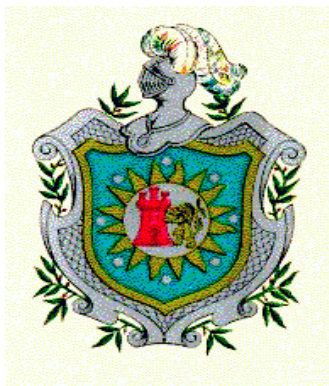


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA  
UNAN- LEÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL**



**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CONTROL DE *BEAUVERIA BASSIANA*  
(*BALLS*) *VUILL* EN PICUDO NEGRO DEL PLÁTANO *COSMOPOLITES SORDIDUS*  
(GERMAR) , CAMPUS AGROPECUARIO 2,002-2,003.**

**PRESENTADO POR:**

Br. Luis Francisco Moreno Mayorga  
Br. Eduardo René Espino Cruz

**PREVIO A OPTAR EL TITULO DE INGENIERO EN AGROECOLOGÍA TROPICAL.**

**TUTOR: Lic. PATRICIA CASTILLO**

**LEÓN 02 JUNIO 2003.”**

**“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”**

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii, iii
INDICE DE GRÁFICAS.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. HIPÓTESIS.....	5
IV. MARCO TEÓRICO .....	6
1. Cultivo del plátano.....	6
1.1 Importancia económica y distribución geográfica.....	6
1.2 Aspectos fenológicos.....	7
1.3 Condiciones agroclimáticas.....	7
1.4 Principales cultivares de plátano, banano y guineo sembrado en Nic.....	8
2. Manejo fitosanitario.....	8
2.1 Enfermedades.....	8
2.1.1 Mal de panamá.....	8
2.1.2 Enfermedad del Moko.....	8
2.1.3 Sigatoka.....	8
2.2 Plagas.....	9
2.2.1 Trips.....	9
2.2.2 Cochinilla algodonosa.....	9
2.2.3 Acaros.....	9
2.2.4 Nematodos.....	10
2.2.5 Barrenador gigante del chaguite.....	10
2.2.6 Picudo del plátano.....	10
2.2.6.1 Reconocimiento de <b>Cosmopolistes sordidus</b> .....	11
2.2.6.2 Daño, biología e importancia.....	11
2.2.6.3 Muestreo y niveles críticos.....	12
2.2.6.4 Opciones de manejo.....	12
3. Control microbial.....	14
3.1 El hongo <b>B. bassiana</b> .....	15

3.2	Morfología .....	15
3.3	Taxonomía.....	15
3.4	Patogenicidad y virulencia .....	16
3.5	Modo de acción de <b>B. bassiana</b> .....	17
3.5.1	Germinación.....	17
3.5.2	Formación del apresorio.....	18
3.5.3	Penetración.....	18
3.5.4	Colonización .....	19
3.5.5	Reproducción del patógeno.....	19
3.6	Síntomas.....	19
3.7	Reproducción del hongo <b>B. bassiana</b> .....	19
3.8	Uso de hongos entomopatógenos en el control de plagas en campo.....	23
4.	Características o propiedades de un patógeno para ser efectivo como bioinsecticida.....	25
5.	Ventajas del hongo entomopatógenos.....	25
6.	Impacto ambiental de los hongos entomopatógenos.....	26
7.	Uso actual y futuro de hongos entomopatógenos.....	26
V.	MATERIALES Y MÉTODO.....	28
1.	Estudio en laboratorio.....	28
1.1	Inoculación y producción de la cepa.....	28
1.2	Prueba de patogenicidad.....	29
1.3	Prueba de viabilidad.....	30
1.4	Medición de la esporulación.....	30
2.	Prueba de campo.....	30
2.1	Area del ensayo.....	30
2.2	Sistema de muestreo.....	31
2.3	Preparación , método de aplicación y evaluación .....	31
3.	Análisis de los resultados .....	32
VI.	RESULTADOS.....	34
1.	Evaluación en laboratorio.....	34
1.1	Inoculación y reproducción de la cepa 114.....	34
1.2	Prueba de patogenicidad.....	34
2.	Evaluación en campo.....	38
VII.	CONCLUSIONES.....	43
VIII.	RECOMENDACIONES.....	44
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	45
X.	ANEXOS.....	47

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra tutora Lic. Patricia Castillo por su interés, paciencia, preocupación y ayuda a nuestra persona durante este trabajo.

Al Msc. René Olayo P y Lic. Marcía Gómez por sus conocimientos brindados a nuestro trabajo.

Al laboratorio de Control Biológico de la Unan León por sus prestaciones y servicios para realizar el presente trabajo.

A mi compañero de monografía Luis por su sacrificio y dedicación.

A mi compañero Eduardo por su apoyo, dedicación, esfuerzo y comprensión

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la vida y permitido llegar a finalizar los estudios.

A mi madre Sr. Martha Adilya Mayorga por su amor, esfuerzos y comprensión.

A mi maestra Lic. Patricia M. Castillo Altamirano, por su apoyo, comprensión y a verme mostrado el camino de la superación,

A mis hermanos Juan Bautista Moreno Mayoría, Martha Maria Moreno M por su ayuda y preocupación.

A mis tías y tíos por su apoyo.

**LUIS FRANCISCO MORENO MAYORGA**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme regalado la vida y permitir concluir mis estudios.

A mis padres Ramón Espino Z y Elba R. Cruz por sus sacrificios, oraciones y esfuerzos.

A mis hermanos Vera, Ilya, Ramón por su ayuda y preocupación.

**EDUARDO RENÉ ESPINO CRUZ**

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica No.1 Patogenicidad de la cepa 114 de <i>B. bassiana</i> sobre adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> . UNAN-LEÓN, 2,003.....	36
Gráfica N0. 2 Prueba de viabilidad de la cepa 114 de <i>B. bassiana</i> UNAN-LEÓN, 2,003.....	37
Gráfica N0.3 Porcentaje de esporulación de la cepa 114 de <i>B. bassiana</i> sobre adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> . UNAN-LEÓN, 2,003 .....	38
Gráfica N0. 4 Dinámica de <i>Cosmopolites sordidus</i> monitoreado antes de la aplicación. Finca El Rosario Goyena, 2,003,.....	39
Gráfica N0. 5 Cantidad de picudos antes y después de la Aplicación de <i>B. bassiana</i> . Finca El Rosario, 2,003.....	40
Gráfica N0. 6 Porcentaje de mortalidad postaplicación en la parcela tratada sobre insectos colectados y evaluados en laboratorio. UNAN-LEÓN, 2,003.....	41
Gráfica N0.7 Porcentaje de mortalidad postaplicación en la parcela testigo sobre insectos colectados y evaluados en laboratorio. UNAN-LEÓN, 2,003.....	42

## RESUMEN

Uno de los factores que limita la producción del cultivo de plátano (**Musa paradisiaca**), es el picudo negro (**Cosmopolites sordidus**) causando pérdidas entre el 30% -90%. El control químico resulta poco efectivo y costoso, siendo necesario el estudio de otras alternativas de manejo que permitan disminuir el uso excesivo de los plaguicidas. La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar la patogenicidad del hongo entomopatógeno **Beauveria bassiana** (Balls) Vill, sobre adultos del picudo negro del plátano (**Cosmopolites sordidus**) bajo condiciones de laboratorio y campo. La metodología del trabajo tiene dos etapas: **1) Evaluación en laboratorio:** Se inició el proceso de producción de la cepa 114 utilizando como medio de cultivo PDA. Para la reproducción del hongo se utilizó el proceso de producción sólido utilizando como substrato arroz precocido. Para la prueba de patogenicidad se realizó bioensayo con la técnica de inmersión de los insectos, en cada repetición se evaluaron 25 insectos para un total de tres repeticiones y 75 insectos evaluados. Las evaluaciones se realizaron cada tres días hasta que muere el último insecto. La mortalidad se midió en términos de porcentaje y se utilizó la fórmula de Abbott (1925) para corregir la mortalidad en el testigo. La prueba de viabilidad de las conidias se realizó colocando una gota de PDA en un plato petri y una gota de la solución del hongo, se evaluó la germinación a las 18 horas y 24 horas. Para determinar la esporulación de los insectos expuestos al inóculo se montaron cámaras húmedas. **2) Evaluación en campo:** Se utilizó un área de 7, 026 m<sup>2</sup> del cultivo de plátano variedad cuerno con una distancia de siembra de 3 x 2 m para un total de 865 plantas. La manzana fue dividida en dos partes una parte de 3,513 m<sup>2</sup> para testigo y otra parte para el tratamiento. El muestreo se realizó en las trampas de pseudotallo las cuales fueron colocadas surco de por medio y planta de por medio para un total de 92 trampas por tratamiento. El nivel crítico para aplicar fue de al menos 5 picudos por trampa. La aplicación del hongo se realizó en forma de cebo colocando aproximadamente 5 grs. del hongo por trampa. Las evaluaciones se realizaron a las 24 horas, 3 días y 6 días después de aplicado. Para evaluar la mortalidad en campo se colectaron picudos en el 30% de las trampas y fueron llevados al laboratorio para colocarlos en cámara húmeda. Para determinar la eficacia de la aplicación en campo se utilizó la fórmula de Henderson y Tilton. Los resultados obtenidos tenemos **1) Laboratorio:** La cepa 114 de **B. bassiana** causa mortalidades entre 62%-84% en **Cosmopolites sordidus**, iniciando estas mortalidades a los 3 días después de inoculado y alcanzado los mayores porcentaje entre los 27 y 35 días después de inoculado. La viabilidad de las conidias de la cepa 114 alcanzan a las 18 horas entre 94%-96% de conidias germinadas. La esporulación alcanzada en los insectos expuestos es de 81%-84%. **2) Campo:** Se puede decir que la eficiencia de la aplicación a las 24 horas es de 48%, a los 3 días baja la eficiencia a 3% debido a que muchos picudos migraron a las trampas, sin embargo a los 6 días la eficacia aumenta hasta 53% de control en campo. En conclusión la cepa 114 de **B. bassiana** es patogénica a **Cosmopolites sordidus** con una mortalidad de 84%, una viabilidad de conidias del 94% y una esporulación promedio de 82%, las mortalidades en campo se inician a los 3 días después de aplicado con una eficacia de 53% de control, estos resultados son satisfactorios por lo que puede ser utilizada como una opción de manejo en **Cosmopolites sordidus**.



## I INTRODUCCIÓN

La producción de plátanos y bananos se estima que alcanza los 62 millones de toneladas al año, de estos 9 millones son producidos en América Central y el Caribe. Se sabe que la producción de América Central es mucha más extensiva, pero no se contabiliza en el mercado internacional debido a que la mayor parte es destinada al mercado local y al autoconsumo.

Por su alto valor nutritivo como fuente de potasio y carbohidratos es considerado como alimento principal en las poblaciones de poco ingreso económico en los países del caribe y América central. (Jiménez, 2001).

Las musáceas (banano, guineos y plátanos), comprende unas 70 especie estrictamente tropicales pero ampliamente distribuidas y cultivadas en el trópico y subtropico del planeta.

Nicaragua junto a Guatemala y México son mencionados como los países del área de más reciente historia en la introducción de este cultivo. En los últimos años las siembras de plátano se han incrementado a nivel nacional, en las zonas llamadas tradicionales (Carazo, Rivas y Masaya) por ser las que comúnmente han abastecido el mercado de la capital, que es el mayor consumidor (INTA, 1997).

La producción de musáceas se ha visto afectada por un complejo de plagas y enfermedades que atacan el cultivo, entre ellas se destacan como las mas dañinas; el mal de panamá, **Fusarium oxysporum**, que apareció a inicios del siglo; más recientemente **Pseudomonas solanacearum**, el moko, **Mycospharella fijiensis**, la sigatoka negra, **Cosmopolites sordidus**, picudo negro y los nemátodos, principalmente **Radopholus sp.**

De este complejo de plagas y enfermedades a nivel del caribe y regional se ha reportado que el picudo negro del plátano, **Cosmopolites sordidus** (Coleóptero: Cucurlionidae) es una de las plagas que causa entre 30% al 90% de pérdidas en la cosecha. (Jiménez, 2001).

