto para luego producir hifas invasoras, las cuales penetran los tejidos, dando inicio de esta forma a la actividad enzimática degradativa de la cutícula tales como: proteasas, lipasas, ureasas y quitinasas entre otras, que hidrolizan los componentes cuticulares. Las hifas se ramifican y llegan hasta la cavidad hemocélica del insecto, donde se produce una masa micelial por el crecimiento del hongo. Además, se liberan toxinas, las cuales están implicadas en el bloqueo del desarrollo fisiológico y pueden causar la muerte del insecto. La presencia de enzimas hidrolíticas suele facilitar cada etapa de infección del hongo y adicionalmente puede ser importante en la invasión del hemocele del insecto (Peteira y otros, 2011).

### 2.3.2. Rango de hospederos

*Beauveria bassiana* se encuentra naturalmente en el suelo y algunas plantas, se ve favorecidas por climas templados y húmedos. Tiene una amplia lista de hospederos los cuales incluyen moscas blancas, afidos, saltamontes, termita, escarabajos, chinches, hormigas, mariposas y gorgojos. Existen diferentes cepas de *Beauveria* que exhiben una amplia variación en cuanto a virulencia, patogenicidad y rango de hospederos (Nicholls, 2008).

En ensayos de laboratorio, se vio que *Beauveria bassiana* causo una mortalidad del 90% a *Cosmopolites sordidus* dentro de dos semanas (Akello y otros, 2009).

Un rango de aislamientos de *Beauveria bassiana* se han probado bajo condiciones de laboratorio causando una mortalidad del 14% hasta el 96% en *Cosmopolites sordidus*. Los valores más bajos de TL<sub>50</sub> fueron de un mínimo de 6.6 días hasta los 14 días (Fancelli y otros, 2013).

Los resultados de analizar la mortalidad de aislamientos de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio se vio que hubo una variabilidad en la mortalidad del 6% hasta el 96.7% en *Cosmopolites sordidus*. Mientras que los valores más bajos de TL<sub>50</sub> fueron de un mínimo de 6.21 días hasta los 13.7 días (Biaggioni y otros, 2013).

Un ensayo de esporulación de *Cosmopolites sordidus* realizado con 2 cepas de *Beauveria bassiana*, bajo condiciones de laboratorio y en cámaras de humedad, que causaron mortalidad sobre *Cosmopolites sordidus* dieron porcentajes de esporulación diferentes. Una cepa nativa alcanzo un 93.7% de esporulación y una cepa Comercial de *Beauveria Bassiana* alcanzo un 50.2% de esporulación (Ríos, 2007).

### 2.3.3. Condiciones climáticas favorables

Según Acosta (2006) la germinación de los conidios requieren de una temperatura óptima de 25-30°C (mínimo 10°C y máximo 30°C), el pH óptimo para su crecimiento es de 5,7-5,9.



Figura 2. Ciclo biológico de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Fuente: Barrón, 2009).

#### 2.4. Hongo *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae)

*Metarhizium anisopliae* es un hongo entomopatógeno importante que ha sido un modelo para el estudio del control biológico de insectos plaga, este hongo se utiliza comercialmente en diversas partes del mundo para controlar una variedad de plagas. El amplio rango de hospederos de insectos del género *Metarhizium* lo hace comercialmente atractivo como agente de control biológico (García, 2012).

##### 2.4.1. Modo de acción

Según Castillo (2006) los hongos entomopatógenos desarrollan las siguientes fases sobre su hospedante: germinación, formación de apresorios, formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción. El proceso se inicia cuando la espora o conidia se adhiere a la cutícula del insecto, luego desarrolla un tubo germinativo y un apresorio, con éste se fija en la cutícula y con el tubo germinativo o haustorio (hifa de penetración) se da la penetración

al interior del cuerpo del insecto. La germinación ocurre aproximadamente a las 12 horas post-inoculación y la formación de apresorios se presenta de 12 a 18 horas post-inoculación. En la penetración participa un mecanismo físico y uno químico, el primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasas y quitinasas, las cuales causan descomposición del tejido en la zona de penetración, lo que facilita el ingreso del hongo. Después de la penetración, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, colonizando completamente la cavidad del cuerpo del insecto, esto sucede en 3 ó 4 días después de la inoculación. A partir de la colonización se forman pequeñas colonias y estructuras del hongo, lo que corresponde a la fase final de la enfermedad del insecto, ocurre 4 ó 5 días después de la inoculación. Otra forma mediante la cual el hongo puede causar la muerte del insecto, es mediante la producción de toxinas. Los hongos entomopatógenos tienen la capacidad de sintetizar toxinas que son utilizadas en el ciclo de la relación patógeno-hospedante. Entre estas toxinas se han encontrado dextruxinas, demetildextruxina y protodextruxina. La esporulación ocurre en 2 a 3 días, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente. La infección por el entomopatógeno puede ser afectada principalmente por la baja humedad relativa y por la falta de habilidad para utilizar los nutrientes disponibles sobre la superficie de la cutícula ó por la falta de factores necesarios para el reconocimiento de un hospedero susceptible o sitio de infección penetrable. El reconocimiento de un hospedero susceptible involucra signos químicos y topográficos. También puede fracasar la invasión del hongo por la presencia de compuestos inhibitorios tales como fenoles, quinonas y lípidos en la superficie de la cutícula. El ciclo total de la enfermedad es de 8 a 10 días. Después de la muerte, los individuos presentan un crecimiento micelial blanco seguido por la típica esporulación verde. En algunas ocasiones no se presenta la esporulación sobre el tegumento, solamente se ve la presencia de micelio y

se debe a condiciones inadecuadas de humedad durante el proceso de esporulación.

#### 2.4.2. Rango de hospederos

*Metarhizium anisopliae*, es uno de los hongos biocontroladores con mayor potencial en el control de plagas de diferentes cultivos agrícolas, que ataca naturalmente a más de 300 especies de insectos de diferentes órdenes (Gómez y Mendoza, 2004).

Los resultados de analizar la mortalidad de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* bajo condiciones de laboratorio se vio que hubo una variabilidad en la mortalidad del 24.3% hasta el 79.5% en *Cosmopolites sordidus*. Mientras que los valores más bajos de TL<sub>50</sub> fueron de un mínimo de 8.1 días hasta los 12.7 días (Lopes y otros, 2013).

Un ensayo de esporulación de *Cosmopolites sordidus* realizado con una cepa de *Metarhizium anisopliae*, bajo condiciones de laboratorio y en cámaras de humedad, que causaron mortalidad sobre *Cosmopolites sordidus* dio un porcentaje de esporulación del 50.2% (Ríos, 2007).

#### 2.4.3. Condiciones climáticas favorables

*Metarhizium anisopliae* tiene un óptimo crecimiento a una temperatura de 25°C y puede crecer in vitro en un pH de 3.3-8.5, requiere de una alta humedad para que se puedan desarrollar los conidios (Acosta, 2006).

Según Ibarra y otros (2005) Los insectos que mueren por la infección de hongos entomopatógenos esporulan abundantemente bajo condiciones de alta humedad; sin embargo, la esporulación no siempre ocurre, por lo que sólo

las cepas que esporulan abundantemente sobre el cadáver de su hospedero tiene potencial de dispersión y reciclarse en el medio ambiente.

La capacidad de esporulación del hongo sobre el insecto es fundamental, para permitir la diseminación de la enfermedad en condiciones de campo (Rodríguez y otros, 2006).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar

El trabajo de investigación se realizó en el insectario del Campus II de UPAO ubicado en el valle Santa Rosa en Nuevo Barraza, Distrito de Laredo, Trujillo, La Libertad.

#### 3.2. Materiales

##### 3.2.1. Insumos:

Ultra Pegasol (adherente)

Beauvesol (*Beauveria bassiana* 27)  $1.2 \times 10^9$  conidias/g

Beauvesol (*Beauveria bassiana* 26)  $2.2 \times 10^9$  conidias/g

Metarhisol (*Metarhizium anisopliae* A)  $1.5 \times 10^9$  conidias/g

Insectos adultos (336) de *Cosmopolites sordidus*

Alimento de adultos de *Cosmopolites sordidus* (pseudotallo)

Envases (2) de 8 L para almacenaje de adultos

Envases (24) de plástico de 250 cc para el ensayo

Organza

Agua de mesa

##### 3.2.2. Equipos:

Tubos pequeños, Matraz Erlenmeyer de 0.5 L y 1 L, Colador, Probetas

Balanza

Pulverizadores

Cámara fotográfica

Computadora

##### 3.2.3. Materiales de oficina:

Papel A4, Lapicero, Plumón, Cinta adhesiva, Libreta de apuntes, Regla, Etiquetas.





Figura 3. Ultra Pegasol, Adherente usado en experimento.



Figura 4. Cepas de *Beauveria bassiana* usadas en el experimento. A. Cepa Bb26, B. Cepa Bb27.

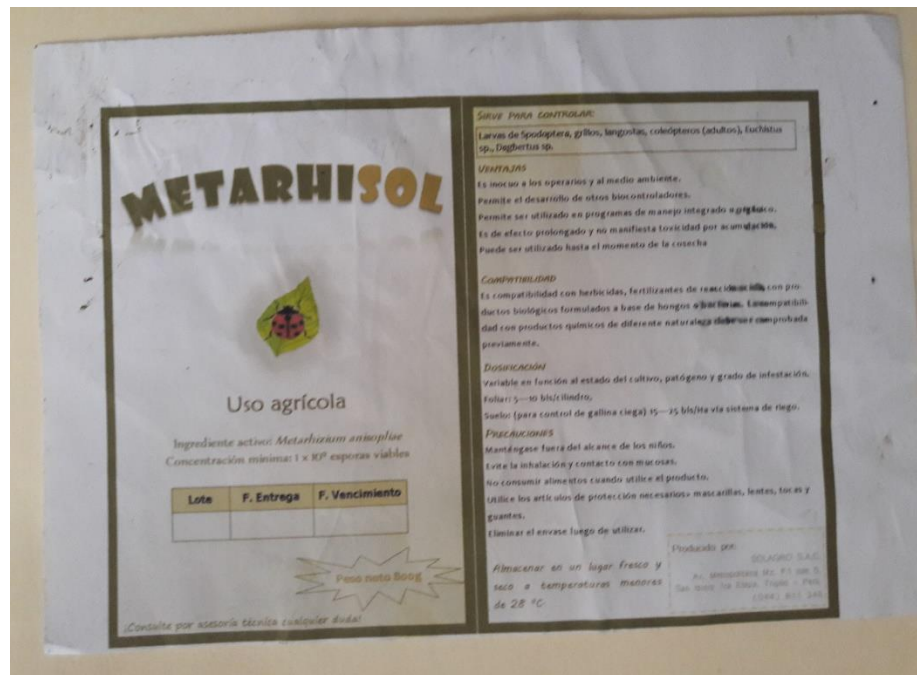


Figura 5. Cepa de *Metarhizium anisopliae* A usada en el experimento.



