

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias

Escuela Académico Profesional de Biología - Microbiología

“Actividad biocontroladora de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre los estadios ninfales II y III de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo) *in vitro*”

TESIS

Presentada por:

Bach. ELIZBETH CCALLOHUARI CONDORI

Para optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

TACNA - PERÚ

2013

El secretario Académico Administrativo de la Facultad de Ciencias, certifica que por resolución de la facultad N° 7506- 2013 FACIUNJBG, se ha designado como jurado calificador para la sustentación de la tesis: "Actividad biocontroladora de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre los estadios ninfales II y III de *Siphoninus fruticum* Silvestri (mosca blanca del olivo) in vitro", conformado por:

PRESIDENTE: Msc. César Efraín Rivasplata Cabanillas
SECRETARIO: Dr. César Cevallos Columbus
VOCAL: Msc. Pablo Juan Franco León

Quienes calificaron el trabajo de tesis sustentado en acto público el día 11 de setiembre del 2013, a las 17:40 horas, por la bachiller ELIZABETH CCALLOHUARI CONDORI, de la Escuela Académica Profesional de Biología Microbiología.

El jurado calificador en forma secreta e individual, se pronunció sobre el calificativo del trabajo expuesto, procediendo a emitir el siguiente resultado.

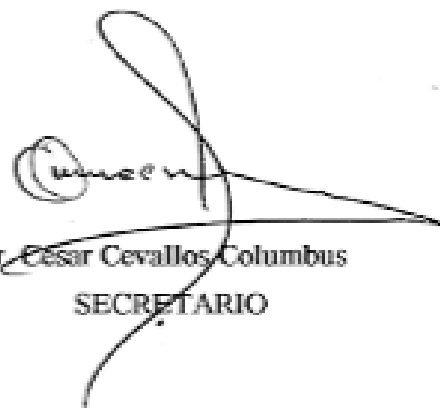
Aprobado por unanimidad con la nota de 16 (dieciséis) con el calificativo de bueno.

Para ratificar firma:



Msc. César Efraín Rivasplata Cabanillas

PRESIDENTE



Dr. César Cevallos Columbus

SECRETARIO



Msc. Pablo Juan Franco León

VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres Arturo y Susana por su amor, paciencia, confianza y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme alcanzar el sueño de ser profesional.

A mi asesor Ms. Daladier Castillo Cotrina y al Ingeniero Josue Flores Gómez por sus orientaciones para el presente trabajo.

A los investigadores de SENASA Tacna por el apoyo brindado en la atención de materiales, entre otros, en forma gratuita; asimismo a todas las personas y amistades que de una u otra forma colaboraron para la realización de este trabajo.

RESUMEN

Se tuvo como objetivo evaluar la actividad biocontroladora de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre estadios de ninfa II y III de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo) *in vitro*, para ello se colectó en campo la mosca blanca del olivo, luego se estableció su crianza en un pequeño invernadero, donde diariamente se fue observando su desarrollo a una temperatura de 28 ± 3 °C hasta que se obtuvo los estadios ninfales II y III. En el laboratorio se obtuvieron concentraciones de $10^4, 10^6, 10^8$ conidias/mL para cada especie de hongo, con cuatro repeticiones, para cada concentración. Estas concentraciones fueron asperjadas sobre hojas de olivo (*Olea europaea* L.) con estadios ninfales II y III de la mosca blanca del olivo.

Luego se incubó y evaluó durante 10 días, las ninfas se considerarán muertas cuando sobre ellas hubo crecimiento hifal.

Se confirmó como agente causal cuando de las ninfas muertas en la evaluación se logró aislar en Agar PDA (Agar papa dextrosa) al mismo hongo evaluado.

Se determinó la mortalidad y la tasa de muerte producida en las ninfas por los hongos para encontrar el grado de actividad biocontroladora de los hongos. Se encontró que todos los hongos evaluados en sus concentraciones presentaron actividad biocontroladora sobre las ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo).

Los hongos con el mayor grado de actividad biocontroladora sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) fueron *Verticillium lecanii* a la concentración de 10^8 y 10^6 conidias/mL y *Paecilomyces fumosoroseus* a la

concentración de 10^8 conidias/mL con tasas de muerte respectivamente de 1,92; 1,75 y 1,84 ninfas muertas por día.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
I. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1. Objetivo general.....	4
2. Objetivos específicos.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
A. Hongos entomopatógenos.....	5
1. Descripción.....	5
2. Clasificación de los hongos entomopatógenos.....	6
3. Hongos entomopatógenos comercialmente más empleados.....	7
<i>Beauveria bassiana</i>	7
Taxonomía.....	7
Características.....	8
Antecedentes del uso de <i>Beauveria bassiana</i>	9
<i>Metarhizium anisopliae</i>	12
Taxonomía.....	12

Características.....	12
Antecedentes del uso de <i>Metarhizium anisopliae</i>.....	14
<i>Verticillium lecanii</i>	16
Taxonomía.....	16
Características.....	16
Antecedentes del uso de <i>Verticillium lecanii</i>	18
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	21
Taxonomía.....	21
Características.....	21
Antecedentes del uso de	
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	23
4. Patogenicidad.....	25
Adhesión y germinación de la espore en la cutícula	
del insecto.....	25
Penetración dentro del hemocele.....	26
Desarrollo del hongo que resulta en la muerte	
del insecto.....	27

5. Importancia.....	30
6. Las principales ventajas de los hongos entomopatógenos son.....	31
7. Desventajas del uso de los hongos entomopatógenos.....	32
B. El olivo (<i>Olea Europaea</i> L.).....	33
1. Descripción.....	33
2. Importancia del olivo.....	37
3. Plagas del olivo.....	38
C. Mosca blanca del fresno	
<i>Siphoninus phillyreae</i> (Haliday).....	38
1. Descripción.....	38
Reestablecimiento de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (Hemiptera: Aleyrodidae) como una especie valida, en base a datos morfológicos, plantas hospederas y parasitoides en el Perú.....	39
2. Clasificación taxonómica.....	42
3. Ciclo biológico.....	42
4. Mosca blanca en Tacna.....	45

5. Daños que ocasiona la mosca blanca del fresno en el Olivo.....	46
6. Problemas con el control de la mosca blanca.....	46
D. Control Biológico.....	47
1. Biocontrol en la agricultura.....	48
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
1. Material biológico.....	49
2. Lugar de experimentación.....	49
3. Diseño experimental.....	50
4. Variables.....	50
5. Reconocimiento y recolección de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (mosca blanca del olivo).....	51
6. Crianza de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (mosca blanca del olivo) en invernadero: (Santamaría y Col.,1998).....	52
7. Activación de los hongos entomopatógenos (Cañedo y col. 2004).....	53
8. Enfrentamiento de las conidias de los hongos entomopatógenos contra las ninfas II y III de	

	<i>Siphoninus finitimus</i> var. Silvestri <i>in vitro</i>	
	(Rodríguez y col. 2006).....	53
9.	Establecimiento del grado de actividad biocontroladora de los hongos entomopatógenos.....	55
10.	Determinar el hongo con mayor grado de actividad biocontroladora.....	56
11.	Análisis estadístico.....	56
IV.	RESULTADOS.....	57
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	80
VI.	CONCLUSIONES.....	91
VII.	SUGERENCIAS.....	92
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	93
IX.	ANEXOS.....	101

Lista de gráficos

- Figura N°01. Mortalidad promedio por día producida a la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.....58
- Figura N°02. Mortalidad promedio por día producida a la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.....60
- Figura N°03. Mortalidad promedio por día producida a la aplicación del hongo *Verticillium lecanii* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.....62
- Figura N°04. Mortalidad promedio por día producida a la aplicación del hongo *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.....64
- Figura N°05. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* sobre

ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.....	66
Figura N°06. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.....	68
Figura N°07. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo <i>Verticillium lecanii</i> sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.....	70
Figura N°08. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.....	72
Figura N°09. Tasa de muerte promedio (TM) producida en la aplicación de las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/ml de los hongos <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Verticillium lecanii</i> , y <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante 10 días.....	75

Lista de cuadros

Cuadro N° 01. Tratamientos.....	51
Cuadro N°02. Mortalidad promedio producida por la aplicación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> , sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.....	57
Cuadro N°03. Mortalidad promedio producida por la aplicación del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> , sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.....	59
Cuadro N°04. Mortalidad promedio producida por la aplicación del hongo <i>Verticillium lecanii</i> , sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.....	61
Cuadro N°05. Mortalidad promedio producida por la aplicación del hongo <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.....	63

Cuadro N°06. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.....	65
Cuadro N°07. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.....	67
Cuadro N°08. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo <i>Verticillium lecanii</i> sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.....	69
Cuadro N°09. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.....	71
Cuadro N°10. Tasa de muerte producida por la aplicación de las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/ml de los hongos <i>Beauveria bassiana</i> (Bb), <i>Metarhizium anisopliae</i> (Ma), <i>Verticillium lecanii</i> (VI),	

<i>y Paecilomyces fumosoroseus</i> (Pf), sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) en el menor tiempo.....	73
Cuadro N°11. Análisis de varianza de la tasa de muerte producida por la aplicación de las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/ml de los hongos <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Verticillium lecanii</i> , y <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) en el menor tiempo.....	76
Cuadro N°12. Prueba de significación de Tukey al 95% de la tasa de muerte producida por la aplicación de las concentraciones de conidias 10^8 , 10^6 , 10^4 de los hongos <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , <i>Verticillium lecanii</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , sobre ninfas de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (estadios II y III) en el menor tiempo.....	78
Cuadro N°13. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadios II y III) durante 10 días por acción de <i>Beauveria bassiana</i> a una concentración de 10^8 conidias/mL.....	101

Cuadro N°14. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Beauveria bassiana</i> a una concentración de 10^6 conidias/mL.....	102
Cuadro N°15. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Beauveria bassiana</i> a una concentración de 10^4 conidias/mL.....	103
Cuadro N°16. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Metarhizium anisopliae</i> a una concentración de 10^8 conidias/mL.....	104
Cuadro N°17. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Metarhizium anisopliae</i> a una concentración de 10^6 conidias/mL.....	105
Cuadro N°18. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III)	

durante 10 días por acción de <i>Metarhizium anisopliae</i> a una concentración de 10^4 conidias/mL.....	106
Cuadro N°19. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Verticillium lecanii</i> a una concentración de 10^8 conidias/mL.....	107
Cuadro N°20. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Verticillium lecanii</i> a una concentración de 10^6 conidias/mL.....	108
Cuadro N°21. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Verticillium lecanii</i> a una concentración de 10^4 conidias/mL.....	109
Cuadro N°22. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> a una concentración de 10^8 conidias/mL.....	110

Cuadro N°23. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> a una concentración de 10^6 conidias/mL.....	111
Cuadro N°24. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> a una concentración de 10^4 conidias/mL.....	112

Lista de fotos

Foto N°01. Desarrollo del hongo <i>Beauveria bassiana</i> sobre <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días de evaluación.....	113
Foto N°02. Desarrollo del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días de evaluación.....	115
Foto N°03. Desarrollo del hongo <i>Verticillium lecanii</i> sobre <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días de evaluación.....	118
Foto N°04. Desarrollo del hongo sobre <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días de evaluación.....	120
Foto N°05. Vista al microscopio de <i>Beauveria bassiana</i>	123
Foto N°06. Vista al microscopio de <i>Metarhizium anisopliae</i>	123
Foto N°07. Vista al microscopio de <i>Verticillium lecanii</i>	124
Foto N°08. Vista al microscopio de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	125
Foto N°09. Suspenciones de conidias de los cuatro hongos entomopatógenos.....	125

Foto N°10. Evaluando a diario a las ninfas infestadas por los hongos entomopatógenos.....	126
Foto N°11. Invernadero donde se realizó la crianza de las moscas blancas del olivo.....	127
Foto N°12. Estadios ninfales (II y III) de la mosca blanca del olivo en el invernadero.....	127
Foto N°13. Estadios ninfales de la mosca blanca del olivo (<i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri) en vista al estereoscopio.....	128

INTRODUCCIÓN

Para los productores de aceituna del valle de Tacna, uno de los principales desafíos es luchar en forma efectiva contra la mosca blanca del olivo (*Siphoninus finitimus* Silvestri), plaga que afecta a los árboles del olivo (*Olea europaea* L.). El olivo para Tacna es de suma importancia ya que representa el primer lugar en superficie nacional cultivable con 8,1 mil hectáreas y es el primer productor de aceitunas en el Perú con 75 % del total nacional. En la actualidad el 90% de la producción se destina al consumo de aceituna de mesa, mientras que el 10 % se utiliza para la producción de aceite de oliva. (Gobierno regional de Tacna, 2013). Dada la importancia del olivo (*Olea europaea* L.) es necesario determinar el método de control más adecuado y efectivo para el control de la mosca blanca del olivo (*Siphoninus finitimus* Silvestri); teniendo en cuenta que esta especie causa un daño directo al olivo al alimentarse de la savia y como desecho producir una mielecilla que va cubriendo con fumagina las hojas del olivo, lo cual impide una adecuada fotosíntesis que en ataque intenso genera una disminución muy significativa de la producción asimismo de la calidad de las aceitunas, por el manchado que en ellos se produce (Estay y Col., 2009).

Uno de los principales métodos de control de la mosca blanca del olivo (*Siphoninus finitimus* Silvestri) es el control biológico. Existen varias formas de control biológico una de ellas es el uso de hongos entomopatógenos; éstos actúan por contacto en los diferentes estadios de los insectos plaga, sus unidades infectivas son las conidias que van a penetrar el cuerpo del insecto plaga produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio; es decir el insecto plaga se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo controlador y el estadio del insecto plaga (SENASA, 2012). Los hongos entomopatógenos más empleados para el control biológico de los insectos plaga son *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*. En un estudio realizado para la mosca blanca del olivo (*Siphoninus finitimus* Silvestri) se reporta que en él se produjo una mortalidad de 92,21% por acción de *Verticillium lecanii* y de 91,39% por *Paecilomyces fumosoroseus* (Lobatón, 2010).

En este estudio se pretende contribuir con el aporte de conocimientos de la efectividad de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*,

Metarhizium anisopliae, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus* sobre estadíos ninfales II y III de la mosca blanca del olivo (*Siphoninus finitimus* Silvestri) en condiciones de laboratorio, para que posteriormente con otros estudios se pueda tomar decisiones para el empleo o no de los hongos entomopatógenos evaluados contra la mosca blanca del olivo en Tacna.

I. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Objetivo general

- Evaluar la actividad biocontroladora de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre estadíos de ninfa II y III de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo) *in vitro*.

2. Objetivos específicos

- Establecer el grado de actividad biocontroladora de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre *Siphoninus finitimus* Silvestri.
- Determinar el hongo entomopatógeno con mayor grado de actividad biocontroladora sobre estadíos de ninfa II y III de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo) *in vitro*.

II. MARCO TEÓRICO

A. Hongos entomopatógenos

1. Descripción:

Los hongos entomopatógenos, son microorganismos que viven a expensas de insectos de diferentes órdenes en forma natural, no causan daño al hombre, animales ni plantas. Requieren una adecuada humedad, pH y temperatura para su natural dispersión e infección, dependiendo de cada especie de hongo. Los hongos entomopatógenos actúan por contacto en los diferentes estadios de los insectos plaga. Las conidias, son las unidades infectivas, penetran al cuerpo del insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio, etc.; es decir el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto (SENASA, 2012).

2. Clasificación de los hongos entomopatógenos:

De acuerdo a la clasificación realizada por Ainsworth (1973), los hongos son separados en dos divisiones: Myxomycota, aquellos que forman plasmodios y Eumycota, aquellos que no forman plasmodios y son frecuentemente micelianos (Tanada y Kaya, 1993, citado por Cañedo y Col., 2004).

Los hongos entomopatógenos se encuentran en la división Eumycota dentro de cinco subdivisiones: Mastigomycotina (forman zoosporas, oosporas y presentan estado perfecto), Zygomycotina (presentan estado perfecto y forman zigosporas), Ascomycotina (presentan estado perfecto y forman ascosporas), Basidiomycotina (presentan estado perfecto forman basidiosporas) y Deuteromycotina (no presentan estado perfecto y forman conidias). Las clases de mayor importancia desde el punto de vista del control de plagas agrícolas son Zygomycetes e Hyphomycetes (Tanada y Kaya, 1993, citado por Cañedo y Col., 2004).

