

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE TIPOS DE TRAMPA PARA LA CAPTURA DE  
*Cosmopolites sordidus* EN EL CULTIVO DE BANANO; IZABAL  
TESIS DE GRADO

**MARIO JOSUÉ SANDOVAL CASASOLA**  
CARNET 20610-08

ZACAPA, FEBRERO DE 2015  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE TIPOS DE TRAMPA PARA LA CAPTURA DE  
*Cosmopolites sordidus* EN EL CULTIVO DE BANANO; IZABAL  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**MARIO JOSUÉ SANDOVAL CASASOLA**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS

ZACAPA, FEBRERO DE 2015  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

LIC. MARIO NAAMÁN SANDOVAL ORELLANA

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

LICDA. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala 9 de Febrero de 2015

Consejo de Facultad

Ciencias Ambientales y Agrícolas

Presente

Estimados medios del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Mario Josué Sandoval Casasola, Carné 20610-08, titulada: "Evaluación de tipos de trampa para la captura de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano, Izabal".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente



Ing. Agr. Mario Naamán Sandoval Orellana  
Colegiado No. 3496  
Cod. URL 23300



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MARIO JOSUÉ SANDOVAL CASASOLA, Carnet 20610-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 062-2015 de fecha 4 de febrero de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE TIPOS DE TRAMPA PARA LA CAPTURA DE  
*Cosmopolites sordidus* EN EL CULTIVO DE BANANO; IZABAL**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 6 días del mes de febrero del año 2015.

  
\_\_\_\_\_  
**ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
**Universidad Rafael Landívar**



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor y padre Ing. Agr. Mario Sandoval por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

A la Finca Aztec, Los Amates, Izabal, por permitirme realizar mi trabajo de investigación.

A Ing. Agr. Rony Mancilla por su apoyo brindado durante la ejecución de tesis.

A Ing. Agr. Miguel Osorio por su colaboración práctica y científica en la realización de la investigación.



## INDICE

I INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO	2
2.1 Origen del cultivo del banano	2
2.2 Clasificación taxonómica	2
2.3 Descripción del cultivo del banano	2
2.4 Requerimientos del cultivo del banano	3
2.4.1 Suelos	3
2.4.2 Condiciones climáticas del cultivo	3
2.5 Plagas y enfermedades que afectan el cultivo del banano	4
2.5.1 Picudo del banano	5
2.5.2 Clasificación del picudo negro	5
2.5.3 Antecedentes del picudo	6
2.5.4 Daño del picudo en el cultivo del banano	7
2.5.5 Síntomas causados por el picudo negro	8
2.5.6 Rango de hospederos	8
2.5.7 Distribución	9
2.5.8 Ciclo de vida	10
2.5.9 Métodos de control	11
a) Control químico	11
b) Control cultural	12
c) Control biológico	14
a) Semicilíndrica	15
b) Sándwich	16
c) Disco de cepa	17
d) Disco de cepa modificado	17
III JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	19
3.1 Definición del problema y justificación	19
IV OBJETIVOS	20
4.1 Objetivo general	20
4.2 Objetivos específicos	20

V HIPÓTESIS	21
VI MATERIALES Y METODOS	22
6.1 Localización del área de estudio	22
6.2 Características del área de estudio	22
6.2.1 Condiciones climáticas y zonas de vida	22
6.3 Material experimental	22
6.3.1 Variedad	22
6.3.2 Trampas	23
6.4 Factores a estudiar	26
6.5 Tratamientos	26
6.6 Diseño experimental	27
6.6.1 Modelo estadístico	27
6.6.2 Unidad experimental	27
6.6.3 Croquis de campo	27
6.6.4 Manejo del experimento	28
6.7 Variables respuestas	29
6.8 Análisis de la información	30
6.8.1 Análisis estadístico	30
6.8.2 Análisis económico	30
VII RESULTADOS Y DISCUSION	31
a) Eficiencia de captura	34
b) Eficiencia de frecuencias	35
c) Relación beneficio/costo	36
d) Características fenológicas	37
VIII CONCLUSIONES	39
IX RECOMENDACIONES	40
X BIBLIOGRAFÍA	41
XI ANEXOS	45
XII CRONOGRAMA DE TRABAJO	51