El picudo por su hábito alimenticio y comportamiento es difícil de observar y controlar,

haciendo que productores incurran en mayor número de aplicaciones y dosis mas altas, encareciendo así los costos de producción del cultivo y rompimiento del equilibrio del ecosistema. ( ICA,1976 citado por Jiménez , 1994).

El manejo integrado de plagas (**MIP**), es una estrategia de manejo que se genera bajo las condiciones de los productores, con esta estrategia, se fortalece la capacidad de los productores para tomar decisiones, por que desarrolla su capacidad de observación y de análisis agro ecológico de sus cultivos, además el manejo integrado de plagas toma en cuenta las condiciones socioeconómicas de los productores, principalmente la disponibilidad de los recursos de la finca.

Todo esto hace que desde el punto de vista de sostenibilidad ecológica y socioeconómica, el MIP constituye una excelente opción principalmente para los pequeños y medianos agricultores ( Congreso MIP, 2002). El **MIP** contempla la integración de diferentes tácticas de manejo de plagas, y ha venido desarrollando alternativas para disminuir el uso unilateral de los plaguicidas.

Una alternativa es el uso de hongos Entomopatógenos de los que se conocen alrededor de 700 especies. Los géneros más importantes son: **Metarhizium**, **Beauveria**, **Nomurea**, **Aschersonia**. (Alves 1986). La patogenicidad de estos hongos ha sido bien estudiada principalmente la de **Beauveria bassiana**, que tiene una amplia distribución geográfica y se encuentra infestando un amplia rango de hospederos, dentro de los insectos que controla tenemos a dípteros, coleópteros, lepidópteros, hemípteros, homópteros y algunas plagas de suelo (Gallegos et. al, 2,003).

En Nicaragua el hongo **Beauveria bassiana** (Balls) Vuill, se encuentra infestando de forma natural a muchas plagas, los estudios se iniciaron en 1986 con el monitoreo de las epizootias de **Beauveria** en **Dalbulus maidis** en maíz ( Gladstone, 1986). A partir del año 86 se ha venido colectando cepas del hongo **Beauveria** y se logró consolidar un cepario que cuenta con 34 cepas del género **Beauveria**.

Estudios en Nicaragua reportan excelentes resultados con este hongo en **Plutella xylostella** en repollo, **Hyphotenemus hampei** en café, **Anthonomus grandis** en algodón, y **Pantomorus femoratus** en tempate y se ha reportado una cepa patogénica al picudo negro del plátano pero en pequeñas epizootias (Jiménez, 1993).

En la actualidad las exigencias de los mercados internacionales de producir alimentos menos contaminados, la toma de conciencia de la población de proteger mas el ambiente ha hecho que el potencial de uso de estos hongos Entomopatógenos representa una de las mejores alternativas para reducir el uso de los plaguicidas en muchos cultivos de importancia económica en Nicaragua y el resto del mundo.

## II OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad de la cepa 114 de **Beauveria bassiana** (Balls) Vuill, sobre los adultos del picudo **Cosmopolites sordidus** (Coleóptero, Cucurlionidae) en el cultivo del plátano.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Reactivar la cepa 114 de **Beauveria bassiana** (Balls) Vuill, en picudo de plátano **Cosmopolistes sordidus** (Coleóptero: cucurlionidae ).
2. Determinar la patogenicidad de la cepa 114 de **Beauveria bassiana** (Balls) Vuill, en picudo del plátano **Cosmopolites sordidus** (Coleóptero: Cucurlionidae ).
3. Evaluar la efectividad en campo de **Beauveria bassiana** para el control de **Cosmopolites sordidus** (Coleóptero: Cucurlionidae) en campo.

### **III HIPOTESIS.**

*La cepa 114 de **Beauveria bassiana** es patogénica para el picudo del plátano **Cosmopolites sordidus**.*

## IV MARCO TEORICO

### 1- CULTIVO DE PLÁTANO

El plátano es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las musáceas y el género mas estudiado es *Musa sp* y las especies ***Musa paradisiaca*** (Plátano) y ***Musa sapientum*** (Banano).

El centro de origen del plátano se encuentran el sureste de Asia en un territorio limitado por la india en el oeste, se supone que la semilla es oriunda del archipiélago malayo, Filipina y otras regiones de Asia. Este pasó de Asia a África y posteriormente a América, se desplazó por el este a sur América y por el oeste mediante la emigración Indo-Malasia a Madagascar, al igual que los Árabes y Portugueses por la costa.

#### 1.1- Importancia Económica y distribución geográfica

El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituyendo una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo. Los países latinoamericanos y del Caribe producen el grueso de los plátanos que entran en el comercio internacional, unos 10 millones de toneladas, del total mundial de 12 millones de toneladas.

Es considerado el principal cultivo de las regiones húmedas y cálidas del sudoeste asiático, aunque es uno de los cultivos más importantes de todo el mundo, los consumidores del norte lo aprecian sólo como un postre pero constituye una parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales. En Nicaragua para el año 1999 se produjo 38,000 toneladas de plátano en pequeñas parcelas y patios (Vargas M et. al 2000).

Las principales zona de producción en Nicaragua se encuentra en Rivas, Masaya, León y Chinandega ( Vargas M et. al 2000). Se utilizan además de auto consumo, como planta de sombra en asocio con café y cacao. Ofrece la ventaja con sus grandes hojas protege el suelo evitando la erosión, y es mas barato para cultivar en comparación con otras fuentes de féculas tanto en términos de costos , como en términos de trabajo.

## **1.2- Aspectos Fenológicos**

El plátano es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las Musáceas, que consta de un tallo subterráneo ( Cormo ó Rizoma) del cual brota un Pseudotallo aéreo, el Cormo emite raíces y yemas laterales que formaran los hijos o retoños.

Morfológicamente, el desarrollo de una planta de plátano comprende tres fases de desarrollo: Vegetativa que tiene una duración de 6 meses, Floración que tiene una duración aproximada de tres meses y Fructificación que tiene una duración aproximada de tres meses.

## **1.3- Condiciones agroclimáticas**

Entre los factores ambientales que influyen en la explotación comercial del plátano se encuentran : temperatura, agua, luz, viento y suelo.

- a) Temperatura.-** La temperatura óptima se encuentra entre los 20° y 30° C.
- b) Agua.-** Este cultivo requiere cantidades abundantes de agua para su buen desarrollo por lo que se recomienda sembrarlo en zonas cuya precipitación oscila entre 1800 a 3000 mm. distribuidos en todo el año. Las necesidades mensuales de agua es de 150 a 180 mm.
- c) Luz.-** Al disminuir la intensidad de luz, el ciclo vegetativo de la planta se alarga.

- d) Viento.-** No se recomienda establecer plantaciones en áreas expuestas a vientos con velocidades mayores de 20 km./hora, dado que se dan problemas con acame de plantas, daños en el área foliar y pérdidas en la producción.
- e) Suelos.** Se requieren suelos con profundidad no menor a 1.2 mts., sin problemas internos de drenaje, de textura Franco arenosa muy fina, Franco limoso o Franco arcillo limoso y un Ph de 5.5 a 7.0. (Infoagro, 2001)

#### **1.4- Principales Cultivares de plátano, banano y guineo sembrado en Nicaragua**

Los clones y chaguites encontrados en Nicaragua son: **Plátanos** como los French Plantain, Dominico Harton, Dwarf Fals Horn Plantain; **Guineos** como Bluggoe, pelipita; **Bananos** como Silko, Gros Michel y Giant cavendish. De los cultivares de plátano que más se siembran en el país son: Plátano Criollo ó Usulután y Plátano Enano. (Guía INTA N0. 16, 1997).

## **2- MANEJO FITOSANITARIO**

El manejo de los principales problemas fitosanitarios en las musáceas ha sido un tema de mucho discusión, ya que de estos problemas depende el manejo agronómico del cultivo y uno de los principales factores que aumentan los costos de manejo de la producción. Entre los principales problemas tenemos:

### **2.1- Enfermedades**

#### **2.1.1 Mal de panamá o “veta amarilla.”**

Es la enfermedad más grave que ataca a la platanera y es causada por el hongo **Fusarium oxysporum** (f), especie **Cubense**. Las principales variedades comerciales, especialmente la “Gros Michel”, son atacadas por **Fusarium**.

#### **2.1.2 Enfermedad de moko (*Pseudomonas solanacearum*)**



Se trata de una marchitez bacteriana del plátano que está tomando cada vez más incidencia en todo el área del Caribe.

### **2.1.3 Sigatoka.**

Bajo esta denominación se incluyen tres enfermedades causada por patógenos muy relacionados entre sí: **Mycosphaerella musicola** : Sigatoka amarilla, **Mycosphaerella fijiensis** : Raya negra y **Mycosphaerella fijiensis** : Sigatoka negra, la mas importante en Nicaragua es la sigatoka negra.

## **2.2 PLAGAS**

### **2.2.1 Thrips (Hercinothrips femoralis)**

Las características principales del insecto son: pico chupador-raspador, alas plumosas y en número de dos pares, de color marrón oscuro. Su tamaño es de 1,5 mm. Las larvas de color amarillento translúcido. Los daños son directamente al fruto, se confunden fácilmente con los de la araña roja. Sus ataques son más frecuentes en la época invierno, ya que condiciones de humedad del 70 % u 80 % favorecen su desarrollo.

### **2.2.2 Cochinilla algodonosa (Dysmicoccus alazon)**

Antiguamente era la plaga más corriente de las plataneras, encontrándose las cochinillas debajo de las vainas foliares en el falso tallo, junto al nervio central de las hojas por el envés y entre los dedos del racimo. La cochinilla es de forma ovalada, su cuerpo está segmentado y es de color rosado al quitarle la borra algodonosa que la protege.

El daño mayor lo hace al refugiarse en medio de las manos de las piñas, ya que las atacadas necesitan de un lavado intenso para ser aptas para la exportación.

### **2.2.3 Acaros (Tetranychus telarius, Tetranychus urticae)**

La araña roja suele localizarse en el envés de las hojas a lo largo del nervio central, cerca del racimo, notándose su presencia por unos puntitos de color rojo junto con las telas de araña y los huevos. El adulto mide unos 0,6 mm, es de forma ovoide, de coloración rojiza. Se puede observar a simple vista en el envés de las hojas. Las larvas, que son transparentes, sólo tienen al nacer tres pares de patas. Los huevos son esféricos, lisos y más o menos transparentes.

#### **2.2.4 Nematodos (*Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*)**

Se encuentran en una gran variedad de tipos de suelos, pero los cálidos, poco profundos y bien drenados, proporcionan las condiciones más favorables para su desarrollo.

Los nematodos parásitos poseen un estilete, que clavan en el tejido de la planta, para succionar la savia de la que se alimenta. Los huevos eclosionan y dan lugar a una larva que sufrirá cuatro mudas antes de ser adulto. Los daños causados por nematodos se producen en las raíces, dando lugar a una disminución de la producción.

#### **2.2.5 Barrenador gigante del chaguite: *Castniomera humboldti***

Pertenece al orden lepidoptero familia Castnidae. Al igual que el picudo negro pasa por cuatro etapas, huevos, larva, pupa y adulto. Los huevos son puestos en pequeños grupos sobre la base o en la parte media del Pseudotallo, sobre los hijos y raras veces sobre las hojas. Generalmente prefieren los hijos de agua. Las larvas son de color crema, cabeza café, pasa por nueve instares larvales. Llega a medir hasta 7.5 cm de longitud, en un periodo de 60 a 90 días. Los primeros instares se alimentan de la parte basal de las hojas de los hijos, después penetran el cormo de la planta madre y suben por el Pseudotallo a medida que crecen. Cuando la larva va a salir de la planta llega a cortar o doblar la planta en la parte central, en el último instar la larva baja y construye la cámara pupal dentro o cerca del cormo con fibras del hospedero y secreciones salivares. El adulto es una mariposa diurna, grande, robusta de diez centímetros de envergadura alar de color café y con bandas blancas en las alas exteriores. Vuelan en grupos pequeños, a alturas cercanas al suelo, sobre todo en mañanas soleadas.