Muchos hongos entomopatógenos se encuentran en la subdivisión Zygomycotina, clase Zygomycetes, orden Entomophthorales; en Ascomycotina, clase Pyrenomycetes, orden Sphaeriales; clase Laboulbeniomycetes, orden Laboulbeniales y en Deuteromycotina, clase Hyphomycetes, orden Moniliales (Cañedo y Col., 2004).

3. Hongos entomopatógenos comercialmente más empleados:

Beauveria bassiana

Taxonomía

Reino: Fungi

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Beauveria*

Especie: *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin

Fuente: (Tanada y Kaya, 1993, citado por Cañedo y Col., 2004).

Características:

El género *Beauveria* está compuesto por varias especies, entre las cuales se reportan *B.bassiana*, *B. brongniartii*, *B. amorpha* y *B. velata*. La principal especie y la más estudiada es *B. bassiana*, la cual tiene una amplia distribución geográfica y se ha aislado del suelo y de insectos (coleópteros, dípteros, heterópteros, homópteros, lepidópteros, tisanópteros) y resulta ser patogénico a diversos órdenes y a más de 200 especies de insectos, pertenece al orden Moniliales y a la familia Moniliaceae (Alean,2003), es conocido como entomopatógeno desde 1835, año en que se descubrió causando la muerte de gusanos de seda (Commonwealth Mycological Institute, 1979 citado por Santamaría y Col., 1998).

El micelio de este hongo se caracteriza por presentar una coloración blanca (Bustillo y Posada, 1996 citado por Cañedo y Col., 2004), la colonia en PDA es algodonosa a polvorienta, blanca, a medida que va pasando el tiempo se vuelve amarillenta, cremosa, el revés es de color rojizo al centro y

amarillento alrededor; los conidióforos son de 1-2 μ de diámetro donde nacen células conidiógenas en grupos grandes; las células conidiógenas están agrupadas formando grupos compactos grandes y a veces solitarias, en forma de botellitas de 3 a 6 x 3 a 5 μ , en ciertos casos, estas células se ramifican formando células conidiógenas secundarias. Las células conidiógenas forman un raquis que sostiene las conidias; el raquis es de hasta de 20 μ de longitud y 1 μ de diámetro, denticulado, que sostiene una conidia en cada dentícula; las conidias son hialinas, globosas a subglobosas de 2 a 3 x 2 a 2,3 μ que se insertan sucesivamente en el raquis en forma opuesta (Cañedo y Col., 2004).

Antecedentes del uso de *Beauveria bassiana*

Entre las plagas controladas por este hongo están (*Cosmopolites sordidus*), así como el picudo de la chiltoma (*Anthonomus eugenii*), *B. bassiana* se ha usado en forma comercial en diferentes lugares del mundo, por ejemplo en Rusia, se ha utilizado por más de 15 años dentro de programas

de control biológico de *Leptinotarsa decemlineta*, en Europa se utiliza para el control de *Laspeyresia pomonella*, en Brasil se estudia para el control de *Ceratomyxa spp.*, *Diabrotica speciosa* y *Chalcodermus aeneus*, *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio e invernadero sobre *Ancognatha scarabaeoides* alcanzó mortalidades superiores al 50%(Lucero y Col., 2004).

A nivel de campo este hongo se ha desarrollado exitosamente como agente de control biológico de diversos insectos plaga como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y la langosta (*Schistocerca gregaria*) (Ruiz y Col., 2009). También se han evaluado formulaciones de *B. bassiana* contra diversos insectos tales como *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Chapulines), *Reticulitermes flavipes* Kollar (termitas), *Hypsipyla grandella* Zeller (barrenador de brotes del cedro rojo) entre otros donde se obtuvo buenos resultados (Loera y Salgado, 2004), en condiciones de laboratorio también fue usado para el control de *Triatoma infestans* (Castellanos y Col., 2003).

La efectividad de *Beauveria bassiana* contra moscas blancas es alta, especialmente en las del género *Bemisia* en los cultivos hortícolas al actuar como un bioinsecticida de contacto (Wraight y col, 1998 citado por Loera y Salgado, 2004). Es así que la mosca blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolii*), la plaga más importante del melón en México (Orozco y Col., 2000) y otras plagas *Bemisia tabaci* (Espinel y Col., 2009), *Dialeurodes citri* (Ashm.), *Trialeurodes vaporariorum* y la mosca blanca algodonosa de los cítricos (*Aleurothrixus floccosus*) son controladas por este hongo (Santamaría y Col., 1998).

Metarhizium anisopliae

Taxonomía

Reino: Fungi

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Metarhizium*

Especie: *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879)

Fuente: (Tanada y Kaya, 1993, citado por Cañedo y Col., 2004).

Características:

Este hongo entomopatógeno se ha registrado desde el siglo XIX, por el microbiólogo ruso Metchnikooff para el control de larvas del coleóptero *Anisoplia austriaca*. Fue uno de los primeros microorganismos que se usaron para el control de insectos plaga. Los mejores representantes del género *Metarhizium* son las especies *M. flavoviride* y *M. anisopliae*, el

último se ha encontrado en más de 200 especies de insectos, entre los cuales se encuentran especies de importancia económica (Cañedo y Col., 2004).

El micelio del hongo tiene una apariencia verde oliva y polvorienta, crece bien a temperaturas de 25-27 °C y humedad relativa del 90%, la colonia es pegada al medio, completamente redonda, de colores oliváceo, amarillento, verdoso, marrón oscuro, dependiendo del aislamiento, el revés incoloro a marrón, a veces verdoso citrino; el conidióforo nace del micelio y es irregularmente ramificado con dos a tres ramas en cada septa, de 4 a 14 μ de longitud x 1,5 a 2,5 de diámetro; las fiálides son cilíndricos en forma de clava, adelgazados en el ápice, miden 6 a 13 μ de longitud y 2 a 4 μ de diámetro; las conidias son unicelulares, cilíndricas y truncadas, formadas en cadenas muy largas, hialinas a verde oliváceo. Miden 3,5 a 9 μ de longitud x 1,5 a 3,5 μ de diámetro (Cañedo y Col., 2004).

Antecedentes del uso de *Metarhizium anisopliae*

Metarhizium anisopliae se le considera un agente potencial biológico de plagas agrícolas; es una especie de hongo cosmopolita que infecta animales de sangre caliente y no existen reportes de sensibilidad humana al mismo (Bazán, 2002).

Este hongo es altamente patógeno en garrapatas *Ixodes Scapularis*, *Rhipicephalus appendiculatus* causa un 82% de mortalidad (Bazán, 2002). En condiciones de laboratorio se ha realizado pruebas de infección en diferentes insectos plaga, tales como *Boophilus annulatus* (Bazán, 2002), *Hypothenemus hampei* (Guerrero et al, 2003), *Blatella germánica* (Linnaeus), *Periplaneta americana* Linnareus, *Heliotis zea* (Boddie), *Premnotrypes* sp., *Hypothenemus hampei* (Ferrari), *Spodoptera eridania* (Stoll), *Palpita* sp., *Orthezia olivícola* Beingolea, *Diatraea saccharalis* (Fabricius), *Metamasius hemíptera* Linnaeus, *M. anceps* Gyll, y áfidos en la

cual se obtuvieron resultados positivos (Gómez, 1999), *Ancognatha scarabaeiodes* (Lucero y Col., 2004).

Entre las moscas blancas controladas en condiciones de laboratorio por *Metarhizium anisopliae* están *Bemisia argentifolii* (Guerrero y Col., 2003), *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Aleurodicus cocois* (Curtis), *Aleurodicus dispersus* (Russell) (Gómez, 1999), *Trialeurodes vaporariorum* (Araujo, 2002). En una evaluación de ocho cepas nativas de *Metarhizium anisopliae* para el control de *Aleurothrixus floccosus* se obtuvo que una cepa (QuM984) produjo una mortalidad de 66% (Allendes y Col., 2007).

Verticillium lecanii

Taxonomía

Reino: Fungi

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Verticillium*

Especie: *Verticillium lecanii* (Zimmerman & Viégas)

Fuente: (Tanada y Kaya, 1993, citado por Cañedo y Col., 2004)

Características:

El entomopatógeno *Verticillium lecanii*, también conocido como *Lecanicillium lecanii*, es un hongo de amplia distribución y puede provocar epizootias de gran magnitud en regiones de clima tropical y subtropical, así como en los ambientes cálidos y húmedos de invernaderos (Alean, 2003).

Hacia el año de 1898 en la isla de Java Zímmerman se descubrió el hongo denominado *Cephalosporium lecanii* sin embargo, hacia el año 1939 el mismo hongo fue reportado como *Verticillium lecanii* por Viegas, quien se refirió al característico halo blanco formado por éste sobre el insecto *Coccus viridis* (Samson and Rombach 1985, citado por Alean, 2003).

Verticillium lecanii se ha registrado en la literatura bajo diversos nombres: *Cephalosporium lecanii* (Zimmerman), *Cephalosporium lefroyi* (Lefroy J, *Cephalosporium coccorum* (Petch), *Cephalosporium muscarium* (Petch), *Cephalosporium thripidum* (Balazy), *Cephalosporium dipteregenum* (Petch), *Cephalosporium aphidicola* (Petch) y *Acrostalagmus coccidicola* (Balazy) (Cavallazzi y Col., 1998).

La colonia de *Verticillium lecanii* en PDA es blanco amarillenta compacta y el revés es amarillo intenso, la colonia es generalmente simétrica; el conidióforo no se diferencia mucho de la hifas somáticas, pero de trecho en trecho sostiene

a los fiálides; las fiálides (células conidiógenas), son erectos, anchos en la base y terminan en una punta delgada por donde salen las conidias, generalmente en grupos de dos a seis, aunque también hay algunos solitarios, miden de 11 a 30 μ de largo x 1,5 a 2 μ de diámetro, son ligeramente anchos en la base y van adelgazando hacia la punta; las conidias salen del extremo de los fiálides en grupos formando cabezuelas, son elipsoidales de 2 a 4 x 1 a 1,5 μ , son uniformes en cuanto a forma y tamaño (Cañedo y Col., 2004).

Antecedentes del uso de *Verticillium lecanii*

Este hongo es altamente patógeno a los insectos chupadores, como es el caso de áfidos, escamas y moscas blancas; no causa daño a otros organismos, posee residualidad en campo y es inocuo para el ambiente (Vargas, 1993 citado por Cavallazzi y Col., 1998).

Verticillium lecanii ha sido señalado con una distribución mundial y con amplio espectro de acción sobre plagas, como

coleópteros, dípteros y colémbolos (Gindin y Col., 2000 citado por Rodriguez y Del pozo, 2003). En Nueva Guinea se reportó en escamas de cóccidios del café y en una palomilla, también parasitando royas y otros hongos superiores. *V. lecanii* ha sido utilizado para controlar el pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*) y el pulgón del melón (*Aphis gossypii*). En Europa indican que la infección por *V. lecanii* puede causar la muerte de hasta un 50% de *Dermacentor*, *Ixodes* y otras garrapatas (Argueta, 2001).

En 1996 el Instituto Nacional de Sanidad Vegetal de la República de Cuba (INISAV) llevó a cabo la investigación sobre el Control Biológico de *Boophilus microplus* utilizando suspensiones acuosas de 10^7 conidiosporas/mL de las diferentes cepas; los hongos evaluados más eficientes fueron las cepas de *Verticillium lecanii* (Argueta, 2001), también realizó un estudio sobre los estadios parasíticos del ectoparásito *Boophilus microplus* en novillos estabulados y obtuvo en el primer baño una reducción de garrapatas

que osciló entre el 47,5 al 78,7%, disminución que aumentó con el número de tratamientos y después del cuarto tratamiento, llegando la disminución de garrapatas a 98,7% (Vitorte y Lujan, 1998 citado por Argueta, 2011).

Verticillum lecanii sobre las moscas blancas ha sido ampliamente estudiado y su uso es citado como alternativa de control biológico, en especial sobre *Trialeurodes vaporariorum*. y *Bemisia argentifolii*; no afecta homogéneamente a todos los estadios, los huevos no son susceptibles, las larvas muestran una mortalidad de 95 a 98% (Gindin y Col., 2000 citado por Rodriguez y Del pozo,2003); actúa también sobre *B. tabaci* (Espinel y Col., 2008) y sobre *Aleurodicus cocois* (Núñez y Col., 2008). En condiciones de laboratorio *V. lecanii* sobre *Siphoninus phillyreae* produjo una mortalidad del 92,21% a una concentración de $2,8 \times 10^8$ (Lobatón, 2010). En Colombia se ha demostrado que *V. lecanii* puede controlar al insecto plaga (*Aleurotrachelus socialis*) (Alean y Col., 2004).

Paecilomyces fumosoroseus

Taxonomía

Reino: Fungi

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Paecilomyces*

Especie: *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith

Fuente: (Tanada y Kaya, 1993, citado por Cañedo y Col., 2004).

Características:

Paecilomyces fumosoroseus es la especie más importante del género *Paecilomyces*, presenta un amplio rango de hospedantes y distribución geográfica, ha sido aislado del suelo, de insectos de diversas familias (Hoddle, 1999 citado por Rodríguez y Del pozo, 2003). *Paecilomyces fumosoroseus* ha sido reconocido por más de 20 años como uno de los más

importantes agentes biocontroladores contra las plagas de aleiródidos en cultivos de campo y de invernadero (Valencia, 2000 citado por Nuñez y col, 2008).

La colonia en PDA inicialmente blanca, luego adquiere un tinte rosado muy tenue, el revés de la colonia es al comienzo ligeramente amarillento, pero a medida que pasa el tiempo se vuelve de color anaranjado intenso; los conidióforos son generalmente terminales pero también se forman en cualquier parte del micelio, alcanzan hasta 100 μ de largo x 1,5 a 3 μ de diámetro; las fiálides son muy semejantes a los de *Paecilomyces farinosus*, sólo que están en grupos compactos de tres a seis, también tienen forma de botella con la base ancha que se va adelgazando, miden de 5 a 7 μ de largo x 2,5 a 3 μ de diámetro, que se reduce a 0,5 μ en el extremo superior; la conidia es cilíndrica a fusiforme de extremos redondeados, miden de 3 a 5 x 1 a 2 μ y se observan en cadenas largas (Cañedo y Col., 2004).

Antecedentes del uso de *Paecilomyces fumosoroseus*

P. fumosoroseus se ha descrito como un patógeno natural investigado para el control biológico de 41 especies de plagas de 8 órdenes de insectos. A este hongo se usa para el control de: mariposa del fruto del durazno (*Carposina sasakii* Matsumura), termitas, escarabajo colorado de la papa (*Leptinotarsa decemlineata* Say), mariposa gypsy (*Lymantria dispar* L. y *Galleria mellonella*) (Samson, 1974 citado por Cisneros, 2011), lepidópteros (*Spodoptera littoralis*, *Spodoptera frugiperda*, *Lyriomiza trifolii*), *Diabrotica speciosa* (efecto ovicida), *Otiorrhyncus sulcatus*, y dípteros (*Musca domestica*) (Carr y Col., 2003).

Este género tiene un gran potencial para el control de mosca blanca, produciéndoles la enfermedad denominada “muscardine amarillo” (Núñez y Col., 2008), por ello su patogenicidad para moscas blancas ha sido ampliamente estudiada, siendo abundantes las referidas sobre *Trialeurodes vaporariorum* (Rodríguez y Del pozo, 2003). En condiciones de

laboratorio e invernáculo se obtuvieron buenos resultados en el control de ninfas y adultos de *T. vaporariorum*, afectando hasta un 90% la población de dicho insecto cuando se aplicaron concentraciones de 1×10^6 conidios por mL (Veire y col, 1996 citado por Rodriguez y Del pozo, 2003).

Paecilomyces spp. ha sido reconocido como importante agente de control biológico para plagas de la familia Aleyrodidae, en cultivos tanto en campo como en invernadero, atacando principalmente estados ninfales. Se tiene el registro de mortalidad sobre ninfas de *Bemisia tabaci* entre el 68 y el 94%, ocasionados por *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) Brown & Smith (Espinel y Col., 2009), también en el control de *Aleurodicus cocois* (Núñez y Col., 2008). En condiciones de laboratorio *Paecilomyces fumosoroseus* sobre *Siphoninus phillyreae* produjo una mortalidad del 91,39 % a una concentración de 10^8 conidios/mL (Lobatón, 2010).

4. Patogenicidad:

La patogenicidad está relacionada con el mecanismo de infección de los hongos entomopatógenos y puede ser separado en tres fases (Tanada y Kaya 1993, citado por Cañedo y Col., 2004).

Adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto:

El proceso de adhesión, dependiendo del hongo, puede ser un fenómeno específico o no específico. Mientras que la germinación de las esporas es un proceso mediante el cual una espora emite uno o varios pequeños tubos germinativos que al crecer y alargarse dan origen a las hifas, este proceso depende de las condiciones de humedad y temperatura ambiental. En menor grado la luz condiciona el ambiente alimenticio. La espora que germina en el insecto forma un tubo germinativo el cual funciona como una hifa de penetración de la cutícula. También puede producir una estructura llamada apresorio, la cual ayuda

a la adhesión de la espora. El éxito de la germinación y penetración no dependen necesariamente del porcentaje de germinación sino del tiempo de duración de la germinación, modo de germinación, agresividad del hongo, tipo de espora y susceptibilidad del hospedante (Samson y Col., 1988 citado por Cañedo y Col., 2004).

Los hongos, además, pueden infectar a los insectos a través de las aberturas corporales como son cavidad bucal, espiráculos y otras aberturas externas. Las esporas pueden germinar rápidamente en estos ambientes por ser húmedos. Cuando lo hacen en los fluidos digestivos, pueden destruir a la hifa germinativa. En este caso, el insecto no muere de micosis sino a causa de las toxinas (Cañedo y Col., 2004).

Penetración dentro del hemocele:

Esta penetración por parte de la hifa es el resultado de la degradación enzimática de la cutícula y la presión mecánica ejercida por el tubo germinativo. Además, depende de las

propiedades de la cutícula, grosor, esclerotización, presencia de sustancias nutricionales y antifungosas (Charnley, 1984, citado por Cañedo y Col., 2004) y el estado de desarrollo del insecto. La digestión del integumento se produce mediante las enzimas (proteasas, aminopeptidasas, lipasas, esterases y quitinasas). Cuando la hifa ha llegado al hemocele, se pueden producir diferentes reacciones de defensa del insecto frente a un cuerpo extraño: la fagocitosis, encapsulación celular y la formación de compuestos antimicrobianos como las lisozimas, aglutininas y melanización. En este caso, el hongo debe vencer el sistema inmunológico del hospedante antes de entrar a la hemolinfa y desarrollarse dentro del insecto (Cañedo y Col., 2004).

Desarrollo del hongo que resulta en la muerte del insecto:

Luego de que llegue al hemocele, el hongo puede evitar la defensa inmune del insecto produciendo células parecidas a levaduras, llamadas blastosporas, que se multiplican y dispersan rápidamente, desarrollando protoplastos, elementos discretos ameboides, sin pared celular que no son reconocidos por los

hemocitos del hospedante (Pérez, 2004, citado por Cañedo y Col., 2004) y produciendo micotoxinas (Tanada y Kaya, 1993, citado por Cañedo y Col., 2004). La dispersión de éstos en el hemocele depende de la especie del hongo (Cañedo y Col., 2004).

Las toxinas producidas juegan un rol muy importante en el modo de acción de los hongos entomopatógenos. La muerte del insecto se produce con mayor rapidez cuando es afectado por un hongo entomopatógeno que produce cantidades considerables de toxinas, ya que se adiciona la toxemia a la destrucción de los tejidos y a las deficiencias nutricionales (Cañedo y Col., 2004).

A continuación del crecimiento del hongo en el hemocele, se producen los síntomas fisiológicos del insecto afectado como convulsiones, carencia de coordinación y comportamientos alterados (deja de alimentarse, reduce su movimiento), entra en un estado letárgico y finalmente muere, lo que puede ocurrir

relativamente rápido o en unos cuantos días. Ocurre una competencia entre el hongo y la flora intestinal. Los hongos pueden producir sustancias antibacterianas que alteran la coloración del cadáver (Ferrón, 1978, citado por Cañedo y Col., 2004), con la muerte del insecto termina el desarrollo parasítico del hongo y empieza la fase saprofítica: el hongo crece en el hemocele formando masas micelianas que salen al exterior fundamentalmente por las regiones intersegmentales esporulando sobre el cadáver y produciendo inóculo para infectar a otros insectos y por las aberturas naturales (espiráculos, boca y ano). La gran dependencia de la humedad es el mayor factor limitante que presentan los hongos, ya que para que se produzca la germinación y esporulación fuera del hospedante se requieren valores de humedad relativa superiores a 90% (Cañedo y Col., 2004).

5. Importancia:

Los hongos entomopatógenos son los que han recibido mayor atención por la gran variedad de especies y amplio rango de hospedantes así como por su crecimiento microscópico sobre la superficie de su huésped. Todos los insectos son susceptibles de ser afectados por algún hongo. Ciertos hongos poseen características muy especiales que les permiten sobrevivir en forma parasítica sobre los insectos y en forma saprofita sobre el material vegetal en descomposición. El crecimiento saprofita puede dar como resultado la producción de conidióforos, conidias y desarrollo miceliano. Esta característica permite que el hongo pueda ser cultivado en el laboratorio utilizando técnicas de producción en masa de bajo costo. Los hongos tienen un gran potencial para ser empleados como biocontroladores. Entre los principales hongos que presentan estas características están: *Beauveria*, *Metarhizium* y *Paecilomyces* (Cañedo y Col., 2004).

6. Las principales ventajas de los hongos entomopatógenos

son:

- Presentan grados variables de especificidad, pueden ser específicos a nivel de familia o especies muy relacionadas. En el caso de las cepas, pueden ser específicas a nivel de especie, sin afectar a los enemigos naturales (Cañedo y Col., 2004).
- Si el entomopatógeno encuentra las condiciones adecuadas para introducirse y colonizar un ecosistema, se reproduce y renueva en forma continua, es decir, se vuelve persistente, haciendo innecesarias nuevas aplicaciones (Cañedo y Col., 2004).
- Se pueden aplicar mezclas de hongos entomopatógenos con dosis subletales de insecticidas para lograr efectos sinérgicos superiores a los logrados con aplicaciones de cada producto por separado (Cañedo y Col., 2004).
- No contaminan el medio ambiente ni afectan al hombre u otros animales superiores (Cañedo y Col., 2004).

- Cuando el hongo no llega a causar la muerte directamente, se presentan efectos secundarios que alteran el normal desarrollo del ciclo de vida del insecto (Cañedo y Col., 2004).

7. Desventajas del uso de los hongos entomopatógenos:

- Sensibilidad a la variación de las condiciones climáticas como temperaturas extremas, desecación y luz ultravioleta. Estas limitantes están siendo contrarrestadas mediante el uso de aditivos (protectores solares, aceites, antidesecantes) (Cañedo y Col., 2004).
- Requieren de condiciones de almacenamiento más exigentes que las moléculas inorgánicas, para evitar que pierdan su patogenicidad (Cañedo y Col., 2004).
- En general, los insecticidas biológicos no matan instantáneamente. Alcanzan buenos niveles de control entre una y tres semanas después de la aplicación, dependiendo de la plaga y del ambiente. Sin embargo, el insecto deja de ser plaga al ser parasitado por el hongo,

deja de alimentarse mucho antes de morir, disminuyendo el daño (Cañedo y Col., 2004).

B. El olivo (*Olea Europaea* L.)

1. Descripción:

El olivo *Olea europaea* L. pertenece a la familia botánica *Oleaceae*, que comprende especies de plantas distribuidas por las regiones tropicales y templadas del mundo; las plantas de esta familia son árboles y arbustos, a veces trepadores. Muchas de ellas producen aceites esenciales en sus flores o frutos. De unos 29 géneros de esta familia, los que tienen interés económico u hortícola son *Fraxinus* (fresno), *Jasminum* (jazmín), *Ligustrum* (aligustre), *Phillyrea* (agracejo), *Syringa* (lilo), *Olea* (Heywood, 1978 citado por Román y Col., 2005).

Hay unas 35 especies del género *Olea*, incluida la especie *Olea europea* L., están todos los olivos cultivados y también los acebuches o los olivos silvestres. *Olea europaea* L.,

es la única especie de la familia *Oleaceae* con fruto comestible, es una de las plantas cultivadas más antiguas cuyos orígenes como cultivo son de unos 4000-3000 años antes de Cristo en la zona de Palestina (según estudios genéticos) (Mataix y Col., 2001 citado por Román y Col., 2005).

El olivo cultivado (*Olea europea* L) es un árbol de tamaño mediano de uno 4 a 8 metros de altura, según la variedad, puede permanecer vivo y productivo durante cientos de años; el tronco es grueso y la corteza de color gris a verde grisáceo; la copa es redondeada, aunque más o menos lobulada; la ramificación natural tiende a producir una copa bastante densa, pero las diversas prácticas de poda sirven para aclararla y permitir la penetración de la luz. *Olea europea* L es un árbol polimorfo con fases juvenil y adulta. Las diferencias en estas fases se manifiestan en la capacidad reproductora (solamente en fase adulta), en el potencial para el enraizamiento (mayor en la fase juvenil) y en diferencias morfológicas en hojas y ramos; las hojas juveniles son más cortas y gruesas, y los ramos con

entrenados más cortos. La transición del estado juvenil al adulto no solamente es temporal, a partir de los 5 a 8 años en árboles que sean originado de semillas, sino también espacial, siendo las zonas más cercanas al suelo las más juveniles; por ejemplo las varetas que salen de la base del tronco tienen un estado más juvenil que los ramos que se forman en las partes superiores del árbol (Barranco y Col., 2008).

El olivo es un árbol poco exigente y de cultivo fácil aunque prefiere terrenos arenosos, calizos y bien drenados, soportando temperaturas en un abanico que va desde más de 45°C a las temperaturas bajo cero, bien es cierto que las grandes heladas de algunos años han arruinado olivares enteros por toda España (Román y Col., 2005).

Una vez bien arraigado, el olivo es un árbol poderoso y longevo que puede vivir tanto tiempo como para hablar de olivos milenarios e incluso bimilenarios. La utilización del aceite puede ser también muy antigua, no ha sido nunca sin embargo más

importante que ahora en todas sus facetas: ambiental, económica y socialmente (Román y Col., 2005).

El olivo en el Perú, con el descubrimiento de Colón y la conquista de América por los españoles, llegaron al Perú con sus costumbres e introduciendo plantas, especialmente la Vid y el Olivo, plantándose por primera vez en el Rímac en forma de zuecas, en 1560 existían olivos en producción, distribuyéndose posteriormente al Norte y al Sur de Lima, adaptándose mejor en el sur del Perú en climas secos y calurosos como en los valles de Yauca, Camaná, Tambo e Ilo (Casilla y Huatuco, 2001).

En la actualidad en la costa peruana se cultivan aproximadamente 7500 hectáreas de Olivo, de las cuales el 85% se destinan a la elaboración de la aceituna de mesa, y el resto a la industrialización del aceite de oliva: siendo las regiones dedicadas a este cultivo: Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna, éste último de mayor producción y superficie cultivada (Casilla y Huatuco, 2001).

2. Importancia del olivo:

El olivo es una especie de gran importancia económica e interés comercial debido a la producción de madera y aceitunas que se utilizan para consumo humano y para extracción de aceite de alta calidad. Además el olivo juega un papel importante en la recuperación y conservación de suelos, puesto que ayuda a evitar la erosión. Es una de las plantas cultivadas más antiguas que se conoce (Rache y Col., 2008).

El Olivo es considerado como el cultivo de mayor importancia en la Región Tacna, por ocupar el primer lugar en superficie a nivel nacional y ser el primer exportador y productor de aceitunas. La Región Tacna destaca en la producción del olivo (75% del total nacional) (Chocano, 2012).

3. Plagas del olivo:

Las principales plagas de importancia económica en la Región Tacna son: “Barrenillo” (*Hylesinus oleiperda*) “Queresa blanca móvil” (*Orthezia olivícola*) “Gusano del Brote” (*Palpita persimilis*), “Hoja de hoz” causado por supuesto viroide y la mosca blanca (*Siphoninus phillyreae*) (SENASA, 2012).

C. Mosca blanca del fresno (*Siphoninus phillyreae*) (Haliday)

1. Descripción:

La mosca blanca del fresno, conocida también como del granado *Siphoninus phillyreae* (Haliday), es un insecto muy pequeño, frágil y de color blanco de aproximadamente 2 mm de longitud en estado adulto, vive agrupado en colonias, principalmente en el envés de las hojas al igual que los huevos, ninfas: 1, 2, 3 y 4 y pupas. La hembra de este insecto coloca los huevos en el envés de la hoja, en un número variable que está en un rango entre 66,6 y 141,1 (Estay y Col., 2009).

Es un insecto, que tiene como hospedero a granados, fresnos, manzanos, perales; este insecto, tiene un aparato bucal picador chupador, alimentándose de la savia, produciéndose mielecilla y cubriendo las hojas con fumagina, en ataques intensos, produce disminución del rendimiento, por el menor calibre y el manchado de los frutos (Estay y Col., 2009).

Reestablecimiento de *Siphoninus finitimus* Silvestri (Hemiptera: Aleyrodidae) como una especie valida, en base a datos morfológicos, plantas hospederas y parasitoides en el Perú:

Siphoninus phillyreae (Haliday) conocida comúnmente como la “Mosca Blanca del Fresno”, ingresó al país en 1994, desde entonces ha colonizado plantas de granado (*Punica granatum* L.) y fresno (*Fraxinus americana* L.). En 2009, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA), la registra atacando árboles de olivo en Tacna. La gravedad del problema estimuló la organización de un grupo de trabajo formado por el sector oficial (SENASA) y el sector privado, para

enfrentar el problema. Utilizando técnicas convencionales de crianza de insectos se colectó e identificó los enemigos naturales de las poblaciones de *S. phillyreae* provenientes de cuatro especies de plantas hospederas (granado, fresno, olivo y una especie no identificada), de los departamentos de Lima, Arequipa y Tacna. Se identificaron los parasitoides *Encarsia inaron* y *Encarsia hispida* de poblaciones de *S. phillyreae* de Lima (en granado); *E. inaron* en fresno de Arequipa y *Encarsia hispida* de granado (Tacna). No se recuperó ningún parasitoide del olivo (Valencia, 2011).

Empleando montajes en porta objetivo se analizó la morfología de las pupas y los adultos, de las poblaciones citadas previamente. Hubo diferencias a nivel de las pupas y los adultos, especialmente de la estructura genital de los machos. Aunque Mound & Halsey (1978) establecieron como sinónimos de *Siphoninus phillyreae* a dos especies colectadas sobre olivos, *Siphoninus finitimus* Silvestri y *Siphoninus phillyreae* multitubulatus Goux, en base a la falta de material tipo de la

mayoría de especies de *Siphoninus* que permitan estudios comparativos, como también por la similitud de la genitalia de los machos de *Siphoninus finitimus* Silvestri de la población de olivos de Tacna, a esta especie como válida (Valencia, 2011).

En las Islas Canarias (España) se revalidó la especie (*Siphoninus finitimus* Silvestri) y la revisión de las sinonimias *Siphoninus phillyreae* multitubulatus que pasó a ser sinónimo posterior de *S. finitimus* Silvestri y por tanto dejó de ser sinonimia de *S. phillyreae* (Haliday) y el género *Bemisiella* Danzig pasó a ser sinónimo posterior de *Asterobemisia trehany* ya no sinonimia de *Bemisia* (Quaintance & Baker) (Hernandez y Col., 2012).

2. Clasificación taxonómica:

- ✓ **Clase** : Insecta
- ✓ **Orden** : Homóptera
- ✓ **Familia** : Aleyrodidae
- ✓ **Especie** : *Siphoninus phillyreae* (Haliday)

Fuente: (Gillespie, 2000 citado por Gallegos, 2005).

3. Ciclo biológico:

El desarrollo de este insecto ocurre entre los 10 y 30°C, con un óptimo de temperatura de entre 20 y 25°C. El adulto alado pone sus huevos en el envés de las hojas; luego aparecen las ninfas, las que se alimentan de la savia de los árboles hasta que pupan sobre las hojas (Gillespie, 2000 citado por Gallegos, 2005).

Estudios realizados el año 1995 en la Universidad de California, indican que este insecto no se desarrolla con temperaturas inferiores a 10°C, o sobre 32,2°C determinándose, que la temperatura optima de desarrollo es de 25°C,

para el desarrollo completo de huevo a adulto de una generación de este insecto se requiere que acumule 456,6 GD (Estay y Col., 2009); en los estudios realizados por la Universidad de Tarapacá (2008), en condiciones de laboratorio muestran, que a una temperatura de 15,7 °C y HR de 79,2%, este insecto tiene un ciclo promedio de huevo a adulto de 72 días, con un período de incubación de los huevos de 20 días y un desarrollo ninfal de 52 días (Estay y Col., 2009).