Figura 6. Adultos de *Cosmopolites sordidus* usados en el experimento.

### 3.3. Metodología:

La metodología usada para la recolección y evaluación fue recomendada por SOLAGRO S.A.C. y se tomó del trabajo hecho por Fernández (2016).

#### 3.3.1. Obtención del material biológico.

Para la obtención de los insectos se dejó trampas, las cuales fueron trozos de pseudotallo con cortes verticales, para atraer a *Cosmopolites sordidus* que se ve atraído por los olores que emanan los cortes. Estas trampas se cubrieron con un saco y se dejaron alrededor del Campus II UPAO en una zona con bananos (Figura 7, 8 y 9).



Figura 7. Colocación de trampas A. Trozo de pseudotallo usado como trampa en la base de una planta de banano, B. Trampa cubierta con un saco.

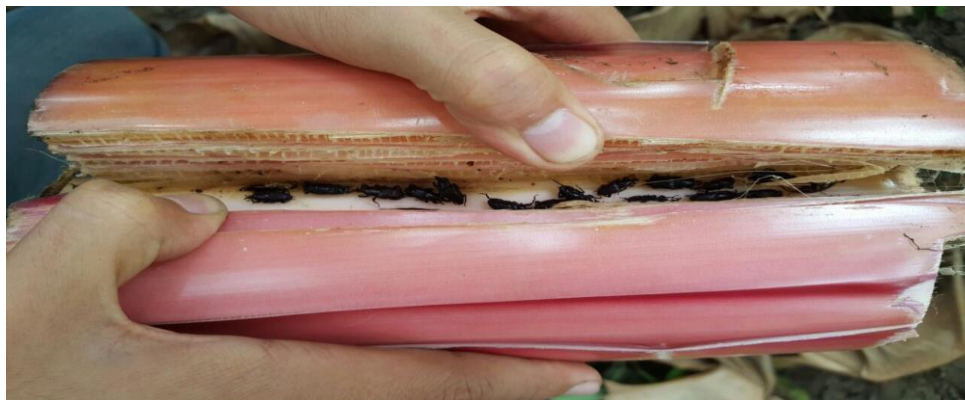


Figura 8. Adultos de *Cosmopolites sordidus* capturados en trampas de pseudotallo.



Figura 9. Recolección de insectos. A. Captura de adultos de *Cosmopolites sordidus* de las trampas en campo, B. Adultos capturados de *Cosmopolites sordidus*.

Los insectos capturados en las trampas se mantuvieron en 2 envases plásticos de 8 L con pseudotallo para su alimentación (Figura 10), hasta que se recolectaron los insectos suficientes de *Cosmopolites sordidus* para realizar el ensayo, los cuales fueron 336 insectos (4 tratamientos x 6 repeticiones x 14 individuos por repetición).



Figura 10. Almacenamiento de Adultos de *Cosmopolites Sordidus*

### 3.3.2. Lavado y aplicación de los Tratamientos.

El ensayo se realizó con 4 tratamientos los cuales fueron dos cepas de *Beauveria bassiana*, una cepa de *Metarhizium anisopliae* y un testigo. Para obtener la solución para las aplicaciones se realizó un lavado, que se hizo de la misma manera con las 2 cepas de *Beauveria bassiana* y con la cepa de *Metarhizium anisopliae*.

Primero se desinfectó el área de trabajo (Figura 11) y los utensilios usados en el proceso, después se pesó 200 g de muestra por bolsa (cepa) para realizar los lavados (Figura 12).



Figura 11. Desinfección A. desinfección del área de trabajo, B. Área de trabajo desinfectada, C. desinfección de envases de plástico, D. desinfección de utensilios usados en el ensayo.

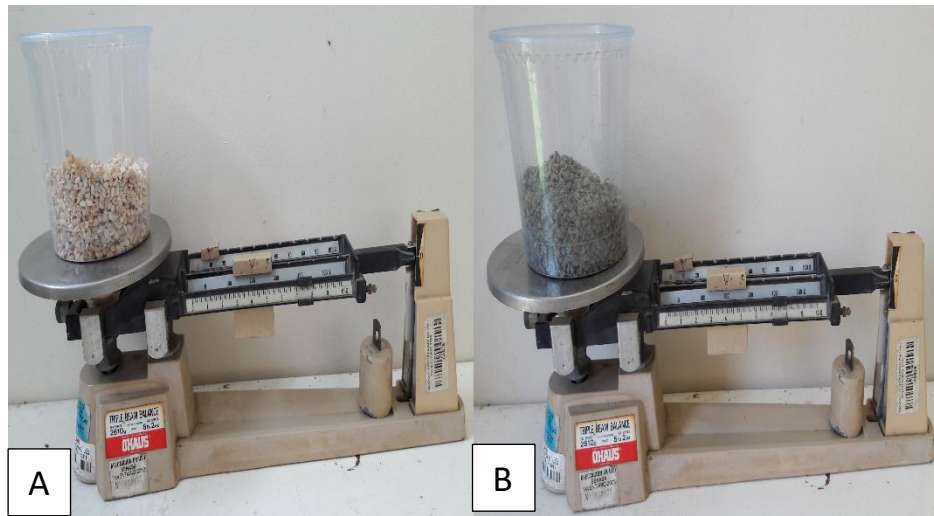


Figura 12. Pesado de muestras. A. Pesado de *Beauveria bassiana*, B. Pesado de *Metarhizium anisopliae*.

Se colocó la muestra de 200 g con 80 mL de agua de mesa, a la cual se le agregó 0.05 mL de disolvente (Ultra Pegasol), en un envase de vidrio. Se revolvió para después colar la solución en un envase de vidrio para facilitar el colado, el disolvente solo se agregó en el primer lavado de cada cepa (Figura 13).



Figura 13. Lavado de las cepas. A. aplicación de agua con disolvente, B. Colado de la cepa de *Metarhizium anisopliae*.

Luego se realizó 2 lavados más por cepa, el segundo con 80 mL de agua de mesa y el tercero usando 90 mL de agua de mesa. Al final obtuvimos una solución de 250 ml por cepa (Figura 14).

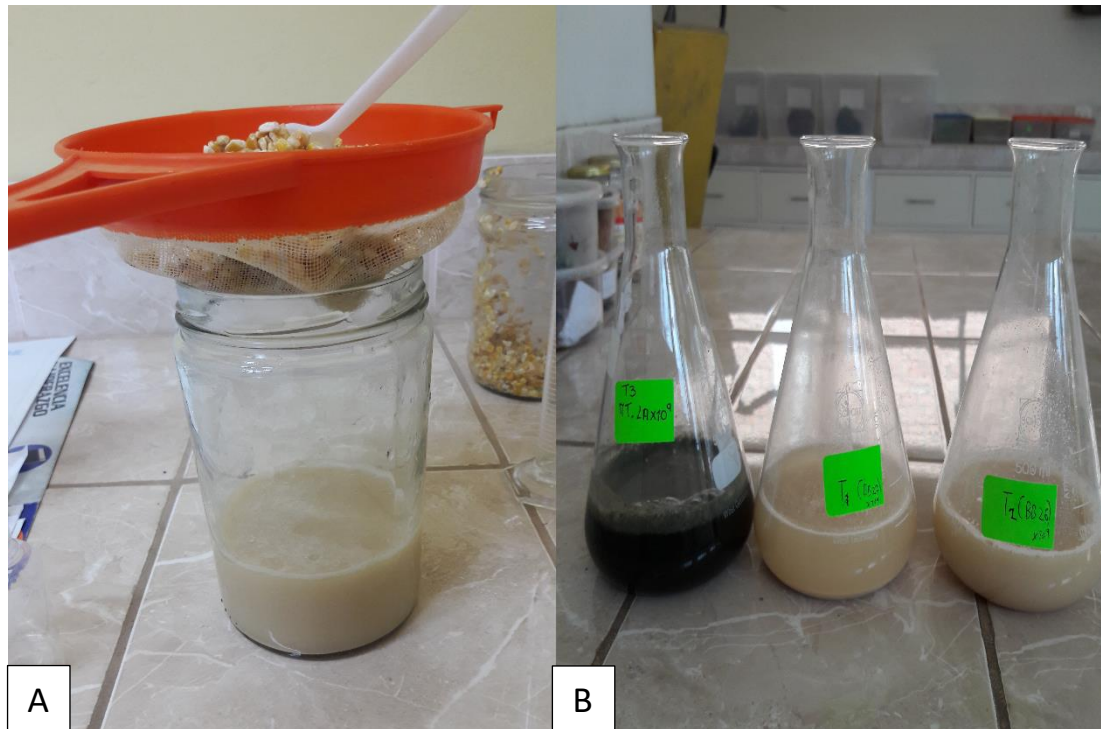


Figura 14. Solución final del lavado. A. solución obtenida después del lavado, B. soluciones para la aplicación de los tratamientos (*Beauveria bassiana* 26, 27 y *Metarhizium anisopliae* A).

Se separaron 14 adultos de *Cosmopolites Sordidus* en 24 envases de plástico (4 tratamientos X 6 repeticiones) de 250 cc donde se les aplico el tratamiento respectivo, luego se colocó alimento que fue pseudotallo de banano, la aplicación del tratamiento se realizó el día 8 de septiembre (Figura 15). Las evaluaciones se realizaron diariamente durante 32 días hasta el 10 de octubre.

