

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**"EVALUACIÓN DE CEPAS NATIVAS DE *Beauveria bassiana*  
(Báls.) Vuill EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE GORGOJO  
NEGRO (*Cosmopolites sordidus* Germar) EN CONDICIONES  
DE LABORATORIO"**

**TESIS**

Para optar el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**José Humberto Jara Cabrera**

**PROMOCIÓN I - 1997**

**"Unasinos Forjadores del Desarrollo Sostenible"**

**TINGO MARÍA - PERÚ**

**2009**

H10

J24

Jara Cabrera, José H.

Evaluación de Cepas Nativas de *Beauveria bassiana* (Báls) Vuill en el Control Biológico de Gorgojo Negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en Condiciones de Laboratorio. Tingo María. 2009

69 h.; 35 cuadros; 13 fgrs.; 28 ref.; 30 cm.

Tesis ( Ingeniero Agrónomo ) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María ( Perú ). Facultad de Agronomía.

BEAUVERIA BASSIANA / CONTROL BIOLÓGICO / METODOLOGÍA /  
CEPAS NATIVAS / IDENTIFICACIÓN / ENTOMAPATÓGENOS / TINGO

## DEDICATORIA

A Dios, nuestro Padre y Creador.

A mis padres: ELEUTERIO y EUSTAQUIA; con todo amor y cariño de siempre, por su dedicación constante y sus consejos.

Con aprecio a mis hermanos; en especial a SIXTO, AMADO y CARMELA, por sus valiosos consejos y apoyo moral para la culminación de mi carrera profesional.

A mis abuelos maternos: PAOLO y EULALIA; con el inmenso cariño y afecto de siempre.

A la memoria de mis abuelos paternos: PIO y LEONOR.

## **AGRADECIMIENTO**

    Mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han colaborado en la culminación del presente trabajo, entre ellos:

- A mi alma mater, la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y docentes de la Facultad de Agronomía por haber contribuido en mi formación profesional.
- Al Ing. OSCAR CABEZAS HUAYLLAS, asesor inicial del presente trabajo de investigación, por sus valiosas sugerencias e invaluable apoyo durante el desarrollo y revisión final del presente trabajo.
- Al Ing. JAIME CHAVEZ MATIAS, quien tomó la responsabilidad de asesorar en la culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Blgo. JOSE GIL BACILIO, Ing. MANUEL VIERA HUIMAN e Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS; miembros del Jurado de Tesis, por sus acertadas orientaciones durante la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación.
- A todas aquellas personas que colaboraron para la culminación del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISION DE LITERATURA.....	14
2.1 Control biológico.....	14
2.2 Gorgojo negro ( <i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) .....	15
2.3 Del entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> .....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
3.1 Ubicación del experimento.....	24
3.2 Componentes en estudio .....	24
3.3 Tratamientos en estudio .....	25
3.4 Diseño experimental .....	26
3.5 Metodología .....	28
3.6 Parámetros evaluados .....	31
IV. RESULTADOS .....	32
4.1 Selección de cepas nativas de <i>Beauveria bassiana</i> promisorias como patógeno de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	32
4.2 Selección del método de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> sobre <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	37
4.3 Efecto patogénico de dos cepas promisorias de <i>Beauveria</i> <i>bassiana</i> en los diferentes estadios de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	40
V. DISCUSIÓN .....	52
VI. CONCLUSIONES .....	60
VII. RECOMENDACIONES .....	61
VIII. RESUMEN .....	62

IX. BIBLIOGRAFÍA .....	64
X. ANEXO .....	69

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Descripción de los tratamientos en estudio para determinar el mejor tipo de inoculación de <i>Beauveria bassiana</i> .....	25
2. Descripción de los tratamientos en estudio para seleccionar las dos cepas promisorias de <i>Beauveria bassiana</i> .....	26
3. Descripción de los tratamientos en estudio para determinar el efecto patogénico de dos cepas promisorias de <i>Beauveria bassiana</i> .....	26
4. Esquema del análisis de variancia para la selección del mejor método de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> .....	27
5. Esquema del análisis de variancia para la selección del mejor método de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> .....	27
6. Distritos y sus respectivas localidades donde se realizó las colecciones de gorgojo negro .....	28
7. Porcentaje de adultos muertos y esporulados de <i>Cosmopolites sordidus</i> utilizando 11 cepas <i>Beauveria bassiana</i> .....	33
8. Resumen del análisis de variancia para el porcentaje de mortandad de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	37
9. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para efecto principal del factor cepas (A) en el porcentaje de mortandad de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	38
10. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para efecto principal del tipo de aplicación (B) en el porcentaje de mortandad del <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	39

11.	Análisis de variancia para el porcentaje de esporulación de huevos de <i>Cosmopolites sordidus</i> infectados con dos cepas de <i>B. bassiana</i>	41
12.	Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de esporulación de huevos de <i>Cosmopolites sordidus</i>	41
13.	Análisis de variancia para el porcentaje de larvas muertas, larvas esporuladas, pre-pupas formadas y esporuladas de <i>Cosmopolites sordidus</i> infectados con dos cepas de <i>Beauveria bassiana</i>	43
14.	Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el porcentaje de larvas muertas y esporuladas, pre-pupas formadas y esporuladas de <i>Cosmopolites sordidus</i> infectados con dos cepas de <i>B. bassiana</i>	44
15.	Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto patogénico de dos cepas de <i>Beauveria bassiana</i> en pupas de <i>Cosmopolites sordidus</i>	47
16.	Análisis de variancia para el porcentaje de adultos muertos y esporulados de <i>Cosmopolites sordidus</i> infectados con dos cepas de <i>B. bassiana</i>	51
17.	Porcentaje de adultos muertos y esporulados de <i>Cosmopolites sordidus</i> infectados con dos cepas promisorias de <i>B. bassiana</i>	52
18.	Número de adultos muertos de <i>C. sordidus</i> utilizando 11 cepas <i>B. bassiana</i>	71
19.	Número de adultos esporulados de <i>C. sordidus</i> utilizando 11 cepas <i>B. bassiana</i>	72
20.	Número acumulado de huevos esporulados infectados con dos cepas de <i>B. bassiana</i>	73
21.	Número de huevos esporulados de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con dos cepas de <i>B. bassiana</i>	73



22.	Número de larvas muertas (LM) de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Cadena 1 (C <sub>1</sub> ).....	74
23.	Número de larvas muertas (LM) de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Marona (Ma).....	75
24.	Número de larvas esporuladas (LE) de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Cadena 1 (C <sub>1</sub> ).....	76
25.	Número de larvas esporuladas (LE) de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Marona (Ma).....	77
26.	Número de pupas formadas (PF)* de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Cadena 1 (C <sub>1</sub> ).....	78
27.	Número de pupas formadas (PF)* de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Marona (Ma).....	79
28.	Número de pupas esporuladas (PE) de <i>C. sordidus</i> al corte días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Cadena 1 (C <sub>1</sub> ).....	80
29.	Número de pupas esporuladas (PE) de <i>C. sordidus</i> al corte días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Marona (Ma).....	81
30.	Inoculación de <i>B. bassiana</i> a pupas de <i>C. sordidus</i> - cepa Marona (Ma).....	82
31.	Inoculación de <i>B. bassiana</i> a pupas de <i>C. sordidus</i> - cepa Cadena 1 (C <sub>1</sub> ).....	82
32.	Número de adultos muertos de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> - cepa Marona (Ma).....	83
33.	Número de adultos muertos de <i>C. sordidus</i> días después de la inoculación con <i>B. bassiana</i> cepa Cadena 1 (C <sub>1</sub> ).....	83

34. Número de adultos esporulados de *C. sordidus* días después de la  
inoculación con *B. bassiana* - cepa Marona (Ma)..... 84
35. Número de adultos esporulados de *C. sordidus* días después de la  
inoculación con *B. bassiana* - cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>)..... 84

## I. INTRODUCCIÓN

El plátano es uno de los frutales tropicales con más alto contenido de proteínas, carbohidratos, fierro y fósforo, que superan holgadamente a las cantidades que tiene la piña, mango y papaya. Es considerado el cultivo de mayor importancia económica, siendo el frutal de mayor área sembrada (69401 ha), comercializada y consumida, debido a su bajo costo; pero sin embargo, durante la última década el volumen de producción ha disminuido en más del 25%, en comparación al obtenido en 1982, que fue de 11 t/ha (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1996).

Una de las principales causas de esta reducción productiva es el inadecuado manejo y control de plagas y enfermedades. Los daños más significativos son ocasionados por el "gorgojo negro" (*Cosmopolites sordidus* Germar), que habitualmente se combate con productos químicos y mediante prácticas culturales.

El control químico es el más utilizado, pero los pesticidas son tóxicos, caros y ninguno controla en forma total, incrementando la resistencia de la plaga a los productos químicos, necesiéndose cada vez aplicaciones más concentradas, elevando los costos de producción. Los pequeños agricultores como es el caso de la mayoría del Alto Huallaga, que practican una agricultura de subsistencia, carecen de recursos que les imposibilita el uso de productos químicos y muy poco se conoce de parasitoides y predadores de esta plaga, siendo por ello necesario ensayar cepas nativas de *Beauveria bassiana*, adaptadas a las presiones medioambientales de la zona como alternativa de control de esta plaga.

En el Perú, desde que se reportó la presencia del entomopatógeno *Beauveria* spp. por Alcalá y Alcázar (1976) citado por ALCAZAR *et al* (1999), se han iniciado muchos trabajos de investigación utilizando a éste como controlador biológico del "Gorgojo de los Andes" (*Premnotrypes* spp.) en el cultivo de papa, mientras que en el Alto Huallaga se ha encontrado parasitando a "broca del café" (*Hypothenemus hampei*) Fer.

En este sentido los intentos de controlar plagas utilizando patógenos se ha incrementado enormemente, sobre todo en las últimas décadas; por lo que se plantea la hipótesis de que el hongo *Beauveria bassiana* ejerce efecto entomopatogénico sobre "gorgojo negro del plátano" *Cosmopolites sordidus* Germar.

Por lo expuesto, en función al supuesto efecto entomopatogénico, se planteó el presente trabajo de tesis con los siguientes objetivos:

1. Colectar e identificar cepas nativas de *B. bassiana* relacionadas con la muerte de *Cosmopolites sordidus* Germar
2. Determinar el mejor método de inoculación de *Beauveria bassiana*, para el control de *Cosmopolites sordidus* Germar.
3. Evaluar la acción entomopatogénica de los mejores aislamientos en los cuatro estadios de desarrollo de *Cosmopolites sordidus* Germar.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico en sentido amplio, se define como la reducción de la densidad de inóculo o actividad productora de daño de un patógeno o parásito en su estado activo o latente, por uno o más organismos antagónicos, en forma natural o por manejo del medio ambiente, hospedero, de los propios microorganismos o por la introducción de uno o más antagonistas (MONT KOC, 1993).

Control biológico en sentido restringido, es la acción directa de parásitos, depredadores y patógenos, los cuales se llaman enemigos naturales y competidores en otras especies por recursos naturales, los cuales se llaman antagonistas, en el mantenimiento y regulación de la densidad poblacional de un organismo a un promedio más bajo del que existiría en su ausencia (HALL y BARRY, 1995).

Existen tres características esenciales del control biológico:

- El control biológico tiende a ser permanente, aunque con fluctuaciones propias de las interacciones entre parasitoides y hospederos, y los efectos de las variaciones físicas del medio ambiente.
- Los efectos represivos del control biológico son relativamente lentos en contraste con la acción inmediata de los agroquímicos.
- La acción del control biológico se ejerce sobre grandes áreas, de acuerdo a las condiciones climáticas y biológicas predominantes (CISNEROS, 1995).

Existen diversos conceptos de control biológico de acuerdo al autor que lo estudia, pero todos en su mayoría coinciden que se basa en que el mundo

viviente es un sistema complejo, en el que todos los microorganismos luchan por su existencia, a menudo perjudicándose mutuamente (LUMSDEN and LEWIS, 1997).

## 2.2 GORGOJO NEGRO (*Cosmopolites sordidus* Germar)

### 2.2.1 Origen y distribución

El gorgojo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar, es nativo del Sudeste Asiático, teniendo como punto de origen probablemente la región del Malaya - Java - Borneo. La distribución de *C. sordidus* Germar es en todas las regiones de producción de plátanos y bananos, islas del Océano Indico y Sudpacífico (Oceanía), Australia, India, Africa del Norte y América Central, en las islas de las Antillas y en América del Sur; se trata así de un insecto cosmopolita (BELALCAZAR, 1991).

### 2.2.2 Taxonomía

Según estudios de Costa Lima (s.f.), citado por VIERA (1969), clasifica a este insecto como:

Clase	:	Insecta
Sub - clase	:	Pterygota
Orden	:	Coleoptera
Sub - orden	:	Polyphaga
Super - familia	:	Curculionoidea
Familia	:	Curculionidae
Tribu	:	Calandrini
Género	:	<i>Cosmopolites</i>
Especie	:	<i>sordidus</i>
Nombre científico	:	<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar.
Nombre común	:	"Gorgojo negro del plátano"

### 2.2.3 Descripción del insecto

En el estado adulto, *Cosmopolites sordidus* es un coleóptero que mide de 1.5 a 2.0 cm de longitud; con su aparato bucal largo y curvo; la coloración varía de café oscuro en los recién nacidos a negro cuando están desarrollados (AYALA y MONZON, 1977).

Generalmente viven en la parte basal de las plantas y debajo o dentro de los residuos de cosecha, en donde las condiciones de humedad y luz son favorables para su desarrollo; son de hábitos nocturnos, permaneciendo escondidos durante el día y desarrollando su mayor actividad durante la noche, por lo que es difícil detectarlo oportunamente y su presencia puede pasar desapercibida hasta cuando los perjuicios ocasionados a la plantación ya son económicamente significativos. En este estadio pueden durar más de un año. Si bien el insecto dispone de alas funcionales, muy rara vez vuela, por lo que el mayor medio de dispersión de la plaga es a través de material de propagación infestado (PEÑA *et al.*, 1991).

La hembra es más grande que el macho, deposita sus huevos en heridas, agujeros de los cormos, pseudotallo y en los residuos de cosecha. Los huevos son pequeños, de 3 mm. de largo por 1 mm de ancho, lisos, de color blanco cremoso; las larvas de color blanco cremoso, ligeramente translúcidas y cuerpo segmentado, cabeza de color marrón y mandíbulas negras. Cuando están completamente desarrolladas presentan mayor abultamiento en el tercio posterior de su cuerpo. El estado larval es el causante del daño en las plantaciones, ya que se alimenta y desarrolla dentro del cormo de la planta, ocasionando galerías que obstruyen el paso del agua y nutrientes, razón por la cual disminuye notablemente el crecimiento y la producción de las plantas infestadas (BELALCAZAR, 1991).

Las galerías formadas dentro del corno presentan diámetros diferentes, correspondiendo al tamaño de la larva. Las galerías interrumpen la conexión entre las raíces y el tallo, favoreciendo además el volcamiento de la planta y son la puerta de entrada para otras plagas como *Castniomera humboldti* y de patógenos causantes de enfermedades como el “moko del plátano” causado por *Pseudomonas solanacearum*, y el “mal de panamá” causado por *Fusarium oxisporum* f. sp. cubense, que al establecerse ocasionan daños en el corno, pérdida de plantas o en casos extremos pérdida total de la plantación (PEÑA *et al.*, 1991).