- **Huevo:** Los huevos son pedicelados, alargados y cubiertos de cera (Gallegos, 2005), generalmente horizontales a la hoja a diferencia de otras moscas blancas que los ubican perpendiculares a la hoja (Estay y Col., 2009).
- **Ninfa:** Las ninfas permanecen adheridos al envés de las hojas, con excepción del primer estadio que posee patas funcionales y se puede mover en la hoja a corta distancia por un breve período, el resto de los estados ninfales tienen

una apariencia muy distinta al estado adulto, careciendo de patas y alas y permaneciendo siempre muy cercanas al huevo desde donde eclosionaron, con tamaños de 0,8 a 1,0 mm de largo por 0,55 a 0,7 mm de ancho (Estay y Col., 2009). Las ninfas tienen 40 a 50 espinas tubiformes que producen una gran cantidad de cera que puede llegar a cubrir el insecto (Gallegos, 2005).

- **Pupa:** Las pupas miden 0,7 a 0,8 mm de longitud por 0,5 mm de ancho (Arnal y Ramos, 2003 citado por Gallegos, 2005). Las pupas al igual que las ninfas poseen entre 40 y 50 espinas tubiformes, y producen una gran cantidad de cera que puede llegar a cubrir el insecto (Gallegos, 2005).
- **Adulto:** Este insecto es muy pequeño, de aproximadamente 2 mm de longitud en estado adulto, vive agrupado en colonias, principalmente en el envés de las hojas en todos sus estados (huevos, ninfas, pupas y adultos) (Gallegos, 2005).

4. Mosca blanca en Tacna:

La mosca blanca del Fresno (*Siphoninus phillyreae* Haliday) fue detectada por primera vez en la región Tacna, en marzo del 2009, en huertos de olivo del sector Los Palos. La identificación fue realizada en el mes de mayo en el Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Previamente, a nivel nacional se había registrado de Lima (1994) y Arequipa (2000). En la actualidad, a nivel de Sur América la especie se encuentra en Venezuela, Argentina, Chile y Perú. En estos tres últimos países, ha sido registrada como plaga del olivo. Desde su introducción en la región Tacna, la especie se ha dispersado en Sector Los Palos a la irrigación de La Yarada y posteriormente a Magollo y Sama, causando alarma y preocupación entre los productores de olivo (Valencia y Col., 2010).

5. Daños que ocasiona la mosca blanca del fresno en el Olivo:

Esta especie de mosca blanca hasta ahora hace dos tipos de daño en los arboles de olivo. Un daño directo al extraer la savia de las hojas causando debilitamiento, y un daño indirecto, el cual es resultado de la colonización de los hongos de la fumagina sobre las sustancias azucaradas que excretan los adultos y las ninfas en su proceso de alimentación. La fumagina recubre las hojas del olivo reduciendo su capacidad fotosintética y por ende la producción (Valencia y Col., 2010).

6. Problemas con el control de la mosca blanca:

Por el número de generaciones que presenta este insecto, por el número de huevos que ovipone la hembra, por su hábito de desarrollo bajo la hoja, la gran producción de mielecilla, el hábito de volar del adulto, su control químico es muy difícil su control y la experiencia internacional y nacional muestra que el control más eficaz es a través del uso de controladores biológicos (Estay y Col., 2009).

No es recomendable aplicar plaguicidas agrícolas para el control de la mosca blanca, debido a que este insecto actúa seleccionando individuos que resisten a los insecticidas; así mismo su utilización provoca desequilibrio entre los insectos benéficos y las plagas agrícolas en el cultivo del olivo. Las Buenas Prácticas Agrícolas dan preferencia a los métodos de control no químicos (SENASA, 2012).

D. Control Biológico

El control biológico se definió en 1980 en un seminario, patrocinado conjuntamente por la Comunidad Económica Europea (CEE), el National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH y la Occupational Safety and Health Association, OSHA (Berlín, Yodaiken y Henman 1984) y celebrado en Luxemburgo, como la “determinación y evaluación de los agentes o de sus metabolitos presentes en tejidos, secreciones, excretas, aire espirado o cualquier combinación de los mismos con objeto de evaluar la exposición y el riesgo para la salud en comparación con una referencia adecuada”. Se trata de una actividad repetitiva,

regular y preventiva destinada a la adopción, en caso necesario, de medidas correctoras; no se debe confundir con los métodos diagnósticos (Foa y Alessio, 1998). Algunos enfoques del control biológico son diseñados para reforzar las densidades de enemigos naturales al mejorar sus condiciones de vida (Van y Col., 2007, citado por Ruíz y Col., 2007).

1. Biocontrol en la agricultura:

Uno de los factores que limita la producción de los cultivos son las plagas agrícolas. El uso indiscriminado de insecticidas orgánicos sintéticos trae como consecuencia la selección de individuos resistentes, la resurgencia de nuevas plagas y la contaminación ambiental y del hombre. Estos factores han hecho posible el surgimiento de sistemas nuevos de producción agrícola, como la producción orgánica; han creado la necesidad de obtener productos inofensivos para otros organismos no perjudiciales (entomófagos) y han obligado a legislar más estrictamente sobre la presencia de residuos en los productos agropecuarios (Cañedo y Col., 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS:

1. Material biológico:

- Ninfas (II y III) de mosca blanca del olivo.
- Hongos entomopatógenos:
 - ✓ *Beauveria bassiana*,
 - ✓ *Metarhizium anisopliae*,
 - ✓ *Verticillium lecanii* y
 - ✓ *Paecilomyces fumosoroseus*.

2. Lugar de experimentación:

Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann ubicado en el CEA III Los pichones, administrado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

3. Diseño experimental:

Se empleó el diseño completamente al azar con 12 tratamientos y 4 repeticiones.

4. Variables:

- Variable independiente:
 - ✓ *Beauveria bassiana*,
 - ✓ *Metarhizium anisopliae*,
 - ✓ *Verticillium lecanii* y
 - ✓ *Paecilomyces fumosoroseus*.

- Variable dependiente:
 - ✓ Tasa de muerte de los hongos biocontroladores sobre *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo).

Cuadro N° 01. Tratamientos.

Repeticiones	Tratamientos (concentración de esporas/mL)
R1	<i>Beauveria bassiana</i> + 10 ⁸
	<i>Beauveria bassiana</i> + 10 ⁶
	<i>Beauveria bassiana</i> + 10 ⁴
R2	<i>Metarhizium anisopliae</i> + 10 ⁸
	<i>Metarhizium anisopliae</i> + 10 ⁶
	<i>Metarhizium anisopliae</i> + 10 ⁴
R3	<i>Verticillium lecanii</i> + 10 ⁸
	<i>Verticillium lecanii</i> + 10 ⁶
	<i>Verticillium lecanii</i> + 10 ⁴
R4	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> + 10 ⁸
	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> + 10 ⁶
	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> + 10 ⁴

Fuente: Elaboración propia.

5. Reconocimiento y recolección de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo):

Se reconoció en campo con ayuda de especialistas de SENASA Tacna, sobre el olivo, a los adultos de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo). Las hojas infestadas con adultos de mosca blanca se colectaron en una caja cerrada,

las que luego se colocaron sobre plantones de olivo acondicionados previamente en el invernadero.

6. Crianza de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo) en invernadero (Santamaría y Col., 1998):

Se construyó un pequeño invernadero con malla antiáfidos de 1,40 m de altura por 1,00 m de largo con nueve compartimientos, en el primer compartimento se introdujo 3 a 4 plantones de olivo previamente desinfectados con hipoclorito de sodio al 0,5% (libres de plagas). Los plantones fueron expuestos durante 24 horas a una gran cantidad de adultos de mosca blanca, para que pusieran sus huevos, luego los plantones fueron sacudidos para que se desprendieran de ellos los adultos de la mosca blanca.

Los plantones libres de adultos de mosca blanca fueron trasladados al segundo compartimento del invernadero luego del cual se desarrollaron todas las fases de desarrollo del insecto.

7. Activación de los hongos entomopatógenos (Cañedo y Col., 2004):

Los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, adquiridos del laboratorio de Entomopatógenos de la subdirección de control biológico del SENASA, contenidos en granos de arroz en interior de bolsas plásticas. Fueron sembrados sobre Agar papa dextrosa (PDA) contenido en placas Petri e incubadas a 25°C durante 10 a más días en oscuridad para su crecimiento y esporulación.

8. Enfrentamiento de las conidias de los hongos entomopatógenos contra las ninfas II y III de *Siphoninus finitimus* Silvestri *in vitro* (Rodríguez y Col., 2006):

Sobre los hongos entomopatógenos activados contenidos en placas Petri se agregó 10mL de Tween 80 al 0,1%. Para que con ayuda del asa Digralsky se obtuviera una suspensión concentrada de conidias, que luego fue trasladado a tubos de ensayo, a partir de los cuales se obtuvo diluciones de 10^4 , 10^6 ,

10^8 UPC/mL. Para el recuento se utilizó una cámara de Newbauer y un microscopio de campo claro binocular.

Se colectaron del invernadero hojas con ninfas de II y III estadio, las cuales fueron desinfectados con alcohol de 15° por 3 segundos e hipoclorito de sodio al 0,5% + 1 gota de tween 20 por 10 segundos, éstas hojas fueron transferidas a placas Petri estériles acondicionadas como cámara húmeda. Sobre las ninfas (II y III) de *Siphoninus* presentes en la cámara húmeda se aplicó por aspersión las concentraciones de 10^4 , 10^6 , 10^8 conidias/mL de cada uno de los hongos en evaluación. El volumen de suspensión de conidias de cada concentración de hongo asperjado sobre las ninfas (II y III) de *Siphoninus finitimus* Silvestri fue de 0,5 mL.

Como control en una de las cámaras húmedas se asperjó sobre las ninfas (II y III) agua destilada estéril más Tween 80 al 0,1% (en total 0,5 mL). Se realizó una observación diaria de mortalidad de las ninfas durante 10 días.

Para confirmar el agente causal de muerte de las ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo), se realizó un nuevo aislamiento en PDA de los hongos aplicados y desarrollados sobre las ninfas muertas.

La evaluación se llevó a cabo por observación directa y con la ayuda de un estereoscopio. Las ninfas con crecimiento hifal sobre ellos fueron consideradas como muertas por el hongo.

9. Establecimiento del grado de actividad biocontroladora de los hongos entomopatógenos:

Para ello se estableció la tasa de muerte de los cuatro hongos entomopatógenos, dividiendo el número de ninfas muertas con el correspondiente número de días en que se produjo la muerte máxima, encontrada en las tres concentraciones de conidias aplicadas a las ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri.

10. Determinar el hongo con mayor grado de actividad biocontroladora:

Se determinó en función del hongo que presentó el mayor valor de tasa de muerte.

11. Análisis estadístico:

Se utilizó la técnica del análisis de varianza para establecer la diferencia significativa de los valores de tasa de muerte encontrada en cada uno de los hongos en sus diferentes concentraciones de conidias, aplicadas para el control de mosca blanca del olivo. Luego del análisis de varianza se aplicó la prueba de Tukey para establecer el orden del grado de actividad biocontroladora de cada hongo en función de los valores de tasa de muerte.

IV. RESULTADOS:

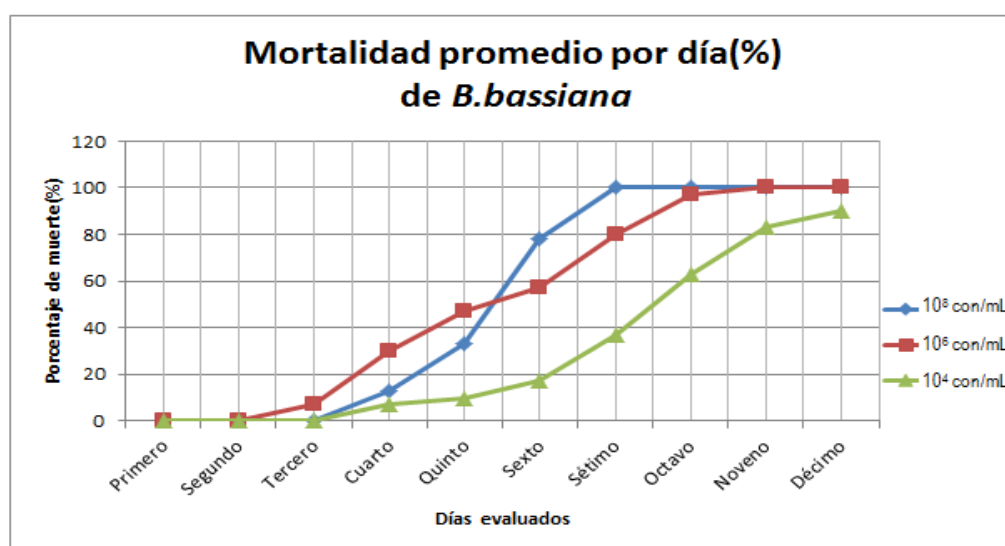
Cuadro N°02. Mortalidad promedio producida por la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.

DÍA	MORTALIDAD PROMEDIO(%)		
	<i>B. bassiana</i> (conidias/mL)		
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴
Primero	0	0	0
Segundo	0	0	0
Tercero	0	7	0
Cuarto	13	30	7
Quinto	33	47	10
Sexto	78	57	17
Sétimo	100	80	37
Octavo	100	97	63
Noveno	100	100	83
Décimo	100	100	90

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°02 se aprecia que a la concentración de 10⁸ conidias/ mL de *Beauveria bassiana* se produjo el 100% de ninfas muertas de *Siphoninus finitimus* Silvestri al sétimo día, para la concentración de 10⁶ conidias/ mL al noveno día se produjo el 100% de ninfas muertas y para la concentración 10⁴ conidias/ mL al décimo día de evaluación solo se alcanzó el 90 % de ninfas muertas.

Figura N°01. Mortalidad promedio por día producida a la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°01 se aprecia que la curva de la concentración de 10^6 conidias/mL en un inicio predomina su porcentaje de mortalidad, luego es superado por la curva de 10^8 conidias/mL, alcanzando al séptimo día el 100% de mortalidad, seguida por la curva de 10^6 conidias/mL que llega a alcanzar el 100% de mortalidad al noveno día y la curva 10^4 conidias/mL solo alcanza un porcentaje de mortalidad de 90% al décimo día.

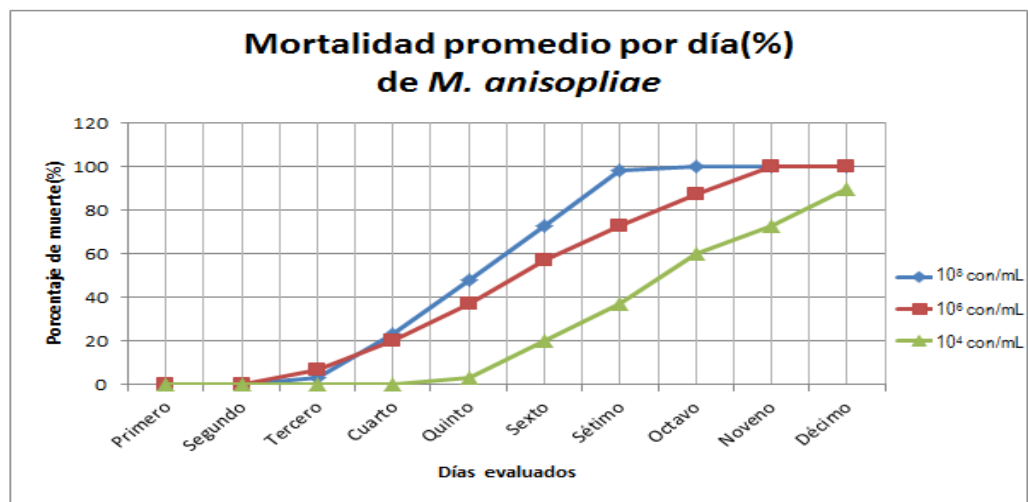
Cuadro N°03. Mortalidad promedio producida por la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.

DÍA	MORTALIDAD PROMEDIO (%)		
	<i>M. anisopliae</i> (conidias/mL)		
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴
Primero	0	0	0
Segundo	0	0	0
Tercero	3	7	0
Cuarto	23	20	0
Quinto	48	37	3
Sexto	73	57	20
Sétimo	98	73	37
Octavo	100	87	60
Noveno	100	100	73
Décimo	100	100	90

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°03 se aprecia que a la concentración de 10⁸ conidias/ mL de *Metarhizium anisopliae* se produjo el 100% de ninfas muertas de *Siphoninus finitimus* Silvestri al octavo día, para la concentración de 10⁶ conidias/ mL al noveno día se produjo el 100% de ninfas muertas y para la concentración 10⁴ conidias/ mL al décimo día de evaluación solo se alcanzó el 90 % de ninfas muertas.