## **2.2.6 Picudo del plátano: *Cosmopolites sordidus* (Germar)**

Conocido como picudo negro del plátano o gorgojo negro del banano, es una de las plagas de mayor importancia en Nicaragua, taxonómicamente pertenece al:

orden: **Coleóptero**

suborden: **Curculionoidea.**

familia : **Curculionidae.**

subfamilia: **Rhynchophorinae.**

tribu: **Sphenophorini.**

género: **Cosmopolites.**

especie: **sordidus (Germar)**

### **2.2.6.1 Reconocimiento de *Cosmopolites sordidus* (Germar)**

Los huevos son blancos, alargados y ovalados; miden 2 mm de largo, estos eclosionan después de 5 a 7 días. La larva completamente desarrollada mide hasta 15 mm; es cremosa con la cabeza de color café-rojiza; su cuerpo es gordo, encorvado y carece de patas la etapa larval dura de 15 a 20 días. La pupa es blanca-grisácea; se pueden ver los apéndices del adulto desarrollándose durante esta etapa se encuentran dentro de las galerías de la planta o en el suelo por 5 o 7 días. El adulto es un picudo negro que mide 11-14 mm de largo y posee un pico muy alargado y curvo. Siendo las hembras un poco mas grandes, esta pone un promedio de 4 a 15 huevos al mes. Bajo condiciones ideales completa su ciclo de 30 a 40 días. Los adultos son nocturnos; se esconden durante el día en tallos o cormos y raramente vuelan, es por eso que la presencia del picudo puede pasar desapercibida durante algunos años. Pueden vivir hasta dos años. (Coronado et al, 1996 ).

### **2.2.6.2 Daño, biología e importancia**

Es una plaga cosmopolita del banano y de otras especies del género *Musa*. Es especialmente perjudicial en plantaciones de plátanos, plantas débiles y tiernas que crecen en condiciones marginales. **Cosmopolites sordidus** es considerada la plaga más importante, este Curculiónidos tuvo su origen en el sudeste de Asia, y datos actuales indican que es capaz de causar pérdidas de importancia económica, en la región del Caribe, América Central y la Florida, que reportan pérdidas de un 30 a un 90% de la cosecha ( Arleu y Neto 1984, Peña *et al.* 1990). La hembra rara vez vuela para llegar hasta la base de las plantas y buscar el cormo para ovipositar. Generalmente los huevos son puestos individuales en las vainas de las hojas o en huecos hechos por la hembra en la base del pseudotallo y el cormo; los huevos eclosionan después de 5-7 días. Cuando la larva emerge, comienza a taladrar el cormo, haciendo galerías, que reducen el vigor de la planta. Las larvas hacen túneles en los tejidos al nivel del suelo o bajo la superficie.

### **2.2.6.3 Muestreo y niveles críticos**

Una de las formas más fáciles de determinar las poblaciones de **Cosmopolites sordidus** es con el uso de trampas. Para esto se corta el pseudotallo de la planta madre cosechada, 10-15 cm arriba de la superficie del suelo. De este, se sacan discos de unos 5-10 cm de diámetro, el cual se coloca encima de la base.

Dos días después se cuentan los adultos atraídos por esta trampa. El uso de 10 trampas una vez por mes es suficiente para las plantaciones pequeñas. Se deben colocar 25 trampas por hectárea si se espera una población baja. En el norte de Honduras, el nivel crítico para banano es de 15-20 picudos por trampa.

En Nicaragua el trampeo de picudo negro ha demostrado que en los meses de junio, agosto y noviembre es cuando se aparecen las mayores poblaciones del insecto (Guía INTA N0. 16, 1997).

### **2.2.6.4 Opciones de manejo utilizadas**

#### **Control cultural**

Se deben sembrar solamente las plantas libres del picudo. Los cormos de estas plantas se deben pelar eliminando todas las galerías donde pueden estar ocultas las larvas. Una vez

limpio, el cormo debe ser tratado con insecticida. Los cormos que se van a sembrar no se deben dejar sobre el suelo durante la noche. Hay que asegurarse que las plantas gocen de buena salud, fertilización y control de malezas.

El saneamiento general ayuda mucho a evitar el daño de esta plaga. Las plantas cosechadas y las caídas se deben cortar en pedazos pequeños a nivel del suelo para que se sequen y descomponen más rápidamente.

El deshije oportuno y eficiente, más una buena fertilización, mantienen una plantación sana y resistente.

### **Control Fitogenético**

No se han reportado casos de cultivares resistentes, pero se sabe que los cultivares de plátano son más susceptibles que los de banano. (Arleu y Neto 1984, Peña et al. 1990).

### **Control químico**

**Cosmopolites sordidus (Germar)**, se ha controlado tradicionalmente con insecticidas sistémicos granulados alrededor de la planta o bien en las trampas. Esta práctica es la más común entre los productores, que tienden cada día a incrementar el número de aplicaciones y dosis de aplicación.

### **Control Integrado**

Una manera exitosa de manejar el picudo es a través de la integración de varias prácticas como las prácticas culturales, alternativas no químicas como botánicos, biológicos y microbiales.

Dentro de las alternativas no químicas para el manejo de picudo negro del plátano podemos mencionar experiencias de países de la región que han utilizado control biológico y control microbial con gran éxito.

### **Control biológico**

El control de **Cosmopolites sordidus (Germar)** es difícil, ya que él pasa la mayor parte de su vida oculto en los bulbos del banano o en los residuos de cosechas. El rol de los enemigos naturales no está bien estudiado a pesar de que se informa en la literatura algunos agentes con

potencial para el control biológico, como es el caso de los hongos Entomopatógenos **Beauveria bassiana** (Bals.) Vuill. y **Metarhizium anisopliae** (Metsch.), las hormigas: **Pheidole megacephala** (F.) y **Tetramorium guineense** (Roche y Abreu, 1983, Ferron, 1983, citado por Jiménez, 1990).

La hormiga **Tetramorium bicarinatum** (Hymenoptera: Formicidae) ha obtenido buenos resultados en el control de las larvas en Cuba (Goitia y Hugo Cerda 1998). Se intentó introducir y establecer en Centroamérica dos depredadores, **Plaesius javanus** y **Dactylosternum hydrophiloides** (Coleóptero: Histeridae) de Malaya y Java respectivamente, pero no dieron resultado (Fernández 2001).

El sapo gigante, **Bufo marinus**, y otros 15 depredadores, han sido reportado en varias partes del mundo como controladores naturales. (Goitia y Hugo Cerda 1998).

### 3 CONTROL MICROBIAL

Es la utilización de microorganismos Entomopatógenos o sus productos que sirven para disminuir las densidades poblacionales de insectos plagas dentro de estos microorganismos se incluyen bacterias, hongos, virus, nematodos y rickettsia. (Alves, 1986).

Uno de los grupos mas estudiados a nivel mundial en diferentes plagas y cultivos han sido los hongos Entomopatógenos. Aproximadamente el 80% de las enfermedades que se producen en los insectos tienen como agente causal un hongo. Dentro de los principales hongos entomopatogenos tenemos los géneros **Beauveria**, **Metarhizium**, **Verticillium**, **Paecilomyces**, **Aschersonia**, **Hirsutella** y **Nomuraea** (Alves, 1986, Rosas, 2000)

#### 3.1 El hongo **Beauveria bassiana**

El género mas estudiado para el control de plagas es el género : **Beauveria bassiana**, fue uno de los primeros hongos entomopatogenos en ser descrito, desde 1836 se le conoce como el agente causal de la “muscardina blanca” en los gusanos de la seda **Bombix mori** L., desde entonces es considerado como candidato importante en el control microbiológico de insectos. Bassi de Lodi, quién descubrió el hongo, mostró la naturaleza patogénica y contagiosa del

hongo infectando el gusano de la seda y también desarrollo medidas para controlar la enfermedad. En su honor, Balsano describe y nombra al hongo **Botyitis bassiana**, por su parte Vuillemin (1912) creó el género **Beauveria** y seleccionó **bassiana** como especie tipo. (Rosas, 2,000)

De Hoog (1972), menciona dos especies de **Beauveria** : **B. bassiana** y **B. brogniartii** (=tenella) que atacan a todos los grupos de insectos. (Rosas, 2,000).

Las especies del género **Beauveria** son principalmente parásitos de insectos, es conocido por su amplio rango de hospedero y distribución geográfica. Su patogenicidad se ha comprobado contra mas especies de insectos que cualquier otro hongo ( Bustillo, 1989 citado por Gallegos et. al 2003).

### **3.2 Morfología**

**Beauveria bassiana**, se encuentra atacando a mas de 200 especies insectiles de diferentes ordenes. Tiene conidios globosos o subglobosos, conidioforos formando densos cachos, posee una capa de micelio blanco algodonoso que envuelve al insecto, con granulaciones pequeñas del mismo color. Se describe en el medio del cultivo como una colonia blanca de apariencia algodonosa y esponjosa, en la que se denotan pequeña esferas (como aspecto de nieve ) de color crema pálido en la parte inferior. Puede ser capaz de iniciar epizootias a densidades altas y bajas del hospedero (Alves , 1986).

### **3.3.Taxonomía**

Reino: **Mycetae**

División.: **Amastigomicotina**

Subdivisión: **Deuteromycotina**

Clase: **Deutermycetes**

Subclase: **Hypomycetes**

Orden: **Moniliales**

Familia: **Moniliaceae**

Género: **Beauveria**

Especie: **bassiana**

(Alexopoulos y Mims, 1979, McCoy et al,1988, Samson,1988, citado por Gallegos et al 2003).

### 3.4 Patogenicidad y virulencia

La patogenicidad es la capacidad de un organismos en provocar una enfermedad. Es un atributo cualitativo, es decir, un microorganismos puede o no ser patogénico. Otro término muy utilizado es virulencia y este se refiere a la intensidad o grado de la enfermedad, este parámetro es relativo y tiene que ser comparado con otras cepas sobre el mismo hospedero. La virulencia es expresada como porcentaje de mortalidad en dosis letal cincuenta  $DL_{50}$  o concentración letal cincuenta  $CL_{50}$ . (Nelson, 1977 citado por Lecuona, 1995).

Estudios realizados con 14 cepas de **Beauveria bassiana** para evaluar patogenicidad sobre **Anthonomus grandis** con concentraciones de  $1 \times 10^8$  conidias/ ml. de 14 aislados, 6 presentaron valores de mortalidad mayores del 90 %, 5 presentaron mortalidades del 70-89% y 4 cepas mortalidades del 89%. ( Quiroz et al 1994).

Trabajos de patogenicidad realizados en los estados unidos sobre **Cosmopolites sordidus** obtuvieron resultados entre 33-68% de mortalidad ( Kaaya et. al 1993 citado por Jiménez 1994 ), estos datos coinciden con los determinados por Quiroz en 1994, con cepas nativas de Nicaragua.

Otros trabajos de patogenicidad de **Beauveria bassiana** (Balls ) Vuill sobre **Anthonomus grandis** con una concentración de  $1 \times 10^8$  dieron como resultando que las cepas 64/88 y 341535 son promisorias con una mortalidad mayor al 80 % y esporulación mayor al 20 % y tiempo letal 50 de 10.5 días, siendo el limite inferior de 8.72 días y el superior de 12.64 días (Gómez, 1996).



En cuanto trabajos de virulencia se realizaron pruebas con aislados de **Beauveria bassiana** sobre adultos de **Cosmopolites sordidus** con una concentración de  $2 \times 10^8$  c/ml , obteniendo mortalidad mayores al 50 %. ( Castiñerías et al, 1990 citado por Quiroz en 1994).