Luego del estado larval se transforma en pupa envolviéndose en un capullo grueso de fibras de la planta hospedante, manteniéndose inmóvil, sin cambiar de color y sin producir daños; después de 5 a 15 días, rompe y abandona el capullo convirtiéndose en insecto adulto. Esta plaga puede atacar cualquier nivel de desarrollo de la planta, donde el cogollo central de las plantas tiernas se seca, deteniendo el proceso de crecimiento, al mismo tiempo se produce el marchitamiento y muerte de la planta en corto tiempo. Para desarrollar una estrategia de control eficiente de una determinada plaga es indispensable conocer en forma integral la biología y hábitos del insecto; en este caso el gorgojo negro del plátano presenta cuatro estadios de desarrollo (BELALCAZAR, 1991).

### **2.2.3 Importancia económica del insecto**

El picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar es el principal insecto que afecta el corno de las musáceas. Esta plaga parece haber conquistado todas las regiones plataneras del mundo, principalmente a través de la semilla infestada, ocasionando reducción en los rendimientos por



disminución del tamaño y calidad de racimos, así como acortamiento de la vida útil de las plantaciones por la mala calidad de la brotación de yemas (AYALA y MONZÓN, 1977).

En las plantas jóvenes, el gorgojo estanca el desarrollo del penacho terminal, el tallo crece en forma alargada, las hojas se tornan amarillentas y se marchitan, la planta afectada envejece en forma acelerada y logra poca fructificación. En las plantas adultas ocasiona la muerte de las raíces, hecho que, a su vez, provoca el debilitamiento de éstas, que caen con facilidad a causa de vientos o lluvias. Las plantas afectadas por el gorgojo negro producen frutos pequeños y escasos (BELALCAZAR, 1991).

## **2.3 DEL ENTOMOPATÓGENO *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill**

### **2.3.1 Distribución geográfica**

El hongo *Beauveria bassiana* se encuentra distribuido por todo el mundo, de forma saprofítica y parásita atacando mayormente a insectos del orden Coleoptera y Lepidoptera (CMI, 1979).

### **2.3.2 Taxonomía**

Este hongo se encuentra clasificado como:

División	:	Deuteromicota
Clase forma	:	Deuteromicete
Orden forma	:	Moniliales
Familia	:	Moniliaceae
Género	:	<i>Beauveria</i>
Especie	:	<i>bassiana</i>
Nombre científico	:	<i>B.bassiana</i> Germar (ALEXOPOULUS, 1985)

### **2.3.3 Descripción**

*Beauveria bassiana* y *B. brongniartii*, son especies reconocidas del género *Beauveria*; siendo la primera la más conocida y estudiada, está presente en la mayoría de los suelos del mundo; las colonias crecen en agar-papa-dextrosa o agar-malta a 14 días a 23°C, cuya forma es aterciopelada o polvorienta. Los conidióforos son abundantes, desarrollándose de hifas vegetativa; las conidias son hialinas, aplanadas, globosas y ampliamente elipsoidal (BARNETT y HUNTER, 1988).

Difiere de *B. brongniartii* por las células conidiógenas en forma de racimo, donde la conidia es globosa (CMI, 1979).

### **2.3.4 Acción entomopatogénica del hongo**

La acción entomopatogénica del hongo comprende dos fases: una patogénica y otra saprofítica. La fase patogénica o infectiva ocurre cuando las conidias entran en contacto con el tejido vivo del hospedero y en condiciones de humedad adecuada (85%) las conidias germinan y penetran a través de la cutícula del insecto o por los apéndices bucales y se desarrolla el micelio en el cuerpo del insecto. La cutícula del insecto está constituida por proteína, quitina y lípidos, sustancias orgánicas muy resistentes, que son desnaturalizadas por enzimas producidas por el hongo (GAMARRA, *et al*; 1994).

Una vez que el hongo se desarrolla en el punto de infección, produce toxinas que se difunden en el celoma, a través de la hemolinfa y causa la muerte. Después de causada la muerte, se inicia la fase saprofítica, donde el hongo se desarrolla profusamente sobre el cadáver, en condiciones de humedad apropiadas, produciéndose gran cantidad de conidias, que son los propágulos para iniciar una nueva infección (TORRES, 1993).

*B. bassiana* ataca a más de 60 especies de insectos en todo el mundo. En Colombia se ha descubierto hasta el momento en 30 huéspedes, fundamentalmente en lepidópteros y coleópteros. Su importancia es elevada en agroecosistemas que muestran una gran variedad de estas familias de insectos, p. ej. en plantaciones colombianas de pijuayo, donde ha sido descubierto en nueve huéspedes de diferentes géneros de insectos. También sirven de huéspedes el barrenillo de las ramas del café (*Xylosandrus morigerus*) y distintas especies de hormigas (LUTZEYER, 1994).

La patogenicidad del hongo sobre los insectos depende de una compleja relación entre la habilidad del hongo para penetrar la cutícula y la fortaleza del sistema inmunológico del insecto para prevenir el desarrollo del hongo. Esta relación se debe a factores muy concretos incluidos las diferencias cuticulares, la penetración cuticular y las reacciones inmunes; donde el desarrollo del hongo sobre el insecto puede ser influenciado por la eficacia de los hemocitos en encapsular y melanizar el patógeno (CASTELLANOS, 1997).

### **2.3.5 Usos de *Beauveria bassiana***

Bassi en 1835, inicialmente determinó que la muerte del gusano de seda era causado por un hongo; Bálamo en 1836, le puso el nombre de *Botrytis bassiana* K. En 1912, el hongo fue transferido al género *Beauveria*. En la actualidad, la especie esta reconocida como *Beauveria bassiana* (Bálamo) Vuillemi (GAMARRA, et al; 1994).

*Brongniart* en 1891, colectó un hongo que parasitaba langostas migratorias, lo describió y no le puso nombre. Sacardo en 1892, lo nombró *Botrytis brongniartii* y Pech, en 1926, lo transfirió al género *Beauveria*. En la

actualidad, la especie esta reconocida como *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Pech (CMI, 1979).

En Colombia, se produce masivamente el hongo *B. bassiana* para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), a partir de un cultivo multiespórico mediante pases sucesivos en arroz, utilizado como sustrato. En este medio artificial se ha registrado pérdida de la patogenicidad del hongo luego de cultivarse por tres o más generaciones, por lo cual, se recomienda reactivar la patogenicidad mediante pases o procesos de reinfección en el insecto (CENICAFÉ, 1993).

Resultados provisionales dejan prever la fuerte dependencia del éxito del control con *B. bassiana* de la formulación, de las fracciones aplicadas del patógeno (cuerpos hifales, blastosporas, conidias sumergidas o superficiales), del número de aplicaciones y de la concentración del sustrato; alcanzándose índices de infección medios de hasta 69% (tras 119 días con seis aplicaciones). Una retrospectiva sobre resultados existentes de la lucha contra coleópteros con *B. bassiana* muestra los mayores éxitos de lucha en zonas húmedas, lo que coincide con los requisitos climáticos del patógeno (LUTZEYER, 1994).

El hongo *Beauveria bassiana* es uno de los entomopatógenos más estudiados. En China se produce en comunas para el control del perforador europeo del maíz (*Ostrinia nubilalis* Hubner), saltamontes verde (*Turpilla opaca* Brunn.) y la oruga de los pinos (*Lymanthria dispar* L.). En la Unión Soviética se produce con el nombre de Boverin como agente biológico de control de la polilla del manzano (*Cydia pomonella* L.) (WAINWRIGHT, 1995).

Trabajos realizados en Costa Rica, demostró que la formulación de *B. bassiana* en arroz tuvo un mayor efecto sobre la mortandad de *C. sordidus* (62.4%), que aquella que estaba formulado en emulsión (44.6%); sin embargo no se encontró efecto significativo en la reducción de la población, ni la disminución del daño causado por el gorgojo negro. Otro trabajo realizado en Costa Rica, reporta un control de 85% de mortandad de *C. sordidus* al aplicar *B. bassiana*, formulado en aceite con agua (CARVALLO, 1996).

El uso de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* aparecen como importantes alternativas para combatir otro grupo de especies de insectos dañinos, entre los que destacan el picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*), el tetuán del boniato (*Cylas formicarius*), el picudito acuático del arroz (*Lissorhoptus brevis*) y el picudo verde azul de los cítricos (*Pachnaeus litus*) (ESTRADA y LOPEZ, 1998).

Estudios realizados en Perú con *B. bassiana* en el control del gorgojo negro y rayado del plátano, manifiesta que existen diferentes razas patogénicas de *B. bassiana*, al encontrar diferencias en la tasa de mortandad en ambos tipos de gorgojo; resultando un mayor control para el gorgojo rayado con porcentajes que varían de 64.3 a 85.4%, y en menor para el gorgojo negro con 28.7 – 51.7 % (ARÉVALO *et al.*, 1998).

En Tingo María, al evaluar el efecto de dos cepas de *Beauveria bassiana* en el control de gorgojo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) y gorgojo rayado (*Metamasius hemipterus* Seriseus) del cultivo de plátano con dos niveles de aplicación, se encontraron mejores efectos de control al realizar trampeo combinado a los 15 y 30 días con las cepas Marona y Cadena 1, con 44.1 y 38.6% respectivamente para *M. hemipterus* y 37.0 y 33.1% para *C.*

*sordidus*. Además se obtuvo reducción de daño por larvas de *C. sordidus* mediante trapeo con la cepa Marona, donde los demás tratamientos aplicados cada 15 días mantuvieron un nivel bajo con respecto al tratamiento testigo constituido solamente por labores culturales (COAGUILA, 2001)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo de tesis se realizó desde marzo de 1999 a marzo del 2000, en los ambientes del laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Geográficamente está ubicado a una Latitud Sur 09°45'00", Longitud Oeste 75°57'00" y altitud de 660 m.s.n.m.

#### 3.2 Componentes en estudio

##### 3.2.1 Primera etapa

###### a) Entomopatógenos

- Cepas nativas de *Beauveria bassiana* Germar.
- Otros posibles entomopatógenos

###### b) Tipos de aplicación del inóculo

- En suspensión conidial.
- En sustrato por contacto.

###### c) Plaga

- Adultos de *Cosmopolites sordidus*

##### 3.2.2 Segunda etapa

###### a) Entomopatógenos

- Cepa Marona (Ma).
- Cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>).

**b) Plaga**

- Gorgojo negro del plátano en sus cuatro estadios de desarrollo (huevos, larvas, pupas y adultos).

**3.3 Tratamientos en estudio**

En los Cuadros 1, 2 y 3, se muestran las descripciones de los tratamientos en estudio aplicados a las unidades experimentales en cada etapa del experimento.

**CUADRO 1.** Descripción de los tratamientos en estudio para determinar el mejor tipo de inoculación de *Beauveria bassiana*.

Clave	Trat.	Factor A	Factor B
T <sub>1</sub>	G <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	G <sub>1</sub> (Fundo UNAS)	Aplicación en sustrato por contacto (b <sub>1</sub> )
T <sub>2</sub>	G <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	G <sub>1</sub> (Fundo UNAS)	Aplicación en suspensión conidial (b <sub>2</sub> )
T <sub>3</sub>	G <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	G <sub>2</sub> (Castillo Grande)	Aplicación en sustrato por contacto (b <sub>1</sub> )
T <sub>4</sub>	G <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	G <sub>2</sub> (Castillo Grande)	Aplicación en suspensión conidial (b <sub>2</sub> )
T <sub>5</sub>	G <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	G <sub>3</sub> (Tulumayo)	Aplicación en sustrato por contacto (b <sub>1</sub> )
T <sub>6</sub>	G <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	G <sub>3</sub> (Tulumayo)	Aplicación en suspensión conidial (b <sub>2</sub> )
T <sub>7</sub>	G <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	G <sub>4</sub> (Cayumba)	Aplicación en sustrato por contacto (b <sub>1</sub> )
T <sub>8</sub>	G <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	G <sub>4</sub> (Cayumba)	Aplicación en suspensión conidial (b <sub>2</sub> )
T <sub>9</sub>	G <sub>5</sub> B <sub>1</sub>	G <sub>5</sub> (Pumahuasi)	Aplicación en sustrato por contacto (b <sub>1</sub> )
T <sub>10</sub>	G <sub>5</sub> B <sub>2</sub>	G <sub>5</sub> (Pumahuasi)	Aplicación en suspensión conidial (b <sub>2</sub> )
T <sub>11</sub>	Br <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	Br <sub>1</sub> (Cafetal UNAS)	Aplicación en sustrato por contacto (b <sub>1</sub> )
T <sub>12</sub>	Br <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	Br <sub>1</sub> (Cafetal UNAS)	Aplicación en suspensión conidial (b <sub>2</sub> )



**CUADRO 2.** Descripción de los tratamientos en estudio para seleccionar las dos cepas promisorias de *Beauveria bassiana*.

Clave	Tratamiento	Descripción
T <sub>1</sub>	Tu <sub>1</sub>	Aspersión con la cepa Tulumayo 1
T <sub>2</sub>	Tu <sub>2</sub>	Aspersión con la cepa Tulumayo 2
T <sub>3</sub>	Au <sub>1</sub>	Aspersión con la cepa Aucayacu 1
T <sub>4</sub>	Au <sub>2</sub>	Aspersión con la cepa Aucayacu 2
T <sub>5</sub>	Ca <sub>1</sub>	Aspersión con la cepa Castillo 1
T <sub>6</sub>	Ca <sub>2</sub>	Aspersión con la cepa Castillo 2
T <sub>7</sub>	C <sub>1</sub>	Aspersión con la cepa Cadena 1
T <sub>8</sub>	C <sub>2</sub>	Aspersión con la cepa Cadena 2
T <sub>9</sub>	Ma	Aspersión con la cepa Marona
T <sub>10</sub>	M	Aspersión con la cepa Milagros
T <sub>11</sub>	U	Aspersión con la cepa U.N.A.S.
T <sub>0</sub>	AD	Aspersión con agua destilada (Testigo)

**CUADRO 3.** Descripción de los tratamientos en estudio para determinar el efecto patogénico de dos cepas promisorias de *Beauveria bassiana*.

Clave	Tratamiento	Descripción
T <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	Aspersión con la cepa Cadena 1
T <sub>2</sub>	Ma	Aspersión con la cepa Marona

### 3.4 Diseño experimental

#### 3.4.1 Para la selección del método de aplicación de *B. bassiana*

El diseño estadístico utilizado para determinar el mejor método de aplicación fue el completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 6 x 2, con 3 repeticiones y 20 gorgojos por repetición. El esquema del análisis de variancia se muestra en el Cuadro 4.

**CUADRO 4.** Esquema del análisis de variancia para la selección del mejor método de aplicación de *Beauveria bassiana*.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Factorial	11
A (Cepas)	5
B (Método de aplicación)	1
A x B	5
Error experimental	24
<b>Total</b>	<b>35</b>

**3.4.2 Para determinar el efecto patogénico de las dos cepas promisorias en los diferentes estadios de *Cosmopolites sordidus***

Para determinar el efecto patogénico de las dos cepas promisorias en los estados de huevo, larva, pupa y adulto fue el completamente al azar (DCA), cuyo esquema del análisis de variancia se muestra a continuación

**CUADRO 5.** Esquema del análisis de variancia para la selección del mejor método de aplicación de *Beauveria bassiana*.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>			
	<b>Huevos</b>	<b>Larvas</b>	<b>Pupas</b>	<b>Adultos</b>
Tratamientos	1	1	1	1
Error experimental	4	18	8	8
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

### 3.5 Metodología

#### 3.5.1 Obtención de *Beauveria bassiana* y otros posibles entomopatógenos

Los entomopatógenos fueron aislados a partir de gorgojos negros (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertos y esporulados naturalmente en plantaciones de plátano de las diferentes zonas de la Provincia de Leoncio Prado (Cuadro 6).