Figura N°02. Mortalidad promedio por día producida a la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°02 se aprecia que la curva de la concentración de 10^6 conidias/mL en un inicio ligeramente predomina con un porcentaje de mortalidad mayor a las demás concentraciones, inmediatamente es superado por la curva de 10^8 conidias/mL y es así que alcanza el 100% de mortalidad al octavo día, seguida por la curva de 10^6 conidias/mL que llega a alcanzar el 100% de mortalidad al noveno día y la curva de 10^4 conidias/mL solo alcanza un porcentaje de mortalidad de 90% al décimo día.

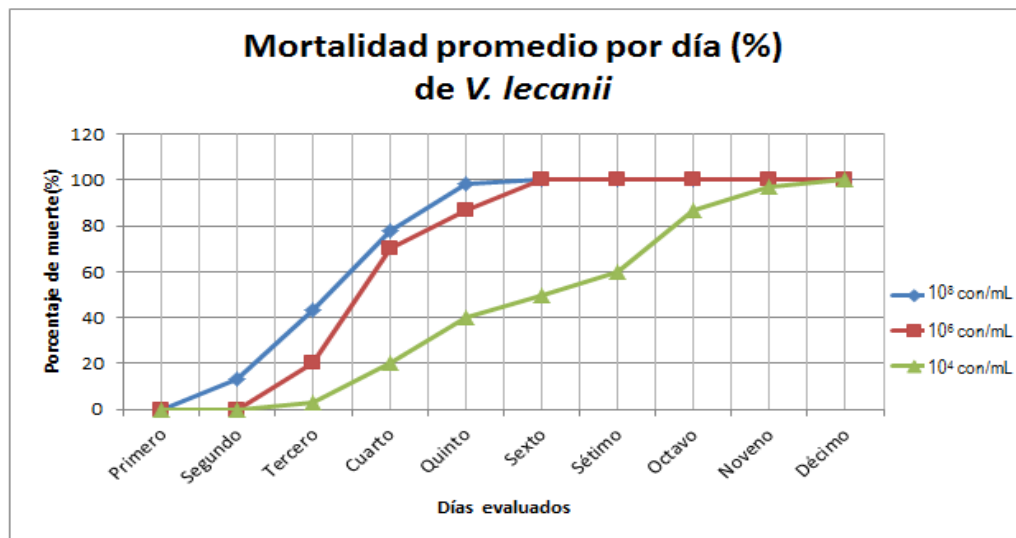
Cuadro N°04. Mortalidad promedio producida por la aplicación del hongo *Verticillium lecanii*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.

DÍA	MORTALIDAD PROMEDIO (%)		
	<i>V. lecanii</i> (conidias/mL)		
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴
Primero	0	0	0
Segundo	13	0	0
Tercero	43	20	3
Cuarto	78	70	20
Quinto	98	87	40
Sexto	100	100	50
Sétimo	100	100	60
Octavo	100	100	87
Noveno	100	100	97
Décimo	100	100	100

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°04 se aprecia que a la concentración de 10⁸ conidias/ mL de *Verticillium lecanii* se produjo el 100% de ninfas muertas de *Siphoninus finitimus* Silvestri al sexto día, para la concentración de 10⁶ conidias/ mL al sexto día se produjo el 100% de ninfas muertas y para la concentración 10⁴ conidias/ mL al décimo día de evaluación se alcanzó el 100 % de ninfas muertas.

Figura N°03. Mortalidad promedio por día producida a la aplicación del hongo *Verticillium lecanii* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°03 se aprecia que la curva de la concentración 10^8 conidias/mL desde el inicio predomina con un porcentaje de mortalidad mayor a las demás concentraciones, pero a pesar de eso tanto la curva de 10^8 y 10^6 conidias/mL alcanzan al sexto día el 100% de mortalidad, seguidos por la curva de 10^4 conidias/mL alcanzando el 100% de mortalidad al décimo día.

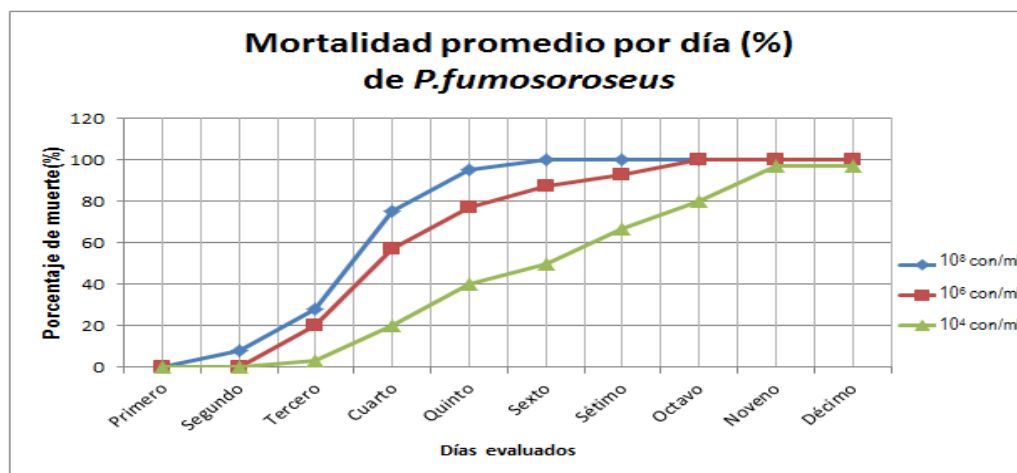
Cuadro N°05. Mortalidad promedio producida por la aplicación del hongo *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.

DÍA	MORTALIDAD PROMEDIO (%)		
	<i>P.fumosoroseus</i> (conidias/mL)		
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴
Primero	0	0	0
Segundo	8	0	0
Tercero	28	20	3
Cuarto	75	57	20
Quinto	95	77	40
Sexto	100	87	50
Sétimo	100	93	67
Octavo	100	100	80
Noveno	100	100	97
Décimo	100	100	97

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°05 se aprecia que a la concentración 10⁸ conidias/mL de *Paecilomyces fumosoroseus* se produjo el 100% de ninfas muertas de *Siphoninus finitimus* Silvestri al sexto día, para la concentración de 10⁶ conidias/mL al octavo día se produjo el 100% de ninfas muertas y para la concentración 10⁴ conidias/mL al décimo día de evaluación solo se alcanzó el 97 % de ninfas muertas.

Figura N°04. Mortalidad promedio por día producida a la aplicación del hongo *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días, en sus tres concentraciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°04 se aprecia que la curva de la concentración de 10^8 conidias/mL desde el inicio predomina con un porcentaje de mortalidad mayor a las demás concentraciones y es así que alcanza el 100% de mortalidad al sexto día, seguida por la curva de 10^6 conidias/mL que llega a alcanzar el 100% de mortalidad al octavo día, y la curva de 10^4 conidias/mL solo alcanza un porcentaje de mortalidad de 97% al décimo día.

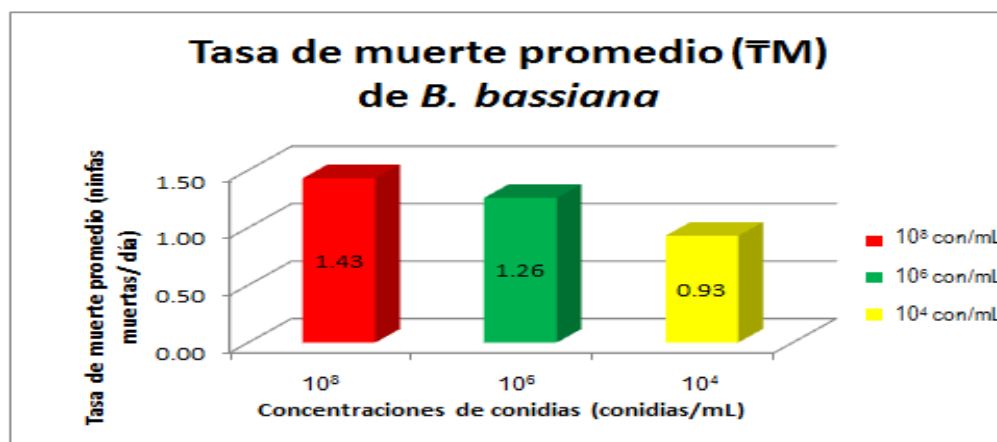
Cuadro N°06. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.

REPETICIONES	TASA DE MUERTE (TM)		
	<i>B.bassiana</i> (conidias/mL)		
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴
R1	1,43	1,11	1,00
R2	1,43	1,43	0,90
R3	1,43	1,25	0,90
R4	1,43	1,25	0,90
TM	1,43	1,26	0,93

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°06 se aprecia que a la concentración 10⁸ conidias/mL de *Beauveria bassiana* se tiene una tasa de muerte promedio de 1,43 ninfas muertas por día, la cual es mayor a la concentración de 10⁶ conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,26 ninfas muertas por día y a la concentración 10⁴ conidias/mL con una tasa de muerte promedio de 0,93 ninfas muertas por día.

Figura N°05. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°05 se aprecia que la barra de la concentración de 10^8 conidias/mL es más alta, con una tasa de muerte promedio 1,43 ninfas muertas/día, seguida por la barra obtenida para la concentración 10^6 conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,26 ninfas muertas/día y en tercer lugar se tiene a la concentración de 10^4 conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 0,93 ninfas muertas/día.

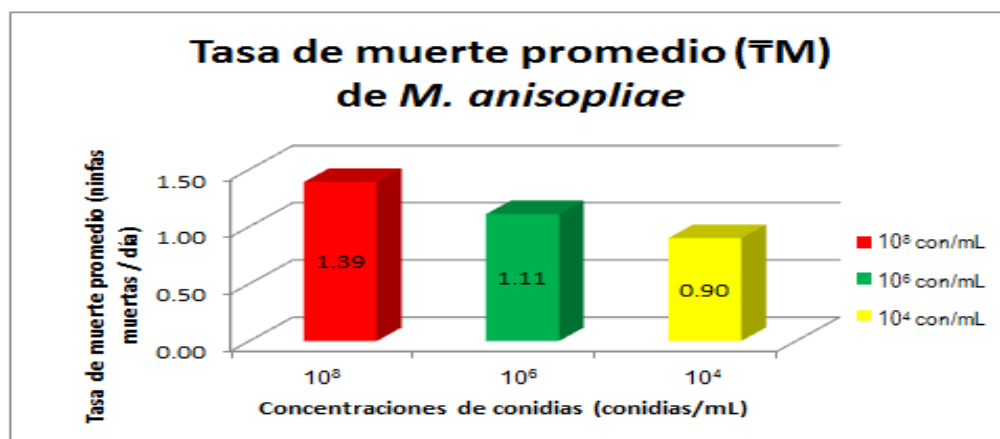
Cuadro N°07. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.

REPETICIONES	TASA DE MUERTE (TM)		
	<i>M. anisopliae</i> (conidias/mL)		
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴
R1	1,43	1,11	0,80
R2	1,25	1,11	1,00
R3	1,43	1,11	0,90
R4	1,43	1,11	0,90
TM	1,39	1,11	0,90

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°07 se aprecia que a la concentración 10⁸ conidias/mL de *Metarhizium anisopliae* se tiene una tasa de muerte promedio de 1,39 ninfas muertas por día, la cual es mayor a la concentración de 10⁶ conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,11 ninfas muertas por día y a la concentración 10⁴ conidias/mL con una tasa de muerte promedio de 0,90 ninfas muertas por día.

Figura N°06. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°06 se aprecia que la barra de la concentración de 10^8 conidias/mL es más alta, con una tasa de muerte promedio 1,39 ninfas muertas/día, seguida por la barra obtenida para la concentración 10^6 conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,11 ninfas muertas/día y en tercer lugar se tiene a la concentración de 10^4 conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 0,90 ninfas muertas/día.

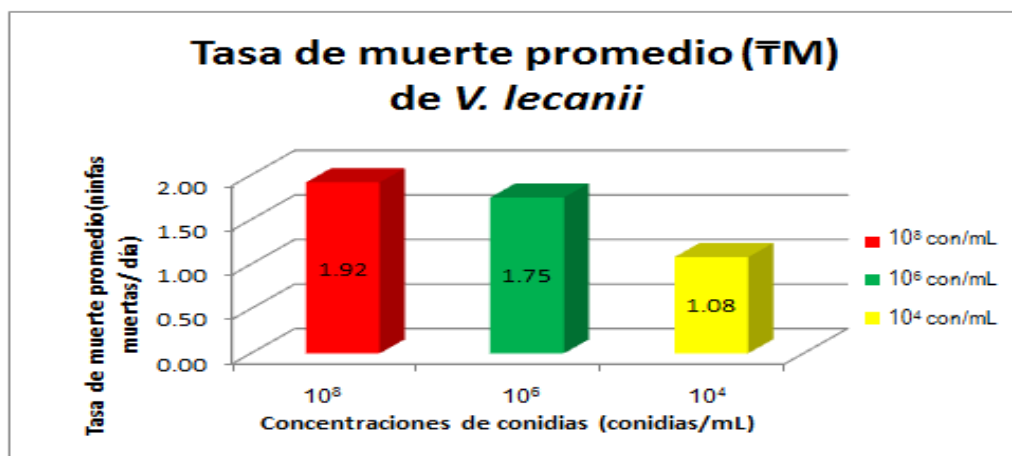
Cuadro N°08. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Verticillium lecanii* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.

REPETICIONES	TASA DE MUERTE (TM)		
	<i>V.lecanii</i> (conidias/mL)		
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴
R1	2,00	2,00	1,11
R2	1,67	1,67	1,11
R3	2,00	1,67	1,00
R4	2,00	1,67	1,11
TM	1,92	1,75	1,08

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°08 se aprecia que a la concentración 10⁸ conidias/mL de *Verticillium lecanii* se tiene una tasa de muerte promedio de 1,92 ninfas muertas por día, la cual es mayor a la concentración de 10⁶ conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,75 ninfas muertas por día y a la concentración 10⁴ conidias/mL con una tasa de muerte promedio de 1,08 ninfas muertas por día.

Figura N°07. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Verticillium lecanii* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°07 se aprecia que la barra de la concentración de 10^8 conidias/mL es más alta, con una tasa de muerte promedio 1,92 ninfas muertas/día, seguida por la barra obtenida para la concentración 10^6 conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,75 ninfas muertas/día y en tercer lugar se tiene a la concentración de 10^4 conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,08 ninfas muertas/día.

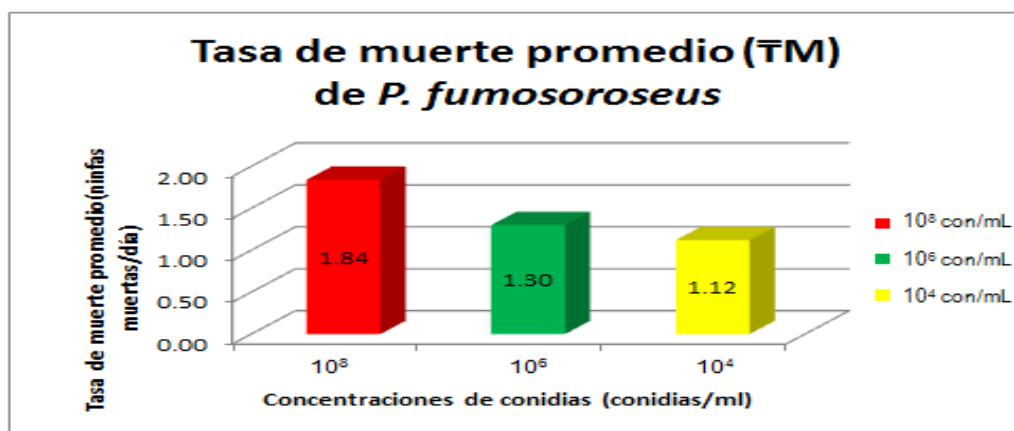
Cuadro N°09. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.

REPETICIONES	TASA DE MUERTE (TM)		
	<i>P.fumosoroseus</i> (conidias/mL)		
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴
R1	1,67	1,43	1,13
R2	1,67	1,25	1,11
R3	2,00	1,25	1,11
R4	2,00	1,25	1,11
TM	1,84	1,30	1,12

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°09 se aprecia que a la concentración 10⁸ conidias/mL de *Paecilomyces fumosoroseus* se tiene una tasa de muerte promedio de 1,84 ninfas muertas por día, la cual es mayor a la concentración de 10⁶ conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,30 ninfas muertas por día y a la concentración 10⁴ conidias/mL con una tasa de muerte promedio de 1,12 ninfas muertas por día.