Generalmente la expresión de mortalidad se evalúa en el porcentaje de esporulación de los individuos expuesto al inóculo. En bioensayos con **Cosmopolites sordidus**, el desarrollo de la infección se observa aproximadamente 35 días después de la inoculación y los porcentajes de esporulación varían entre 11% a 80% (Fernández 1993 citado por Jiménez 1994).

### 3.5 Modo de acción de **Beauveria bassiana**

En cuanto al mecanismo específico de acción, los hongos entomopatógenos actúan principalmente por contacto, cuando el hongo es capaz de penetrar dentro del insecto e invadirlo, provocándole la muerte por micosis. Además la mayoría de estos hongos producen sustancias líticas y toxinas que ayudan a la penetración y a inhibir los mecanismos de defensa de los insectos , aun cuando muchas de estas toxinas se producen solo en el interior del insecto. Se ha demostrado que muchas especies de hongos pueden producir durante su reproducción metabolitos bioactivos con efectos insecticidas, lo que potencia su acción.

Las etapas en el desarrollo de una micosis pueden simplificarse en las siguientes etapas:

1. Germinación del conidio.
2. Formación de apresorio
3. Penetración
4. Colonización
5. Reproducción del patógeno. (Alves, 1986)

### **3.5.1 Germinación.**

Una excelente germinación ocurre en 12 horas con una temperatura de 23- 30 ° C y una humedad relativa de un 80%., requiriendo de fuentes de nitrógeno , carbono y energía para la formación del tubo germinativo. La habilidad del hongo para utilizar estos elementos está en función de su agresividad, virulencia, cantidad de esporas (requeridas para matarlo), tiempo de germinación y penetración después de la adhesión de la cutícula del hospedero.

Algunas evidencias indican , que ciertos aislamientos de hongos entomopatógenos como **Beauveria bassiana** pueden germinar en agua, la mayoría de ellos sugieren la adhesión de nutrientes , como son las fuentes de carbono y nitrógeno (Clark, 1986 Smith y Gula, 1981, Leger, 1991citado por Rosas, 2000).

### **3.5.2 Formación de apresorios.**

En la extremidad del tubo germinativo ocurre una dilatación de hifas formando una estructura denominada apresorio, esta estructura puede ocurrir en **Beauveria**, **Nomuraea** y **Erynia**, este tubo germinativo penetra por aberturas naturales del insecto(tráqueas, poros y regiones intersegmentales).

### **3.5.3 Penetración.**

El crecimiento superficial de los hongos entomopatógenos, previo a la penetración de la cutícula es variable, generalmente ocurre en 24 horas, la naturaleza del estímulo o estímulos que causan la orientación del tubo germinativo de la espора a través de la cutícula, indican alguna forma de reconocimiento químico como prerrequisito para la penetración.

La penetración esta dividida en dos procesos principales: 1) Físico: Es cuando las hifas rompen áreas membranosas o esclerosadas y 2) Químico: Es cuando el hongo produce enzimas como las proteasas, lipasas y quitinasas que facilitan la penetración mecánica.

Alrededor del área de penetración, aparecen síntomas de histólisis (descomposición de tejidos por la acción de enzima). El aparato bucal, ano, regiones íntersegmentales son probablemente las áreas más comunes de penetración.

Una penetración vía oral puede ocurrir con los siguientes hongos: **B. bassiana**, **M. Anisopliae**, **N. rileyi**, en **Anticarsia genmatalis** y **B. bassiana** en **Solenopsis sp**

### **3.5.4 Colonización .**

A partir de la penetración inicia un proceso de colonización de hospedero, de ese momento son formadas pequeñas colonias de cuerpos hifales que se van engrosando y ramificando, la colonización inicia en el hemocele del insecto y luego pasa al resto del cuerpo como: los cuerpos grasos, sistema digestivo, tubos de malpighi, sistema nervioso, músculos y tráqueas. El tiempo de colonización puede variar entre 76-120 horas dependiendo del patógeno, del insecto y las condiciones ambientales.

### **3.5.5 Reproducción del patógeno**

Después de 4 a 5 días de muerto el insecto comienzan a emerger las hifas por los espiráculos y regiones ínter segmentales y después de 24 a 48 horas de emergencia de las hifas se inicia la formación de conidias, esto se logra dependiendo del patógeno, temperatura , humedad y radiación ultravioleta.

### **3.6 Síntomas**

Los síntomas iniciales de las enfermedades pueden aparecer como manchas oscuras en las patas, regiones intersegmentales y distribuidas por todo el tegumento. El insecto deja de

alimentarse tornándose flaco y desorientado. Posteriormente el tegumento se torna rosado de perdiendo del hongo (**B. bassiana** o **M. anisopliae**), para después tomar una coloración blanquisca debido al crecimiento de micélio. Este cubre toda la superficie del cuerpo, iniciando por los espiráculos y áreas intersegmentales. El crecimiento miceliar se da por condiciones de temperatura y humedad favorables. La esporulación y conidiogénesis del hongo que pueden ser reconocida por la formación polvorienta que recubre todo el cuerpo del cadáver. El cadáver presenta en esta fase coloración variable conforme la especie de hongo que causa la enfermedad. (Alves, 1986).

### **3.7 Reproducción del hongo Beauveria bassiana**

Para iniciar el proceso de producción de los hongos entomopatógenos se utilizan medios de cultivos, los cuales son preparaciones sólidas, semilíquidas o líquidas que suplen de las necesidades nutricionales para el desarrollo del hongo. Las exigencias nutricionales dependen del tipo de hongos en estudio, pero en general se deben considerar los siguientes elementos 1) El agua, que participa en todos los intercambios iónicos que ocurren dentro y fuera del organismos, 2) Las fuentes de carbono, que se utilizan como fuente de energía, los mas comunes son: carbohidratos, grasas y proteínas, 3) Las fuentes de nitrógeno, que se obtiene a través de sales de nitrógenos, peptona, potasio, amonio, sulfato de amonio o cloruro de amonio. Existen otros elementos no menos importantes para el desarrollo del hongo estos son los macro nutrientes como fósforo, potasio, azufre, sodio, cloro, y hierro y micro nutrientes como zinc, magnesio, cobalto y cobre. Las funciones de los macro y micro nutrientes no esta aclarada completamente

Los medios de cultivos se clasifican de acuerdo a **1) Su uso**, en **medios comunes** son aquellos que poseen nutrientes generales que sirven para el crecimiento de una amplia gama de hongos y **medios especiales** son aquellos cuyos componentes son específicos para el crecimiento de ciertos hongos y son llamados también medios selectivos; **2) Su origen**, en **medios naturales** son aquellos medios realizados con sustancia naturales como leche, carne, sangre, arroz, trigo, papa y **medios artificiales**, son preparados de forma química en presentaciones generalmente en polvo; **3) Su consistencia** se dividen en **medios sólidos**, al medio se le adiciona un agente aglutinante como gelatina y/o agar y **medios líquidos**, tiene la misma composición del sólido excepto los agente aglutinante .

Los medios mas utilizados en patología de insectos son: SDA(Sabouraud-dextrosa-agar) SDAY (Sabouraud-dextrosa-agar -extracto de levadura), MAY (Sabouraud-maltosa-agar-levadura), MEA (Extracto de malta-agar), PDA (Papa-dextrosa-agar), APA (Agar-papa-azúcar), AA (agar-agua), AAA (Agar-agua-acidificado), NA (Agar nutritivo). El medio mas utilizado para la producción de hongos entomopatógenos es PDA, el cual puede ser elaborado en laboratorio o ya viene preparado. El PDA preparado en laboratorio lleva 300 gramos de papa, las cuales son hervidas para obtener una infusión que se le agrega 20 gramos de dextrosa y 20 gramos de agar y luego sometido a esterilización a 121 °C por 20 minutos. Cuando ya viene preparado se agrega 38 gramos por litro de agua y luego se esteriliza. .(Alves, 1986)

Una vez que se ha seleccionado el medio de cultivo adecuado se pasa a la inoculación del hongo en el medio de cultivo para que las estructuras reproductivas inicien su crecimiento.

Las fuentes de inóculo mas comunes son las naturales como el suelo, material vegetal, insectos momificados y fuentes artificiales como cultivos puros, matrices, material preservado y bolsas.

Para iniciar la producción masiva del hongo y sus estructuras reproductivas (conidias y/o esporas) se utilizan substratos como maíz, arroz, trigo, soya, fríjol, cebada, sin embargo, los que han dado los mejores resultados son arroz y trigo. Existen tres métodos para la producción masiva del hongo, la producción industrial y la artesanal; de los tres procesos la producción semiindustrial ha sido el método mas utilizado, este consiste en varias etapas que a continuación describimos brevemente.

#### 1)Aislamiento del hongo

Consiste en la obtención del hongo a partir de la fuente de inóculo.

#### 2)Elaboración de cultivos puros (6 días)

Consiste en la limpieza de los platos inoculados y el reaislamiento a partir del inóculo original.

#### 3)Preparación de matrices y bolsas

En la matriz se utiliza 100 grs. de arroz precocido entero como substrato, el cual es colocado en erlenmeyer de vidrio , se le agrega 500 ml de agua y se esteriliza a 121 °C por 20 minutos.

Las bolsas son de material autoclavable (polipropileno) se les coloca 200 grs. de arroz y 10 ml de agua y se esteriliza a 121 °C por 20 minutos.

#### 4) Inoculación e incubación de matrices (6 días).

El objetivo de producir matrices es tener suficiente material para inocular las bolsas. Las matrices se inoculan tomando un plato con cultivo puro, el cual es raspado y se le agrega 60 ml de agua destilada, esto es suficiente para inocular 4 matrices. Las matrices son incubadas en cuartos oscuros a una temperatura entre 24 a 28 °C por 8 días.

#### 5) Inoculación e incubación de bolsas(4-6 días)

Las bolsas son inoculadas a partir de las matrices a las cuales se les agrega 750 ml de agua destilada con extravón al 0.1% . Cada bolsa es inoculada con 20 cc de la suspensión fungosa, con una matriz se inoculan aproximadamente 30 bolsas, las cuales son incubadas por un período de 4 a 6 días.

#### 6) Proceso de secado(15 días)

El objetivo de esta fase es la eliminación de la humedad del hongo. El arroz contenido en las bolsas es depositado en bandejas plásticas grandes con orificios en el fondo y colocadas a temperatura ambiente para secar. El hongo esta listo cuando tiene entre 4 a 6% de humedad.

#### 7) Cosecha del hongo ( 1 día)

La cosecha consiste en separar el sustrato (arroz) de las estructuras del hongo y recolectarlas en forma de polvo de conidias. Generalmente existen equipos mecánicos para la cosecha pero en Nicaragua se realiza utilizando cribas de diferentes numeración para separar por frotación las partículas del hongo del sustrato. Una vez cosechado debe mantenerse en refrigeración ya que la luz, humedad y altas temperaturas afecta la actividad de las conidias.

Después de cosechado es necesario evaluar el rendimiento, el cual se refiere a la cantidad de gramos de polvo de conidias cosechado, al número de conidias por gramo de polvo y a la viabilidad de las conidias

#### 8) Formulación ( 1 día)

La formulación del hongo es el proceso mediante el cual el ingrediente activo (conidias) se mezcla con materiales inertes los mas utilizados son: Vehículos, solventes, protectantes, emulsificantes y aditivos. (Barrientos, 2,002).

Esto se hace con el objetivo de homogenizar las partículas del hongo para poder manipularlas y aplicarlas adecuadamente. Hasta el momento se han desarrollado 2 tipos de formulaciones en polvo mojable y líquido emulsificable. Los materiales utilizados en la formulación deben presentar algunas características como:

- No tener actividad biológica
- Inocuo al medio ambiente
- Características físicas adecuadas para mezclarse
- Facilitar la aplicación del producto
- No afectar la actividad del hongo
- Económicamente rentable.