**CUADRO 6.** Distritos y sus respectivas localidades donde se realizó las colecciones de gorgojo negro.

<b>Distrito</b>	<b>Localidad</b>
Rupa Rupa	Afilador, Isla Potokar, UNAS, Muyuna, Castillo Grande y Jacintillo.
Daniel A. Robles	Pumahuasi, Los Milagros, Cadena y Pendencia
José Crespo y Castillo	Aucayacu y Tulumayo
Padre Felipe Luyando	Naranjillo, Marona, Río Negro y San Juan
Mariano Dámaso Beraún	Cayumba, Las Palmas y Cueva de las Pavas.

Los insectos colectados se llevaron al laboratorio sin perder la identidad del lugar de colección.

Los insectos muertos y esporulados se desinfestaron con hipoclorito de sodio al 3% por 2 minutos, para posteriormente ser enjuagados con agua destilada estéril por tres veces.

Los insectos desinfestados fueron colocados en cámara húmeda para favorecer la esporulación del entomopatógeno.

Los hongos que esporularon sobre los insectos en cámara húmeda fueron aislados en medio de cultivo papa – dextrosa – agar (PDA), para su identificación, purificación y obtención de cultivos puros.

### **3.5.2 Identificación de los entomopatógenos obtenidos**

Los hongos aislados fueron identificados a nivel de género siguiendo la clave de identificación de Barnett and Hunter (1998) y a nivel de especie siguiendo los descriptores del Commonwealth Mycological Institute (CMI).

### **3.5.3 Incremento de inóculos**

Para la obtención de inóculo en forma masal, los hongos se cultivaron en sustrato arroz precocido, incubaron por 12 días.

### **3.5.4 Obtención de gorgojos**

Los gorgojos fueron obtenidos de plantaciones de plátano, recolectándose mediante trampeo con torta de pseudotallo (tipo sandwich), para su posterior transporte al laboratorio de Fitopatología. Con la finalidad de evitar la presencia de entomopatógenos asociados al “gorgojo negro”, se realizó un enjuague en agua destilada estéril y se les sometió a un periodo cuarentenario de doce días. A los gorgojos se le suministró porciones de pseudotallo y corno de plátano como alimento.

### **3.5.5 Inoculación**

Con la finalidad de encontrar el mejor método de inoculación de *Beauveria bassiana* en “gorgojos negro”, se realizó un ensayo preliminar de dos formas de inoculación: Por aspersion (2 x 10<sup>8</sup> ufc/ml) y por contacto 10 g

de arroz conteniendo esporas de *Beauveria bassiana* de 6 cepas inicialmente promisorias de *B. bassiana*. Para cada tratamiento se colocaron 20 gorgojos por tratamiento con tres repeticiones, evaluándose diariamente el número gorgojos muertos después de la inoculación.

### **3.5.6 Selección de cepas promisorios**

Determinado el tipo de aplicación de mayor efecto patogénico, se colectaron cepas de *B. bassiana* a fin de seleccionar dos cepas promisorias, las cuales estuvieron constituidos por aquellas cepas con los más altos porcentajes de mortandad por efecto de la aplicación de *B. bassiana* mediante aspersión.

Para las evaluaciones de cada cepa se contabilizaron gorgojos afectados diariamente, y mediante regresión lineal simple se determinó la tasa de infección o mortandad de gorgojo negro.

Una vez identificado los aislamientos de las 11 zonas, a nivel de especie, se seleccionó las dos mejores cepas, es decir aquellas cepas con una mayor tasa de infección; para posteriormente realizar pruebas de patogenicidad sobre adultos de gorgojo negro con en cada estado de desarrollo de *Cosmopolites sordidus*.

### **3.5.7 Aspersión de *Beauveria bassiana* en huevos, larvas, pupas y adultos de *Cosmopolites sordidus***

En estas pruebas se utilizaron las dos cepas más patogénicas, aplicadas mediante aspersión en cada uno de los cuatro estadios de desarrollo de *Cosmopolites sordidus*.

Con la finalidad de obtener huevos de *Cosmopolites sordidus*, se capturaron gorgojos adultos a los cuales se les mantuvieron en cautiverio, sobre trozos de pseudotallo de plátano, que les servía de alimento y refugio, de cuyo material se recolectaron las posturas cada dos días, con la finalidad de obtener huevos viables para las pruebas. Se utilizaron 60 huevos por cada tratamiento, evaluándose diariamente la cantidad total de huevos esporulados.

Para las pruebas a nivel de pupas, se realizaron colecciones de pupas en campo, mediante la remoción de los residuos de cosecha, utilizándose en las pruebas las pupas que mostraron una coloración crema clara (recientemente construidas). Se realizó 5 repeticiones con 100 pupas por cada cepa en estudio, evaluándose a los 12 días después de la aplicación.

Las pruebas en adultos se realizaron con gorgojos colectados en campo y tratados de la manera que se explica en el numeral 3.5.3. En esta prueba se realizaron 5 repeticiones, con 100 gorgojos adultos para cada cepa en estudio.

Similar procedimiento se siguió para la determinación del efecto patogénico de las dos cepas promisorias de *Beauveria bassiana* en los cuatro estados de *Cosmopolites sordidus*.

### **3.6 Parámetros evaluados**

Con la finalidad de determinar el mejor método de aplicación se evaluaron el número de gorgojo negro adulto muerto por efecto de *Beauveria bassiana* aplicados mediante aspersión y contacto, los cuales fueron expresados en porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de mortandad} = \frac{\text{Número de gorgojos muertos}}{\text{Número total de gorgojos}} \times 100$$

Para determinar el efecto patogénico de las dos cepas promisorias de *Beauveria bassiana*, se evaluó diariamente el número de huevos esporulados, larvas muertas y esporuladas, pupas esporuladas y gorgojos adultos muertos y esporulados; los cuales fueron también expresados en porcentajes siguiendo la relación anterior.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Selección de cepas nativas de *Beauveria bassiana* promisorias como patógeno de *Cosmopolites sordidus*

En el Cuadro 7, se observa la acción patogénica de cepas aisladas de gorgojos muertos colectados de 11 zonas plataneras, expresado en porcentaje de adultos muertos y esporulados; con fines comparativos se utilizó un tratamiento testigo sin inoculación de *Beauveria bassiana*, a fin de observar el efecto de estrés producido por el cambio de hábitat de gorgojos negros (en cautiverio).

**CUADRO 7.** Porcentaje de adultos muertos y esporulados de *Cosmopolites sordidus* utilizando 11 cepas nativas de *Beauveria bassiana*.

Cepas	Mortandad			Esporulación		
	%	Tasa	R <sup>2</sup>	%	Tasa	R <sup>2</sup>
Tulumayo 1 (Tu <sub>1</sub> )	57	4.4499	0.9120	54	4.1496	0.9076
Tulumayo 2 (Tu <sub>2</sub> )	76	5.9412	0.9113	65	4.9876	0.8445
Aucayacu 1 (Au <sub>1</sub> )	52	3.9701	0.9093	55	4.0062	0.861
Aucayacu 2 (Au <sub>2</sub> )	75	5.7451	0.9356	65	4.8968	0.8503
Castillo 1 (Ca <sub>1</sub> )	69	5.1610	0.9268	51	4.0372	0.8544
Castillo 2 (Ca <sub>2</sub> )	58	4.3653	0.9419	49	3.7214	0.8778
Cadena 1 (C <sub>1</sub> )	87	6.8493	0.9070	69	5.3509	0.8624
Cadena 2 (C <sub>2</sub> )	54	4.2136	0.8937	53	3.7544	0.8274
Marona (Ma)	78	5.9876	0.9213	68	5.1321	0.8438
Milagros (Mi)	64	4.9174	0.9024	43	3.4386	0.8672
UNAS (U)	72	5.5573	0.9185	64	4.6894	0.8857
Testigo (To)	2	0.1538	0.7338	0	0.0000	



Se puede observar que existe variación en el efecto patogénico de las cepas, alcanzado valores de 52 a 85% de control, donde solamente existe un 2% de muerte por efecto del estrés producido por el cambio de hábitat (cautiverio).

La cepa Cadena 1 ( $C_1$ ), que fue aislada del sector Cadena, obtuvo el más alto porcentaje de control (87% de mortandad), seguido de la cepa Marona (Ma) con 78% de Mortandad. Estos valores altos de control se encuentran en relación directa con la tasa de mortandad que presenta cada una de estas cepas, lo que nos permite deducir que dentro del control biológico haciendo uso de *Beauveria bassiana*, los más altos porcentajes alcanzado por las cepas se encuentran relacionados con las mayores tasas de infección del entomopatógeno, tal como se puede observar en la Figura 1.

Similares tendencias se pudo observar para el porcentaje y tasa de esporulación de las cepas en estudio, donde también la cepa Cadena 1 ( $C_1$ ) y Marona (Ma) obtuvieron los más altos porcentajes, con 69 y 68% de esporulación, respectivamente (Figura 2).

En la Figura 3, se muestra los porcentajes de mortandad y esporulación alcanzados con el uso de cada uno de estas cepas.

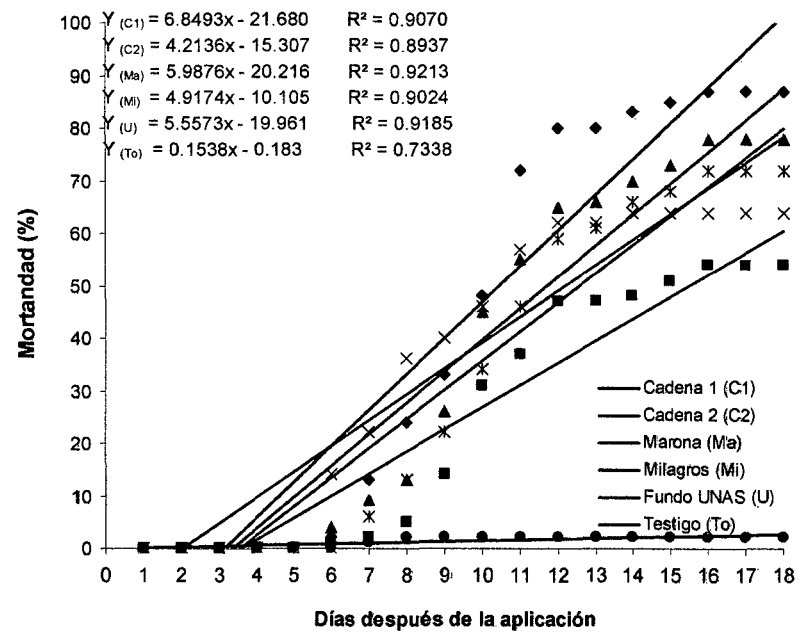
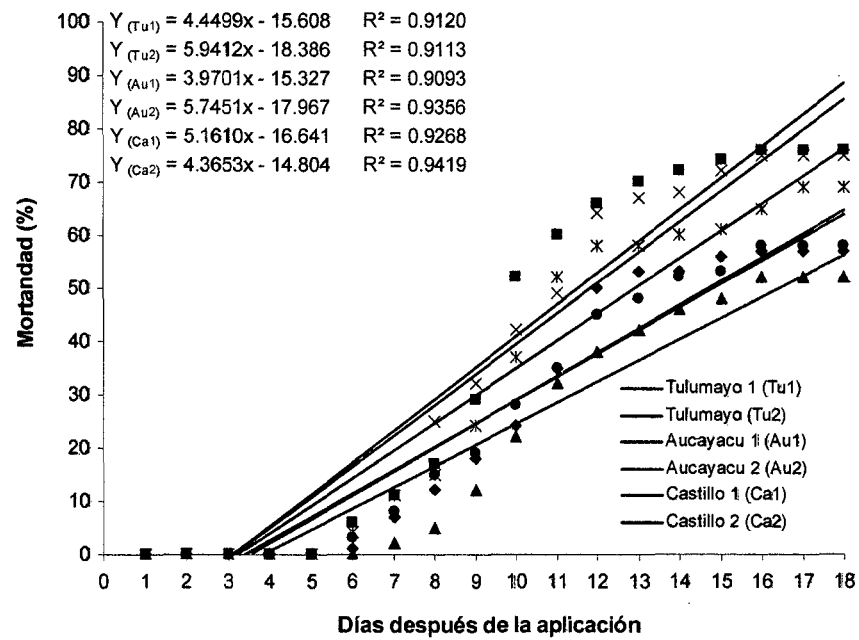
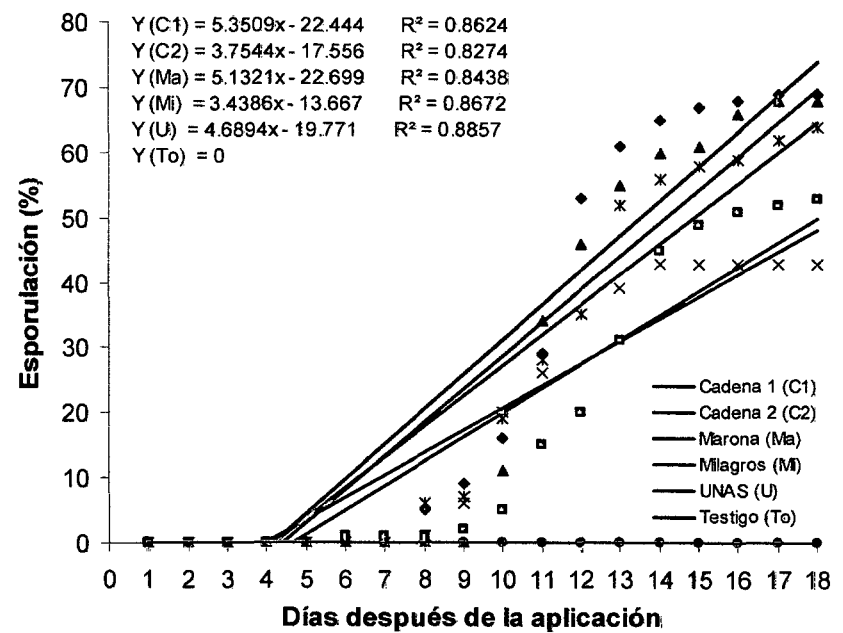
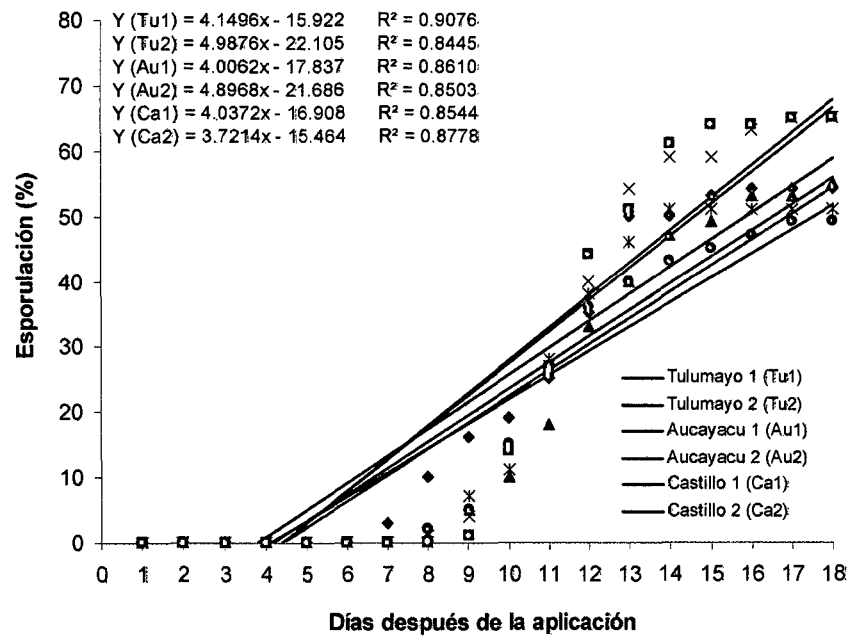
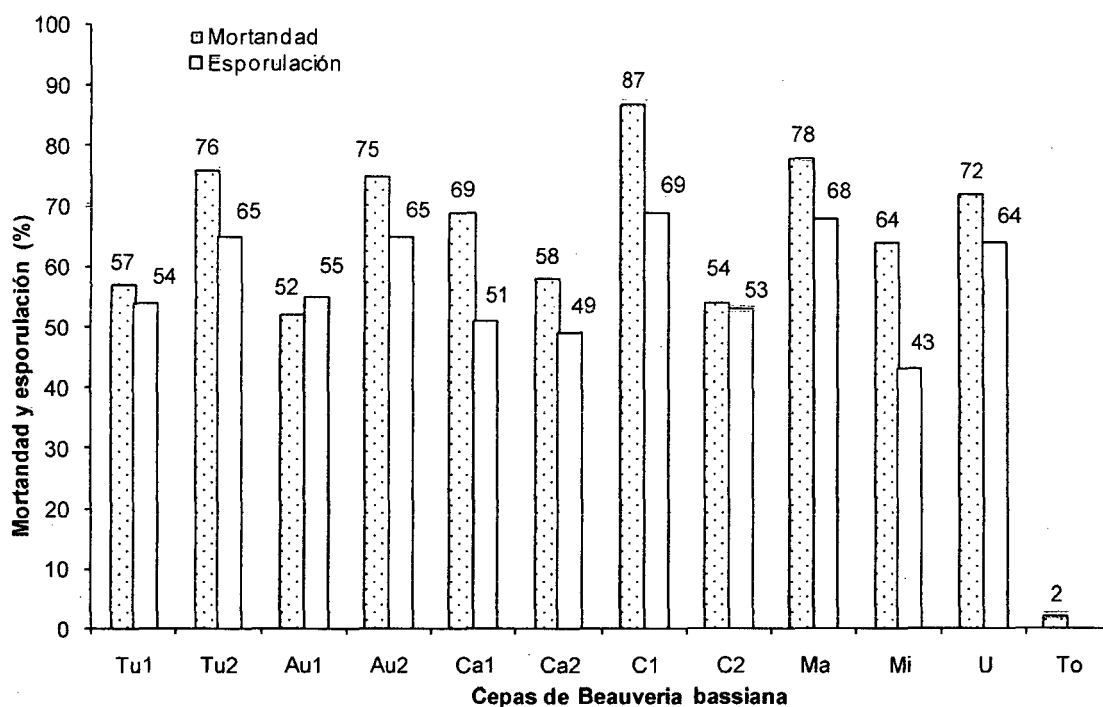