Figura N°08. Tasa de muerte promedio (TM) (ninfas muertas/día) producida por la aplicación del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante diez días en cada una de sus concentraciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°08 se aprecia que la barra de la concentración de 10^8 conidias/mL es más alta, con una tasa de muerte promedio 1,84 ninfas muertas/día, seguida por la barra obtenida para la concentración 10^6 conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,30 ninfas muertas/día y en tercer lugar se tiene a la concentración de 10^4 conidias/mL, con una tasa de muerte promedio de 1,12 ninfas muertas/día.

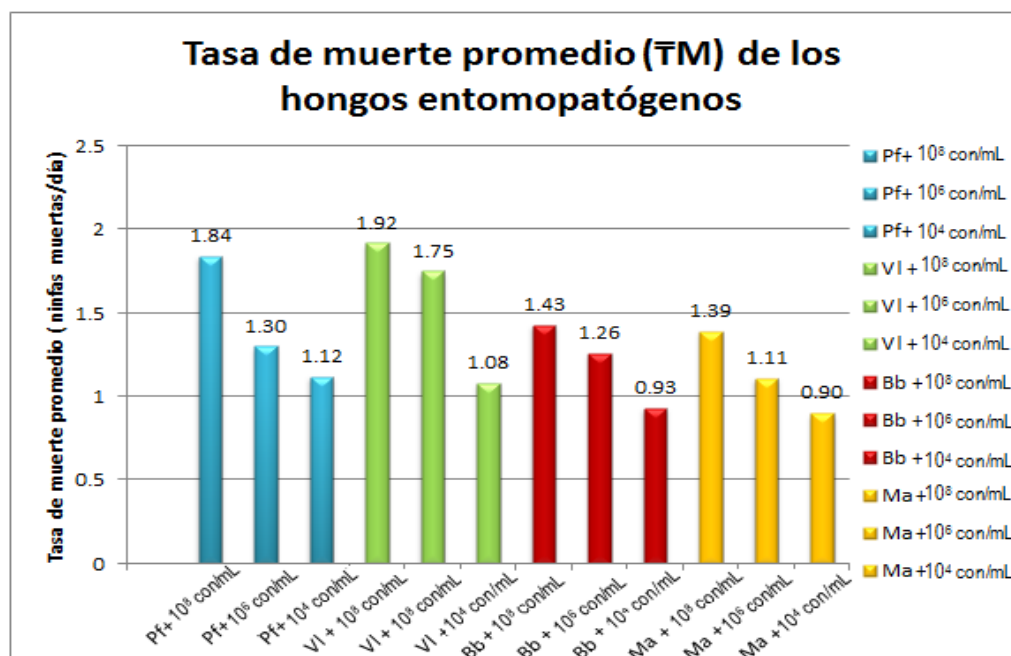
Cuadro N°10. Tasa de muerte producida por la aplicación de las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/mL de los hongos *Beauveria bassiana* (Bb), *Metarhizium anisopliae* (Ma), *Verticillium lecanii* (VI), y *Paecilomyces fumosoroseus* (Pf), sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) en el menor tiempo.

Tratamientos (conidias/mL)	Tasa de muerte				PROMEDIO (TM)
	R1	R2	R3	R4	
Pf+ 10^8	1,67	1,67	2,00	2,00	1,84
Pf+ 10^6	1,43	1,25	1,25	1,25	1,30
Pf+ 10^4	1,13	1,11	1,11	1,11	1,12
VI + 10^8	2,00	1,67	2,00	2,00	1,92
VI + 10^6	2,00	1,67	1,67	1,67	1,75
VI + 10^4	1,11	1,11	1,00	1,11	1,08
Bb + 10^8	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
Bb + 10^6	1,11	1,43	1,25	1,25	1,26
Bb + 10^4	1,00	0,90	0,90	0,90	0,93
Ma + 10^8	1,43	1,25	1,43	1,43	1,39
Ma + 10^6	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Ma + 10^4	0,80	1,00	0,90	0,90	0,90

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°10 se aprecia las tasas de muerte para cada hongo con sus respectivos niveles, en sus cuatro repeticiones en el menor tiempo, también se aprecia la tasa de muerte promedio (TM) de cada uno, observando así que *Verticillium lecanii* (VI +10⁸) es la que presenta mayor tasa de muerte promedio (TM) con 1,92 ninfas muertas por día y la que presenta menor tasa de muerte promedio (TM) es *Metarhizium anisopliae* (Ma +10⁴) con una tasa de muerte de 0,90 ninfas muertas por día.

Figura N°09. Tasa de muerte promedio (TM) producida en la aplicación de las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/mL de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, y *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) durante 10 días.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°09 se observa que el mayor valor de la tasa de muerte es de 1,92 ninfas muertas/día para *Verticillium lecanii* a una concentración de 10^8 conidias/mL, seguida de *Paecilomyces*

fumosoroseus con 1,84 ninfas muertas/día a una concentración de 10^8 conidias/mL y en tercer lugar a *Verticillium lecanii* a una concentración de 10^6 conidias/mL con 1,75 ninfas muertas/día y los menores valores de la tasa de muerte se aprecian para la concentración 10^4 conidias/mL de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con una tasa de muerte de 0,93 y 0,90 ninfas muertas/día.

Cuadro N°11. Análisis de varianza de la tasa de muerte producida por la aplicación de las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/mL de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, y *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) en el menor tiempo.

Fuentes de variabilidad	G.L	S.C	C.M	F.C	Significación	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,0196	0,0065	0,56	2,892	4,437 NS
Tratamientos	11	5,2098	0,4736	40,11	2,093	2,840 **
Error	33	0,3896	0,011			
Total	47	5,6190				

C.V: 7,868 %

** diferencias altamente significativas

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro N°11 del análisis de varianza señala que para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, sin embargo para los tratamientos existe diferencias altamente significativas con 99% de confiabilidad es decir al menos uno de los tratamientos tiene mayor promedio. El coeficiente de variabilidad fue de 7,868 % aceptable para este tipo de experimento y por lo tanto los datos son confiables.

Cuadro N°12. Prueba de significación de Tukey al 95% de la tasa de muerte producida por la aplicación de las concentraciones de conidias 10^8 , 10^6 , 10^4 de los hongos *Paecilomyces fumosoroseus*, *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) en el menor tiempo.

O.M	Tratamientos	Promedio	Significancia α 0,05
1	<i>Verticillium lecanii</i> + 10^8	1,92	a
2	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> + 10^8	1,84	a
3	<i>Verticillium lecanii</i> + 10^6	1,75	a
4	<i>Beauveria bassiana</i> + 10^8	1,43	b
5	<i>Metarhizium anisopliae</i> + 10^8	1,39	b
6	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> + 10^6	1,30	bc
7	<i>Beauveria bassiana</i> + 10^6	1,26	bc
8	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> + 10^4	1,12	c d
9	<i>Metarhizium anisopliae</i> + 10^6	1,11	c d
10	<i>Verticillium lecanii</i> + 10^4	1,08	cd
11	<i>Beauveria bassiana</i> + 10^4	0,93	d
12	<i>Metarhizium anisopliae</i> + 10^4	0,90	d

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro N°12 de la prueba de Tukey se observa que los mayores promedios lo obtuvieron *Verticillium lecanii* +10⁸ conidias/mL; *Paecilomyces fumosoroseus* +10⁸ conidias/mL y *Verticillium lecanii* +10⁶ conidias/mL con 1,92; 1,84 y 1,75 respectivamente, se observa cuatro grupos homogéneos que estadísticamente son similares. Los de menor promedio fueron los tratamientos *Verticillium lecanii* +10⁴ conidias/mL; *Beauveria bassiana* + 10⁴ conidias/mL y *Metarhizium anisopliae* +10⁴ conidias/mL, con 1,08; 0,93 y 0,90 respectivamente.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Siphoninus phyllireae o también reconocido en las Islas Canarias (España) (Hernandez y Col., 2012) con el nombre de *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo), ha sido objeto de estudio desde el momento que apareció la mosca blanca del olivo en el sector Los Palos en marzo del 2009 (Valencia y Col., 2010), desde entonces los esfuerzos han sido continuos para desarrollar un sistema de control eficaz contra esta plaga. Las prácticas actuales de manejo de la mosca blanca del olivo, basadas en el uso intensivo de lavados con detergentes agrícolas y las características de este insecto como el hábito de desarrollo bajo la hoja, el hábito de volar del adulto, la gran producción de mielecilla, hacen que su control químico sea difícil y la experiencia internacional muestra que el control más eficaz es a través del uso de controladores biológicos, como los hongos entomopatógenos (Estay y Col., 2009). Demostrado la existencia de la capacidad biocontroladora de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium*

anisopliae, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre *Siphoninus finitimus* Silvestri (mosca blanca del olivo) se pretende en contribuir con el desarrollo de un sistema de control eficaz contra la mosca blanca del olivo y así mismo se llegaría a satisfacer los aspectos de inocuidad alimentaria del fruto (aceituna) y del aceite de oliva.

Por los valores obtenidos de mortalidad diaria y de la tasa de muerte (Cuadro N° 02, N° 03, N° 04, N° 05, N° 06, N° 07, N° 08, N° 09, N° 10 y Fig. N° 05, N° 06, N° 07, N° 08, N° 09) se evidencia que los cuatro hongos entomopatógenos empleados son biocontroladores de *Siphoninus finitimus* Silvestri. La acción biocontroladora de los hongos contra los insectos se produce por contacto directo en los diferentes estadios de los insectos plaga. Las conidias, penetran el cuerpo del insecto, el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto (SENASA, 2012). Sobre esto se tiene reportes de la efectividad de *Beauveria*

bassiana, *Paecilomyces fumosoroseus* para el control de mosca blanca, por lo cual se constituyeron en un potencial elevado (Núñez y Col., 2008), *Verticillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* han sido estudiados para el control biológico de las moscas blancas, encontrando control para algunas moscas blancas como en especial sobre *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia argentifolii*; (Gindin y Col., 2000 citado por Rodriguez y Del pozo, 2003). *Verticillium lecanii* infecta *Bemisia tabaci* en estadio ninfal principalmente en la etapa de ninfa II, pero no afecta pupas, adultos, ni huevos (Shannon, 1996 citado por Nuñez y Col., 2008), algunas cepas de *Paecilomyces fumosoroseus* infestan ninfas, pupas, y adultos de *Bemisia tabaci* (Torres y Cárdenas, 1996 citado por Nuñez y Col., 2008).

El grado de biocontrol ejercido por *Paecilomyces fumosoroseus* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III), para la concentración 10^8 conidias/mL al sexto

día presentó el 100% de mortalidad, con una tasa de muerte de 1,84 ninfas muertas/día; y para la concentración 10^6 conidias/mL con 100% de mortalidad al octavo día, con una tasa de muerte de 1,30 ninfas muertas/día y finalmente para la concentración 10^4 conidias/mL con 97% de mortalidad al noveno día, con una tasa de muerte de 1,12 ninfas muertas/día. Está estrechamente relacionado con valores de un estudio realizado en la Facultad de Ciencias Agrícolas para esta misma especie, en la cual produjo una mortalidad del 91,39 % a la concentración 10^8 conidias/mL al quinto día de evaluación (Lobatón, 2010).

Para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci*, a una concentración de 10^8 conidias/mL de *Paecilomyces fumosoroseus*, se produjo el 81,8% de ninfas muertas (Espinel y col, 2008); y para el control de ninfas y adultos de *Trialeurodes vaporariorum*, que es otro tipo de mosca blanca se llegó a afectar hasta un 90% la población del insecto cuando se aplicaron concentraciones de 10^6 conidias/mL de *Paecilomyces fumosoroseus* (Veire y col, 1996 citado por Rodriguez y Del pozo, 2003); en cultivos tanto en campo como

en invernadero, atacando principalmente estados ninfales se tiene el registro de mortalidad sobre ninfas de *Bemisia tabaci* entre el 68 y el 94%, ocasionados por *Paecilomyces fumosoroseus* (Espinel y Col., 2009). Por los resultados obtenidos para *Paecilomyces fumosoroseus* empleados en este estudio, podemos considerar a este hongo como un biocontrolador de la mosca blanca del olivo.

El grado de biocontrol ejercido por *Verticillium lecanii* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III), para las concentraciones de 10^8 y 10^6 conidias/mL alcanzó el 100% de mortalidad al sexto día, con una tasa de muerte de 1,92 ninfas muertas/día para la concentración de 10^8 conidias/mL, para la concentración 10^6 conidias/mL su tasa de muerte obtenida es de 1,75 ninfas muertas/día y para la concentración 10^4 conidias/mL al décimo día se tuvo el 100% de mortalidad y con una tasa de muerte menor a las anteriores con 1,08 ninfas muertas/día. Estos valores son muy cercanos a un estudio realizado en la Facultad de Ciencias Agrícolas para

esta misma especie, en la cual produjo una mortalidad del 92,21 % a la concentración 10^8 conidias/mL, al quinto día de evaluación en condiciones de laboratorio (Lobatón, 2010). Para el control de *Aleurocanthus cocois*, en condiciones de laboratorio, en su segundo estadio ninfal a una concentración de 10^8 conidias/mL de *Verticillium lecanii* al doceavo día se obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad con 97,2. Para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci*, a una concentración de 10^8 conidias/mL de *Verticillium lecanii*, se produjo el 70% de ninfas muertas (Espinel y col, 2008). *Verticillium lecanii* sobre las moscas blancas ha sido ampliamente estudiado, su uso es citado como alternativa de control biológico, en especial sobre larvas de *Trialeurodes vaporariorum*. y *Bemisia argentifolii*; donde se encontró una mortalidad de 95 a 98% (Gindin y Col., 2000 citado por Rodriguez y Del pozo, 2003). Estos valores son muy similares a los encontrados en este estudio por lo tanto se puede decir que *Verticillium lecanii* podría ser un excelente biocontrolador para la mosca blanca del olivo.

El grado de biocontrol ejercido por *Beauveria bassiana* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III), para la concentración de 10^8 conidias/mL alcanzó el 100% de mortalidad al sétimo día con una tasa de muerte de 1,43 ninfas muertas/día; para la concentración 10^6 conidias/mL con una tasa de muerte de 1,26 ninfas muertas/día y 100% de mortalidad al noveno día; para la concentración 10^4 conidias/mL con una mortalidad de 90% al décimo día, con una tasa de muerte de 0,93 ninfas muertas/día. Son valores cercanos a los obtenidos en otros trabajos para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci*, en condiciones de laboratorio a una concentración de 10^8 conidios/mL de *Beauveria bassiana*, obtuvieron el 96,5% de ninfas muertas a los 14 días de postaplicación (Espinel y col, 2008). Para el control de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*, se encontró que en sus larvas del III estadio próximas a empupar a una concentración de $3,2 \times 10^7$ conidias/mL de *Beauveria bassiana* ocasionaron el 67,8% de mortalidad y para los adultos de *Diabotrica* sp. se produjo un 59% de mortalidad a los 15 días postaplicación (Gómez, 1999).

En los resultados reportados para adultos de *Ceratitis capitata* se muestran valores de mortalidad acumulada después de 4 días de inoculación de *Beauveria bassiana* produjo el 93.3% de mortalidad en dos aislados evaluados para *Beauveria bassiana* a una concentración de $4,1 \pm 0,7 \times 10^5$ conidias/mL (Dimbi y col, 2003 citado por Herrera, 2005).