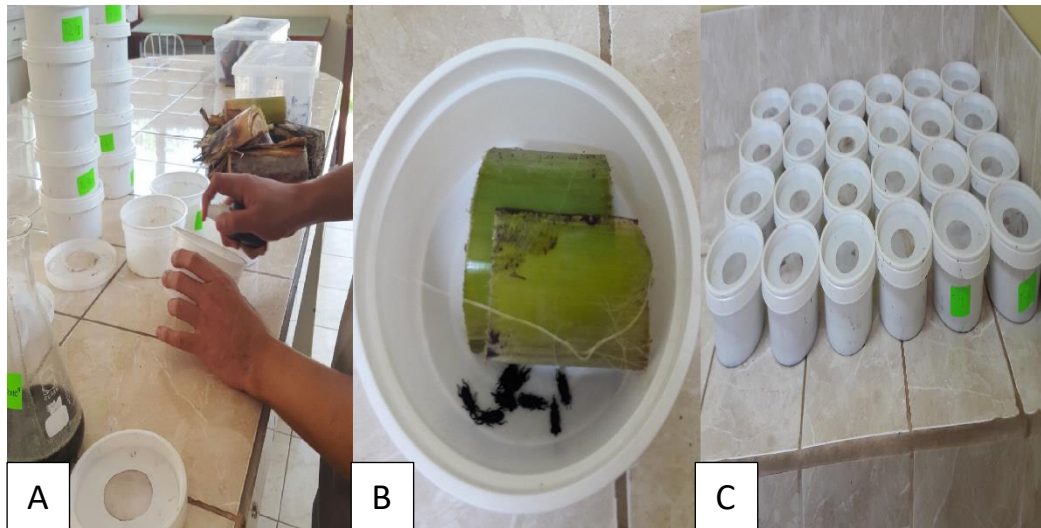


Figura 15. Aplicación de los tratamientos y distribución. A. Aplicación de la cepa de *Metarhizium anisopliae*, B. Colocación del alimento para los adultos de *Cosmopolites sordidus*, C. Distribución final de los tratamientos

### 3.3.3. Medio de verificación

Los individuos muertos se aislaron en tubos individuales (Figura 16) para después someterlos a una cámara húmeda en placas Petri (Figura 17) para ver la esporulación de individuos muertos por las 2 cepas de *Beauveria bassiana* y por la cepa de *Metarhizium anisopliae*.



Figura 16. Adultos muertos de *Cosmopolites sordidus* aislados.





Figura 17. Adultos de *Cosmopolites sordidus* sometidos a cámara húmeda.

#### 3.4. Diseño estadístico:

El experimento principal se trabajó con un diseño Completamente al Azar (DCA), con 6 repeticiones.

##### 3.4.1. Croquis del experimento:

La distribución de los tratamientos fue como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos del experimento.

T1R1	T3R3	T1R2	T2R4	T2R2	T1R3
T4R5	T1R5	T3R6	T1R4	T3R2	T2R1
T2R3	T3R5	T4R6	T4R1	T2R5	T4R2
T1R6	T2R6	T4R3	T3R1	T3R4	T4R4

### 3.4.2. Tratamientos:

Se utilizó un diseño Completo al Azar (4 tratamientos, 6 repeticiones y 14 individuos por repetición)

T1: Beauvesol (*Beauveria bassiana* 27)  $0.96 \times 10^9$  conidias/mL + Adherente

T2: Beauvesol (*Beauveria bassiana* 26)  $1.76 \times 10^9$  conidias/mL + Adherente

T3: Metarhisol (*Metarhizium anisopliae* A)  $1.2 \times 10^9$  conidias/mL + Adherente

T4: Testigo (agua + adherente)

Unidad experimental: Envases de plástico de 250 cc, conteniendo 14 adultos/envase.

### 3.5. Evaluaciones

Evaluación cuantitativa

#### 3.5.1. Porcentaje de mortalidad corregida:

Se evaluó la mortalidad de los adultos por envase considerando la fórmula de Schneider-Orelli:

$$M. \text{ Corregida} = \left( \frac{\text{Mortalidad \% en el tratamiento} \times \text{Mortalidad \% en el Testigo}}{100 - \text{Mortalidad \% en el Testigo}} \right) \times 100$$

Las evaluaciones se realizaron diariamente hasta los 32 días desde el día siguiente de la aplicación.

#### 3.5.2. Tiempo letal:

Se realizó para determinar la velocidad en días en la cual se obtiene la mortalidad del 50% de la población de *Cosmopolites sordidus* desde la aplicación de los 3 tratamientos a usar.

## Evaluación cualitativa

### 3.5.3. Medio de verificación:

Se realizó para determinar la esporulación visual de los individuos que llegaron a morir debido a alguno de los tratamientos (cepas).

### 3.6. Análisis de datos:

3.6.1. Análisis de varianza: Se realizó el análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos utilizando el programa Excel.

3.6.2. Prueba de comparación: Se realizó una prueba de comparación T de student utilizando el programa Excel.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Porcentaje de mortalidad corregida

#### 4.1.1. Mortalidad al final del ensayo

En la Figura 18 se presenta el porcentaje de mortalidad corregida del gorgojo *Cosmopolites sordidus* (Coleóptera, Curculionidae) al final del ensayo (32 días), expuestos a tres cepas de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A bajo condiciones de laboratorio.

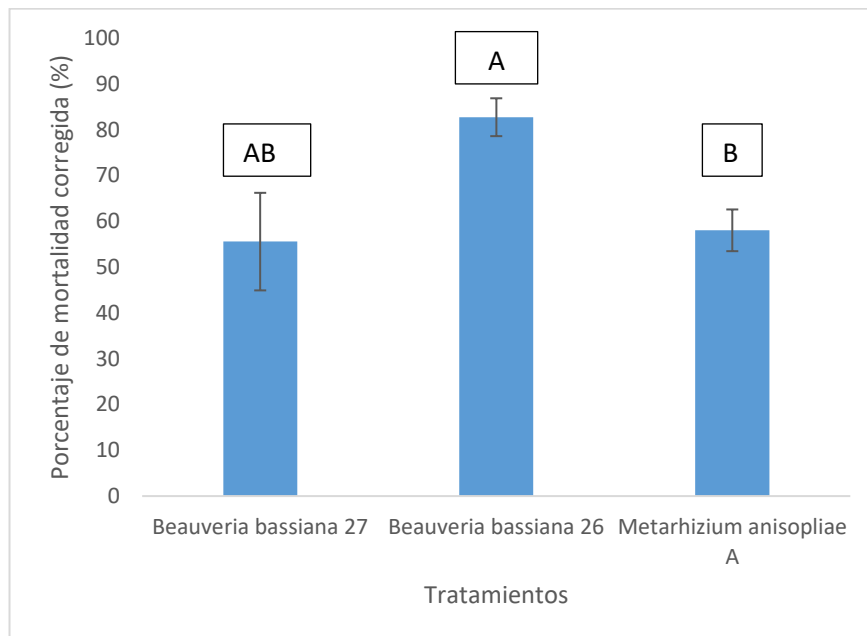


Figura 18. Porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus* expuestos a tres cepa de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A, a los 32 días después de la aplicación.

En la Figura 18 se observa que hay diferencias estadísticas significativas ( $P=0.029$  y  $F=4.476$ ) en el porcentaje de mortalidad causado por las cepas de los hongos. Los resultados muestran que la cepa que causo mayor mortalidad fue la cepa de *Beauveria bassiana* 26 con un porcentaje de 82.72 %, la cepa de *Metarhizium anisopliae* A con 58.02% y *Beauveria bassiana* 27 con 55.56% tuvieron una mortalidad similar al terminar las evaluaciones.

Estos resultados son similares a los registrados por Fancelli y otros (2013) que tuvo registros en algunas cepas con mortalidad de *Beauveria bassiana* en *Cosmopolites sordidus* cercanos al 82% para la cepa de *Beauveria b. 26* y valores cercanos al 55% de la cepa de *Beauveria bassiana 27*.

Estos resultados también son similares a los registrados por Biaggioni y otros (2013) que tuvo registros en algunas cepas con mortalidad cercana al 80% para el caso de la cepa de *Beauveria bassiana 26* y al 50 % para el caso de la cepa de *Beauveria bassiana 27* de las diferentes cepas evaluadas.

La mortalidad registrada para la cepa de *Metarhizium anisopliae A* fue similar a una cepa registrada por Lopes y otros (2013) que fueron cercanas al 53% muy similares a la cepa evaluada de *Metarhizium anisopliae A* que fue de una mortalidad del 58.02%.

En relación al ensayo realizado, las diferencias estadísticas en la mortalidad pueden ser debido a la adaptabilidad de las cepas a la región donde se realizó el ensayo, según Fancelli y otros (2013) hay una adaptabilidad variable de los hongos entomopatógenos debido a la alta variabilidad genética entre cepas, por lo que el ambiente hace que la mortalidad entre cepas sea diferente. Las dos cepas de *Beauveria bassiana* y la cepa de *Metarhizium anisopliae* fueron aisladas en la región de Chulucanas en Piura, (Fernández, 2016). En esta región la temperatura promedio llega a 26.9 grados (ver Anexo 31) (9 de septiembre a 10 de octubre del 2015). La temperatura promedio en el lugar del ensayo fue de 20.4 grados (ver Anexo 30), por lo que los tratamientos pueden tener una menor adaptabilidad a menores temperaturas pero aun así llegan a ser efectivas.

Según los resultados, la cepa que mejor se adapta a las condiciones del ensayo son la cepa de *Beauveria bassiana 26* con un porcentaje de 82.72 %,

seguido de la cepa de *Metarhizium anisopliae* A con 58.02% y finalmente la cepa de *Beauveria bassiana* 27 con 55.56%.