FIGURA 1. Tasa de mortandad de adultos de *Cosmopolites sordidus* infectados con cepas de *Beauveria bassiana*.



**FIGURA 2.** Tasa de esporulación de adultos de *Cosmopolites sordidus* infectados con cepas de *B. bassiana*



**FIGURA 3.** Porcentaje de mortandad y esporulación de adultos de *Cosmopolites sordidus* infectados con cepas de *B. bassiana*.

#### 4.2 Selección del método de aplicación de *Beauveria bassiana* sobre *Cosmopolites sordidus*

**CUADRO 8.** Resumen del análisis de variancia para el porcentaje de mortandad de *Cosmopolites sordidus*.

Fuentes de variación	GL	Cuadrado medio	
Factorial	11	542.025	AS
A (Cepas)	5	275.705	S
B ( Tipo de aplicación)	1	3566.677	AS
Ax B	5	203.410	NS
Error experimental	24	80.124	
Total	35		

C.V. : 10.07%

N.S = No significativo

S. = Significación estadística al 5% de probabilidad

A.S. = Significación estadística al 1% de probabilidad.

Del Cuadro 8, se deduce lo siguiente:

- Existe diferencias estadísticas al 5% de probabilidad para efecto del factor A (Cepas).
- Existe diferencias estadísticas al 1% de probabilidad para factorial y efecto del factor B (Aplicación).
- No existe diferencias estadísticas para la interacción A x B.
- El coeficiente de variabilidad (10.07%) nos indica un estimado muy bueno para el presente experimento.

#### 4.2.1 Efecto principal de las cepas y del tipo de aplicación de *Beauveria bassiana*

**CUADRO 9.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para efecto principal del factor cepas (A) en el porcentaje de mortandad de *Cosmopolites sordidus*.

Factor cepas	% de mortandad	Significación
a <sub>4</sub> (Cayumba)	58.33	a
a <sub>1</sub> (Fundo UNAS)	55.00	a
a <sub>3</sub> (Tulumayo)	50.56	a b
a <sub>6</sub> (Cafetal UNAS)	49.67	a b
a <sub>2</sub> (Castillo Grande)	42.78	b
a <sub>5</sub> (Pumahuasi)	40.83	b

Cepas seguidas por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

El Cuadro 9 y 10 nos muestran el efecto principal para el Factor A (Cepas) y Factor B (Aplicaciones), respectivamente. En relación al efecto principal de las cepas (A), se observa que el porcentaje de mortandad de

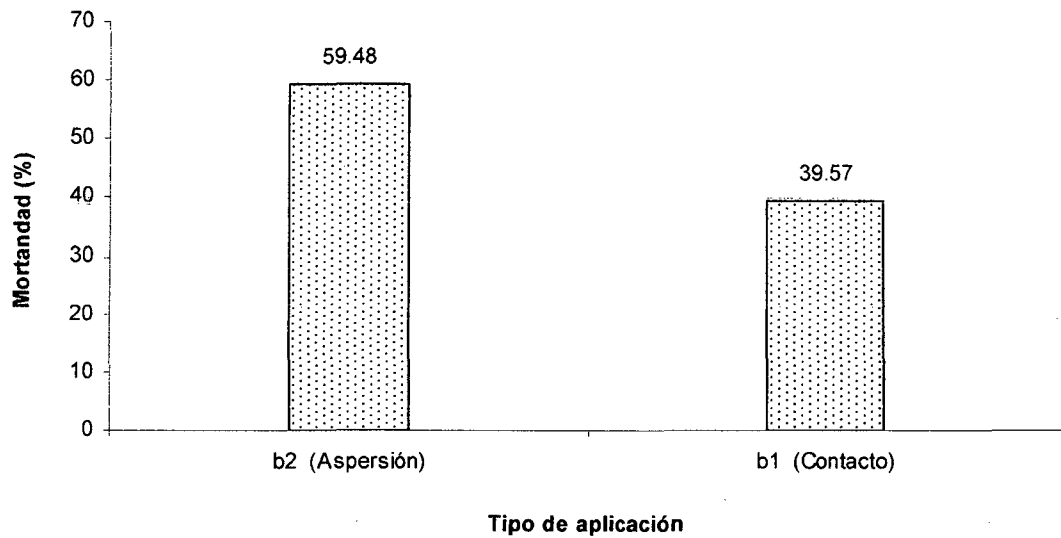
gorgojos negros varía de 40.83 a 58.33% al usar las 6 cepas en estudio; correspondiendo los mayores efectos patogénicos a las cepa  $a_4$  (Cayumba) y  $a_1$  (Fundo UNAS), con 58.33 y 55.00%, respectivamente; no diferenciándose significativamente de las cepas  $a_3$  (Tulumayo) y  $a_6$  (Cafetal UNAS), pero sí de las cepas  $a_2$  (Castillo Grande) y  $a_5$  (Pumahuasi) que obtuvieron los más bajos porcentajes de mortandad de gorgojo negro (Cuadro 9). Cabe resaltar que las 6 cepas evaluadas inicialmente se descartaron por su baja acción patogénica ( $< 60\%$ ), procediendo a coleccionar gorgojos negros muertos de otras zonas plataneras a fin de seleccionar cepas promisorias con porcentajes altos de mortandad.

Con respecto al efecto principal del factor tipo de aplicación (B) de *Beauveria bassiana* en gorgojos adultos de *Cosmopolites sordidus*, se puede observar un mayor efecto patogénico del nivel  $b_2$  (aplicación por aspersión) con 59.48% de mortandad, diferenciándose significativamente del nivel  $b_1$  (aplicación por contacto) que obtuvo solamente 39.57% de mortandad de gorgojo negro (Cuadro 10 y Figura 4).

**CUADRO 10.** Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para efecto principal del tipo de aplicación (B) en el porcentaje de mortandad del *Cosmopolites sordidus*.

Factor aplicación	% de mortandad	Significación
$b_2$ (Aspersión)	59.48	a
$b_1$ (Contacto de sustrato)	39.57	b

Aplicaciones seguidas por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.



**FIGURA 4.** Efecto del tipo de aplicación de *Beauveria bassiana* en la mortandad de *Cosmopolites sordidus*.

### **4.3 Efecto patogénico de dos cepas promisorias de *Beauveria bassiana* en los diferentes estadios de *Cosmopolites sordidus***

#### **4.3.1 A nivel de huevos**

En el Cuadro 11, se observa que:

- No existe diferencias estadísticas significativas para tratamientos en el porcentaje de esporulación de huevos de *Cosmopolites sordidus*.
- El coeficiente de variabilidad de 12.88%, nos indica muy buena homogeneidad de los resultados experimentales.

**CUADRO 11.** Análisis de variancia para el porcentaje de esporulación de huevos de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas de *Beauveria bassiana*.

Fuentes de variación	GL	Cuadrado medio
Tratamientos	1	104.1667 NS
Error experimental	4	34.8617
Total	5	

C.V. : 12.88%

NS : No existe diferencias estadísticas significativas.

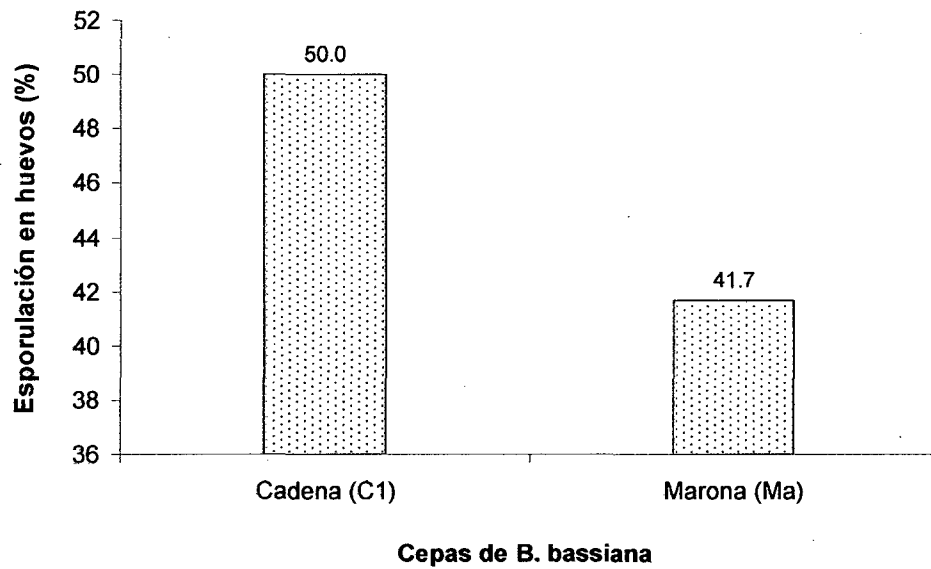
**CUADRO 12.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de esporulación de huevos de *Cosmopolites sordidus*.

Tratamiento o cepas	% esporulación	Significación
Cadena (C <sub>1</sub> )	50.0	a
Marona (Ma)	41.7	a

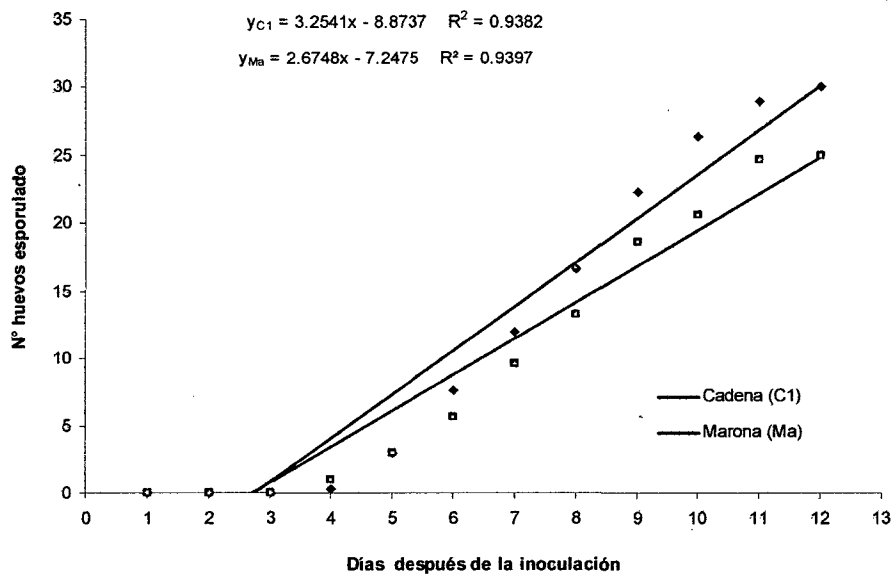
Tratamientos unidos en columna por la misma letra no difieren significativamente entre sí.

En el Cuadro 12, se muestra la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), observándose que no existe diferencias significativas entre las dos cepas promisorias en el porcentaje de esporulación de huevos de *Cosmopolites sordidus*; pero sí diferencias porcentuales. El efecto en el porcentaje de esporulación de las dos cepas promisorias es bajo, donde la cepa Cadena 1 (C1) tuvo un efecto de 50% de esporulación a comparación de la Cepa Marona (Ma) que solamente alcanzo un 41.7% (Figura 5).





**FIGURA 5.** Porcentaje promedio de esporulación en huevos de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas de *Beauveria bassiana*.



**FIGURA 6.** Tasa de esporulación de huevos de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas de *Beauveria bassiana*

En la Figura 6, se muestra la correlación entre el número de días después de la inoculación con el número acumulado de huevos esporulados, donde la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) presenta la más alta tasa de esporulación con 3.2541, lo

cual nos estará indicando una esporulación diaria promedio de 3.2541 huevos; a diferencia de la cepa Marona (Ma), cuya tasa de esporulación fue de 2.6748.

#### 4.3.2 A nivel de larvas

**CUADRO 13.** Análisis de variancia para el porcentaje de larvas muertas, larvas esporuladas, pre-pupas formadas y esporuladas de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas de *Beauveria bassiana*.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios			
		Larvas		Pupas	
		Muertas	Esporuladas	Formadas	Esporuladas
Tratamientos	1	441.80	423.20 AS	441.80 AS	51.20 S
Error experimental	18	AS 33.89	18.49	37.44	10.31
Total	19				
C.V. :		6.55%	17.20%	30.13%	28.17%

S : Diferencias significativas al 5% de probabilidad.

AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

Del Cuadro 13, se deduce que:

- Existe diferencias estadísticas al 1% de probabilidad para tratamientos en el porcentaje de larvas muertas, larvas esporuladas y pupas formadas; y diferencias estadísticas al 5% de probabilidad en el porcentaje de pre-pupas esporuladas.