Para finalizar el producto debe ser empacado en recipientes que no permitan la entrada de luz y la humedad ya que estas afectan la actividad y calidad del producto.

### **3.8 Uso de hongos entomopatógenos en el control de plagas en campo.**

Durante muchos años el uso de hongos entomopatógenos para el control de plagas estuvo limitado y prácticamente olvidado debido a sus requerimientos de alta humedad relativa y alta temperatura para desarrollarse adecuadamente (Street y Henry 1990 citado por Barrientos 2,002).

El método de aplicación depende en principio de la formulación disponible, o bien la formulación debe ser compatible con el método de aplicación.

Estudios de campos muestran que la infección por hongos entomopatógenos ocurre de tres maneras.

- a) Al contacto de la plaga con el producto aplicado ( impacto directo) el porcentaje de infección y mortalidad mediante el impacto directo esta en función de la técnica de aplicación y factores ambientales, en general el porcentaje de infección por impacto directo varia entre 30 a 90 %.
- b) Infección secundaria de residuos de insecticidas de la vegetación o suelo; este mecanismo de infección puede ser mas importante que el de impacto directo, sin embargo, en el caso

de los micoinsecticidas es influenciado por la aplicación , formulación y variables ambientales.

- c) Transmisión horizontal o “ciclo secundario del patógeno” de individuos infectado por impacto directo o infección secundaria, los cuales al morir esporulan y liberan esporas al medio ambiente (Jenkins et al 1998, Charnley 1992, Lomer et.al 2,001 citado por Barrientos 2,002).

Los hongos Entomopatógenos con frecuencia se reportan como efectivos en laboratorio y pocos efectivos en campo (Milner, 2,000 citado por Barrientos 2,002). Ello se debe a la gran cantidad de factores que se presentan en campo y afectan la efectividad del hongo, siendo éstos factores difíciles de controlar y diferentes de los que se presentan en laboratorio. Entre los principales factores que afecten o puedan afectar la relación hospedero-patógeno tenemos: Luz solar, temperatura, humedad, precipitación, edad del hospedero, viabilidad del patógeno, dosis aplicada, radiación ultravioleta, comportamiento de la plaga y densidad de la cubierta vegetal. Estos factores interactúan para producir una efectividad óptima y frecuentemente limitan la efectividad de un micoinsecticida. (Milner et. al 2000, citado por Barrientos, 2002).

El potencial de uso de **Beauveria bassiana** fue demostrado en los estudios de McLaughlin en 1989, quién señala que puede infectar pupas, larvas y adultos de picudo del algodón y que la mortalidad varia de 69 a 100 % después de cinco días de inoculado con una dosis de  $3.2 \times 10^8$  conidias/grs. (McLaughlin en 1989, citado por Quiroz en 1994).

Estudios realizados en Nicaragua en el centro experimental del algodón (CEA), utilizando 7 aplicaciones de la formulación NATURALIS de **Beauveria bassiana** contra picudo del algodón, obtuvieron resultados hasta del 47% de reducción de las poblaciones de picudo (Jiménez, 1994).

Utilizando dos tipos de formulaciones de **Beauveria bassiana** en campo, una con agua y otra con aceite mineral para el control de picudo del algodón, encontraron que no hubo diferencia



significativa entre las dos formulaciones. Al comprobar que no hubo diferencia significativa se utilizó una formulación de **Beauveria bassiana** en agua y se comparó con el control químico metilparatión, ambos obtuvieron mortalidades entre el 47% y 60%, por lo que no hay diferencia significativa y se puede utilizar **Beauveria bassiana** con los mismos resultados.

Sin embargo los estudios de persistencia realizados sobre plantas de algodón nos indican que entre las 48 y las 72 horas después de inoculado el hongo se logra mantener cerca del 40-50% del inóculo, con una viabilidad de las conidias de 30%. Esto nos lleva a la conclusión de buscar soluciones encaminadas a formulaciones de manera que se asegure la persistencia del patógeno por mayor tiempo en campo para lograr un manejo más efectivo de los insectos plagas que se deseen manejar con el control microbiano. (Jiménez, 1994).

#### **4.0 Características o propiedades de un patógeno para ser efectivo como bioinsecticida**

El paso inicial para desarrollar un insecticida microbiano es la selección de un aislamiento que sea altamente patógeno y virulento para la plaga a controlar y que tenga un rango de temperatura similar al de la plaga. Para que los patógenos sean efectivos como bioinsecticidas y pueda realizarse su comercialización, deben poder producirse de manera fácil y barata, deben ser de bajo riesgo, específicos para la plaga a controlar, deben poder aplicarse utilizando tecnologías convencionales de manera que puedan tener un período de vida adecuado en almacén y deben ser de rápida acción. (Goettel y Roberts 1992, Milner 2000, Milner y Hunter 2001 citado por Barrientos 2,002).

Uno de los descubrimientos que facilitó el desarrollo de **Beauveria** como micoinsecticidas es que las conidias son hidrofóbicas y liposolubles, por lo tanto pueden suspenderse en aceite fácilmente. Los aceites se pueden dispersar y penetrar la epicutícula de los insectos, ya que tiene una alta proporción de cera, y evitar la deshidratación de las conidias favoreciendo la germinación cuando la humedad relativa es baja.

Esta característica ha permitido desarrollar la tecnología para formular en aceite vegetal o mineral las conidias del hongo **Beauveria** (Prior et.al, 1992, Lomer et. al, 2,001, Milner y Hunter, 2,001 citado por Barrientos 2,002).

## 5.0 Ventajas de hongos entomatógenos.

Los agentes microbiológicos, en particular los hongos Entomopatógenos, ofrecen varias ventajas en el control de plagas: bajos costos de producción, bajo impacto ambiental, en particular no tiene efectos secundarios sobre organismos acuáticos y animales de sangre caliente, son más selectivos que los productos químicos, adecuados para utilizarse en áreas de producción orgánica y áreas protegidas, la eliminación de residuos es relativamente fácil basta con exponer el producto un par de días al sol para que las esporas se inactiven casi totalmente. (Milner y Hunter 2001, Jenkins et al 1998, Citado por Barrientos 2,002).

## 6.0 Impacto ambiental de los hongos entomopatógenos.

Algunos hongos entomopatógenos son bastante específicos, diversos estudios sobre efectos secundarios han indicado que no se pone en riesgo a organismos acuáticos, poco o ningún impacto sobre artrópodos terrestres y no afectan vertebrados o animales de sangre caliente ( aunque se recomienda usar el equipo de protección adecuado y no inhalar las esporas), indican que no hay efectos notables de **B. bassiana** en insectos voladores (dípteros, himenópteros, lepidópteros, neurópteros y coleópteros), sin embargo, las abejas cortadoras de hojas de alfalfa son altamente susceptibles a **B.bassiana**.

La FAO recomienda el uso de micoinsecticidas en áreas ambientalmente sensibles.

Aunque los trabajos de investigación realizados a la fecha indican bajos o no impacto ambiental de hongos entomopatógenos, es necesario estudiar con precisión el efecto de los micoinsecticidas disponibles sobre insectos que no son plaga y coexisten con especies plagas, a las que se dirige el control. ( Milner y Hunter 2001, Kooyman et al 1997, Milner 2002 citado por Barrientos 2,002).

## 7.0 Uso actual y futuro de entomopatógenos.

La tecnología para formular y aplicar hongos entomopatógenos en forma eficiente y efectiva ha sido desarrollada. Sin embargo, ésta tecnología necesita ser transferida y efectiva a países en desarrollo, donde los costos económicos y ambientales por la aplicación de productos químicos son extraordinarios. Países como México y Brasil están tratando de desarrollar su propia tecnología para el uso de hongos entomopatógenos en el control de plagas usando aislamientos nativos y evitando la introducción de cepas exóticas.

Las autoridades responsables de la sanidad vegetal en países en desarrollo deben propiciar la transferencia de tecnología, lo cual permitirá que extensionistas con productores y técnicos de campo se familiaricen con el uso, aplicación y bondades de productos biológicos, sobre todo como un elemento importante en Programas de Manejo Integrado.

Otro aspecto importante a considerar para lograr el éxito de hongos entomopatógenos es el estudio del comportamiento, actividad diaria y capacidad termorregulatoria de las especies plagas a controlar pues muchas de ellas pueden inactivar el efecto del entomopatógeno (Milner et al 2001 citado por Barrientos 2,002).

## **V MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se realizó en las instalaciones del laboratorio de Control Biológico, Campus Agropecuario de la UNAN-León, en el período comprendido del mes de septiembre del 2002 a abril del 2003.

El trabajo de investigación se realizó en dos etapas: 1) La etapa de laboratorio y 2) La etapa de campo.

## 1) ESTUDIOS DE LABORATORIO

En el laboratorio se iniciaron los estudios desde reactivación hasta producción de la cepa de **Beauveria bassiana**, a continuación se describe los pasos.

### 1.1 Reactivación, inoculación y producción de la cepa

La cepa seleccionada tiene el código **114**, es un aislado de **Beauveria bassiana**, colectada en Nueva Segovia sobre broca del café **Hypothenemus hampei**. La cual se encontraba conservada en sílica gel, tiene un tipo de crecimiento uniforme con producción de conidias sueltas y crece muy bien en extracto de malta, agar y papa dextrosa agar (Quiroz, 1994).

Para iniciar el proceso de producción se pusieron gránulos de sílica gel conteniendo las conidias del hongo en medio de cultivo, Papa Dextrosa Agar (PDA). Los platos inoculados fueron colocados a temperatura de 25 °C para su crecimiento(Incubación).

Las observaciones del crecimiento de la cepa se realizaron diario para eliminar los platos con contaminantes. Una vez alcanzada la madurez de las colonias de **Beauveria**, aproximadamente 10 días después de inoculado, se pasaron al proceso de multiplicación utilizando arroz precocido y esterilizado el cual es inoculado con la solución del hongo.

Para la identificación de las estructuras reproductoras de **Beauveria** se tomaron muestras de los platos producidos y fueron montados con una solución de azul de metileno más laftofenol y observadas al microscopio.

## **1.2 Prueba de patogenicidad**

### **1.2.1 Determinación de la concentración de la solución fungosa**

De los platos que presentaron el mejor crecimiento de la cepa 114 se seleccionaron dos platos, se realizó un raspado de las conidias con una espátula estéril y se colocó en tubos de ensayo con 5 ml agua estéril. Se tomó 1 ml de esta solución y se le agregó Tween 20 al 0.01%; agitando para obtener una suspensión fungosa homogénea.

El conteo de conidias se realiza utilizando los cuadros pequeños del hemocitómetro y la fórmula propuesta por Alves (1986), donde se logra conocer la concentración total de la suspensión.

Formula:  $n \times 4 \times 10^6$ .

Donde n = número total de conidias observadas

4=constante.

$10^6$  =constante.

### **1.2.2 Montaje del Bioensayo**

#### **Esterilización del alimento**

Para alimentar los adultos del picudo negro de plátano, procedentes de la finca El Rosario (Goyena), se utilizaron trocitos de pseudotallo, los cuales fueron esterilizados con cloro al 1% por un minuto y luego enjuagado con agua destilada. Los trocitos de alimento fueron colocados en copas plásticas de bioensayo estéril.

#### **Método del bioensayo**

El método utilizado para el bioensayo, es la inmersión de los adultos de picudo de plátano en la suspensión de conidias (sin Tween), durante 2-3 segundos. Luego para quitar el excedente de la suspensión sobre sus cuerpos son colocados en papel toalla. Se utilizaron 25 insectos y 3 repeticiones para un total de 75 insectos en el bioensayo.

Los insectos inoculados se trasladaron a las copas plásticas, colocando un insecto por copa, todas las copas se colocaron en bandejas rotuladas y se dejaron en cuarto con condiciones de temperatura de 25 ° C.