Según los resultados de la Prueba T (Anexo 32) podemos observar que la cepa de *Beauveria bassiana* 26 con 82.72% de mortalidad no tiene diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) con la cepa de *Beauveria bassiana* 27 con 55.56% de mortalidad y si tiene diferencia estadística con la cepa de *Metarhizium anisopliae* A con 58.02% de mortalidad. La cepa de *Beauveria bassiana* 27 no presenta diferencias estadísticas con ninguna de las otras 2 cepas.

#### 4.1.2. Mortalidad a los 14 días del ensayo

En la Figura 19 se presenta el porcentaje de mortalidad corregida del gorgojo *Cosmopolites sordidus* (Coleóptera, Curculionidae) a los 14 días del ensayo, expuestos a tres cepas de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A bajo condiciones de laboratorio.

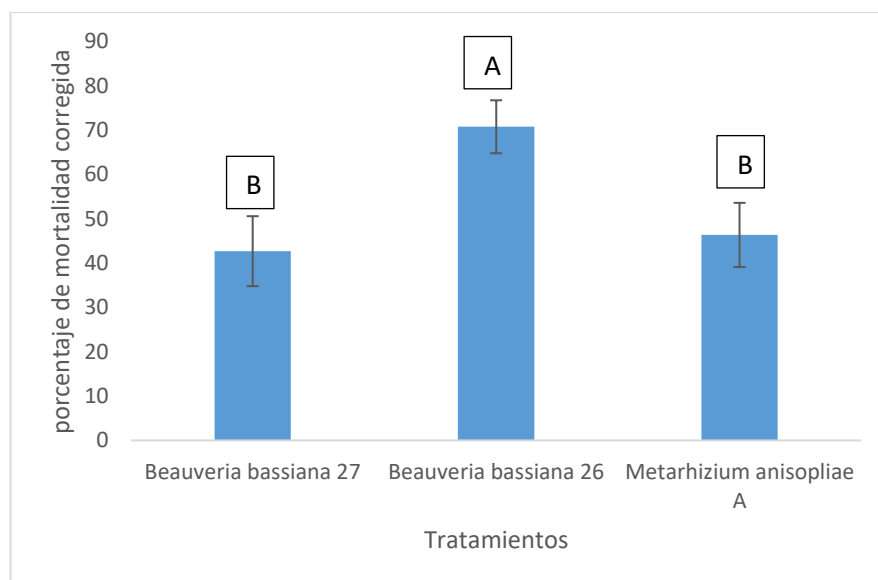


Figura 19. Porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus* expuestos a tres cepa de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A, a los 14 días después de la aplicación.

En la Figura 19 se observa que a los 14 días hay diferencias estadísticas significativas ( $P=0.027$  y  $F=4.464$ ) en el porcentaje de mortalidad causado por las cepas de los hongos. Los resultados muestran que la cepa que causó mayor mortalidad a los 14 días fue la cepa de *Beauveria bassiana* 26 con un porcentaje de 70.73 %, la cepa de *Metarhizium anisopliae* A con 46.34% y *Beauveria bassiana* 27 con 42.68% tuvieron una mortalidad similar a los 14 días de evaluaciones.

Según los resultados de la Prueba T (Anexo 33) podemos observar que la cepa de *Beauveria bassiana* 26 con 70.73% de mortalidad tiene diferencia estadística ( $P<0.05$ ) con la cepa de *Beauveria bassiana* 27 con 42.68% de mortalidad y con la cepa de *Metarhizium anisopliae* A con 58.02% de mortalidad. La cepa de *Beauveria bassiana* 27 y la cepa de *Metarhizium anisopliae* A no presentan diferencias significativas.

Como podemos ver comparando los resultados de los porcentajes del día 14 y 32 las diferencias se mantienen como se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de los porcentajes de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus* (Coleóptera, Curculionidae) en diferentes días (a los 14 días y a los 32 días) expuestos a tres cepas de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A bajo condiciones de laboratorio

Tratamientos	14 días	32 días
<i>Beauveria bassiana</i> 26	70.73 % A	82.72 % A
<i>Metarhizium anisopliae</i> A	46.34 % B	58.02% AB
<i>Beauveria bassiana</i> 27	42.68% B	55.56% B

#### 4.2. Tiempo letal medio

En la Figura 20 se presenta el tiempo letal medio de *Cosmopolites sordidus* (Coleóptera, Curculionidae) expuestos a tres cepas de hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* 27, *Beauveria bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A bajo condiciones de laboratorio.

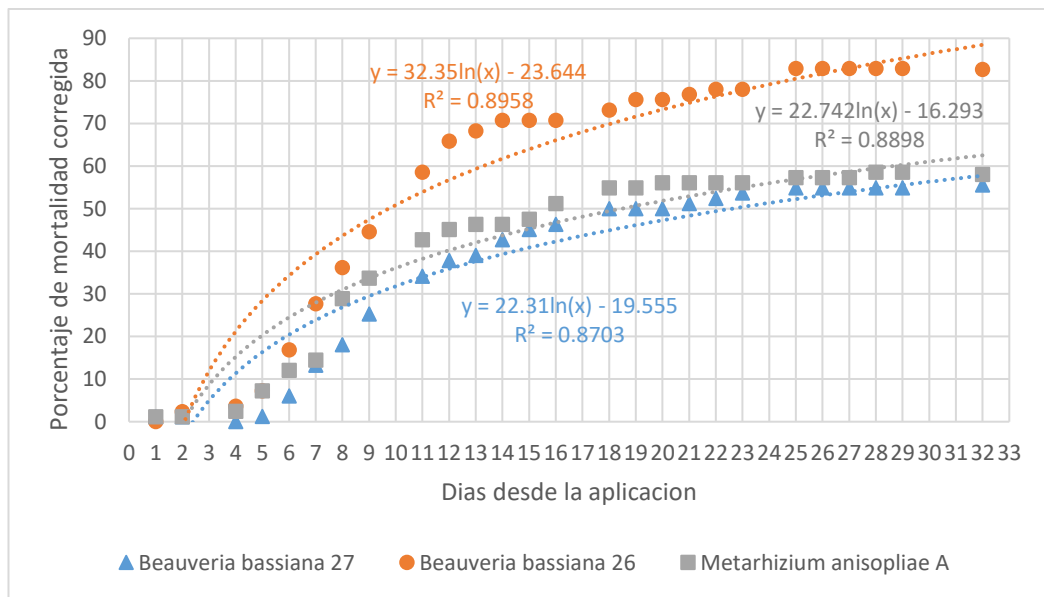


Figura 20. Tiempo letal medio de *Cosmopolites sordidus* expuestos a tres cepas de hongos: *Beauveria bassiana* 27 (a los 22.59 días), *B. bassiana* 26 (a los 9.74 días) y *Metarhizium anisopliae* A (a los 18.45 días).

En la Figura 20 podemos observar que los datos de los tratamientos de mortalidad corregida acumulada presentan valores de  $R^2$  cercanos a 1 (entre 0.89 y 0.87) para la función logarítmica, que indican que el modelo es el que mejor ajusta a los datos obtenidos teniendo una correlación estadística alta, por lo tanto se puede usar la fórmula de la función para obtener valores de Tiempo letal medio. También se puede observar que mientras más vertical sea la curva al inicio más rápido se alcanza el tiempo letal medio (Amador y otros, 2015).



En la Figura 20 también se puede observar que la cepa de *Beauveria bassiana* 26 es la que alcanza más rápido Tiempo letal medio con mayor rapidez, a los 9.74 días desde la aplicación de las cepas hasta alcanzar el tiempo letal medio de *Cosmopolites sordidus*, siendo este dato parecido a los registrados por Biaggoni y otros (2013) donde algunas cepas lograron llegar al tiempo letal medio a los 11 días desde la aplicación.

Los datos registrados para la cepa de *Metarhizium anisopliae* A llegó a ser de 18.45 días desde la aplicación de la cepa hasta causar el tiempo letal medio de *Cosmopolites sordidus*, este valor es más alto que los datos registrados por Lopes y otros (2013) que según sus registros de diversas cepas el tiempo letal medio llega como máximo a los 14 días desde la aplicación.

La cepa de *Beauveria bassiana* 27 fue la que más días tardó en alcanzar el tiempo letal medio de entre las 3 cepas utilizadas, que fue a los 22.59 días desde la aplicación de la cepa hasta causar el tiempo letal medio de *Cosmopolites sordidus*. Este dato es más alto que los registrados por Fancelli y otros (2013) que según sus registros de diversas cepas el tiempo letal medio llega como máximo valor a los 15 días desde la aplicación.

Comparando los resultados, la cepa más rápida en lograr el TL medio es la cepa de *Beauveria bassiana* 26 con 9.74 días, que comparada con los datos dados por Biaggoni y otros (2013) la cepa tiene un TL medio muy similar en comparación con otras cepas registradas, necesitando inclusive menos días que algunas cepas para lograr el TL medio, lo que indica que tiene una buena velocidad en lograr el TL medio, lo que puede indicar una mayor adaptabilidad genética de la cepa al ambiente del ensayo, adaptándose mejor que las demás cepas a las menores temperaturas en comparación a la temperatura de origen donde se aislaron las cepas del ensayo.

La cepa de *Metarhizium anisopliae* A fue la segunda en alcanzar el TL medio con 18.45 días, que comparado con los datos registrados por Lopes y otros (2013) tiene un TL medio que necesita más días en comparación con las cepas registradas, lo que indica que no tiene una buena velocidad en lograr el TL medio y que la cepa no tiene una buena adaptabilidad al ambiente del ensayo.

La cepa de *Beauveria bassiana* 27 fue la que más tiempo necesito para alcanzar el TL medio con 22.59 días, que comparado con los datos registrados por Fancelli y otros (2013) tiene un TL medio que necesita más días en comparación con las cepas registradas, lo que indica que la cepa no tiene una buena velocidad en lograr el TL medio y que la cepa fue la que peor adaptabilidad tuvo al ambiente del ensayo en comparación con las otras cepas utilizadas.

#### 4.3. Medio de Verificación.

En la Figura 21 se presenta el porcentaje de esporulación de tres cepas de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A que lograron causar la mortalidad del gorgojo *Cosmopolites sordidus* (Coleóptera, Curculionidae) bajo condiciones de laboratorio.