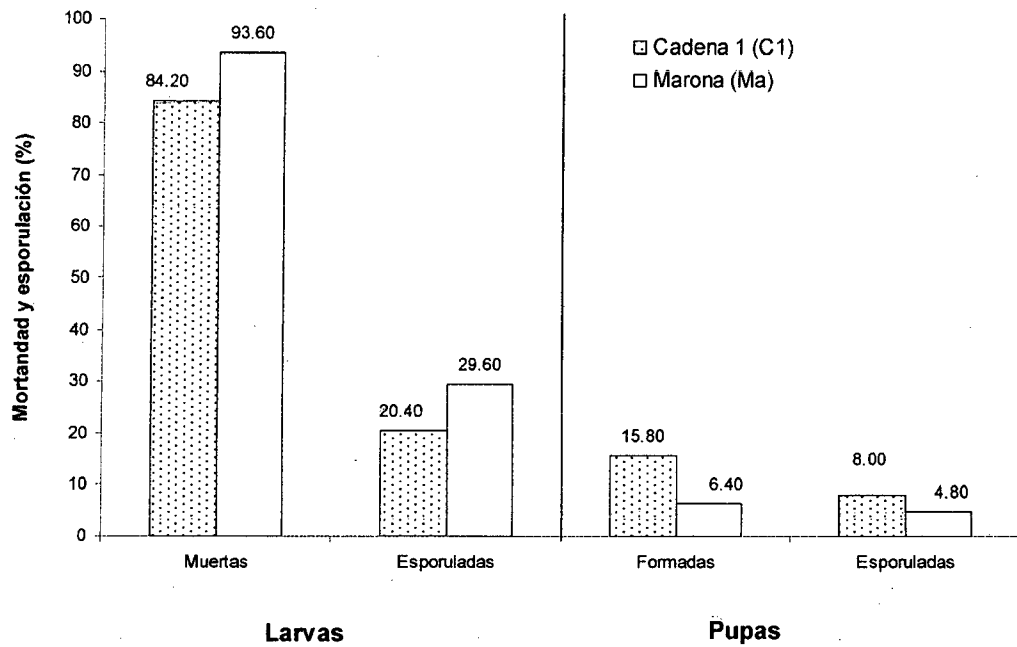
- Los coeficientes de variabilidad para las características evaluadas nos estarán indicando rangos de excelente a muy variable homogeneidad de los resultados experimentales.

**CUADRO 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el porcentaje de larvas muertas y esporuladas, pupas formadas y esporuladas de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas de *Beauveria bassiana*.

Estadio	Cepa de <i>Beauveria bassiana</i>	
	Cadena 1 (C1)	Marona (Ma)
Larvas muertas	84.20 b	93.60 a
Larvas esporuladas	20.40 b	29.60 a
Pupas formadas	15.80 a	6.40 b
Pupas esporuladas	8.00 a	4.80 b

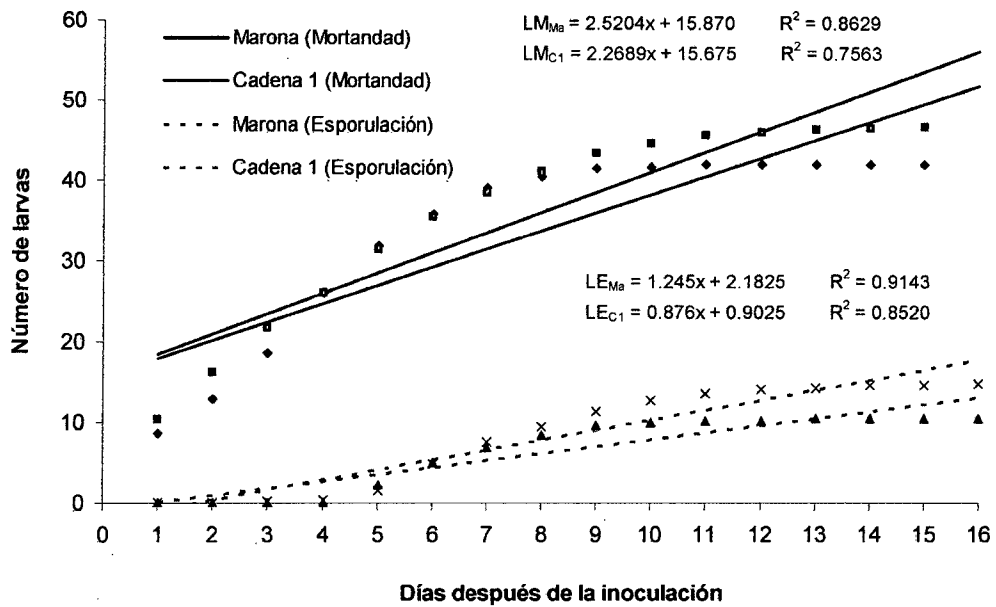
Porcentajes unidos con la misma letra dentro de cada fila no difieren significativamente entre sí

En el Cuadro 14, se muestra la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del efecto de dos cepas de *Beauveria bassiana* en el porcentaje de larvas muertas, larvas esporuladas, pre-pupas formadas y esporuladas de *Cosmopolites sordidus*; observándose un mejor efecto de la cepa Marona (Ma) en la mortandad y esporulación a nivel de larvas con 93.60 y 29.60%, respectivamente; diferenciándose significativamente del efecto alcanzado por la cepa Cadena 1 (C1). El mayor efecto alcanzado por la cepa Marona (Ma) en la mortandad y esporulación de larvas, trajo como consecuencia una menor formación y esporulación de pre-pupas, siendo significativamente menor al efecto alcanzado por la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) a nivel de pre-pupas (Figura 7).

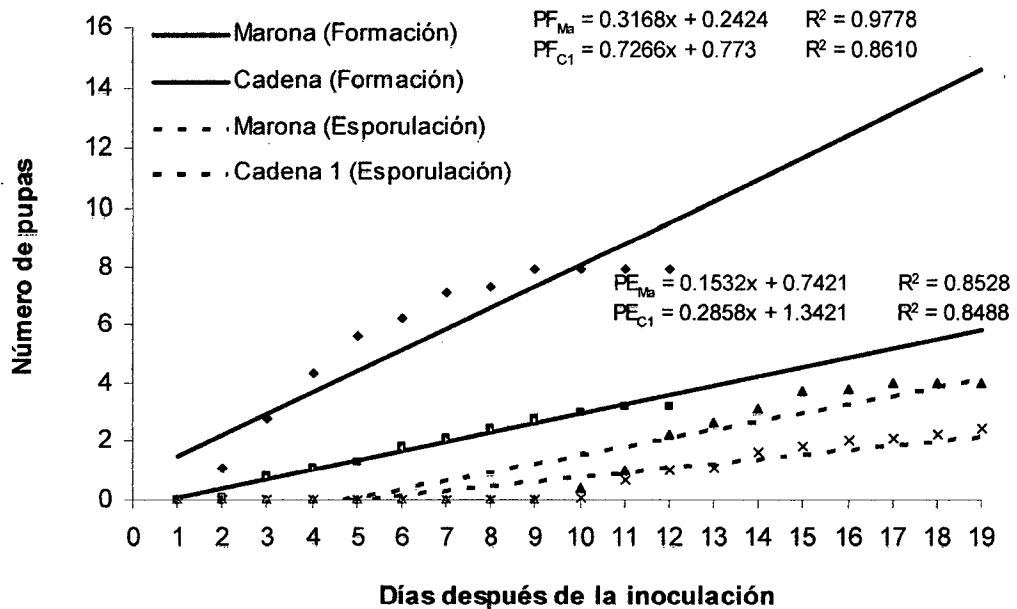


**FIGURA 7.** Porcentaje de mortandad y esporulación de larvas, formación y esporulación de pupas de *Cosmopolites sordidus*.

En las Figura 8 y 9, se muestra las tendencias de mortandad y esporulación de larvas, así como formación y esporulación de pre-pupas, observándose que el mejor efecto de las cepas está condicionado por una mayor tasa de crecimiento.



**FIGURA 8.** Tasa de mortandad y esporulación de larvas de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas de *B. bassiana*.



**FIGURA 9.** Tasa de formación y esporulación de pupas de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas de *B. bassiana*.

### 4.3.3 A nivel de pupas

**CUADRO 15.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto patogénico de dos cepas de *B. bassiana* en pupas de *Cosmopolites sordidus*.

Cepas	Pupas muertas no esporuladas (%)	Pupas muertas esporuladas (%)	Insectos adultos emergidos (%)
Marona (Ma)	24.60 a	8.00 a	67.40 a
Cadena (C1)	21.20 a	10.40 a	68.40 a

Tratamientos unidos en columna por la misma letra no difieren significativamente entre sí.

En el Cuadro 15, se muestra la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del efecto patogénico de dos cepas de *Beauveria bassiana* en el porcentaje de pupas muertas no esporuladas y esporuladas, así como el porcentaje de insectos adultos emergidos; observándose que no existen diferencias significativas entre las dos cepas en estudio en los ensayos realizados a nivel de pupas.

Cabe resaltar que el efecto de control de *Beauveria bassiana*, expresado en el porcentaje de pupas muertas esporuladas y no esporuladas, es bajo, donde el más alto porcentaje lo constituyeron los insectos adultos emergidos a partir de pupas inoculadas con las dos cepas en estudio, con 67.40 y 68.40% para las cepas Marona (Ma) y Cadena 1 (C<sub>1</sub>), respectivamente.

La Figura 10 ilustra claramente estas variaciones de porcentajes para las dos cepas en estudio.

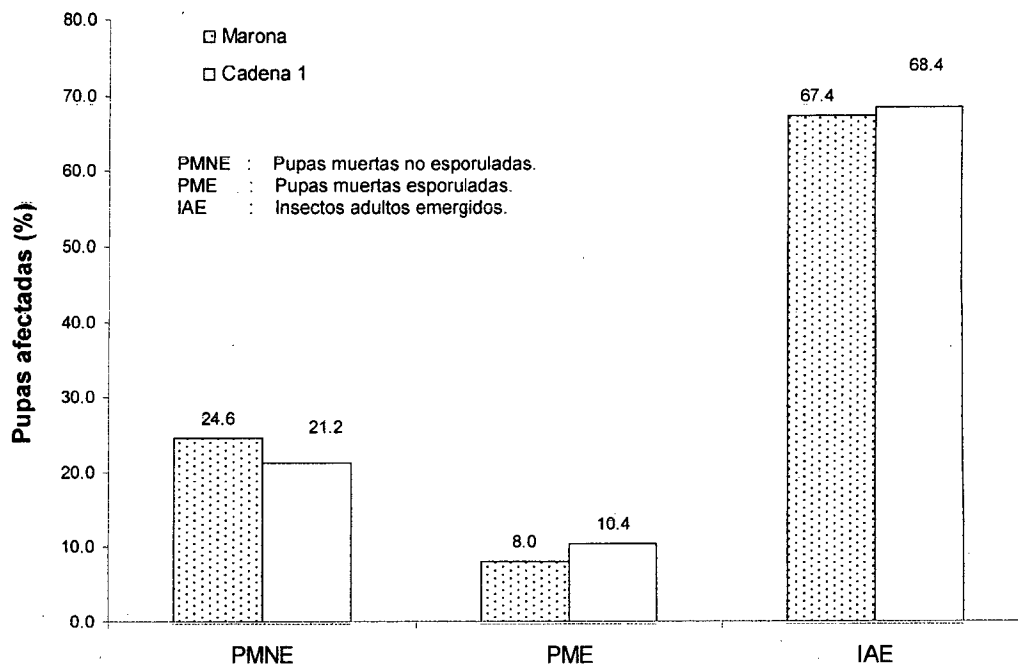


FIGURA 10. Porcentaje de pupas afectadas con dos cepas de *B. bassiana*.

#### 4.3.4 A nivel de adultos

CUADRO 16. Análisis de variancia para el porcentaje de adultos muertos y esporulados de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas de *B. bassiana*.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
		% de adultos muertos	% de adultos esporulados
Tratamientos	1	1512.90 AS	2890.00 AS
Error experimental	8	6.75	13.70
Total	9		
c.v.	:	3.93%	5.16%

AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad

Del Cuadro 16, se deduce que:

- Existe diferencias significativas al 1% de probabilidad para tratamientos en el porcentaje de adultos muertos y porcentaje de adultos esporulados de *Cosmopolites sordidus*.
- Los coeficientes de variabilidad para ambas variables nos indican excelente homogeneidad de los resultados experimentales.

**CUADRO 17.** Porcentaje de adultos muertos y esporulados de *Cosmopolites sordidus* infectados con dos cepas promisorias de *B. bassiana*.

Cepas	Mortandad			Esporulaci3n		
	%	Tasa	R <sup>2</sup>	%	Tasa	R <sup>2</sup>
Marona (Ma)	91.2 a	4.1848	0.6876	88.8 a	4.3949	0.7464
Cadena 1 (C <sub>1</sub> )	66.6 b	3.6925	0.9083	54.8 b	2.9594	0.9297

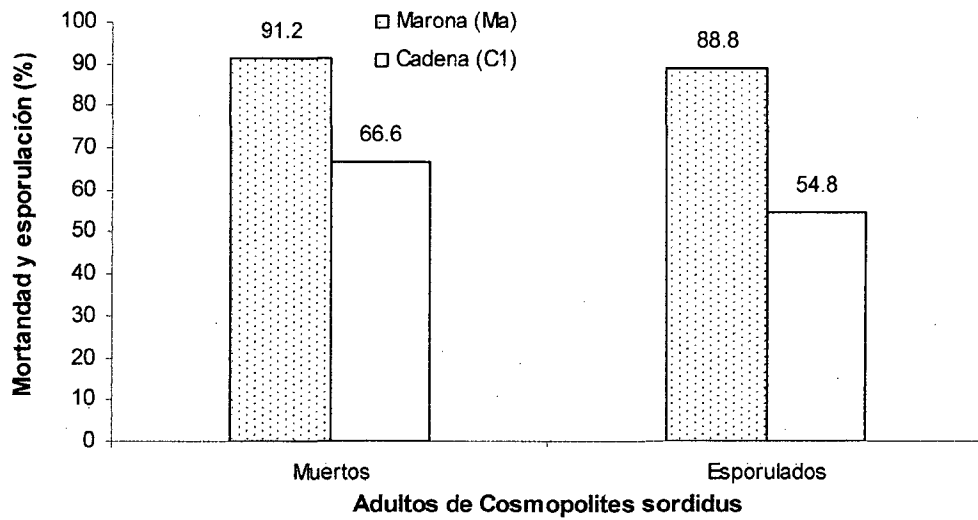
Valores porcentuales de cepas unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre s3.

En el Cuadro 17, se muestra la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de mortandad y esporulaci3n de gorgojo negro por efecto de las dos cepas promisorias de *B. bassiana*, observ3ndose un mayor efecto patog3nico de la Cepa Marona (Ma) que alcanz3 91.2 y 88.8% de mortandad y esporulaci3n respectivamente; diferenci3ndose significativamente del efecto patog3nico de la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>), que alcanz3 solamente 66.6 y 54.8% de mortandad y esporulaci3n, respectivamente (Figura 11).

Las curvas ajustadas mediante regresi3n lineal para los porcentajes de adultos muertos y esporulados, se muestran en la Figura 12, indic3ndonos de



similar manera una mayor tasa de mortandad y esporulación para la cepa Marona (Ma).