El grado de biocontrol ejercido por *Metarhizium anisopliae* sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III), para la concentración de 10^8 conidias/mL alcanzó el 100% de mortalidad al octavo día con una tasa de muerte de 1,39 ninfas muertas/día, para la concentración 10^6 conidias/mL con una tasa de muerte de 1,11 ninfas muertas/día y 100% de mortalidad al noveno día, para la concentración 10^4 conidias/mL con una mortalidad de 90% al décimo día y con una tasa de 0,90 ninfas muertas/día. Son valores cercanos al de otros trabajos realizados para el control de las moscas blancas, como par el caso de *Aleurothrixus floccosus* donde se obtuvo una mortalidad de 66% a los diez días de evaluación aplicando una

concentración de 10^8 conidias/mL de *Metarhizium anisopliae* (QuM984)(Allendes y Col., 2007). Bajo condiciones de laboratorio sobre estadios ninfales de *Schistocerca piceifrons peruviana* de ocho días, *Metarhizium anisopliae* (CCB-LE 302-5) a una concentración de 10^9 conidias/mL produjo una mortalidad de 100% después de 62 horas de aplicación (Gomez y col 1998 citado por Gomez, 1999). Este mismo *Metarhizium anisopliae* (CCB-LE 302-5), bajo condiciones de laboratorio en Ayacucho a diluciones 10^2 conidias/mL produjo una mortalidad en adultos de *Schistocerca piceifrons peruviana* a los 5,77 días y en ninfas de V estadio a los 4,53 días. Para las larvas del tercer estadio próximas a empupar de *Ceratitís capitata* produjo una mortalidad del 96,7% cuando se aplicó una concentración de $1,8 \times 10^6$ conidias/mL de *Metarhizium anisopliae* (Rodriguez, 1997 citado por Gomez, 1999). En adultos de *Diabrotica* sp. cuando se aplicó una concentración de $1,8 \times 10^6$ conidias/mL de *Metarhizium anisopliae* a los 15 días produjo el 100 % de mortalidad (Gómez, 1999). La aplicación de $4,1 \pm 0,7 \times 10^5$ conidias/mL de *Metarhizium anisopliae* sobre

Ceratitis capitata produjo después de 4 días de inoculación de 33,2% a 98,7% de mortalidad (Dimbi y Col., 2003 citado por Herrera, 2005).

La mayoría de trabajos reporta como mejor biocontrolador de la moscas blancas a *Beauveria bassiana* y a *Paecilomyces fumosoroseus*. En la tesis realizada por Lobatón en el año 2010, para la mosca blanca del olivo se reporta que en él se produjo una mortalidad de 92,21% por *Verticillium lecanii*, y de 91,39% por *Paecilomyces fumosoroseus*, en dicha investigación no se incluyó a los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Sin embargo se ha obtenido que los hongos *Verticillium lecanii* a una concentración 10^8 conidias/mL, *Paecilomyces fumosoroseus* a una concentración de 10^8 conidias/mL, y *Verticillium lecanii* a una concentración de 10^6 conidias/mL son estadísticamente iguales y mejores en su grado de biocontrol que los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Este resultado es posible que se deba a las altas

concentraciones de conidias aplicadas (Cuadro N° 02, N° 03, N° 04, N° 05), de forma similar se puede evidenciar en las curvas de mortalidad (Figura N°01, N°02, N°03, N°04).

Verticillium lecanii a la concentración de 10^6 conidias/mL es encontrado en este estudio como uno de los mejores biocontroladores. Este resultado es probable que se deba a su grado de virulencia. La virulencia se basa en la habilidad de la espora para germinar y penetrar la cutícula del insecto, la espora se hincha y secreta un moco durante el proceso de la pregerminación, así mismo se presentan interacciones hidrofóbicas entre la espora y la superficie de la cutícula. Se producen enzimas infectivas extracelulares que degradan la cutícula y así facilitan la penetración del hongo, estas enzimas están involucradas en el ataque directo del integumento del insecto. Además tienen un papel importante en la invasión de la hemolinfa, degeneración de tejidos y en la disminución de la respuesta inmune del hospedero (Barranco, 2004).

VI. CONCLUSIONES

El grado de actividad biocontroladora sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III), para *Paecilomyces fumosoroseus* a las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/mL respectivamente fue de 1,84; 1,30; 1,12 ninfas muertas por día; para *Verticillium lecanii* a las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/mL respectivamente fue de 1,92; 1,75; 1,08 ninfas muertas por día; para *Beauveria bassiana* a las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/mL respectivamente fue de 1,43; 1,26; 0,93 ninfas muertas por día; para *Metarhizium anisopliae* a las concentraciones de 10^8 , 10^6 , 10^4 conidias/mL respectivamente fue de 1,39; 1,11; 0,90 ninfas muertas por día.

Los hongos con el mayor grado de actividad biocontroladora sobre ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) fueron *Verticillium lecanii* a la concentración de 10^8 y 10^6 conidias/mL y *Paecilomyces fumosoroseus* a la

concentración de 10^8 conidias/mL con tasas de muerte respectivamente de 1,92; 1,75 y 1,84 ninfas muertas por día.

VII. SUGERENCIAS

Aislar y seleccionar *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus* nativos para el control de la mosca blanca del olivo.

Evaluar la susceptibilidad al biocontrol de los estadios de huevo, ninfa I, IV, pupa y adulto de la mosca blanca del olivo.

Comparar la eficacia de *Verticillium lecanii* comercial con un *Verticillium lecanii* nativo, en condiciones de laboratorio, sobre la mosca blanca del olivo.

Evaluar la actividad biocontroladora de *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus* sobre los estadios de ninfa I y II de la mosca blanca del olivo en condiciones de invernadero.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ARAUJO, E. 2002. Utilización de hongos entomopatógenos para el control de “moscas blancas” (Homoptera: Aleyrodidae) en cultivos hortícolas. Universidad de Córdoba., pág.3-7.
2. ALLENDES, G., E, LÓPEZ., E, GRATACÓS. 2007. Evaluación de ocho cepas nativas de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* (metsh.) Sorokin., para el control de *Aleurothrixus floccosus* (maskell). Universidad de Quillota., pág.21-28.
3. ARGUETA, I. 2011. Evaluación del hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas como biocontrolador de garrapatas en perros (*Canis domesticus* L)”. Universidad el Salvador., pág.48-54.
4. ALEAN, I. 2003. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus sociales* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Pontificia Universidad Javeriana., pág. 80-99.
5. ALEAN, I., A. MORALES., C, HOLGUÍN., A, BELLOTTI. 2004. Patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control

de *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Colombiana de Entomología., N°01, vol.30., pág.7-8.

6. BARRANCO, D., R, FERNÁNDEZ., L, RALLO. 2008. El cultivo del olivo. Sexta edición, Edit. Mundi prensa y junta de Andalucía., pág.17- 520.
7. BARRANCO, J. 2004. Contribución al estudio de las actividades enzimáticas involucradas en el mecanismo de patogenicidad de *Lecanicillium* (*Verticillium*) *lecanii* cultivado en medio sólido. Universidad Autónoma Metropolitana., pág. 8-10.
8. BAZÁN, M. 2002. Efecto de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) en el control biológico de *Boophilus microplus* Canestrini (Acari:Ixodidae) en el ganado bovino estabulado. Universidad de Colima., pág. 29-32.
9. CASTELLANOS, P., C, PAREDES., H, SOLÍS., M, GUEVARA., M, HUARIPAUCAR., H, GÓMEZ. 2003. "Aislamiento y determinación de la capacidad biocida de hongos nativos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de *Triatoma infestans*".USAID., pág.7-14.

10. CASILLA, E., J, HUATUCO. 2001. Identificación de variedades de olivo en el Perú. Primera edición, edit. La serena., pág. 42-43.
11. CAÑEDO, V., T, AMES. 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. CIP., pág. 24-34.
12. CARR, A., E, ORESTES., N, BEL. 2003. Aislamiento, caracterización morfológica y fisiológica del hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Broum & Smith. Fitosanidad., N°03, vol. 7., pág. 27 - 32.
13. CAVALLAZZI, G., A, PRIETO., R. ARIZA. 1998. Evaluación del entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas en el control de la escama blanda *Philephedra tuberculosa* Nakahara & Gill en guanabana (*Anona muricata* L.). Agronomía Colombiana., N° 02, vol. XV., pág.106 -111.
14. CISNEROS, F. 2011. Nuevo manual para el Manejo Integrado de Plagas- Caso 5. Programa-MIP de Espárrago en Chavimochic, Perú. Edit. AgriFoodGateway.com., pág. 61-67.
15. CHOCANO, T. 2012. Plan Regional Agrario Tacna. Dirección Regional Sectorial Agricultura Tacna., pág. 10-13.

16. ESPINEL, C; L, TORRES., E, GRIJALBA., L, LLAMIZAR., A, COTES.
2008. Preformulados para control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en condiciones de laboratorio. Colombiana de Entomología., N°01, vol.34., pág.22-27.
17. ESPINEL, C., L, TORRES., M, ALBA. 2009. Efecto de hongos entomopatógenos sobre estados de desarrollo de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Colombiana de Entomología., N°.01, vol.35., pág.18-21.
18. ESTAY, P., V, GONZÁLEZ., C, ROJAS. 2009. Mosquita blanca del fresno *Siphoninus phillyreae* (Hemiptera: Aleyrodidae) y su controlador biológico: La chinita predadora, *Clitostethus arcuatus* (Coleoptera: Coccinellidae), en olivo. INIA-URURI., pág.1-3.
19. FOA, V., L, ALESSIO. 1998. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Primera edición, edit. Chantal Dufresne., pág. 2-20.
20. GÓMEZ, H. 1999. Experiencias en la utilización del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin en el control de plagas agrícolas en el Perú. Peruana de entomología., N° 01, vol.04., pág.79-82.

21. GALLEGOS, L. 2005. Descripción y manejo de plagas y enfermedades en el arbolado urbano de la comuna de la reina. Universidad de Chile., pág. 28-29.
22. GUERRERO, C., M, FONSECA., M, CASTELLÁ., E, SUÁREZ. 2003. Patogenicidad del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre *Bemisia* spp. Fitosanidad., Nº. 02, vol. 07., pág. 75-76.
23. GOBIERNO REGIONAL DE TACNA. 2013. Informe económico y social región de Tacna. <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2013>.
24. HERRERA, J. 2005. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de dos especies de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha obliqua*) bajo condiciones de laboratorio. Instituto Tecnológico de Costa Rica., pág. 119-128.
25. HERNANDEZ, E., J. MARTIN., R, GILL., I, BEDFORD., C, MALUMPHY., A, BETANCORT., A, CARNERO. 2012. The Aleyrodidae (Hemiptera: Sternorrhyncha) of the Canary Islands with special reference to Aleyrodes, Siphoninus, and the challenges of puparial morphology in *Bemisia*. Zootaxa., Nº 01, vol. 3212., pág. 1-76.

26. LUCERO, A., L. PEÑA., T. BACCA. 2004. Evaluación de la actividad biocontroladora de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre larvas de *Ancognatha scarabaeiodes* (Coleoptera: Scarabaeidae). Corpoica., N°01, vol.05., pág. 43 - 48.
27. LOERA, J., E, SALGADO. 2004. Un micoinsecticida como agente de control de la mosca blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows y Perrings) en tomate (*Lycopersicon esculentum* mil.). Mexicana de Fitopatología., N°. 03, vol. 22., pág. 389-394.
28. LOBATÓN, P. 2010. Aplicación de hongos entomopatógenos e inhibidor de quitina para el control de la mosca blanca del fresno (*Siphoninus phillyreae*) en el olivo en condiciones de laboratorio y campo. Universidad Jorge Basadre Grohmann., pág.28-46.
29. NUÑEZ, E., J, IANNACONE., H, GOMEZ.2008. Efecto de Dos Hongos Entomopatógenos en el Control de *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae). Agricultura técnica.,N°.01, vol.68., pág.21-30.
30. OROZCO, M., J, FARIAS., J, LÓPEZ., N, RAMÍREZ. 2000. Uso de *Beauveria bassiana* para el control de *Bemisia argentifoli* en melón. Manejo integrado de plagas., N°56., vol.01., pág.45 - 51.

- 31.RODRIGUEZ, A., DEL POZO, E. 2003. Aislamiento de hongos entomopatógenos en Uruguay y su virulencia sobre *Trialeurodes vaporariorum* West. Agrocienca., N°.02, vol.II., pág.71 -78.
- 32.RODRIGUEZ, M., M, GERDING., A, FRANCE. 2006. Efectividad de Aislamientos de Hongos Entomopatógenos sobre larvas de polilla del tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). Agricultura técnica.,N°.02, vol.66., pág.159-165.
- 33.ROMÁN, J., A, VILLARINO., L, SERRANO., CONCEPCIÓN, LEZCANO., R, URRIALDE., F, SÁNCHEZ., J, CASTRO., J, CAO. 2005. El aceite de oliva y la dieta mediterránea. Servicio de Promoción de la Salud., pág.10-13.
- 34.RACHE, L., E, ROJAS., J, PACHECO. 2008. Revigorización y clonación de yemas adultas de árboles de olivo: Establecimiento In vitro de microinjertos. Bioagro.,N°01, vol.20., pág.57-65.
- 35.RUIZ, E., J, CORONADO., S, MYARTSEVA. 2007. Aspectos sobre en el control biológico de plagas en América latina. Universidad autónoma de Tamaulipas., pág.547.
- 36.RUIZ, E., A, ROSADO., W. CHAN., J. CRISTÓBAL., R. MUNGUÍA. 2009. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin sobre

estados inmaduros de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.).
Fitosanidad., N° 02, vol. 13., pág.89-91.

- 37.SANTAMARÍA, A., J. COSTA-COMELLES., A. ALONSO., J. M. RODRÍGUEZ., J. FERRER. 1998. Ensayo del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin para el control de la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrixus floccosus* (Maskell)(Homoptera: Aleyrodidae) y su acción sobre el parásito *Cales noacki* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae. Sanidad Vegetal-Plagas., N°04, vol.24 pág.695-706.
- 38.SENASA,2012. http://www.senasa.gob.pe/0/modulos/JER/JER_Interna.aspx.
- 39.VALENCIA, L. 2011. Reestablecimiento de *Siphoninus finitimus* Silvestri (Hemiptera: Aleyrodidae) como una especie valida, en base a datos morfológicos, plantas hospederas y parasitoides en el Perú. Peruana de Entomología., N°02, vol.46., pág.59 - 67.
- 40.VALENCIA,L., PONCE, A., ROQUE,G., FLORES, J., TEJADA, L., MOSTACERO,F. 2010. Mosca blanca del Fresno en los olivares de Tacna. Agroenfoque N° 170.

IX. ANEXOS

Cuadro N°13. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Beauveria bassiana* a una concentración de 10^8 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	0	0	0	0	0,0	0
Cuarto	1	2	1	1	1,3	13
Quinto	2	4	4	3	3,3	33
Sexto	7	8	8	8	7,8	78
Sétimo	10	10	10	10	10,0	100
Octavo	10	10	10	10	10,0	100
Noveno	10	10	10	10	10,0	100
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°13 se observa que al cuarto día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al sétimo día.

Cuadro N°14. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Beauveria bassiana* a una concentración de 10^6 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	1	0	1	1	0,7	7
Cuarto	2	4	3	3	3,0	30
Quinto	4	6	4	5	4,7	47
Sexto	5	7	5	6	5,7	57
Sétimo	7	10	7	8	8,0	80
Octavo	9	10	10	10	9,7	97
Noveno	10	10	10	10	10,0	100
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°14 se observa que al tercer día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al noveno día.

Cuadro N°15. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Beauveria bassiana* a una concentración de 10^4 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	0	0	0	0	0,0	0
Cuarto	1	1	0	1	0,7	7
Quinto	1	2	0	1	1,0	10
Sexto	2	2	1	2	1,7	17
Sétimo	4	4	3	4	3,7	37
Octavo	7	5	7	6	6,3	63
Noveno	9	8	8	8	8,3	83
Décimo	9	9	9	9	9,0	90

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°15 se observa que al cuarto día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 90 % al décimo día.

Cuadro N°16. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Metarhizium anisopliae* a una concentración de 10^8 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	0	0	1	0	0,3	3
Cuarto	2	1	4	2	2,3	23
Quinto	5	3	6	5	4,8	48
Sexto	7	7	8	7	7,3	73
Sétimo	10	9	10	10	9,8	98
Octavo	10	10	10	10	10,0	100
Noveno	10	10	10	10	10,0	100
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°16 se observa que al tercer día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al octavo día.

Cuadro N°17. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Metarhizium anisopliae* a una concentración de 10^6 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	0	0	2	1	0,7	7
Cuarto	0	3	3	2	2,0	20
Quinto	1	5	5	4	3,7	37
Sexto	4	8	5	6	5,7	57
Sétimo	7	8	7	7	7,3	73
Octavo	8	9	9	9	8,7	87
Noveno	10	10	10	10	10,0	100
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°17 se observa que al tercer día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al noveno día.

Cuadro N°18. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Metarhizium anisopliae* a una concentración de 10^4 conidias/mL.

Día Evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	0	0	0	0	0,0	0
Cuarto	0	0	0	0	0,0	0
Quinto	0	1	0	0	0,3	3
Sexto	2	3	1	2	2,0	20
Sétimo	3	5	3	4	3,7	37
Octavo	6	8	4	6	6,0	60
Noveno	7	9	6	7	7,3	73
Décimo	8	10	9	9	9,0	90

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°18 se observa que al quinto día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 90% al décimo día

Cuadro N°19. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Verticillium lecanii* a una concentración de 10^8 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	1	0	2	2	1,3	13
Tercero	4	2	6	5	4,3	43
Cuarto	8	6	9	8	7,8	78
Quinto	10	9	10	10	9,8	98
Sexto	10	10	10	10	10,0	100
Sétimo	10	10	10	10	10,0	100
Octavo	10	10	10	10	10,0	100
Noveno	10	10	10	10	10,0	100
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°19 se observa que al segundo día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al sexto día.