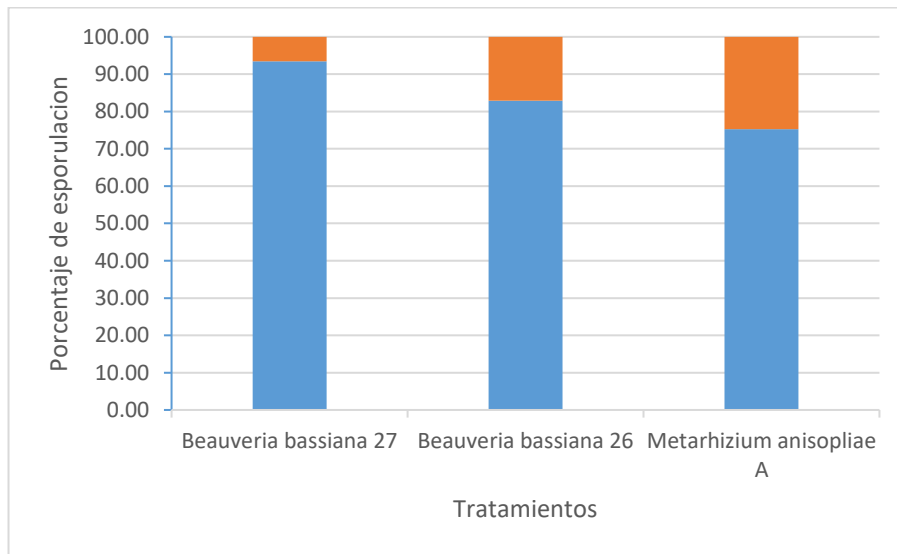


Figura 21. Esporulación de individuos muertos de *Cosmopolites sordidus* bajo tres cepas de hongos: *Beauveria bassiana* 27, *B. bassiana* 26 y *Metarhizium anisopliae* A bajo condiciones de laboratorio.

En la Figura 21 se puede observar el porcentaje de esporulación visual (de 3 Tratamientos), donde el tratamiento 1 de *Beauveria bassiana* 27 es la de mayor porcentaje de esporulación con 93.45%, El tratamiento de *Beauveria b.* 26 tiene un porcentaje de 82.93% quedando entre los otros dos tratamientos, siendo *Metarhizium anisopliae* A con un porcentaje de esporulación de 75.28% la de menor esporulación entre los Tratamientos.

Comparando los resultados del ensayo encontramos que la cepa de *Beauveria bassiana* 27 con un 93.45%, tiene una esporulación similar a la encontrada por Ríos (2007) donde la cepa de *Beauveria bassiana* nativa de su ensayo alcanzo un 93.7% de esporulación y fue la de mejor esporulación en su ensayo, lo que significa que la cepa de *Beauveria bassiana* 27 tiene una buena adaptabilidad para esporular en las condiciones del ensayo y fue la mejor en comparación con las otras cepas de nuestro ensayo.

La cepa de *Beauveria bassiana* 26 presenta un menor porcentaje de esporulación con 82.93%, pero es superior a la cepa Comercial de *Beauveria*

*bassiana* en el ensayo de Ríos (2007) que alcanzo un 50.2%, lo que puede indicar que aun teniendo una menor esporulación que la cepa de *Beauveria bassiana* 27 alcanzo una buena adaptación a las condiciones del ensayo.

La cepa de *Metarhizium anisopliae* A fue la que obtuvo el menor porcentaje de esporulación entre las cepas del ensayo que fue de 75.28%, pero es superior a la cepa de *Metarhizium anisopliae* en el ensayo realizado por Ríos (2007) donde la cepa de *Metarhizium anisopliae* alcanzo un 50.2%, lo que puede indicar que la cepa alcanza una esporulación aceptable a pesar de ser la que menos se adaptó a las condiciones del ensayo.



Figura 22. Adultos de *Cosmopolites sordidus* con esporulación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

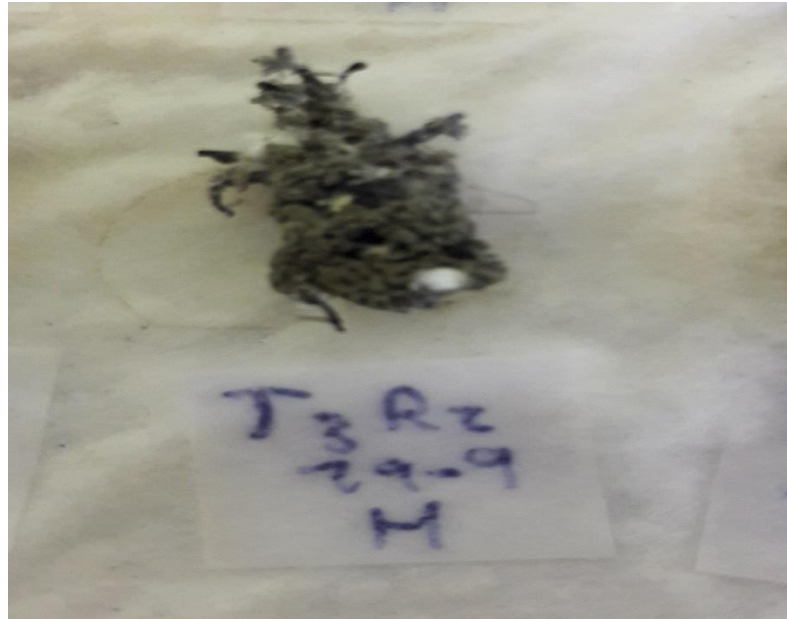


Figura 23. Adulto de *Cosmopolites sordidus* con esporulación característica verde de *Metarhizium anisopliae*.

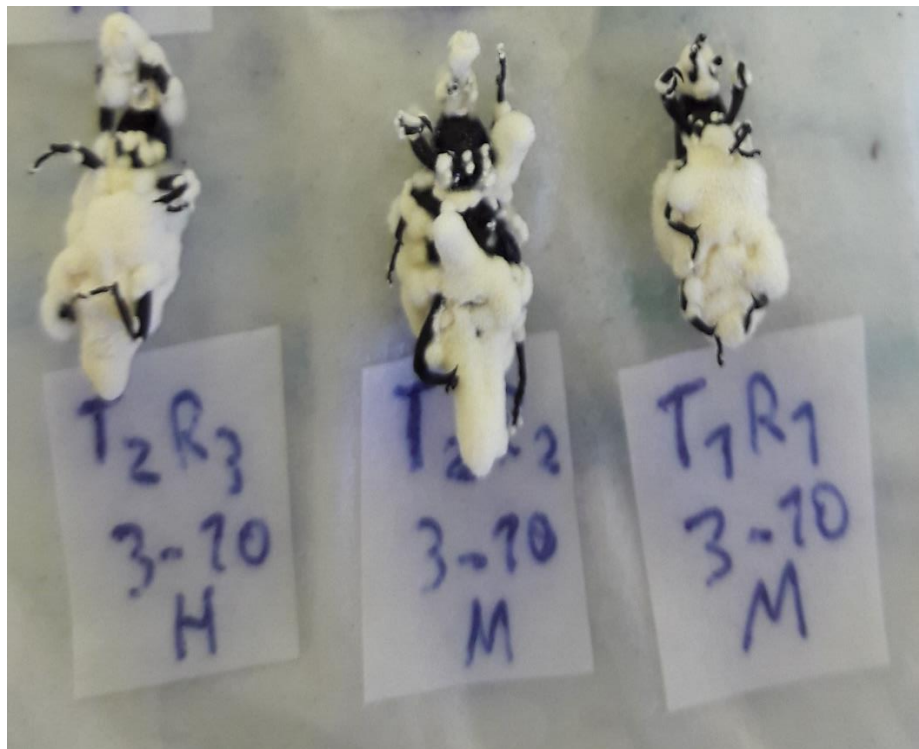


Figura 24. Adulto de *Cosmopolites sordidus* con esporulación característica blanca de *Beauveria bassiana*.

## V. CONCLUSIONES

- Todas las cepas fueron efectivas, superando al menos el 50% de mortalidad de *Cosmopolites sordidus*.
- La mayor mortalidad, causando una mortalidad al final del ensayo de 82.72% de *Cosmopolites sordidus*, la causo la cepa de *Beauveria bassiana* 26, seguido de la cepa de *Metarhizium anisopliae* A que causo una mortalidad de 58.02% y finalmente la cepa de *Beauveria bassiana* 27 que causo la más baja mortalidad con 55.56%.
- La cepa que más rápido alcanzo el tiempo letal medio fue *Beauveria bassiana* 26 a los 9.74 días siendo la que más destaco, seguida de *Metarhizium anisopliae* A con 18.45 días y finalmente *Beauveria bassiana* 27 con 22.59 días.

## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos a mayores y menores temperaturas, para ver la adaptabilidad de los hongos evaluados.
- Realizar ensayos usando mayores concentraciones de las cepas de los hongos evaluados.
- Probar la efectividad de las cepas de hongos evaluados en condiciones de campo con el uso de trampas.
- Se debe seguir probando con otras cepas para ver cuales se adecuan mejor a las condiciones locales.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, J. 2006. Evaluación de hongos entomopatógenos como controladores biológicos de *Scutigerella immaculata*. Pontificia Universidad Javeriana. Scielo. 79: 20-21.

Ajanel, O. 2003. Evaluación de tres tipos de trampa y cuatro frecuencias de recolección del picudo negro *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) en el cultivo de Banano *Musa sapientum* (Var. Grand nain) TIQUISATE, ESCUINTLA. Biblioteca virtual. pp: 5-6.

Akello, J., Dubois, T., Coyne, D. y Hillnhutter, C. 2009. *Beauveria bassiana* as an Endophyte in Tissue-Cultured Banana Plants: a Novel Way to Combat the Banana Weevil *Cosmopolites sordidus*. Acta Hort. 828. pp: 2-4.

Alarcón, J. y Jiménez Y. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano, medidas para la temporada invernal. ICA. pp: 31-36.