**FIGURA 11.** Mortandad y esporulación de adultos de *Cosmopolites sordidus* infectados con *B. bassiana*

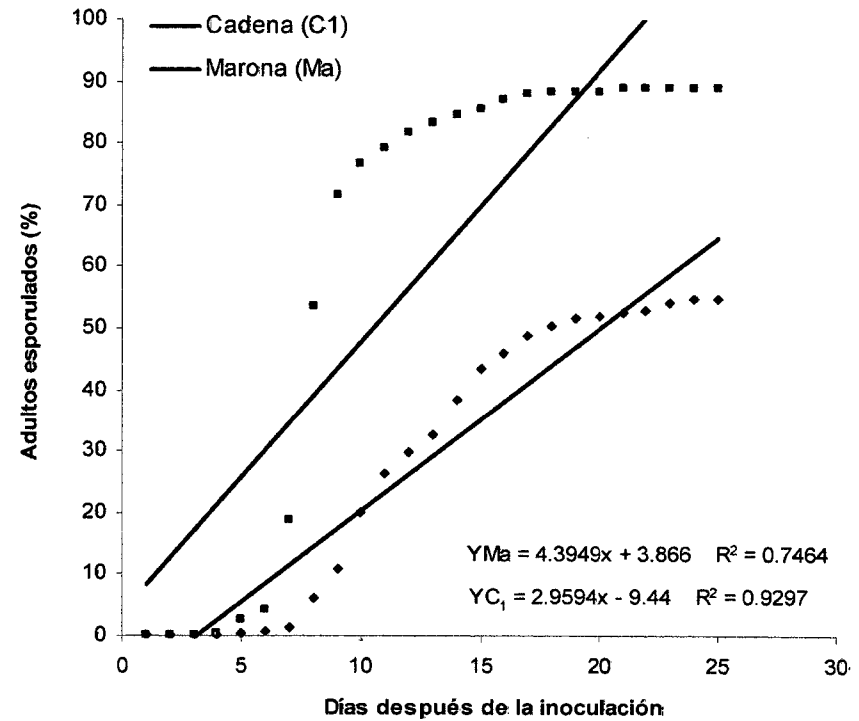
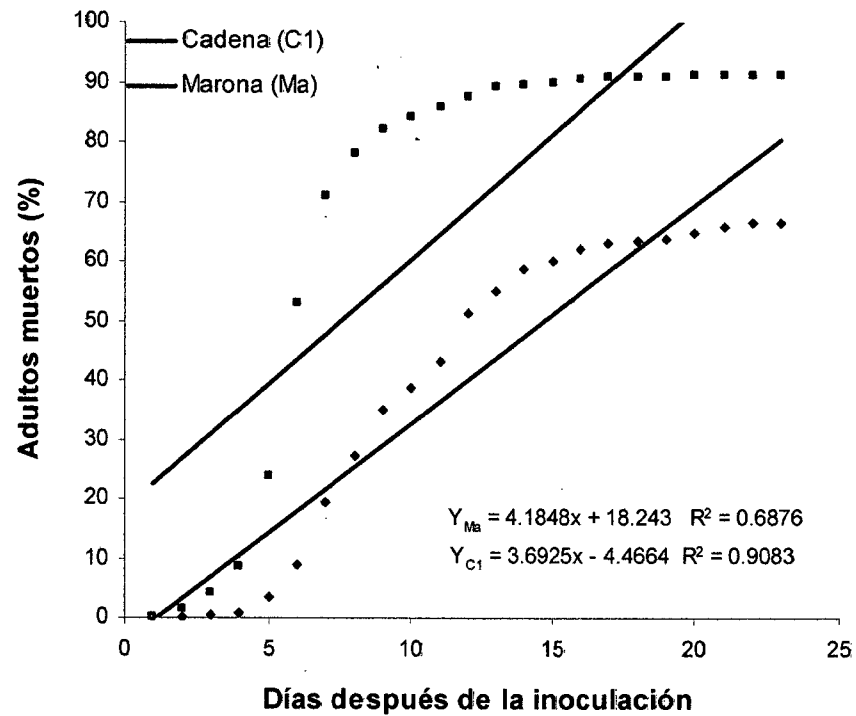


FIGURA 12. Curva de mortandad y esporulación de adultos de *Cosmopolites sordidus* infectados por dos cepas de *B. bassiana*

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 De la selección de cepas promisorias de *Beauveria bassiana*

Al realizar la prueba de patogenicidad de las 11 cepas en estudio (Cuadro 7 y Figura 3), se encontraron que los aislamientos obtenidos de las muestras de gorgojos muertos de la zona de Cadena 1 (C<sub>1</sub>) y Marona (Ma), presentaron los mayores porcentajes de mortandad y esporulación en gorgojo adulto a nivel de laboratorio. Estos altos porcentajes de patogenicidad están relacionados con las altas tasas de mortandad y esporulación de las dos cepas en estudio (Figura 1 y 2). Con fines comparativos, se utilizó un tratamiento testigo, sin inoculación de *Beauveria bassiana*, encontrándose solamente un 2% de gorgojos muertos, que puede deberse básicamente al cambio de ambiente del hospedero, originando un ligero estrés en adultos de gorgojo negro.

La mortandad observada en el tratamiento testigo puede ser atribuida a diferentes causas como: manipulación, otros contaminantes externos y causas fisiológicas como la inanición. En estos casos, cuando fue observado a la lupa estereoscópica, no se apreciaron estructuras de los hongos evaluados sobre el insecto muerto mantenido en condiciones de alta humedad. El resto de los insectos se mantuvo durante la conducción del ensayo en condiciones normales, manteniendo su capacidad de movilidad y alimentación.

Vale la pena mencionar que los síntomas externos como consecuencia de la infección causada por *Beauveria bassiana* en los insectos, al momento de evaluar los tratamientos, fue escaso. La patogenicidad de un microorganismo y el desarrollo de la infección en el insecto están relacionados con la producción

de toxinas del microorganismo patógeno que le permite sobreponerse a los mecanismos de defensa del hospedero.

En el caso de *B. bassiana* el hongo invade el insecto a través de la cutícula o vía bucal, cambiando el pH en la hemolinfa. Un vez que el hongo llega al intestino cumple su ciclo, manifestándose externamente en forma de micelio blanco, conocido como “muscardina blanca”, originando la muerte debido a la pérdida de nutrientes y por acción de las toxinas (GONZALES *et al.*, 1993).

Los resultados obtenidos de este ensayo nos demuestran que el empleo del hongo *Beauveria* como biocontrolador del “gorgojo negro”, posee un gran potencial para reducir las poblaciones de esta plaga. Asimismo, consideramos que la implementación de una unidad de producción a pequeña escala de un patógeno nativo tal como es el hongo *Beauveria*, combinado con una aplicación de tecnología apropiada pueda constituir un avance muy importante como alternativa al tradicional control químico, a una reducción de su empleo para el control del “gorgojo negro”. Para ello es necesario continuar los estudios en laboratorio con la finalidad de obtener un excelente desarrollo del hongo y al mismo tiempo realizar ensayos para determinar el método más adecuado y oportuno de aplicación del hongo, de tal manera que al agricultor le resulte fácil, eficiente y económico (ALCAZAR *et al.*, 1999).

## **5.2 De la selección del método de aplicación**

Los análisis estadísticos muestran diferencias estadísticas al 5% de probabilidad por efecto del factor A (cepas) y diferencias al 1% de probabilidad para el factor B (tipo de inoculación), tal como lo indica el Cuadro 8. Las

diferencias significativas para el efecto principal de cepas, se debe principalmente a la variabilidad patogénica de las cepas en estudio (Cuadro 9).

DAOUST and PEREIRA (1986), indican que existen muchas cepas de estos hongos que varían considerablemente en su virulencia y rango de hospederos. La forma más usual de infección es por contacto a través de la cutícula del insecto y la inducción de la micosis es factible debido a que los conidios pueden germinar aún fuera de los hospederos. La capacidad que muestran los conidios de los hongos entomopatógenos para permanecer estables en el campo, es la más importante restricción para el uso efectivo de estos agentes en el control de plagas, lo cual está muy relacionado con la capacidad de sobrevivencia de los mismos.

Las diferencias significativas para el efecto principal del tipo de inoculación (Cuadro 10), muestra un mayor porcentaje de mortandad con la inoculación mediante aspersion con 59.48%, en relación a un 39.57% de mortandad con la inoculación mediante contacto (Figura 4).

Esta diferencia significativa, se debe principalmente a la mayor distribución de las conidias sobre el cuerpo del insecto, así como también al factor agua presente en la suspensión conidial, lo cual favorece la germinación del hongo; concordando con los resultados obtenidos por AREVALO, *et al.* (1998), quien encontró que el mejor método de inoculación de *Beauveria bassiana* fue el de aspersion, causando la muerte a los 6 días de inoculación, mientras que la inoculación por contacto se producía la muerte a los 7 días.

### **5.3 Del efecto patogénico de las dos cepas promisorias *B. bassiana* en los diferentes estadios de *C. sordidus***

La inoculación de *Beauveria bassiana* en los diferentes estadios de *C. sordidus* fue realizado mediante aspersión de la suspensión conidial, utilizando las dos cepas con los más altos porcentajes de mortandad y esporulación durante la selección de las cepas promisorias, correspondiendo a las cepas aisladas de "gorgojos negros" colectados de la zona de Cadena 1 (C<sub>1</sub>) y Marona (Ma).

La infestación de *Beauveria bassiana* a nivel de huevos de *Cosmopolites sordidus*, nos muestra diferencias no significativas de las dos cepas en estudio, indicándonos un comportamiento similar debido posiblemente a que en este estadio el efecto patogénico de *B. bassiana* se encuentre enmascarado por las condiciones desfavorables, como la falta de sustrato y tejido a invadir.

Los porcentajes de esporulación alcanzados por las dos cepas en estudio oscilan de 41.7 a 50.0%; correspondiendo el mayor porcentaje de esporulación a la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) con 50%, mientras que con la cepa Marona (Ma) se obtuvo solamente un 41.7% de esporulación a nivel de huevos (Figura 5). Estos porcentajes encontrados, nos indican niveles bajos, favorecidos principalmente por la falta de sustrato y tejido a invadir.

Estudios realizados demuestran que este patógeno se encuentra en la naturaleza siguiendo dos posibles ciclos de desarrollo, saprofiticos en desechos vegetativos y parasíticos en insectos. El crecimiento saprofitico puede dar como resultado la producción de conidióforos, conidias y desarrollo micelial. Esta característica permite que el hongo pueda ser cultivado en el laboratorio utilizando técnicas de bajo costo para la producción masal. La

infección parasítica de los insectos es causado por las esporas y la ruta más común de penetración directa se realiza a través de la cutícula del insecto. Las conidias de *B. bassiana* ingresan a la cavidad del cuerpo del insecto donde se desarrollan produciendo micelios y blastosporas (ALCAZAR *et al.*, 1999).

Al plotear el número acumulado de huevos esporulados contra el tiempo, nos permitió determinar la tasa de esporulación de *Beauveria bassiana* a nivel de huevos de *C. sordidus*, mostrando la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) la mayor tasa de esporulación (3.2541). También se puede observar (Cuadro 20 y 21 del anexo), que la esporulación a nivel de este estadio empieza al cuarto día de inoculado *Beauveria bassiana*, independientemente al tipo de cepa que se utiliza; donde la liberación de conidias en ambos se realiza en sólo horas después del crecimiento micelial.

Asimismo, se evaluó el efecto patogénico de las dos cepas promisorias de *B. bassiana* sobre larvas de *C. sordidus*, inoculando  $2 \times 10^9$  conidias/ml en 500 larvas para cada cepa. El Cuadro 14, muestra altos porcentajes de mortandad de larvas para las dos cepas en estudio, donde la cepa Marona (Ma) obtuvo el 93.60% y la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) el 84.20%, donde las tasas de mortandad se encuentra en relación directa al porcentaje de mortandad; indicándonos mayor efecto patogénico de la cepa Marona (Ma) a nivel de este estadio; viéndose corroborado por el mayor porcentaje de esporulación de larvas y menor porcentaje de formación de pupas a partir de larvas inoculadas en relación a la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) (Figura 7).

Cabe resaltar que la mortandad de larvas sucede al primer día de inoculado las larvas con cepas de *Beauveria bassiana*, mientras que la esporulación empieza recién al quinto día de inoculación, no concordando con

lo manifestado por AREVALO, *et al.* (1998), que indica que la esporulación de *B. bassiana* ocurre a 1 ó 2 días después de la muerte del hospedero, donde un 50% de larvas muertas deben presentar esporulación.

El período de mortandad de larvas en las dos cepas en estudio es variable; fluctuando para la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) de 1 a 12 días de la inoculación, mientras que la cepa Marona (Ma) presentó un período de 1 a 15 días (Cuadros 22 y 23 del anexo). El período de esporulación también fue variable para las dos cepas en estudio, siendo de 5 a 13 días después de la inoculación para la Cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) y de 3 a 16 días para la Cepa Marona (Ma). Se puede notar un mejor efecto patogénico y período de viabilidad de la Cepa Marona (Ma), expresado tanto en el período de mortandad e inicio de la esporulación en gorgojo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar).

El porcentaje de esporulación de *B. bassiana* en larvas de *C. sordidus* no sobrepasan el 30%, atribuyéndose a la posibilidad de una muerte natural a causa del estrés del cautiverio, que es causado por el cambio de hábitat del hospedero (larva).

En relación al efecto patogénico de *B. bassiana* en pupas de *C. sordidus* (Cuadro 15), expresado en los bajos porcentajes de pupas muertas no esporuladas y esporuladas; se debe principalmente a la protección del hospedero adquirida como consecuencia del cocón que la larva construye a base de fibra del pseudotallo y rizoma de plátano. Estos bajos porcentajes de infección como consecuencia de la protección del cocón, da como resultado altos porcentajes de adultos emergidos, no diferenciándose significativamente para las dos cepas en estudio (Figura 10).



En relación al efecto patogénico de *B. bassiana* en adultos de *C. sordidus*, los mayores porcentajes de mortandad y esporulación se observan al utilizar la cepa Marona (Ma) con 91.2 y 88.8%, respectivamente (Figura 11); computándose estos últimos como los realmente infectados por *B. bassiana*; donde el porcentaje restante puede deberse a una muerte natural a causa del estrés del cautiverio.

En las dos cepas en estudio, la esporulación es profusa y abundante y siempre se manifiesta inicialmente por las articulaciones de las patas y antenas, para posteriormente llegar a cubrir el 80 a 90% del cuerpo. Esta capacidad esporulativa del hongo, va a permitir una mayor distribución y eficiencia del inóculo, ya sea a nivel de laboratorio o campo definitivo.

CASTELLANOS (1997), reporta que el patógeno ataca a los insectos a través de la cutícula o por vía digestiva, lugares donde germinan las esporas del hongo y se produce una hifa invasora que penetra los tejidos del hospedero. Algunas partes de la cutícula son más susceptibles al ataque enzimático que otras, siendo importante no sólo la actividad catalítica del complejo enzimático producido por los hongos estudiados, sino también el sitio específico de la acción de las enzimas sobre la cutícula.

Además de la interacción de los hongos sobre el insecto a nivel cuticular y la actividad catalítica de los hongos entomopatógenos, la patogenicidad del hongo se da a través de la acción de las toxinas como beauvericinas y destruxinas. Las hifas se ramifican, colonizan y llegan hasta la cavidad hemocélica donde se liberan toxinas que causan la muerte del insecto (KAIJIANG *et al.*, 1986).

ZACHARUK (1973), manifiesta que existe una relación entre la cantidad de toxina producida y la patogenicidad del hongo; estas toxinas le crean al huésped una degeneración progresiva de los tejidos generando cambios estructurales en las membranas, produciendo deshidratación y muerte. También se han observado cambios en la actividad eléctrica de los nervios, causados por el incremento en el consumo de oxígeno en un intento del insecto por restablecerse.