Cuadro N°20. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Verticillium lecanii* a una concentración de 10^6 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	3	1	2	2	2,0	20
Cuarto	9	8	4	7	7,0	70
Quinto	10	9	7	9	8,7	87
Sexto	10	10	10	10	10,0	100
Sétimo	10	10	10	10	10,0	100
Octavo	10	10	10	10	10,0	100
Noveno	10	10	10	10	10,0	100
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°20 se observa que al tercer día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al sexto día.

Cuadro N°21. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Verticillium lecanii* a una concentración de 10^4 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	1	0	0	0	0,3	3
Cuarto	3	1	2	2	2,0	20
Quinto	5	3	4	4	4,0	40
Sexto	5	5	5	5	5,0	50
Sétimo	7	6	5	6	6,0	60
Octavo	9	9	8	9	8,7	87
Noveno	10	10	9	10	9,7	97
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°21 se observa que al tercer día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al décimo día.

Cuadro N°22. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Paecilomyces fumosoroseus* a una concentración de 10^8 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	1	0	1	1	0,8	8
Tercero	3	2	3	3	2,8	28
Cuarto	7	6	9	8	7,5	75
Quinto	9	9	10	10	9,5	95
Sexto	10	10	10	10	10,0	100
Sétimo	10	10	10	10	10,0	100
Octavo	10	10	10	10	10,0	100
Noveno	10	10	10	10	10,0	100
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°22 se observa que al segundo día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al sexto día.

Cuadro N°23. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Paecilomyces fumosoroseus* a una concentración de 10^6 conidias/mL.

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	3	2	1	2	2,0	20
Cuarto	7	5	5	6	5,7	57
Quinto	8	8	7	8	7,7	77
Sexto	9	9	8	9	8,7	87
Sétimo	10	9	9	9	9,3	93
Octavo	10	10	10	10	10,0	100
Noveno	10	10	10	10	10,0	100
Décimo	10	10	10	10	10,0	100

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°23 se observa que al tercer día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 100% al octavo día.



Cuadro N°24. Promedio de mortalidad diaria en sus cuatro repeticiones (R) de *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días por acción de *Paecilomyces fumosoroseus* a una concentración de 10^4 conidias/mL.


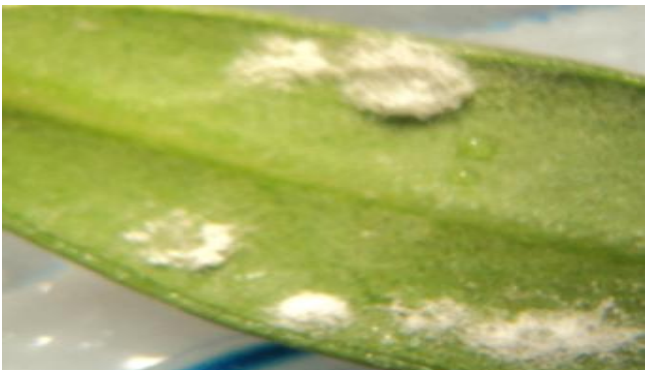

Día evaluado	Repeticiones				Promedio por día	Mortalidad(%)
	R1	R2	R3	R4		
Primero	0	0	0	0	0,0	0
Segundo	0	0	0	0	0,0	0
Tercero	0	0	1	0	0,3	3
Cuarto	2	2	2	2	2,0	20
Quinto	4	5	3	4	4,0	40
Sexto	5	6	4	5	5,0	50
Sétimo	7	8	5	7	6,7	67
Octavo	9	8	7	8	8,0	80
Noveno	9	10	10	10	9,7	97
Décimo	9	10	10	10	9,7	97

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N°24 se observa que al tercer día se da inicio a la muerte de las ninfas de *S. finitimus* Silvestri, llegando a un 97% al noveno día.

Foto N°01. Desarrollo del hongo *Beauveria bassiana* sobre *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días de evaluación.

Días de evaluación	Foto de <i>Beauveria bassiana</i> sobre <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri en las hojas de olivo.
Tercer día	
Cuarto día	

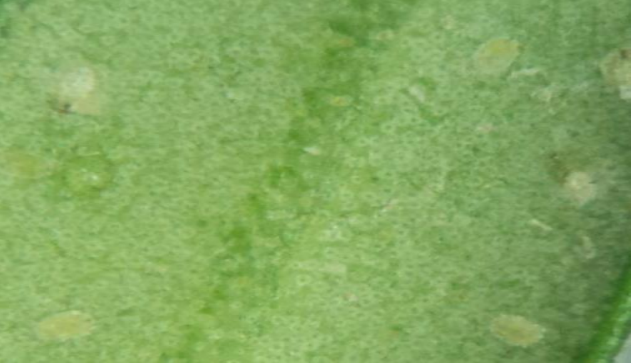
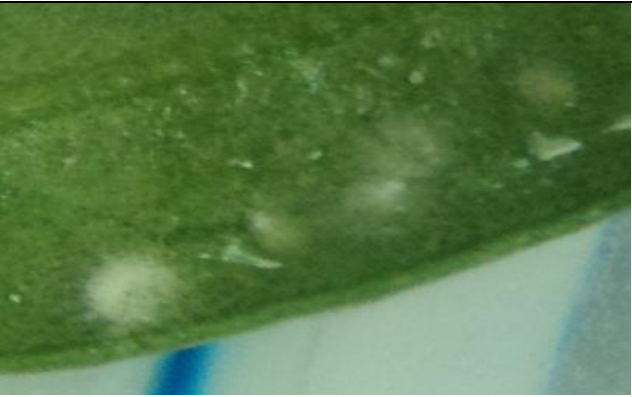
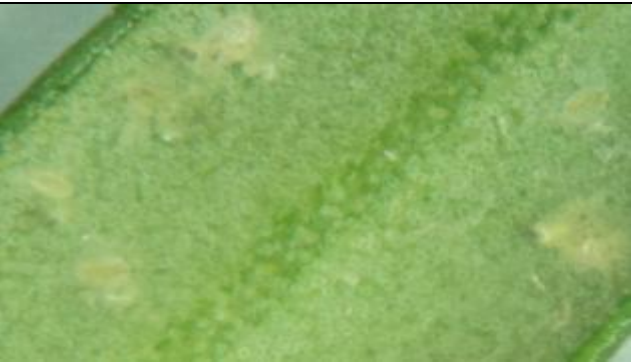
<p>Quinto día</p>	
<p>Sexto día</p>	
<p>Sétimo día</p>	

Fuente: elaboración propia.

En la foto N°01 se observan a las ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) infestadas por el hongo *Beauveria bassiana*, al tercer día no se observa a ninguna ninfa infestada por el hongo, al cuarto día se observa una ninfa infestada por el hongo y al sétimo día se observan a todas las ninfas infestadas.

Foto N°02. Desarrollo del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadios II y III) durante 10 días de evaluación.

Días de evaluación	Foto de <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri en las hojas de olivo.
Tercer día	



Cuarto día	
Quinto día	
Sexto día	



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°02 se observan a las ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) infestadas por el hongo *Metarhizium anisopliae*, al tercer día no se observa a ninguna ninfa infestada por el hongo, al cuarto día se observan dos ninfas infestadas por el hongo y al sétimo día se observan a todas las ninfas infestadas.

Foto N°03. Desarrollo del hongo *Verticillium lecanii* sobre *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días de evaluación.

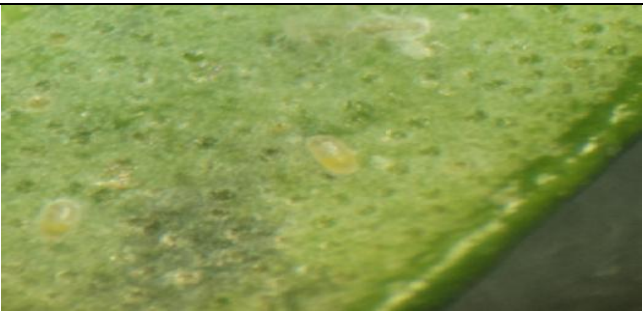

Días de evaluación	Foto de <i>Verticillium lecanii</i> sobre <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri en las hojas de olivo.
Segundo día	
Tercer día	

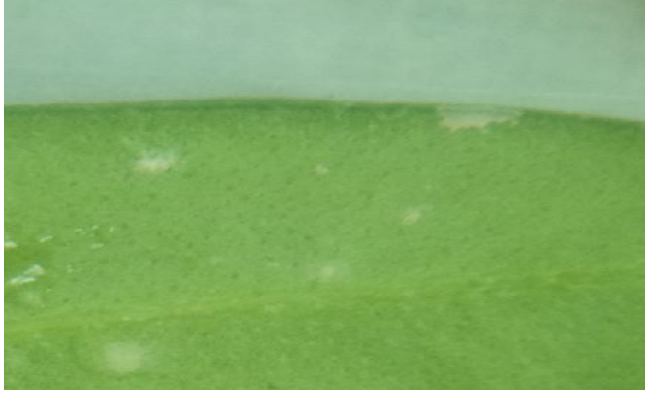


Cuarto día	
Quinto día	

Fuente: elaboración propia.

En la foto N°03 se observan a las ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) infestadas por el hongo *Verticillium lecanii*, al segundo día no se observa a ninguna ninfa infestada por el hongo, al tercer día se observan tres ninfas infestadas por el hongo y al quinto día se observan a todas las ninfas infestadas.

Foto N°04. Desarrollo del hongo sobre *Siphoninus finitimus* Silvestri (10 ninfas de estadíos II y III) durante 10 días de evaluación.

Días de evaluación	Foto de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> sobre <i>Siphoninus finitimus</i> Silvestri en las hojas de olivo.
Primer día	
Segundo día	

Tercer día	
Cuarto día	
Quinto día	



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°04 se observan a las ninfas de *Siphoninus finitimus* Silvestri (estadios II y III) infestadas por el hongo *Paecilomyces fumosoroseus*, al primer día no se observa a ninguna ninfa infestada por el hongo, al segundo día se observa una ninfa infestada por el hongo y al sexto día se observan a todas las ninfas infestadas.

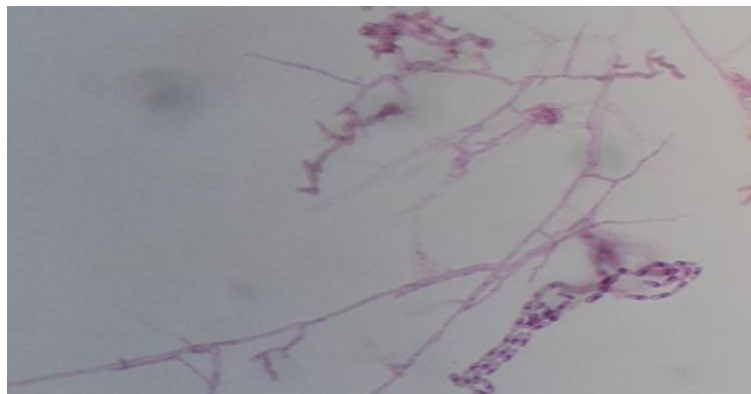
Foto N°05. Vista al microscopio de *Beauveria bassiana*.



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°05 se observa al hongo *Beauveria bassiana* a un aumento de 400x.

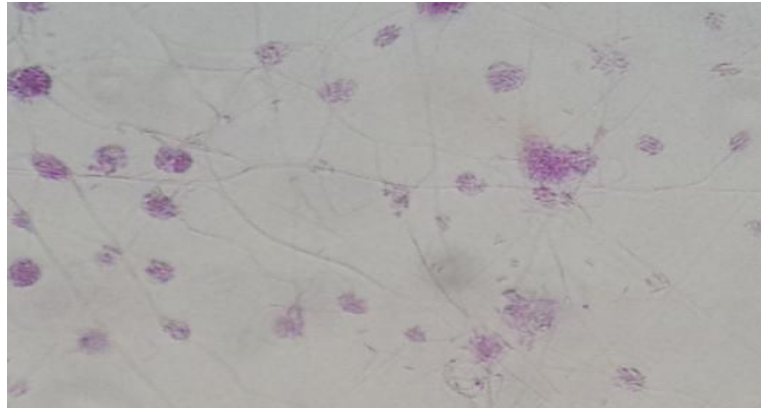
Foto N°06. Vista al microscopio de *Metarhizium anisopliae*.



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°06 se observa al hongo *Metarhizium anisopliae* a un aumento de 400x.

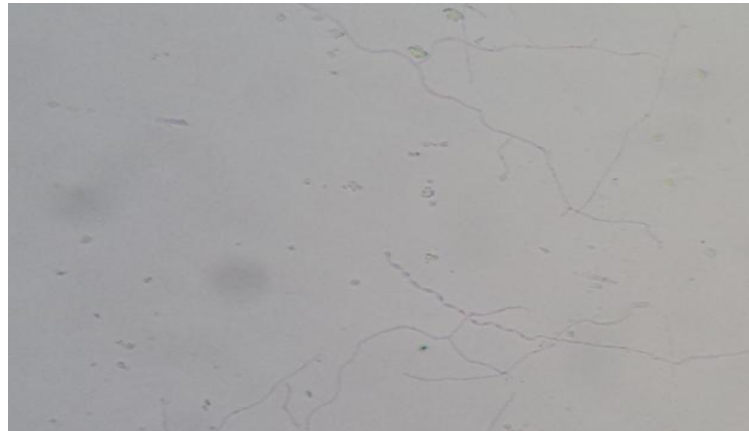
Foto N°07. Vista al microscopio de *Verticillium lecanii*.



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°07 se observa al hongo *Verticillium lecanii* a un aumento de 400x.

Foto N°08. Vista al microscopio de *Paecilomyces fumosoroseus*.



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°08 se observa al hongo *Verticillium lecanii* a un aumento de 400x.

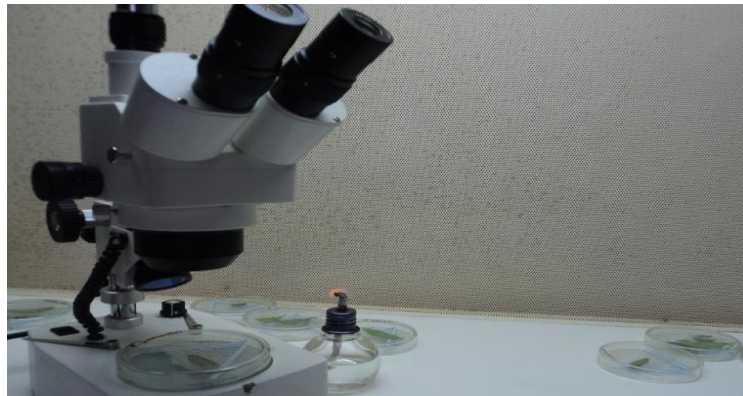
Foto N°09. Suspensiones de conidias de los cuatro hongos entomopatógenos.



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°09 se observa las suspensiones fúngicas de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus* y al control (Tween 80 al 0,1%), listas para ser trabajadas.

Foto N°10. Evaluando a diario a las ninfas infestadas por los hongos entomopatógenos.



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°10 se observa la evaluación con ayuda de un estereoscopio de las ninfas infestadas con los hongos entomopatógenos.

Foto N°11. Invernadero donde se realizó la crianza de las moscas blancas del olivo (*Siphoninus* *finitimus* Silvestri).



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°11 se observa los compartimientos en donde se desarrollaron las moscas blancas.

Foto N°12. Estadios ninfales (II y III) de la mosca blanca del olivo en el invernadero.



Fuente: elaboración propia.

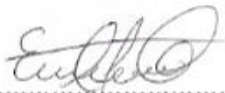
En la foto N°12 se observa a las ninfas de la mosca blanca del olivo ya desarrolladas sobre el envés de las hojas del olivo.

Foto N°13. Estadios ninfales de la mosca blanca del olivo (*Siphoninus* *finitimus* Silvestri) en vista al estereoscopio.



Fuente: elaboración propia.

En la foto N°13 se observan a las ninfas de la mosca blanca del olivo con las que se realizaron los ensayos.



.....
Tesisista

Bach. Elizabeth Ccallohuari Condori



.....
Asesor

Msc. Daladier Castillo Cotrina