La lectura de mortalidad sobre los insectos se realizó a partir del día uno hasta los veinte en un periodo de un mes aproximadamente y un día después de la inoculación, con recuentos los días 3, 6, 9, 11, 14, 17 20, 24; se contabilizaron los insectos vivos (se mueven) y los muertos (no se mueven).

### ***1.3 Prueba de viabilidad.***

De la suspensión fungosa utilizada para el bioensayo, se toma una gota de la suspensión del hongo y se coloca sobre un plato petri que contiene medio de cultivo (PDA), el plato se colocó en cámara húmeda y 18 a 24 horas después se contó el número de conidias germinadas y no germinadas.

Se observaron de 5 a 10 campos de visión del microscopio, de manera que se llegó a contabilizar un mínimo de 200 conidias en total. Mediante una regla de tres se obtuvo el porcentaje de conidias germinadas, a partir del número de conidias germinadas y el número total de conidias observadas.

### **1.4 Medición de la esporulación**

Los insectos muertos se montaron en cámara húmeda, utilizando platos petri plásticos y círculos de papel toalla que son colocados en el plato petri, se le agregó 2 a 3 gotas de agua estéril. Luego se colocaron los picudos muertos se taparon , sellaron y colocaron en la incubadora que tiene una temperatura de 27 °C y 80% de humedad relativa.

La revisión se realizó tres veces por semana.

.

## **2) PRUEBA DE CAMPO**

La prueba de campo se realizó en la finca el Rosario del señor Fidel Castellón ubicada en la comunidad de Goyena a 10 kilómetros de la ciudad de León.

## 2.1 Área del ensayo

Se utilizó un área de 7,026 m<sup>2</sup> de cultivo de plátano variedad cuerno con una distancia de siembra de 3 x 2 entre plantas para un total de 865 plantas con una edad del cultivo de tres años.

La manzana fue dividida en dos parcelas de 3,513 m<sup>2</sup>, para tomar media manzana. para el testigo (sin hongo) y media manzana-. para el tratamiento (con hongo).

## 2.2 Sistema de muestreo

El sistema es el que utiliza el productor de forma convencional, el muestreo se realizó a través de trampas, utilizando círculos de 5-10 cm de diámetro de pseudotallo, los cuales fueron colocados surco de por medio y planta de por medio en la base de la planta y revisados diario. Las trampas se cambiaron cada cuatro días.

Se realizaron monitoreos de los picudos en las trampas desde enero hasta la fecha de la primera aplicación del hongo.

El umbral de aplicación para el caso de hongos se tomó 5 picudos por trampa.

## 2.3 Preparación , método de aplicación y evaluación

Para realizar la aplicación del hongo se tomaron tres bolsas de 200 grs de arroz cada una, con buen crecimiento de conidias de **Beauveria**. Al arroz con las conidias se le agregó 200 grs de leche en polvo entera (Cinco pinitos) y se mezclaron bien, para lograr desprender las conidias del arroz.

Antes de la aplicación se realizaron los recuentos en las trampas viejas. Se prepararon las nuevas trampas con las mismas dimensiones.

La aplicación del hongo se realizó tomando aproximadamente 5 grs del hongo aplicado en el disco del pseudotallo y se colocaron en la base de la planta madre. (Anexo 1)

Se colocaron un total de 92 trampas por tratamientos, para un total de 184 en el estudio.

Para marcar los surcos se utilizaron cintas de color amarillo. Las evaluaciones iniciaron después de 24 horas de la aplicación, tres días y seis días.

Del total de trampas en cada tratamiento se muestrearon 27 trampas al azar que representan el 30 %, en estas, se recolectaron los picudos encontrados en cajas plásticas y trasladadas

al laboratorio de hongos entomopatógenos UNAN-León. (Anexo 2). En el laboratorio se colocaron en cajas petri con papel toalla y alimento fresco (pseudotallo), se ubicaron en bandejas rotuladas con la fecha de colecta y se revisaron los días 3, 6, 9, 11, 14, 17, contabilizándose insectos vivos y muertos. Los insectos muertos fueron colocados en cámara húmeda para el crecimiento del hongo y de esta forma comprobar la muerte por efecto del agente causal, **Beauveria bassiana**.

### 3) ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 3.1 Laboratorio

##### *Cálculo del porcentaje de mortalidad corregida*

Se realizó utilizando la fórmula de ABBOTT (1925), que corrige la mortalidad producida por el agente causal frente a la muerte natural, esta se emplea cuando la mortalidad en el testigo es menor o igual al 10%.

La fórmula es: 
$$M.C = \frac{X-Y}{X} * 100$$

Donde:

M.C: % de Mortalidad Corregida.

X: porcentaje de supervivencia en el testigo.

Y: porcentaje de supervivencia en el tratamiento.

100: una constante.

#### 3.2 Campo

Gráficos de la dinámica poblacional de **Cosmopolites sordidus**

Gráfica de mortalidad en campo

Cálculo de porcentaje de eficiencia en campo



El calculo de porcentaje de eficiencia en campo se hizo a partir de la fórmula de Henderson y Tilton la que permitió determinar la eficacia en la muerte de insectos de **Cosmopolitis sordidus** por el agente causal en campo.

$$\% \text{ - de - eficiencia} = \left[ 1 - \frac{\text{Trat. } B_1 \times \text{Test. } A_0}{\text{Test. } A_1 \times \text{Trat. } B_0} \right] \times 100$$

Donde :

**A<sub>1</sub>**= No. de individuos en el testigo después de las aplicaciones.

**B<sub>1</sub>**= No. de individuos en los tratamientos después de realizar las aplicaciones.

**A<sub>0</sub>**= No. de individuos en el testigo antes de aplicar.

**B<sub>0</sub>**= No. de individuos en los tratamientos antes de las aplicaciones.

## VI RESULTADOS

### 1) EVALUACION EN LABORATORIO

Los resultados obtenidos a nivel de laboratorio fueron:

#### 1.1 Inoculación y reproducción de la cepa 114

La cepa codificada como **114**, se logró establecer en el laboratorio utilizando como medio para su reactivación papa- dextrosa - agar (anexo3). Los platos sembrados presentaron las colonias tipo rosetas, de coloración blanca al inicio del crecimiento y cremoso en la maduración de las conidias y colonias de aspecto polvoriento, todas estas características son típicas del género **Beauveria**. (Alves, 1986, Quiroz, 1994, Lecuona, 1995).

Las estructuras reproductoras observadas de **Beauveria** fueron: las masas de micelio de color blanco hialino, los conidióforos se observan en forma de botellas que terminan en un raquis en forma de zigzag. Un conjunto de conidioforos da la apariencia de pequeñas rosetas al microscopio. (Anexo 4).

Los contaminantes identificados en esta etapa fueron : Fusarium, Aspergillus, Penicillium y Bacterias.

#### 1. 2 Prueba de patogenicidad

En la tabla se muestra las concentraciones de conidias encontradas en los platos utilizados para la prueba de patogenicidad. Los datos son aceptables para realizar el bieonsayos ya que según Alves 1986, las concentraciones deben ir entre  $10^{12}$  y  $10^8$  conidias/ml.

**Concentración de conidias/ml de Beauveria bassiana utilizadas en bioensayos de patogenicidad.**

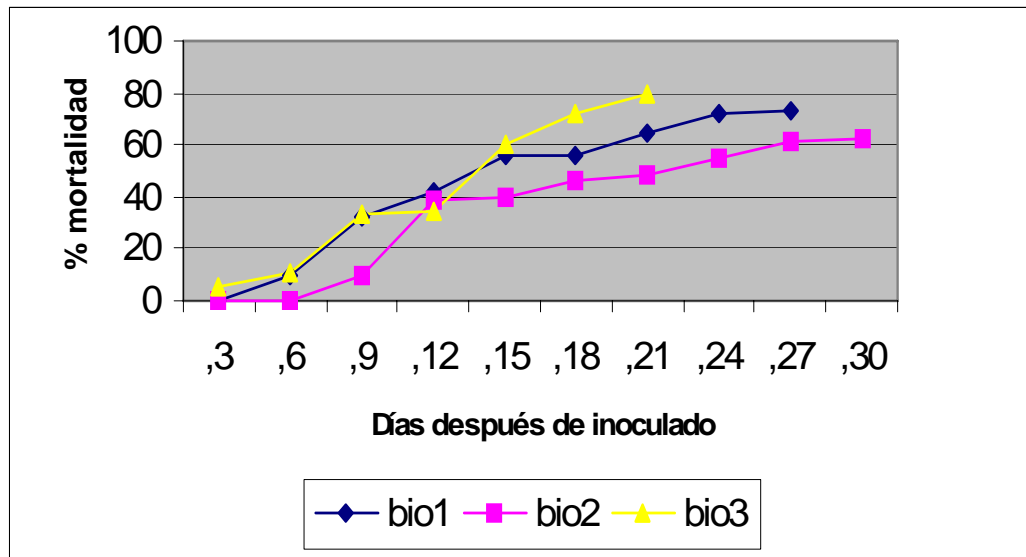
<b>Concentración</b>	<b>Bioensayo N0. 1</b>	<b>Bioensayo N0.2</b>	<b>Bioensayo N0.2</b>
	$4.94 \times 10^8$	$5.18 \times 10^8$	$5.2 \times 10^8$

En la gráfica número uno podemos observar el comportamiento de la mortalidad en el tiempo para los tres bioensayos, se observa que en el bioensayo uno y en el tres las mortalidades inician a los tres días después de inoculado el insecto y en el bioensayo dos inicia a los nueve días después de inoculado y que a partir de ahí el comportamiento de la mortalidad es similar en los tres bioensayos, alcanzado los mayores porcentajes los días 15 a 27, después de inoculado el insecto, datos que coinciden con Leucona 1995 y Gómez, 1996, quienes afirman que las mortalidades se logran entre 20 –35 días después de inoculado.

También es importante señalar que el bioensayo tres logra las mayores mortalidades en menor tiempo a los 22 días después de inoculados en comparación con el uno y el dos que logran mortalidades similares en tiempo similares de 27 a 30 días respectivamente.

Según Alves 1896, la patogenicidad esta afectada por el estado de susceptibilidad del hospedero y a las condiciones ambientales del bioensayo, por lo que, se pueden tener respuestas de mortalidad diferentes con el mismo hospedero y la misma cepa de **Beauveria**.

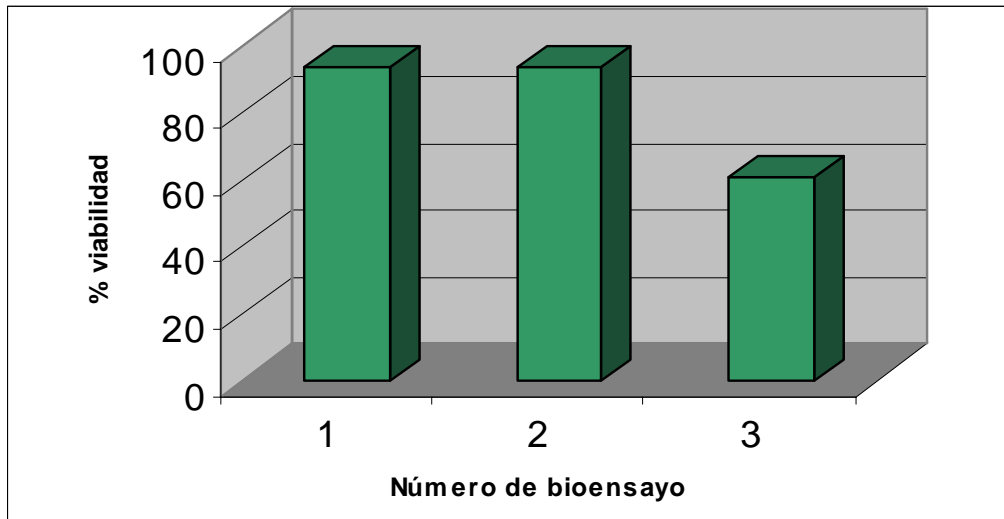
Tomando en cuenta los tres bioensayos se puede decir que la cepa **114** de **B. bassiana** presenta mortalidades entre 62% a 84%.