La eficacia de este microorganismo ha sido evaluada mezclado con insecticidas químicos, así como a través de diferentes formulaciones, dosis y métodos de aplicación. Además, estos resultados confirman lo señalado por diferentes investigadores sobre el aumento de virulencia del hongo una vez que es inoculado sobre el hospedero susceptible (CASTINEIRAS, 1984).

## VI. CONCLUSIONES

1. El único entomopatógeno aislado de adultos muertos de *Cosmopolites sordidus*, dentro de la zona en estudio fue *Beauveria bassiana*, el cual en estado natural se encuentra atacando a esta plaga.
2. Las cepas de *Beauveria bassiana* Cadena 1 (C<sub>1</sub>) y Marona (Ma) presentaron los mejores porcentajes y tasas de mortandad y esporulación, siendo considerados como cepas promisorias para su posterior estudio en los cuatro estadíos de "gorgojo negro" (*Cosmopolites sordidus* Germar).
3. El método de inoculación por suspensión conidial de *Beauveria bassiana* obtuvo el mayor porcentaje de mortandad de adultos de "gorgojo negro" con 59.48%, diferenciándose significativamente de la inoculación por contacto.
4. El potencial de control de *B. bassiana* a nivel de larvas de *C. sordidus* para las cepas Cadena 1 (C<sub>1</sub>) y Marona (Ma), expresado en el porcentaje de mortandad se encuentran en un rango 84.20 y 93.60%; mientras que el porcentaje de esporulación fue de 20.40 a 29.60%.
5. Las dos cepas en estudio de *B. bassiana* no tienen un efecto diferencial marcado en la patogénesis de huevos y pupas de *C. sordidus*.
6. El mejor efecto patogénico en adultos de *C. sordidus*, se obtuvo con la cepa Marona (Ma), alcanzando un 91.2 y 88.8% de mortandad y esporulación, respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas de patogenicidad en el control de *Cosmopolites sordidus* de las dos cepas promisorias de *Beauveria bassiana* a nivel de campo definitivo del cultivo de plátano, utilizando diferentes tipos de trampas.
2. Realizar pruebas de colección de gorgojos de otras zonas plataneras, a fin de encontrar cepas con un mayor efecto patogénico en *Cosmopolites sordidus* Germar, expresado en una mayor tasa de mortandad y esporulación.
3. Evaluar el efecto entomopatogénico de *Beauveria bassiana* en el control de plagas de cultivos tropicales.
4. Debido a la capacidad entomopatogénica de *Beauveria bassiana*, incorporar el método de control biológico utilizando este entomopatógeno, como un componente más dentro de un programa de manejo integrado de esta plaga.

## VIII. RESUMEN

Con la finalidad de coleccionar e identificar entomopatógenos relacionados con la muerte de *Cosmopolites sordidus* Germar, evaluar y obtener los mejores entomopatógenos de la zona, para así determinar su acción entomopatogénica en los cuatro estadios de desarrollo de *C. sordidus* Germar; se realizó el presente ensayo en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco, en el periodo de marzo de 1999 a marzo del 2000.

Para realizar el aislamiento de posibles entomopatógenos de *C. sordidus* y determinar su acción entomopatogénica, se coleccionaron adultos muertos de gorgojo negro de 11 zonas plataneras dentro de la provincia de Leoncio Prado, encontrándose solamente al hongo *Beauveria bassiana* como posible responsable de la muerte de gorgojo negro. Para realizar las pruebas patogénicas de las dos mejores cepas encontradas, se coleccionaron larvas, pupas y adultos de *Cosmopolites sordidus* de plantaciones de plátano cercanas al lugar del experimento; mientras que los huevos fueron obtenidos a partir de adultos de *Cosmopolites sordidus* en cautiverio.

Los resultados obtenidos nos permiten inferir que el mejor método de inoculación de *Cosmopolites sordidus* es el de aspersión conidial, diferenciándose significativamente del método de inoculación por contacto.

Las cepas Cadena 1 (C<sub>1</sub>) y Marona (Ma), fueron seleccionadas como promisorias para ser evaluada su actividad patogénica en los cuatro estadios de *C. sordidus*, por presentar los más altos porcentajes y tasas de mortandad y esporulación. En los cuatro estadios de *C. sordidus* los efectos patogénicos de las dos cepas en estudio fueron variables; encontrándose que la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) a nivel de larvas presentó un 50% de esporulación, en comparación a la cepa Marona (Ma) que solamente obtuvo el 41.7%.

En el estadio larval, se observó un 84.20% de mortandad al usar la cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) y 93.60% con la cepa Marona (Ma); mientras que el porcentaje de esporulación fue de 20.40 y 29.60%, respectivamente. Las dos cepas en estudio no tienen un efecto diferencial marcado en la patogénesis de pupas de *Cosmopolites sordidus*, viéndose enmascarado su efecto como consecuencia del cocón.

El mejor efecto patogénico en adultos de *Cosmopolites sordidus*, se obtuvo con la cepa Marona (Ma), alcanzando un 91.2 y 88.8% de mortandad y esporulación, respectivamente.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ALCAZAR, J.; RAMAN, K.; TORRES, E. y YABAR, L. 1999. *Beauveria* sp., hongo amigo del agricultor. Revista MEDIO AMBIENTE. N° 45. Lima, Perú. Pp. 44 - 46.
2. ALEXOPOULUS, C. J. 1985. Introducción a la micología. Editorial OMEGA. Barcelona, España. Pp. 212 - 223.
3. ARÉVALO. E.; CABEZAS, O; RIOS, R. y ZÚÑIGA L. 1998. Control del gorgojo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) y gorgojo rayado (*Metamasius hemipteros* L.) del plátano con *Beauveria bassiana* (Bals) Buill. en condiciones de campo y laboratorio. Tingo María, Perú. 25 p.
4. AYALA, J. L. y MONZON, S. 1977. Ensayo sobre diferentes dosis de *Beauveria bassiana* para el control del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar). Centro de Agricultura (Cuba). 4(2): 19-23.
5. BARNETT, H. and HUNTER, B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. APS PRESS. Minesota, EE.UU. 65 p.
6. BELALCAZAR, C. 1991. El cultivo del plátano (*Musa AAB* Simmonds) en el trópico. Edit. IICA. Bogotá, Colombia. 376 p.
7. CARVALLO, M. 1996. Evaluación de la mortandad de *Cosmopolites sordidus* por efecto de diferentes formulaciones de *Beauveria bassiana*. San José, Costa Rica. 10 p.

8. CASTELLANOS, D. 1997. Importancia en la patogenicidad de la acción enzimática del hongo *Beauveria bassiana* sobre la broca del café. Revista Colombiana de Entomología 23 (1-2): 65-71.
9. CASTINEIRAS, A. 1984. Virulencia de cuatro cepas de *Beauveria bassiana* sobre adulto de *Cylas formicarius elegantulus* (Coleoptera: Curculionidae). Ciencia Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas, (Cuba) 7: 67-74.
10. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ (CENICAFE). 1993. Pérdida de virulencia del hongo *Beauveria bassiana* cultivado sucesivamente en sustrato de arroz. BRO CARTA N° 14. Colombia. Pp. 12 - 16.
11. CISNEROS, F. 1995. Control de plagas. Edit. AGCS Electronics. Lima, Perú. 312 p.
12. COAGUILA R., P. 2001. Efecto de dos cepas de *Beauveria bassiana* (Bals) Bullí. en el control de gorgojo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) y gorgojo rayado (*Metamasius hemipterus* Seriseus) en el cultivo de plátano en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 100 p.
13. COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE (CMI). 1979. *Beauveria bassiana*. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England. N° 602 - 603.

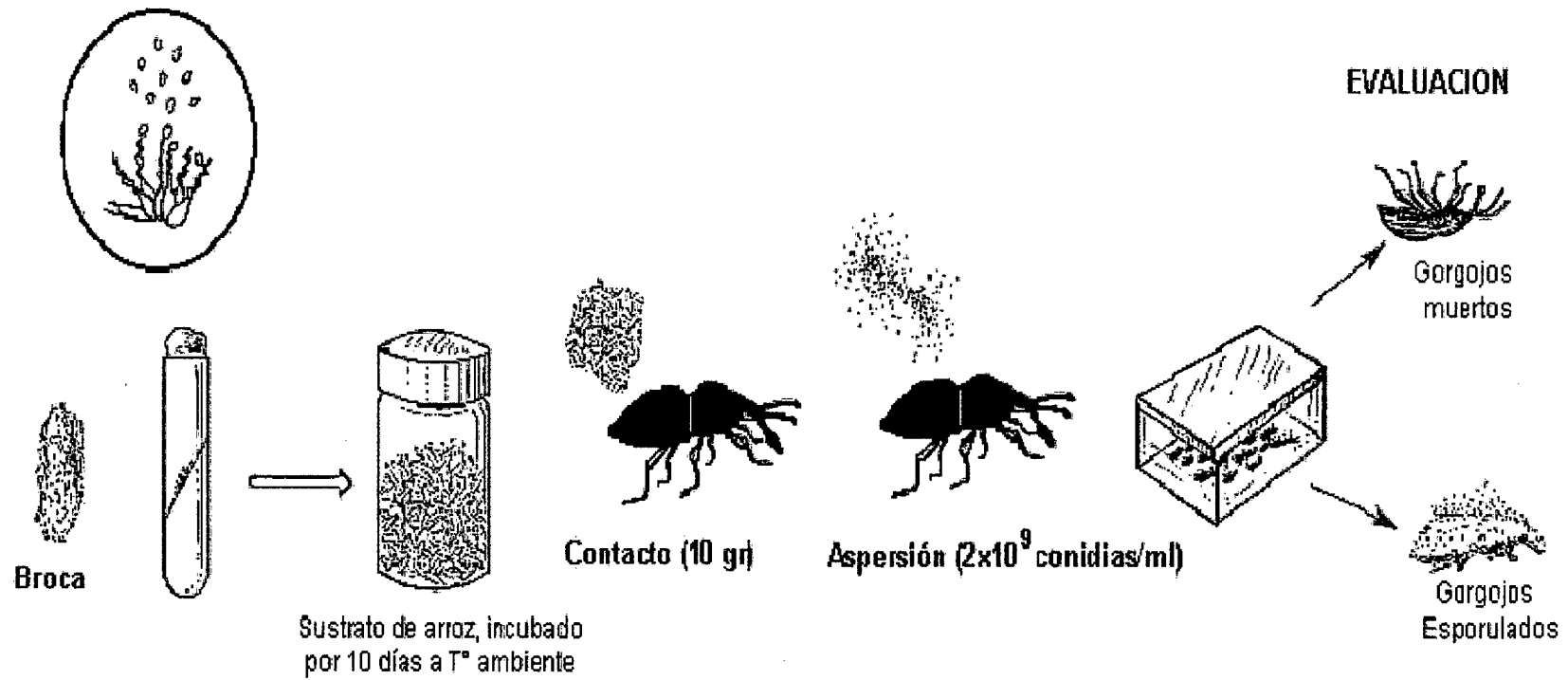


14. DAOUST, R. and PEREIRA, R. M. 1986. Survival of *Beauveria bassiana* (Deuteromycetes: Moniliales) conidias on cadavers of cowpea pest stored outdoors and in laboratory in Brazil. *Environmental Entomology* 15 (3): 642-647.
15. ESTRADA, J. y LOPEZ, M. T. 1998. Los bioplaguicidas en la agricultura sostenible cubana. Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt (INFAT). La Habana, Cuba. 25 p.
16. GAMARRA, D.; ZAVALA, J y H. TORRES. 1994. Biocontrol de larvas del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes suturicallus*) con *Beauveria brongniartii* en almacenes tradicionales de papa. Resúmenes del XIII Congreso Peruano de Fitopatología. Tingo María, Perú. Pp.11.
17. GONZÁLEZ, G.; POSADA, F.; BUSTILLO, P. 1993. Bioensayo para evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Revista Colombiana de Entomología (Cali)* 19 (4): 123-130.
18. HALL, F. y BARRY, J. 1995. Biorational pest control agents formulation and delivery. Edit. American Chemical Society Washington DC, USA. Pp. 165 - 182.
19. KAIJIANG, L; ROBERTS, D. 1986 The production of destruxins by the entomogenous fungus, *Metarhizium anisopliae* var. *major*. *Journal of Invertebrate pathology* 47: 120 -122.

20. LUMSDEN, R. D. and LEWIS, J. A. 1997. Problems and progress in the selection, production, formulation and commercial use of plant disease control fungi. Edic. Cambridge Univ. Press Cambridge Uk. Pp. 158 - 163.
21. LUTZEYER, H. 1994. Avances en el control de plagas y enfermedades en cultivos perennes tomando como referencia al café. Informe Técnico del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania. BMZ – GTZ. Bonn, Alemania. 152 p.
22. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1996. Boletín estadístico. III Censo Agropecuario. Lima, Perú. Pp. 26 - 32.
23. MONT KOC, R. 1993. Principios de control de enfermedades de las plantas. Edit. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 286 p.
24. PEÑA, J. E.; DUNCAN, R. y MARTIN, R. 1991. Biological control of *Cosmopolites sordidus* in Florida. In: C.S. Gold and. B. Gemill eds. Biological and Integrated control of highland banana and plantain pests and diseases. Pp. 125 - 139.
25. TORRES, H. 1993. Control biológico del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) con *Beauveria brongniartii*. Guía de Investigación CIP 8. Lima, Perú. 12 p.
26. VIERA, H. 1969. Control químico de *Radopholus similis* T. y *Cosmopolites sordidus* G. en plátano variedad Isla. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 86 p.

27. WAINWRIGHT, M. 1995. Introducción a la biotecnología de los hongos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp. 173 - 174.
28. ZACHARUK, R. 1973. Penetration of the cuticular layers of elaterid larvae (Coleoptera) by the fungus *Metarhizium anisopliae* and notes on bacterial invasion. *Journal of Invertebrate Pathology* 21: 101 - 106.

## **X. ANEXO**



**FIGURA 13.** Metodología de inoculación por contacto y aspersión de *B. bassiana* para el control de gorgojo negro (*C. sordidus* Germar) en condiciones de laboratorio.

**CUADRO 18.** Número de adultos muertos de *C. sordidus* utilizando 11 cepas *B. bassiana*.

D.D.A.	Cepas de <i>Beauveria bassiana</i> <sup>1/</sup>											
	Tu <sub>1</sub>	Tu <sub>2</sub>	Au <sub>1</sub>	Au <sub>2</sub>	Ca <sub>1</sub>	Ca <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Ma	Mi	U	To
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	6	0	4	4	3	2	1	4	14	0	0
7	6	5	2	7	7	5	11	1	5	8	6	1
8	5	6	3	14	4	7	11	3	4	14	7	1
9	6	12	7	7	9	4	9	9	13	4	9	0
10	6	23	10	10	13	9	15	17	19	6	12	0
11	11	8	10	7	15	7	24	6	10	11	12	0
12	15	6	6	15	6	10	8	10	10	5	13	0
13	3	4	4	3	0	3	0	0	1	0	2	0
14	0	2	4	1	2	4	3	1	4	2	5	0
15	3	2	2	4	1	1	2	3	3	0	2	0
16	1	2	4	3	4	5	2	3	5	0	4	0
17	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	57	76	52	75	69	58	87	54	78	64	72	2

<sup>1/</sup> : Cada tratamientos estuvo constituido por 100 adultos de gorgojo negro.  
D.D.A. : Días después de la aplicación de las cepas.