Amador, M., Molina, D., Guillen, C., Pajarales, E., Jiménez, K. y Uribe, L. 2015. Utilización del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis atacamensis* CIA-NE07 En el control del picudo del banano *Cosmopolites sordidus* en condiciones in vitro. Agronomía Costarricense. 39(3): 47-60.

Barrón, G. 2009. *Beauveria bassiana*. University of Guelph. Recuperado en: <https://www.uoguelph.ca/~gbarron/MISCELLANEOUS/nov01.htm>. Fecha de acceso: 2017, 12 de Mayo.

Biaggioni, R., Michereff, M., Tigano, M., Oliveira, P., Lema, E., Fancelli, M. y Padilha, J. 2011. Virulence and horizontal transmission of selected Brazilian strains of *Beauveria bassiana* against *Cosmopolites sordidus* under laboratory conditions. Bulletin of insectology. 64: 201-208.



Cárdenas, E., Castillo, M., Zúñiga, F., Espinoza, M., Moscoso, L., Bullón, L., Lloclla, A. y Figueredo, F. 2012. El cultivo del plátano, Manual técnico. DESCO. pp: 9-25.

Cárdenas, F. 2009. Estudio del mercado de la cadena de plátano. MINAG. pp: 27-33.

Castillo, S. 2006. Uso de *Metarhizium anisopliae* para el control biológico del salivazo (*Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp.) en pastizales de *Brachiaria decumbens* en El Petén, Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 10: 69.

Colonia, L. 2012. Manejo integrado de plagas en el cultivo de Plátano. UNALM. pp: 4-20.

Fancelli, M., Batista, A., Delalibera, I., Cerqueira, S., Souza, A., Oliveira, S., Correa, R. y Silva, C. 2013. *Beauveria bassiana* Strains for Biological Control of *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleóptera: Curculionidae) in Plantain. BioMed Research International. pp: 2-6.

Fernández, G. 2016. Análisis y recuperación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en *Cosmopolites sordidus* (Picudo del plátano). SOLAGRO S.A.C. sidalc. 48: 14.

Frison, E., Gold, C., Karamura, E. y Sikora, R. 1998. Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa. INIBAP. pp: 30-51.

Galantini, M., Romero, C., Urrego, E. y Castro E. 2014. Banano Peruano producto estrella de exportación. MINAGRI. pp: 6-17.

- García, N. 2012. Producción de conidios de *Metarhizium anisopliae* var. *lepidiotum* en atmósferas oxidantes. Universidad Autónoma Metropolitana. Protección Vegetal. 25: 75-86.
- Goitía, W. y Cerda, H. 1998. Hormigas y otros insectos asociados a musáceas (*musa* spp.) y su relación con *Cosmopolites Sordidus* Germar (Coleóptera, Curculionidae). Agronomía Tropical. 48: 209-224.
- Gold, C. y Messiaen, S. 2000. El picudo negro del banana *Cosmopolites sordidus*. INIBAP.
- Gómez, P. y Mendoza, J. 2004. Guía para la producción de *Metarhizium anisopliae*. Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador.
- Ibarra, G., Moya, G. y Berlanga, A. 2005. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*) (Delong y Wolcott, 1923) (Hemíptera: cicadellidae). Folia Entomol. Mex. 44: 1-6.
- Lopes, R., Mesquita, A., Tigano, M., Souza, D., Martins, I. y Faria, M. 2013. Diversity of indigenous *Beauveria* and *Metarhizium* spp. in a commercial banana field and their virulence toward *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). pp: 356-364.
- Mau, R. y Kessing, M. 2007. Banana root borer *Cosmopolites sordidus* (Germar). Department of Entomology of Hawaii. Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 39: 99-104.
- Ministerio de Agricultura. 2015. Minagri: Exportación de banano orgánico. Recuperado en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/notas-de-prensa/notas-de-prensa-2015/12218-minagri-exportacion-de-banano-organico-peruanocrecio-94-en-ultimos-5-anos>. Fecha de acceso: 2016, 14 de Diciembre.

Navas, J. 2011. Eficacia de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin como controlador biológico de *Cosmopolites sordidus* German (Coleóptera) en una plantación de banano en la región caribe de Costa Rica. Universidad en Diálogo. Revista de Extensión. 6: 20-24.

Nicholls, C. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. pp: 120-126.

Peteira, B., González, I., Arias, Y., Fernández, A., Miranda, I. y Martínez, B. 2011. Caracterización bioquímica de seis aislamientos de *Beauveria bassiana* (bálsamo) Vuillemin. Revista Protección Vegetal. 26: 16-22.

Pucheta, M., Flores, A., Rodríguez, S. y De la torre, M. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. Revista Interciencia. 31: 850-860.

Reyes, V. 1992. Efecto de *Cosmopolites sordidus* Germar (Picudo negro) en plátano (*Musa balbisiana*) bajo diferentes sistemas de manejo. pp: 6-9.

Rios, R. 2007. Control del gorgojo *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* en plátano con hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium* spp. en San Martín. UNSM. OINV. 6: 28-38.

Rivas, G. y Rosales, F. 2003. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. INIBAP. pp: 126-131.

Rodríguez, M., Gerding, M. y France A. 2006. Selección de aislamientos de hongos entomopatógenos para el control de huevos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidóptera: Gelechiidae). Agricultura Técnica. 66: 151-158.

Rojas, J. 2013. Manejo integrado de plagas y enfermedades en banano orgánico y convencional. UNALM. pp: 4-7.

SENAMHI. 2016. Estación meteorológica, Laredo, Trujillo, La Libertad. Recuperado en: [http://www.senamhi.gob.pe/include\\_mapas/\\_dat\\_esta\\_tipo.php?estaciones=000406](http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000406). Fecha de acceso: 2017, 18 de febrero.

Sepúlveda, P., López, J. y Soto, A. 2008. Efecto de dos nematodos entomopatógenos sobre *Cosmopolites sordidus* (Coleóptera: Dryophthoridae). Revista colombiana de Entomología. 34: 62-67.

Suárez-Gómez, H. 2009. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: hyphomycetes) sobre *Sitophilus zeamais* motschulsky (coleoptera: curculionidae) plaga de maíz almacenado. Revista Intropica. 4: 47-53.

Valencia, A., Wang, H., Soto, A., Aristizabal, M., Arboleda, J., Eyeun, S., Noriega, D. y Siegfried, B. 2016. Pyrosequencing the Midgut Transcriptome of the Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleóptera: Curculionidae) Reveals Multiple Protease-Like Transcripts. PLOS one. 11: 12-26.

Valladolid, M. y Querevalú, J. 2012. Identificación y categorización de las plagas más importantes y de los enemigos naturales en el cultivo de plátano y banano (*Musa sp.*) durante marzo y agosto de 2012, en el valle de Tumbes. pp: 28.

Vallejo, L., Sánchez, R. y Salgado, M. 2007. Redescrición del adulto y descripción de los estados inmaduros de *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleóptera: Curculionidae), el picudo negro barrenador del plátano en Colombia. pp: 362-372.

Varela, A. 2017. Banana weevil. Infonet-Biovision. Recuperado en: <http://www.infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Banana-weevil>. Fecha de acceso: 2017, 12 de Mayo.

Vegas, U. 2013. Manejo integrado de banano orgánico. UNALM. pp: 8-9.

# VIII. ANEXOS

Anexo 1. Datos de las evaluaciones del día 9 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	0	0.00	0.00
1	2	14	0	0.00	0.00
1	3	14	0	0.00	0.00
1	4	14	1	7.14	7.14
1	5	14	0	0.00	0.00
1	6	14	0	0.00	0.00
2	1	14	0	0.00	0.00
2	2	14	0	0.00	0.00
2	3	14	0	0.00	0.00
2	4	14	0	0.00	0.00
2	5	14	0	0.00	0.00
2	6	14	0	0.00	0.00
3	1	14	0	0.00	0.00
3	2	14	1	7.14	7.14
3	3	14	0	0.00	0.00
3	4	14	0	0.00	0.00
3	5	14	0	0.00	0.00
3	6	14	0	0.00	0.00
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	0	0.00	-
4	4	14	0	0.00	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 2. Datos de las evaluaciones del día 10 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	0	0.00	0.00
1	2	14	0	0.00	0.00
1	3	14	0	0.00	0.00
1	4	14	1	7.14	7.14
1	5	14	0	0.00	0.00
1	6	14	0	0.00	0.00
2	1	14	0	0.00	0.00
2	2	14	0	0.00	0.00
2	3	14	1	7.14	7.14
2	4	14	0	0.00	0.00
2	5	14	0	0.00	0.00
2	6	14	1	7.14	7.14
3	1	14	0	0.00	0.00
3	2	14	1	7.14	7.14
3	3	14	0	0.00	0.00
3	4	14	0	0.00	0.00
3	5	14	0	0.00	0.00
3	6	14	0	0.00	0.00
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	0	0.00	-
4	4	14	0	0.00	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-