**Gráfica N0. 1 Patogenicidad de la cepa 114 de *B. bassiana* sobre adultos de *Cosmopolites sordidus*. UNAN-LEÓN, 2,003.**

En la gráfica número dos se muestra la prueba de viabilidad de los tres bioensayos, podemos observar que a las 18 horas después de inoculado el hongo, el primer y segundo bioensayo alcanzan un 94% de conidias germinadas, sin embargo en el tercer bioensayo a las 18 horas alcanza un 61% de conidias germinadas, logrando alcanzar 96% de conidias germinadas hasta las 24 horas después de inoculado el hongo.

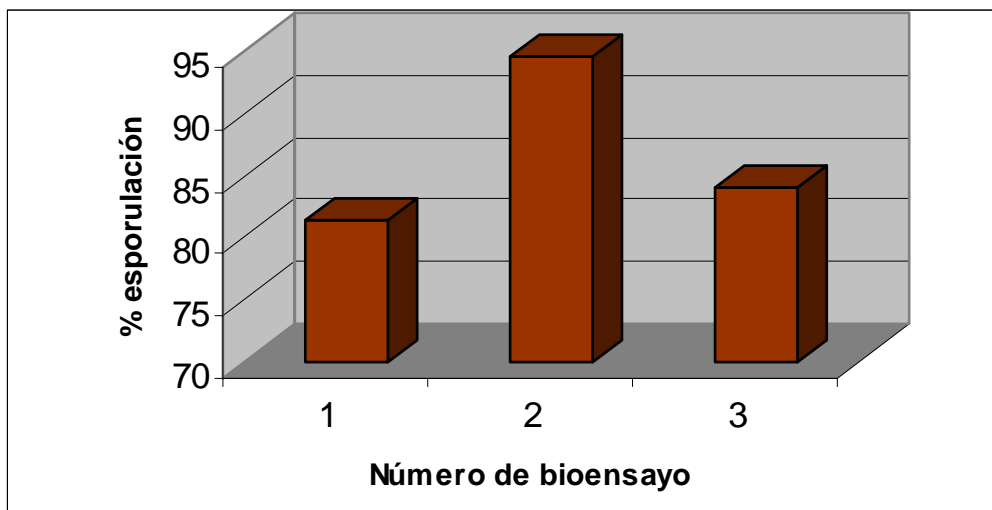
Estos resultados coinciden con lo que señala Alves, 1986, que para que una cepa de **Beauveria** sea utilizada en campo debe tener mayor del 90% de conidias germinadas en las primeras 24 horas después de inoculadas. Esta característica es muy importante si se quiere utilizar hongos en campo, ya que una vez que el hongo hace contacto con el hospedero tiene la suficiente agresividad para producir la enfermedad. (Lecuona, 1995).



**Gráfica N0. 2 Prueba de viabilidad de la cepa 114 de *B. bassiana*.**

**UNAN-LEÓN, 2,003**

En la gráfica número tres se muestra los porcentajes de esporulación de los insectos muertos. Podemos observar que el bioensayo número dos presentó los mas altos porcentajes de esporulación con un 95%, en cambio en el bioensayo uno y el tres la esporulación se encuentra entre 81 y 84%. Sabemos que la esporulación de un insecto es la evidencia de la mortalidad del agente causal, pero que esta esporulación esta afectada principalmente por temperatura y humedad relativa lo que puede influir en los porcentajes de esporulación tanto en campo como en laboratorio. Los datos obtenidos son muy alentadores ya que en trabajos realizados por Quiroz, 1994 con picudos de plátano lograron porcentajes no mayores del 30% de esporulación. Sin embargo para que un bioensayo de patogenicidad sea considerado satisfactorio la esporulación aceptada es de 20% de los insectos expuesto al inó.culo (Lecuona, 1995).



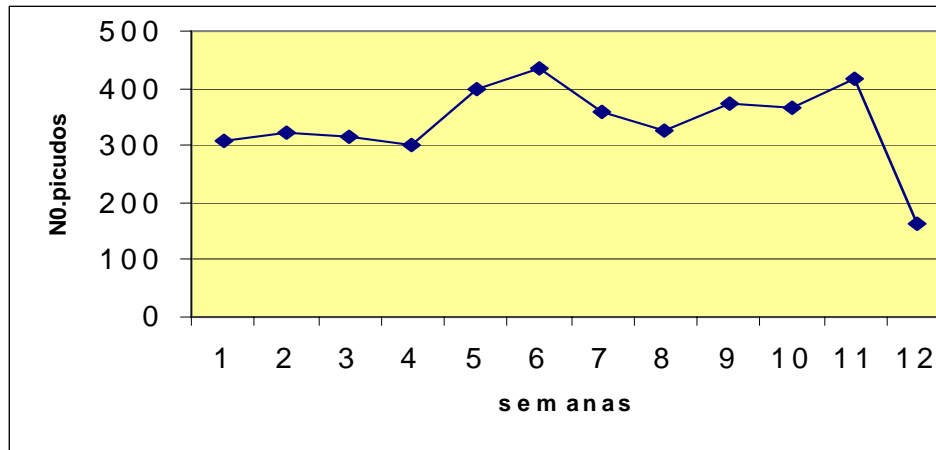
**Gráfica N0. 3** Porcentaje de esporulación de la cepa 114 de *B. bassiana* sobre adultos de *Cosmopolites sordidus*. UNAN-LEÓN, 1,003

## 2) EVALUACIÓN EN CAMPO

Los resultados obtenidos en campo fueron:

La parcela seleccionada para el estudio se le llevó registro de las densidades poblacionales de picudo desde que se inició el trabajo de investigación. Se tiene registros desde el mes de septiembre del año 2002 hasta marzo del 2003.

En la gráfica número 4 se muestra las cantidades de picudos monitoreadas durante los meses de enero, febrero y marzo antes de realizar la aplicación de **B. bassiana**, las cantidades de picudo fue acumulativos por semana, manteniendo entre 310 a 380 picudos/mz.



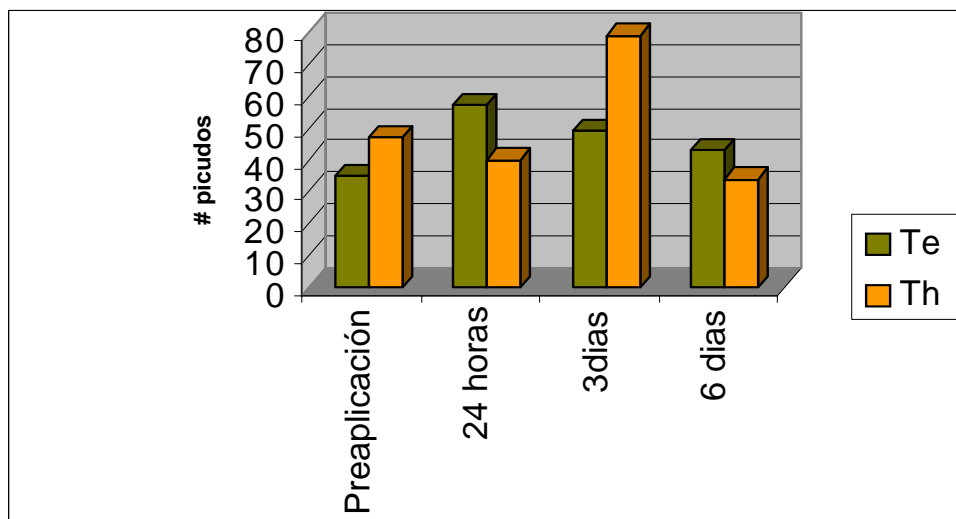
**Gráfica N0. 4 Dinámica de *Cosmopolites sordidus* monitoreado antes de la aplicación . Finca El Rosario, Goyena. 2,003**

En la gráfica número 5 se observan los recuentos realizado en las 90 trampas el día antes de la aplicación del hongo, la cantidad de picudos encontrados fueron de 35 picudos en el testigo y 47 picudos en el tratado. Estos niveles poblaciones son muy altos ya que literatura reporta que para hacer una medida de control los umbrales deben estar entre 10-15 picudos por trampa, pero durante todo el período de monitoreo las poblaciones de picudo duplicaban y triplicaban el umbral. A pesar de tan altos niveles poblacionales se decidió evaluar el hongo y se realizó la aplicación el 26 de marzo del 2003.

Las evaluaciones a las 24 horas post-aplicación nos indican que las poblaciones de picudo bajaron en el tratamiento con hongos (Th) y en el testigo (Te) tendió a incrementar.

A los 3 días después de la aplicación la tendencia de la población de picudos fue a incrementar en tratado y el testigo mantuvo la población. Posiblemente el incremento en el tratado se debe a que el cebo utilizado atrajo muchos mas picudos a las trampas, los cuales eran contabilizados a la hora del recuento.

A los 6 días después de la aplicación las poblaciones de picudo baja en la parcela tratada y



**Gráfica N0. 5 Cantidad de picudos antes y después de la aplicación de *B. bassiana* Finca El Rosario. 2,003**

a mas de la mitad a los 6 días después de la aplicación, esto nos confirma que realmente los picudos migraron a las trampas y una vez expuesto al inóculo estos fueron afectados por **B. bassiana**.

Debido a que es difícil evidenciar la mortalidad de **Cosmopolites sordidus** en campo, por el tipo de comportamiento del picudo, se tomaron muestras de insectos expuestos al inóculo en el campo para verificar las mortalidades.

En la gráfica número 6 y 7 se demuestra la eficacia de la aplicación, se puede observar en los insectos muertos y esporulados en laboratorio a las 24 horas después de la aplicación, de los 40 picudos colectados murieron por el hongo 10 insectos lo significa 25% de mortalidad, a los tres días, de los 64 picudos colectados lograron morir 34, para un 53% de mortalidad y a los 6 días, de los 34 picudos colectados, murieron 11 para un 32.3% de mortalidad.

Según Alves 1986 y Quiroz y Jiménez 1994, los datos de mortalidad en campo son bajos ya que en sus estudios lograron mortalidades hasta de 80%. Sin embargo estos mismos autores señalan que para lograr altas mortalidades en campo el hongo debe tener las condiciones mínimas de temperatura, humedad, cantidad de inóculo, susceptibilidad del hospedero. En esta evaluación las condiciones ambientales, como la humedad y la temperatura, influyeron mucho en la eficacia de la aplicación ya que se evaluó en período seco, período en que más

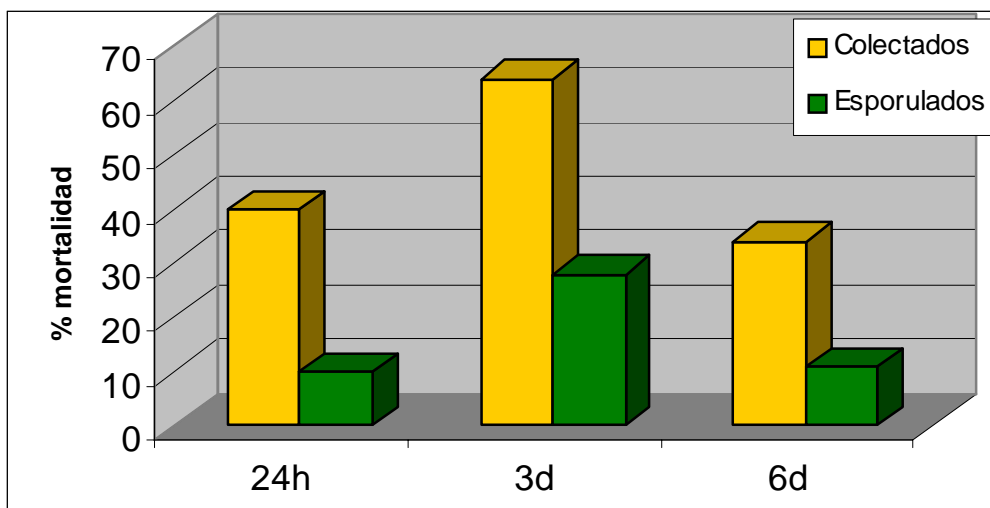


aparecen los picudos en el plátano, las trampas se secaban muy rápido haciéndolas pocas atractivas para el picudo y perdiendo parte del inóculo inicial..