**CUADRO 19.** Número de adultos esporulados de *C. sordidus* utilizando 11 cepas *B. bassiana*.

D.D.A.	Cepas de <i>Beauveria bassiana</i> <sup>1/</sup>											
	Tu <sub>1</sub>	Tu <sub>2</sub>	Au <sub>1</sub>	Au <sub>2</sub>	Ca <sub>1</sub>	Ca <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Ma	Mi	U	To
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	7	0	1	0	1	2	5	0	0	1	6	0
9	6	1	4	4	6	3	4	1	0	5	1	0
10	3	13	5	7	4	10	7	3	11	4	12	0
11	6	12	8	16	17	12	13	10	23	6	9	0
12	10	18	15	13	10	9	24	5	12	9	7	0
13	15	7	7	14	8	4	8	11	9	4	17	0
14	0	10	7	5	5	3	4	14	5	4	4	0
15	3	3	2	0	0	2	2	4	1	0	2	0
16	1	0	4	4	0	2	1	2	5	0	1	0
17	0	1	0	2	0	2	1	1	2	0	3	0
18	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0
<b>Total</b>	54	65	55	65	51	49	69	53	68	4 3	64	0

<sup>1/</sup> : Cada tratamientos estuvo constituido por 100 adultos de gorgojo negro.  
D.D.A. : Días después de la aplicación de las cepas.

**CUADRO 20.** Número acumulado de huevos esporulados infectados con dos cepas de *B. bassiana*.

Días	Cadena (C <sub>1</sub> ) <sup>1/</sup>			Marona (Ma) <sup>1/</sup>		
	1	2	3	1	2	3
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	1	0	2
5	3	1	5	2	2	5
6	11	5	7	5	3	9
7	16	9	11	11	6	12
8	23	12	15	15	9	16
9	27	19	21	21	15	20
10	31	24	24	22	17	23
11	33	28	26	26	21	27
12	33	31	26	27	21	27
<b>% esporulación</b>	<b>55.0</b>	<b>51.7</b>	<b>43.3</b>	<b>45.0</b>	<b>35.0</b>	<b>45.0</b>

<sup>1/</sup> Cada repetición está constituido por 60 huevos de *Cosmopolites sordidus*.

**CUADRO 21.** Número de huevos esporulados de *C. sordidus* días después de la inoculación con dos cepas de *B. bassiana* <sup>1/</sup>.

Cepa	Rep.	Días de Evaluación														Total	% de esporulación
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Cadena 1 (C <sub>1</sub> )	1	0	0	0	0	3	8	5	7	4	4	2	0	0	0	33	55.00
	2	0	0	0	0	1	4	4	3	7	5	4	3	0	0	31	51.67
	3	0	0	0	1	4	2	4	4	6	3	2	0	0	0	26	43.33
Marona (Ma)	1	0	0	0	1	1	3	6	4	6	1	4	1	0	0	27	45.00
	2	0	0	0	0	2	1	3	3	6	2	4	0	0	0	21	35.00
	3	0	0	0	2	3	4	3	4	4	3	4	0	0	0	27	45.00

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 60 huevos de *Cosmopolites sordidus*.



**CUADRO 22.** Número de larvas muertas (LM) de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>).

Repetición <sup>1/</sup>	Días después de la inoculación												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	6	7	5	10	7	5	3	1	-	-	-	-	44
2	5	4	4	8	4	4	3	7	2	-	-	-	41
3	7	2	7	9	11	7	1	-	-	1	-	-	45
4	13	3	5	9	5	5	4	-	3	-	-	-	47
5	8	6	7	8	6		5	-	1	1	2	1	45
6	10	5	8	5	3	4	2	1	1	-	-	-	39
7	7	5	4	6	7	4	3	-	2	1	-	-	39
8	11	5	8	6	4	3	3	2	-	-	-	-	42
9	13	3	5	4	3	5	5	4	-	-	-	-	42
10	6	4	3	10	8	2	4	-	-	-	-	-	37
<b>Total</b>	86	44	56	75	58	39	33	15	9	3	2	1	421
<b>Promedio</b>	8.6	4.4	5.6	7.5	5.8	3.9	3.3	1.5	0.9	0.3	0.2	0.1	42.1

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 50 larvas de *C. sordidus*.

**CUADRO 23.** Número de larvas muertas (LM) de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Marona (Ma).

Repetición <sup>1/</sup>	Días después de la inoculación															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	4	2	6	5	7	4	7	3	4	3	2	1	-	1	1	50
2	11	7	4	5	4	4			3	1	2	3	-	-	-	44
3	7	8	5	4	4	7	1	4		1	2	-	-	-	-	43
4	4	6	8	5	6	4	3	5	4	1	-	-	-	-	-	46
5	7	9	5	4	6	2	6		3	2	2	-	1	-	2	49
6	8	6	6	4	4	5	5	2	2	-	1	-	1	-	-	44
7	20	6	8	4	3	2	4	2	-	-	-	-	1	-	-	50
8	8	5	6	8	9	2	-	5	3	-	-	-	-	-	-	46
9	17	6	4	2	3	5	3	2	3	1	1	-	-	-	-	47
10	18	3	4	2	7	6	-	5	-	3	1	-	-	-	-	49
<b>Total</b>	104	58	56	43	53	41	29	28	22	12	11	4	3	1	3	468
<b>Promedio</b>	10.4	5.8	5.6	4.3	5.3	4.1	2.9	2.8	2.2	1.2	1.1	0.4	0.3	0.1	0.3	46.8

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 50 larvas de *C. sordidus*.

**CUADRO 24.** Número de larvas esporuladas (LE) de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>).

Repetición	Días después de la inoculación													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	-	-	-	-	1	3	3	1	1	-	-	-	-	9
2	-	-	-	-	4	1	3	2	4	-	-	-	-	14
3	-	-	-	-		4	4	1	-	-	-	-	3	9
4	-	-	-	-	2	3	2	1	2	2	-	-	-	12
5	-	-	-	-	4	-	-	4	-	1	1	-	-	10
6	-	-	-	-	3	2	2	1	-	1	1	-	-	10
7	-	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	6
8	-	-	-	-	2	4	2	-	1	-	-	-	-	9
9	-	-	-	-	2	1	3	2	3	-	-	-	-	11
10	-	-	-	-	3	5	-	4	-	-	-	-	-	12
<b>Total</b>	-	-	-	-	23	27	19	16	11	4	2	0	3	102
<b>Promedio</b>	-	-	-	-	2.3	2.7	1.9	1.6	1.1	0.4	0.2	0.0	0.3	10.2

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 50 larvas de *C. sordidus*.

**CUADRO 25.** Número de larvas esporuladas (LE) de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Marona (Ma).

Repetición <sup>1/</sup>	Días después de la inoculación																Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	-	-	-	-	1	3	4	3	2	1	2	1	-	-	1	1	19
2	-	-	-	-	3	3	1	1	-	3	-	1	1	-	-	-	13
3	-	-	-	-	2	4	4	-	3	-	1	1	-	-	-	-	15
4	-	-	-	-	1	5	2	2	1	3	-	-	-	-	-	-	14
5	-	-	-	-	-	3	2	2	2	2	3	1	-	1	-	-	16
6	-	-	-	-	-	3	2	4	2	1	1	1	-	-	-	-	14
7	-	-	-	-	1	6	1	4	1	1	-	-	-	1	-	-	15
8	-	-	-	3	4	-	5	1	3	1	-	-	-	-	-	-	17
9	-	-	-	-	-	2	2	2	3	1	1	1	-	-	-	-	12
10	-	-	1	-	-	4	4	-	2	-	1	-	-	1	-	-	13
<b>Total</b>	0	0	1	3	12	33	27	19	19	13	9	6	1	3	1	1	148
<b>Promedio</b>	0.0	0.0	0.1	0.3	1.2	3.3	2.7	1.9	1.9	1.3	0.9	0.6	0.1	0.3	0.1	0.1	14.8

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 50 larvas de *Cosmopolites sordidus*.

**CUADRO 26.** Número de pupas formadas (PF)\* de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>).

Repetición <sup>1/</sup>	Días después de la inoculación												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-	2	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	6
2	-	2	2	2	2	-	1	-	-	-	-	-	9
3	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	5
4	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
5	-	-	-	1	1	-	1	-	2	-	-	-	5
6	-	-	3	3	1	2	-	1	1	-	-	-	11
7	-	2	1	2	2	-	2	-	2	-	-	-	11
8	-	1	1	2	-	1	2	-	1	-	-	-	8
9	-	2	1	2	-	2	-	1	-	-	-	-	8
10	-	1	4	-	5	1	2	-	-	-	-	-	13
Total	0	11	17	15	13	6	9	2	6	0	0	0	79
Promedio	0.0	1.1	1.7	1.5	1.3	0.6	0.9	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	7.9

\* Cantidad de pupas formadas a partir larvas inoculadas con cepa de *Beauveria bassiana*.

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 50 larvas de *C. sordidus*.

**CUADRO 27.** Número de pupas formadas (PF)\* de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Marona (Ma).

Repetición <sup>1/</sup>	Días después de la inoculación														Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2	-	-	3	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	6
3	-	-	-	2	-	-	1	1	2	-	2	-	-	-	8
4	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
6	-	-	1	1	1	2	1	-	-	1	-	-	-	-	7
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
8	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4
9	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3
10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	-	1	7	3	2	5	3	3	4	2	2	-	-	-	32
Promedio	-	0.1	0.7	0.3	0.2	0.5	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	-	-	-	3.2

\* Cantidad de pupas formadas a partir larvas inoculadas con cepa de *B. bassiana*.

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 50 larvas de *C. sordidus*.

**CUADRO 28.** Número de pupas esporuladas (PE) de *C. sordidus* al corte días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>).

Repetición <sup>1/</sup>	Días después de la inoculación																	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	4
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	4
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	-	-	6
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	1	1	5
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	1	-	1	6
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	3
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	2	-	-	-	7
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	12	4	5	6	1	2	40
Promedio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.6	1.2	0.4	0.5	0.6	0.1	0.2	4.0

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 50 larvas de *C. sordidus*.

**CUADRO 29.** Número de pupas esporuladas (PE) de *C. sordidus* al corte días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Marona (Ma).

Repetición <sup>1/</sup>	Días después de la inoculación																	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	3
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	3
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	3
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	3
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	4
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	3
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	6	5	4	2	1	-	24
Promedio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.4	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1	-	2.4

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 50 larvas de *C. sordidus*.



**CUADRO 30.** Inoculación de *B. bassiana* a pupas de *C. sordidus* - cepa Marona (Ma) <sup>1/</sup>.

Descripción	Repetición					Prom.
	1	2	3	4	5	
Insectos adultos emergidos vivos	68	67	62	75	65	67.4
Insectos adultos emergidos muertos	8	0	6	8	2	4.8
Pupas muertas en proceso de transformación	12	4	12	7	12	9.4
Pupas muertas y esporuladas	2	7	3	3	8	4.6
Larvas muertas	8	18	12	6	8	10.4
Larvas muertas y esporuladas	2	4	5	1	5	3.4

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 100 pupas de *C. sordidus*.

**CUADRO 31.** Inoculación de *B. bassiana* a pupas de *C. sordidus* - cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) <sup>1/</sup>.

Descripción	Repetición					Prom.
	1	2	3	4	5	
Insectos adultos emergidos vivos	73	68	74	62	65	68.4
Insectos adultos emergidos muertos	0	5	0	0	3	1.6
Pupas muertas en proceso de transformación	11	12	8	10	10	10.2
Pupas muertas y esporuladas	6	4	8	7	7	6.4
Larvas muertas	6	8	4	17	12	9.4
Larvas muertas y esporuladas	4	3	6	4	3	4.0

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 100 pupas de *C. sordidus*.

**CUADRO 32.** Número de adultos muertos de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* - cepa Marona (Ma) <sup>1/</sup>.

Rep.	Días después de la aplicación																							Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	-	-	3	5	16	29	17	5	4	3	2	2	2	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	92
2	-	-	5	7	14	32	18	8	6	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94
3	-	3	2	4	14	21	25	7	5	2	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88
4	-	2	1	3	14	37	6	8	4	4	2	5	2	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	91
5	-	2	2	3	18	27	24	7	3	-	-	1	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	91
<b>Total</b>	0	7	13	22	76	146	90	35	22	10	7	10	7	3	1	4	1	0	0	2	0	0	0	456
<b>Prom.</b>	0.0	1.4	2.6	4.4	15.2	29.2	18.0	7.0	4.4	2.0	1.4	2.0	1.4	0.6	0.2	0.8	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	91.2

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 100 gorgojos adultos.

**CUADRO 33.** Número de adultos muertos de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) <sup>1/</sup>.

Rep.	Días después de la aplicación																							Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	-	-	-	-	4	6	9	7	9	5	3	7	3	3	2	4	1	1	-	2		1	1	68
2	-	-	-	1	2	8	13	9	8	5	3	8	3	3	-	2	-	1	-	2	1	1	-	70
3	-	-	1	1	4	4	9	8	7	3	6	8	4	5	2	2	1	-	-	1	1	-	-	67
4	-	-	-	-	3	4	11	8	7	4	4	11	5	4	2	1	1	-	-	-	1	-	-	66
5	-	-	-	-	1	5	10	7	8	3	6	6	3	4	1	1	2	-	2	-	2	1	-	62
<b>Prom.</b>			1.0	1.0	2.8	5.4	10.4	7.8	7.8	4.0	4.4	8.0	3.6	3.8	1.8	2.0	1.3	1.0	2.0	1.7	1.3	1.0	1.0	66.6

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 100 gorgojos adultos.

**CUADRO 34.** Número de adultos esporulados de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* - cepa Marona (Ma) <sup>1/</sup>.

Rep.	Días después de la aplicación																					Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		22
1	0	0	0	0	0	2	11	41	15	4	1	4	2	0	1	4	3	0	0	0	0	0	88
2	0	0	0	0	0	1	19	45	15	3	5	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	94
3	0	0	0	0	6	2	12	31	21	4	2	3	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	85
4	0	0	0	0	3	2	10	31	16	6	3	3	4	3	2	2	0	0	0	0	2	0	87
5	0	0	0	1	2	1	22	26	22	9	2	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	90
<b>Prom.</b>	0	0	0	1.0	3.7	1.6	14.8	34.8	17.8	5.2	2.6	3.0	2.0	2.3	1.3	2.0	1.7	1.0	1.0	0.0	2.0	0.0	88.8

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 100 gorgojos adultos.

**CUADRO 35.** Número de adultos esporulados de *C. sordidus* días después de la inoculación con *B. bassiana* - cepa Cadena 1 (C<sub>1</sub>) <sup>1/</sup>.

Rep.	Días después de la aplicación																								Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		25
1	-	-	-	-	-	-	3	4	5	9	6	5	2	9	3	1	3	2	2	1	-	-	1	1	1	58
2	-	-	-	-	-	1	-	8	6	13	5	4	2	3	8	1	1	1	1	-	-	2	1	1	-	58
3	-	-	-	-	1	1	1	3	3	7	3	3	4	3	4	6	6	2	2	-	1	-	1	-	-	51
4	-	-	-	-	-	-	-	3	5	7	11	3	4	11	6	2	1	2	1	-	-	-	1	-	-	57
5	-	-	-	-	-	-	-	5	5	9	7	2	3	2	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	-	50
<b>Prom.</b>	-	-	-	-	1.0	1.0	2.0	4.6	4.8	9.0	6.4	3.4	3.0	5.6	5.0	2.8	2.6	1.6	1.4	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	54.8

<sup>1/</sup> Cada repetición estuvo constituido por 100 gorgojos adultos.