Anexo 3. Datos de las evaluaciones del día 12 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	0	0.00	-1.20
1	2	14	0	0.00	-1.20
1	3	14	0	0.00	-1.20
1	4	14	1	7.14	6.02
1	5	14	0	0.00	-1.20
1	6	14	0	0.00	-1.20
2	1	14	0	0.00	-1.20
2	2	14	0	0.00	-1.20
2	3	14	1	7.14	6.02
2	4	14	1	7.14	6.02
2	5	14	0	0.00	-1.20
2	6	14	2	14.29	13.25
3	1	14	2	14.29	13.25
3	2	14	1	7.14	6.02
3	3	14	0	0.00	-1.20
3	4	14	0	0.00	-1.20
3	5	14	0	0.00	-1.20
3	6	14	0	0.00	-1.20
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	0	0.00	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 4. Datos de las evaluaciones del día 13 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	1	7.14	6.02
1	2	14	0	0.00	-1.20
1	3	14	0	0.00	-1.20
1	4	14	1	7.14	6.02
1	5	14	0	0.00	-1.20
1	6	14	0	0.00	-1.20
2	1	14	1	7.14	6.02
2	2	14	0	0.00	-1.20
2	3	14	1	7.14	6.02
2	4	14	1	7.14	6.02
2	5	14	2	14.29	13.25
2	6	14	2	14.29	13.25
3	1	14	2	14.29	13.25
3	2	14	2	14.29	13.25
3	3	14	1	7.14	6.02
3	4	14	1	7.14	6.02
3	5	14	0	0.00	-1.20
3	6	14	1	7.14	6.02
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	0	0.00	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 5. Datos de las evaluaciones del día 14 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	1	7.14	6.02
1	2	14	2	14.29	13.25
1	3	14	1	7.14	6.02
1	4	14	2	14.29	13.25
1	5	14	0	0.00	-1.20
1	6	14	0	0.00	-1.20
2	1	14	2	14.29	13.25
2	2	14	1	7.14	6.02
2	3	14	2	14.29	13.25
2	4	14	3	21.43	20.48
2	5	14	4	28.57	27.71
2	6	14	3	21.43	20.48
3	1	14	2	14.29	13.25
3	2	14	3	21.43	20.48
3	3	14	1	7.14	6.02
3	4	14	2	14.29	13.25
3	5	14	1	7.14	6.02
3	6	14	2	14.29	13.25
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	0	0.00	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 6. Datos de las evaluaciones del día 15 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	1	7.14	6.02
1	2	14	2	14.29	13.25
1	3	14	2	14.29	13.25
1	4	14	4	28.57	27.71
1	5	14	1	7.14	6.02
1	6	14	2	14.29	13.25
2	1	14	4	28.57	27.71
2	2	14	1	7.14	6.02
2	3	14	3	21.43	20.48
2	4	14	6	42.86	42.17
2	5	14	5	35.71	34.94
2	6	14	5	35.71	34.94
3	1	14	3	21.43	20.48
3	2	14	3	21.43	20.48
3	3	14	2	14.29	13.25
3	4	14	2	14.29	13.25
3	5	14	1	7.14	6.02
3	6	14	2	14.29	13.25
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	0	0.00	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 7. Datos de las evaluaciones del día 16 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	2	14.29	13.25
1	2	14	3	21.43	20.48
1	3	14	3	21.43	20.48
1	4	14	5	35.71	34.94
1	5	14	1	7.14	6.02
1	6	14	2	14.29	13.25
2	1	14	4	28.57	27.71
2	2	14	3	21.43	20.48
2	3	14	5	35.71	34.94
2	4	14	7	50.00	49.40
2	5	14	6	42.86	42.17
2	6	14	6	42.86	42.17
3	1	14	5	35.71	34.94
3	2	14	5	35.71	34.94
3	3	14	3	21.43	20.48
3	4	14	7	50.00	49.40
3	5	14	3	21.43	20.48
3	6	14	2	14.29	13.25
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	0	0.00	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 8. Datos de las evaluaciones del día 17 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	3	21.43	20.48
1	2	14	5	35.71	34.94
1	3	14	3	21.43	20.48
1	4	14	8	57.14	56.63
1	5	14	1	7.14	6.02
1	6	14	2	14.29	13.25
2	1	14	5	35.71	34.94
2	2	14	4	28.57	27.71
2	3	14	5	35.71	34.94
2	4	14	9	64.29	63.86
2	5	14	8	57.14	56.63
2	6	14	7	50.00	49.40
3	1	14	8	57.14	56.63
3	2	14	5	35.71	34.94
3	3	14	3	21.43	20.48
3	4	14	7	50.00	49.40
3	5	14	4	28.57	27.71
3	6	14	2	14.29	13.25
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	0	0.00	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 9. Datos de las evaluaciones del día 19 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	5	35.71	34.15
1	3	14	6	42.86	41.46
1	4	14	8	57.14	56.10
1	5	14	3	21.43	19.51
1	6	14	4	28.57	26.83
2	1	14	8	57.14	56.10
2	2	14	7	50.00	48.78
2	3	14	5	35.71	34.15
2	4	14	11	78.57	78.05
2	5	14	10	71.43	70.73
2	6	14	9	64.29	63.41
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	7	50.00	48.78
3	3	14	5	35.71	34.15
3	4	14	9	64.29	63.41
3	5	14	5	35.71	34.15
3	6	14	2	14.29	12.20
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 10. Datos de las evaluaciones del día 20 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	5	35.71	34.15
1	3	14	7	50.00	48.78
1	4	14	9	64.29	63.41
1	5	14	4	28.57	26.83
1	6	14	4	28.57	26.83
2	1	14	8	57.14	56.10
2	2	14	7	50.00	48.78
2	3	14	7	50.00	48.78
2	4	14	11	78.57	78.05
2	5	14	11	78.57	78.05
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	7	50.00	48.78
3	3	14	5	35.71	34.15
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	5	35.71	34.15
3	6	14	3	21.43	19.51
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-



Anexo 11. Datos de las evaluaciones del día 21 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	5	35.71	34.15
1	3	14	7	50.00	48.78
1	4	14	10	71.43	70.73
1	5	14	4	28.57	26.83
1	6	14	4	28.57	26.83
2	1	14	8	57.14	56.10
2	2	14	8	57.14	56.10
2	3	14	7	50.00	48.78
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	11	78.57	78.05
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	7	50.00	48.78
3	3	14	5	35.71	34.15
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	5	35.71	34.15
3	6	14	4	28.57	26.83
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 12. Datos de las evaluaciones del día 22 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	7	50.00	48.78
1	4	14	11	78.57	78.05
1	5	14	4	28.57	26.83
1	6	14	5	35.71	34.15
2	1	14	9	64.29	63.41
2	2	14	9	64.29	63.41
2	3	14	7	50.00	48.78
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	11	78.57	78.05
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	7	50.00	48.78
3	3	14	5	35.71	34.15
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	5	35.71	34.15
3	6	14	4	28.57	26.83
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 13. Datos de las evaluaciones del día 23 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	8	57.14	56.10
1	4	14	12	85.71	85.37
1	5	14	4	28.57	26.83
1	6	14	5	35.71	34.15
2	1	14	9	64.29	63.41
2	2	14	9	64.29	63.41
2	3	14	7	50.00	48.78
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	11	78.57	78.05
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	7	50.00	48.78
3	3	14	5	35.71	34.15
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	5	35.71	34.15
3	6	14	5	35.71	34.15
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 14. Datos de las evaluaciones del día 24 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	9	64.29	63.41
1	4	14	12	85.71	85.37
1	5	14	4	28.57	26.83
1	6	14	5	35.71	34.15
2	1	14	9	64.29	63.41
2	2	14	9	64.29	63.41
2	3	14	7	50.00	48.78
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	11	78.57	78.05
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	6	42.86	41.46
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	5	35.71	34.15
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 15. Datos de las evaluaciones del día 26 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	13	92.86	92.68
1	5	14	4	28.57	26.83
1	6	14	6	42.86	41.46
2	1	14	9	64.29	63.41
2	2	14	10	71.43	70.73
2	3	14	8	57.14	56.10
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	11	78.57	78.05
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	7	50.00	48.78
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 16. Datos de las evaluaciones del día 27 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	13	92.86	92.68
1	5	14	4	28.57	26.83
1	6	14	6	42.86	41.46
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	10	71.43	70.73
2	3	14	8	57.14	56.10
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	12	85.71	85.37
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	7	50.00	48.78
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 17. Datos de las evaluaciones del día 28 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	13	92.86	92.68
1	5	14	4	28.57	26.83
1	6	14	6	42.86	41.46
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	10	71.43	70.73
2	3	14	8	57.14	56.10
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	12	85.71	85.37
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 18. Datos de las evaluaciones del día 29 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	13	92.86	92.68
1	5	14	5	35.71	34.15
1	6	14	6	42.86	41.46
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	10	71.43	70.73
2	3	14	8	57.14	56.10
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	13	92.86	92.68
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-



Anexo 19. Datos de las evaluaciones del día 30 de septiembre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	14	100.00	100.00
1	5	14	5	35.71	34.15
1	6	14	6	42.86	41.46
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	10	71.43	70.73
2	3	14	9	64.29	63.41
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	13	92.86	92.68
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 20. Datos de las evaluaciones del día 1 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	4	28.57	26.83
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	14	100.00	100.00
1	5	14	5	35.71	34.15
1	6	14	7	50.00	48.78
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	10	71.43	70.73
2	3	14	9	64.29	63.41
2	4	14	12	85.71	85.37
2	5	14	13	92.86	92.68
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	9	64.29	63.41
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 21. Datos de las evaluaciones del día 3 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	5	35.71	34.15
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	14	100.00	100.00
1	5	14	5	35.71	34.15
1	6	14	7	50.00	48.78
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	12	85.71	85.37
2	3	14	10	71.43	70.73
2	4	14	13	92.86	92.68
2	5	14	13	92.86	92.68
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	10	71.43	70.73
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 22. Datos de las evaluaciones del día 4 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	5	35.71	34.15
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	14	100.00	100.00
1	5	14	5	35.71	34.15
1	6	14	7	50.00	48.78
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	12	85.71	85.37
2	3	14	10	71.43	70.73
2	4	14	13	92.86	92.68
2	5	14	13	92.86	92.68
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	10	71.43	70.73
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 23. Datos de las evaluaciones del día 5 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	5	35.71	34.15
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	14	100.00	100.00
1	5	14	5	35.71	34.15
1	6	14	7	50.00	48.78
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	12	85.71	85.37
2	3	14	10	71.43	70.73
2	4	14	13	92.86	92.68
2	5	14	13	92.86	92.68
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	10	71.43	70.73
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	7	50.00	48.78
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 24. Datos de las evaluaciones del día 6 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	5	35.71	34.15
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	14	100.00	100.00
1	5	14	5	35.71	34.15
1	6	14	7	50.00	48.78
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	12	85.71	85.37
2	3	14	10	71.43	70.73
2	4	14	13	92.86	92.68
2	5	14	13	92.86	92.68
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	10	71.43	70.73
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	8	57.14	56.10
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 25. Datos de las evaluaciones del día 7 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	5	35.71	34.15
1	2	14	6	42.86	41.46
1	3	14	10	71.43	70.73
1	4	14	14	100.00	100.00
1	5	14	5	35.71	34.15
1	6	14	7	50.00	48.78
2	1	14	10	71.43	70.73
2	2	14	12	85.71	85.37
2	3	14	10	71.43	70.73
2	4	14	13	92.86	92.68
2	5	14	13	92.86	92.68
2	6	14	12	85.71	85.37
3	1	14	10	71.43	70.73
3	2	14	8	57.14	56.10
3	3	14	8	57.14	56.10
3	4	14	10	71.43	70.73
3	5	14	8	57.14	56.10
3	6	14	6	42.86	41.46
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	1	7.14	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-

Anexo 26. Datos de las evaluaciones del día 10 de Octubre del 2016, incluidas la mortalidad y la mortalidad corregida. Siendo, Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A), Tratamiento 4 (Testigo).