Sin embargo el comportamiento de las mortalidades coinciden con trabajos realizados por Jiménez en 1994 sobre picudo del algodón, las mortalidades mayores se logran entre los

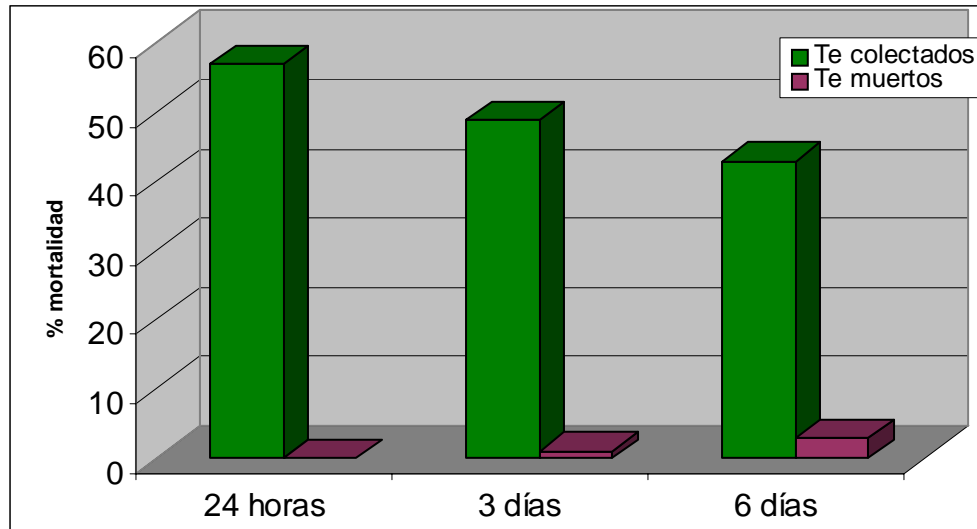
3 a 4 días post-aplicación .

De los insectos colectados en la parcela testigo hubo mortalidades entre 1-3 picudos, lo que significa una mortalidad del 2.9%, estas mortalidades no fueron causadas por **B. bassiana**. Sino tal vez por efectos ambientales o naturales.



**Gráfica N0. 6 Porcentajes de mortalidad postaplicación en la parcela tratada**

**sobre en insectos colectados y evaluados en laboratorio. UNAN-LEON, 2003**



**Gráfica N0. 7 Porcentajes de mortalidad postaplicación en la parcela testigo sobre en insectos colectados y evaluados en laboratorio. UNAN-LEON, 2003**

Para determinar el porcentaje de eficiencia de la aplicación en campo se aplicó la fórmula de Henderson y Tilton, la que nos indicó que a las 24 horas post-aplicación el hongo tiene una eficiencia de control del 48%, a los 3 días post-aplicación debido al incremento del número de picudos que migraron a la trampa la eficacia en campo baja drásticamente a un 3%, sin embargo las mortalidades reportadas en laboratorio durante ese período logran alcanzar mortalidades hasta del 53%, a los 6 días post-aplicación la eficacia en campo sube hasta un 41%., estos datos de la eficiencia en campo no son tan diferentes a los obtenidos en laboratorio por lo que podemos decir que la cepa 114 de **B. bassiana** causa mortalidades en campo entre 40% a 53%.

## VII CONCLUSIONES

1. La cepa **114** de **B. bassiana** evaluada en campo logra porcentajes de mortalidad del 53%.
2. La cepa **114** de **B. bassiana** aislada de **Hypothenemus hampei**. es altamente patogénica sobre **Cosmopolistes sordidus**, causando mortalidades en laboratorio hasta del 84%.
3. La cepa **114** de **B. bassiana** logra los mas altos porcentajes de esporulación y viabilidad en comparación con los resultados obtenidos en otros estudios.
4. Las mayores mortalidades de **Cosmopolistes sordidus** en campo se logra observar a los 3 días después de la aplicación
5. La eficiencia de la aplicación de **B. bassiana** en campo varia entre 40% a 53% de mortalidad.

## **VIII RECOMENDACIONES**

1. El uso de hongos Entomopatógenos en campo debe incorporarse como una alternativa mas manejo dentro de una gama mas amplia de opciones, ya que el hongo por sí solo no baja las poblaciones a niveles que no causen daño económico.
2. Para hacer las aplicaciones en campo hay que tomar muy en cuenta las condiciones climáticas como temperatura, radiación solar y humedad relativa ya que influyen directamente sobre la sobrevivencia del inóculo y por lo tanto sobre la eficacia en campo.
3. Hacer evaluaciones en período menos secos para favorecer el desarrollo de epizootias en campo.

## IX BIBLIOGRAFÍA.

1. Alatorre, R.. Hongos entomopatógenos, Memoria XI Congreso Nacional de Control Biológico Guanajuato, México 2000. 134 pág.
2. Alves.S.B. Controle Microbiano de Insectos, Editore Manole LTDA, 1986. Sao Paulo Brasil 1993. 125. Pág.,
3. Barrientos L. Uso de hongos Entomopatógenos en el control de plagas en campo; comercialización, uso actual y futuro de hongos Entomopatógenos, Curso de Patología de Insectos, Ciudad Victoria Tamaulipas, México, 2002.
4. Belalcazar , C.S.. El Cultivo del Plátano, Guía Práctica. Editorial Publi Artes Armenia. Quindio, Colombia. 1989. 38. pág.
5. Características y Mecanismos de Acción de Hongos para el Control Biológico.  
[www.catie.ac.cr/información/RMIP/rev](http://www.catie.ac.cr/información/RMIP/rev)
6. Control Microbial.  
[www.webcolombia.com/alelopatia/enemigo\\_naturales.htm](http://www.webcolombia.com/alelopatia/enemigo_naturales.htm)
7. Coronado R. Introducción a la Entomología, Morfología y Taxonomía de los Insectos. Editorial Limusa.S.A. De C.V .Balderas 95, México D.F.1996.
8. El cultivo del plátano, 2001.  
[www.infoagro.com/fruta/fruta\\_tropicales/platano.htm](http://www.infoagro.com/fruta/fruta_tropicales/platano.htm).
9. Fernández O. Tecnología para la producción de biopesticidas a base de hongos entomopatógenos y su control de calidad.  
[www.agrobiological.com](http://www.agrobiological.com).
10. Gallego G. et al. Entomopatógenos, Trillas, México. 2003.141 Pág.
11. Gómez M.del S. Evaluación de la patogenicidad de 10 cepas de Beauveria bassiana y 10 cepas de Metarhizium anisopliae sobre el picudo del algodón . León Nicaragua. Tesis UNAN-León 1996. 45. Pág.
12. Guía Tecnológica MIP-MUSÁCEAS. 16.INTA. Managua, Nicaragua, 1997.
13. Jiménez J. El Control Biológico de Plagas en Banano.Habana, Cuba 2001.
14. Jiménez C. Uso de hongos Entomopatógenos para el manejo del picudo negro del plátano (Cosmopolites sordidus). Editado por CATIE-INTA/ MIP.( NORAD-ASDI).Informe Final del Proyecto Hongos Entomopatógenos Centro Nacional de Diagnostico Fitosanitario, MAG. 1991-94. Managua Nicaragua, 1994.

15. King.A.B.S Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central, Administración de Desarrollo Extranjero (CODA), Londres, Brasil 1984.182. Pág.
16. Lecuona R. Microorganismos Patógenos Empleados en el Control Microbiano de Insecto Plaga. 1995. 338 Pág.
17. Quiroz I. et al. Disponibilidad de aislados patogénicos de hongos Entomopatógenos para el manejo de plagas insectiles de importancia de la región. Editado por CATIE-INTA/ MIP.( NORAD-ASDI).Informe Final del Proyecto Hongos Entomapatógenos Centro Nacional de Diagnostico Fitosanitario, MAG. 1991-94. Managua Nicaragua, 1994.
18. Rosas J.Hongos Entomopatógenos. Curso Internacional de Patología de Insectos, Ciudad Victoria Tamaulipas, 2000.
19. Sandino C. proyecto empresa de comercialización de controladores biológicos de la UNAN-León. (memoria) VI Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas. Universidad Nacional Agraria 24 –26 de Julio, Managua Nicaragua, 2002. P. 105.
20. SEP,. Manuales para la Educación Agropecuaria; Cultivos de Plantación. Primera Edición. Editorial Trillas, México.1982, 62. Pág.
21. Taller de Producción y Uso de Hongos Entomopatógenos UNA-CATIE/INTA-FAITAN..Managua, Nicaragua, 2000.
22. Vargas M. et al . Las Musaceas. Unan león 2000. Pág. 56.

A N E X O S

## ANEXO 1



Forma de aplicación del hongo *Beauveria bassiana* en campo



**ANEXO 2**

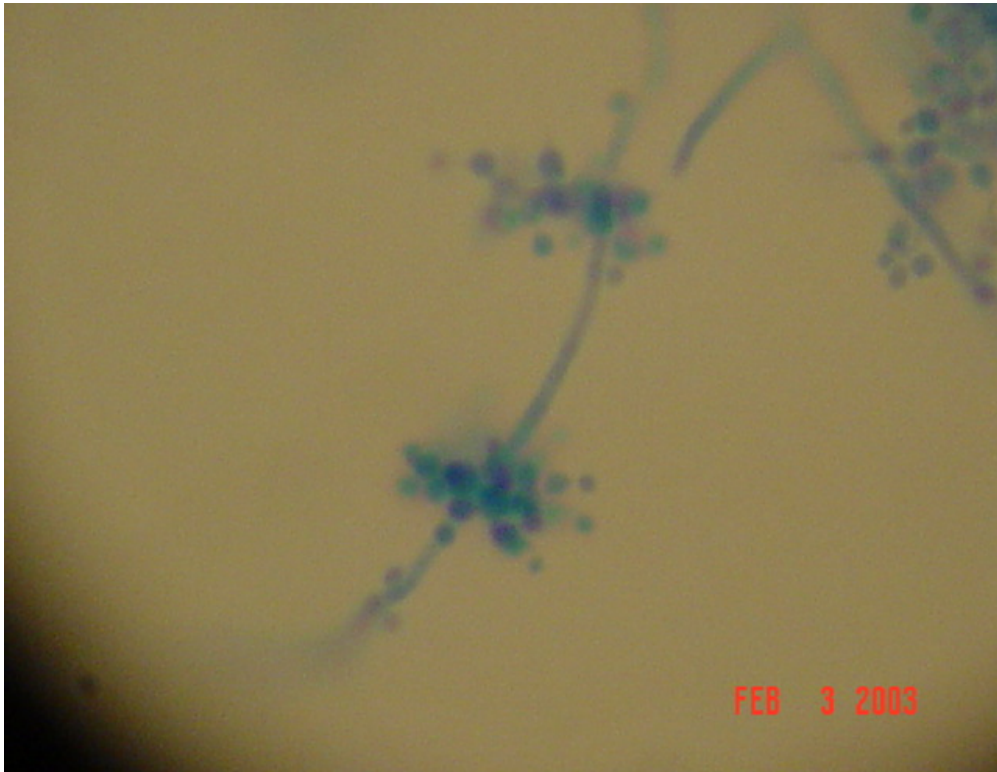


**Colecta de picudos en la finca El Rosario, Goyena.**

*ANEXO 3*



## ANEXO 4



**Estructura de *Beauveria bassiana* identificada en laboratrorio de hongos  
Entomopatógenos por el Msc. René Olayo Paredes**