Tratamientos	Repeticiones	Individuos	Mortalidad	Mortalidad en Porcentaje	Mortalidad Corregida
1	1	14	5	35.71	33.33
1	2	14	6	42.86	40.74
1	3	14	10	71.43	70.37
1	4	14	14	100.00	100.00
1	5	14	5	35.71	33.33
1	6	14	8	57.14	55.56
2	1	14	10	71.43	70.37
2	2	14	12	85.71	85.19
2	3	14	10	71.43	70.37
2	4	14	13	92.86	92.59
2	5	14	13	92.86	92.59
2	6	14	12	85.71	85.19
3	1	14	10	71.43	70.37
3	2	14	8	57.14	55.56
3	3	14	8	57.14	55.56
3	4	14	10	71.43	70.37
3	5	14	8	57.14	55.56
3	6	14	6	42.86	40.74
4	1	14	0	0.00	-
4	2	14	0	0.00	-
4	3	14	1	7.14	-
4	4	14	2	14.29	-
4	5	14	0	0.00	-
4	6	14	0	0.00	-



Anexo 27. Datos de porcentaje de mortalidad corregida promedio, por fecha de evaluación, siendo Tratamiento 1 (*Beauveria bassiana* 27), Tratamiento 2 (*Beauveria bassiana* 26), Tratamiento 3 (*Metarhizium anisopliae* A).

Fecha	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
9-Set	1.19	0.00	1.19
10-Set	1.19	2.38	1.19
12-Set	0.00	3.61	2.41
13-Set	1.20	7.23	7.23
14-Set	6.02	16.87	12.05
15-Set	13.25	27.71	14.46
16-Set	18.07	36.14	28.92
17-Set	25.30	44.58	33.73
19-Set	34.15	58.54	42.68
20-Set	37.80	65.85	45.12
21-Set	39.02	68.29	46.34
22-Set	42.68	70.73	46.34
23-Set	45.12	70.73	47.56
24-Set	46.34	70.73	51.22
26-Set	50.00	73.17	54.88
27-Set	50.00	75.61	54.88
28-Set	50.00	75.61	56.10
29-Set	51.22	76.83	56.10
30-Set	52.44	78.05	56.10
1-Oct	53.66	78.05	56.10
3-Oct	54.88	82.93	57.32
4-Oct	54.88	82.93	57.32
5-Oct	54.88	82.93	57.32
6-Oct	54.88	82.93	58.54
7-Oct	54.88	82.93	58.54
10-Oct	55.56	82.72	58.02

Anexo 28. Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus*, expuesto a 3 cepas de hongos *Beauveria bassiana* 27 (T1), *Beauveria bassiana* 26 (T2) y *Metarhizium anisopliae* A (T3) al final del ensayo (32 días).

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T1	6	333.333333	55.5555556	680.384088
T2	6	496.296296	82.7160494	102.423411
T3	6	348.148148	58.0246914	124.371285

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2706.90444	2	1353.45222	4.47580645	0.02990017	3.68232034
Dentro de los grupos	4535.89392	15	302.392928			
Total	7242.79835	17				

Anexo 29. Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus*, expuesto a 3 cepas de hongos *Beauveria bassiana* 27 (T1), *Beauveria bassiana* 26 (T2) y *Metarhizium anisopliae* A (T3) a los 14 días del ensayo.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T1	6	256.097561	42.6829268	372.992267
T2	6	424.390244	70.7317073	214.158239
T3	6	278.04878	46.3414634	314.098751

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2790.00595	2	1395.00297	4.64356436	0.02693786	3.68232034
Dentro de los grupos	4506.24628	15	300.416419			
Total	7296.25223	17				

Anexo 30. Temperaturas máximas diarias, Temperaturas mínimas diarias, Temperaturas promedio diarias y Temperatura promedio durante la duración del ensayo, desde el 9 de Septiembre hasta el 10 de Octubre del 2016, en la ciudad de Trujillo (Fuente Senamhi).

Fecha	T° máxima	T° mínima	T° promedio diaria
9-Set	24.4	15.8	20.1
10-Set	25	15.7	20.35
11-Set	24.9	16.3	20.6
12-Set	23.8	15.5	19.65
13-Set	23.8	17.3	20.55
14-Set	23	16.4	19.7
15-Set	23.8	18.4	21.1
16-Set	23.6	18.8	21.2
17-Set	24.6	17.9	21.25
18-Set	24.2	15.8	20
19-Set	24	16.6	20.3
20-Set	24.8	19.2	22
21-Set	24.2	16.5	20.35
22-Set	24.9	19.4	22.15
23-Set	25.5	18.9	22.2
24-Set	24	17.9	20.95
25-Set	23.4	18.6	21
26-Set	22.3	17.7	20
27-Set	23.8	17.1	20.45
28-Set	24.4	16.7	20.55
29-Set	23.8	15.5	19.65
30-Set	23.8	17.1	20.45
1-Oct	23.3	15.7	19.5
2-Oct	23.7	14.9	19.3
3-Oct	23.1	17.6	20.35
4-Oct	23.9	17.8	20.85
5-Oct	23.1	17.1	20.1
6-Oct	22.6	17.2	19.9
7-Oct	23.6	15.1	19.35
8-Oct	24.5	17.6	21.05
9-Oct	23.9	13.5	18.7
10-Oct	24.9	15.2	20.05
	<b>T° Promedio</b>		<b>20.428125</b>

Anexo 31. Temperaturas máximas diarias, Temperaturas mínimas diarias, Temperaturas promedio diarias y Temperatura promedio, del 9 de Septiembre hasta el 10 de Octubre del 2015, en la ciudad de Chulucanas (Fuente Senamhi).

Fecha	T° máxima	T° mínima	T° promedio diaria
9-Set	33.6	18	25.8
10-Set	31.8	18.8	25.3
11-Set	33.8	20	26.9
12-Set	38.2	16.4	27.3
13-Set	37	16.2	26.6
14-Set	35.6	17	26.3
15-Set	34.8	20.8	27.8
16-Set	34.6	20.8	27.7
17-Set	36	19.2	27.6
18-Set	35.2	17.2	26.2
19-Set	36.6	19	27.8
20-Set	36	20.6	28.3
21-Set	36	17.6	26.8
22-Set	35.8	19.8	27.8
23-Set	34.6	20.8	27.7
24-Set	33	20	26.5
25-Set	31.4	18.7	25.05
26-Set	33.2	18.4	25.8
27-Set	33.4	18	25.7
28-Set	35.2	17.8	26.5
29-Set	34	16.6	25.3
30-Set	36	19.6	27.8
1-Oct	35	20.4	27.7
2-Oct	35.5	20	27.75
3-Oct	34.8	20.2	27.5
4-Oct	34	20.2	27.1
5-Oct	37	19.8	28.4
6-Oct	35.2	17	26.1
7-Oct	34.4	19	26.7
8-Oct	35	19.8	27.4
9-Oct	33.6	19.2	26.4
10-Oct	35.4	19.2	27.3
		<b>T° Promedio</b>	<b>26.903125</b>

Anexo 32. Prueba T del porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus*, expuesto a 3 cepas de hongos *Beauveria bassiana* 27 (T1), *Beauveria bassiana* 26 (T2) y *Metarhizium anisopliae* A (T3) al final del ensayo (32 días).

Prueba t para medias de dos muestras  
emparejadas

	T1	T2	T2	T3	T1	T3
Media	55.5555556	82.7160494	82.7160494	58.0246914	55.5555556	58.0246914
Varianza	680.384088	102.423411	102.423411	124.371285	680.384088	124.371285
Observaciones	6	6	6	6	6	6
Coeficiente de correlación de Pearson	0.20785275		0.12964074		0.22634795	
Diferencia hipotética de las medias	0		0		0	
Grados de libertad	5		5		5	
Estadístico t	2.56438822		3.77964473		-0.2331262	
P(T<=t) una cola	0.02518868		0.0064473		0.41245326	
Valor crítico de t (una cola)	2.01504837		2.01504837		2.01504837	
P(T<=t) dos colas	0.05037735		0.01289459		0.82490653	
Valor crítico de t (dos colas)	2.57058184		2.57058184		2.57058184	
	A	A	A	B	B	B

Anexo 33. Prueba T del porcentaje de mortalidad corregida de *Cosmopolites sordidus*, expuesto a 3 cepas de hongos *Beauveria bassiana* 27 (T1), *Beauveria bassiana* 26 (T2) y *Metarhizium anisopliae* A (T3) a los 14 días.

Prueba t para medias de dos  
muestras emparejadas

	T1	T2	T2	T3	T1	T3
Media	42.6829268	70.7317073	70.7317073	46.3414634	42.6829268	46.3414634
Varianza	372.992267	214.158239	214.158239	314.098751	372.992267	314.098751
Observaciones	6	6	6	6	6	6
Coefficiente de correlación de Pearson	0.18943381		0.08257228		0.51097141	
Diferencia hipotética de las medias	0		0		0	
Grados de libertad	5		5		5	
Estadístico t	3.13571583		2.71163072		0.48795004	
P(T<=t) una cola	0.0128953		0.021097		0.32311438	
Valor crítico de t (una cola)	2.01504837		2.01504837		2.01504837	
P(T<=t) dos colas	0.02579061		0.042194		0.64622876	
Valor crítico de t (dos colas)	2.57058184		2.57058184		2.57058184	
	B	A	A	B	B	B