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Plagas	4
Cuadro 2 Enfermedades	7
Cuadro 3 Tratamientos evaluados para el control del picudo negro en Finca Aztec	26
Cuadro 4 Mapa de los tratamientos evaluados por lote	28
Cuadro 5 Costos en quetzales por trampa	30
Cuadro 6 Análisis de varianza entre los tratamientos	31
Cuadro 7 Diferencia de medias en la captura de picudo negro	31
Cuadro 8 Diferencia de medias entre las frecuencias	32
Cuadro 9 Medias del número promedio de picudos por bloque	33
Cuadro 10 Análisis de varianza sobre frecuencias de recolección	34
Cuadro 11 Medias entre frecuencias de recolección	34
Cuadro 12 Relación beneficio/costo	36
Cuadro 13 Cronograma de trabajo	51

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adulto de <i>Cosmopolites sordidus</i>	6
Figura 2 Las fases del ciclo biológico del picudo negro	11
Figura 3 Deshijado de la plantación dejando madre, hija y nieta	12
Figura 4 Daños causados por el picudo negro en un rizoma de banano	15
Figura 5 Trampa tipo semicilíndrica	16
Figura 6 Trampa tipo sándwich	16
Figura 7 Trampa tipo disco de cepa	17
Figura 8 Trampa tipo disco de cepa modificado	17
Figura 9 Trampa tipo disco	23
Figura 10 Trampa tipo cuña elaborada en el experimento	24
Figura 11 Trampa tipo "V"	25

Figura 12 Trampa tipo bisel	25
Figura 13 Marcación del lote 2	29
Figura 14 Comparación en la captura de picudo negro	33
Figura 15 Comparación sobre frecuencias de recolección	35
Figura 16 Adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> capturados en una trampa	37
Figura 17 Adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> capturados en Finca Aztec	37

# **EVALUACIÓN DE TIPOS DE TRAMPA PARA LA CAPTURA DE *Cosmopolites sordidus* EN EL CULTIVO DE BANANO, IZABAL**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación realizado en Finca Aztec en el municipio de Los Amates del Departamento de Izabal, tuvo como finalidad evaluar cuatro tipos de trampas para el control de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo del banano. Se determinó la eficacia de trampas como control etológico que permita bajar la incidencia de este insecto en el cultivo del banano. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; la unidad experimental en cada parcela de 100 x 100 metros, estuvo constituida por cada uno de los tratamientos. El mejor tratamiento para el control de *Cosmopolites sordidus* fue el de la trampa tipo bisel (TTB) ya que obtuvo mayor captura obteniendo un promedio de 522.25 picudos negros /bloque durante todo el ciclo de la evaluación, la trampa tipo disco (TTD) obtuvo un total de captura de 395.25 picudos negros/bloque, la trampa tipo "V" (TTV) obtuvo capturas de 432.5 picudos negros/bloque, la tipo cuña (TTC) un promedio de 405.5 picudos negros/bloque. Con respecto a la relación beneficio/costo la utilización de trampas es factible en la producción ya que el equivalente obtenido fue de 3.87, por lo que existe buena relación beneficio-costo, por ende se recomienda el uso de trampas para el control de éste insecto.

# EVALUATION OF TRAP TYPES FOR THE CAPTURING OF *Cosmopolites sordidus* IN BANANA PRODUCTION, IZABAL

## SUMMARY

This research study was carried out on Aztec farm in the municipality of Los Amates, Izabal, in order to evaluate four types of traps to control banana root borer (*Cosmopolites sordidus*) in banana production. The efficiency of the traps as ethological control to reduce the incidence of this insect in the production of banana was determined. A complete randomized block design with four treatments and four replicates was used; the experimental unit in each plot was of 100 x 100 meters and it was constituted by each of the treatments. The best treatment to control *Cosmopolites sordidus* was the bisel type trap (BTT) since it showed the highest capturing level obtaining an average of 522.25 banana root borers/block during the evaluation cycle. The disk type trap (DTT) obtained a total of captures of 395.25 banana root borers/block, while the "V" type trap (VTT) captured a total of 432.5 banana root borers/block, and the wedge type trap (WTT) captured an average of 405.5 banana root borers/block. Regarding the benefit/cost relation, the use of traps is feasible in the production since the equivalent obtained was 3.87; therefore, there is a good benefit-cost relation and, consequently, the use of traps to control this insect is recommended.

## I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala el banano ayuda de manera especial a la economía del país, convirtiéndose en una importante fuente de ingresos de exportación y de empleo, después del café y el azúcar. Es por eso que Guatemala durante muchos años ha sido uno de los países más estables de todos los países exportadores de banano de América Latina. Lo que ha permitido que la productividad de las tierras aumente gradualmente (Economía y finanzas 2012), ocupando para el año 2000 según el banco de Guatemala el cultivo del banano (*Musa sapientum L.*) el segundo lugar con un aporte de 187.8 millones de U.S. dólares y en el año 2012 de enero y abril 189.3 millones de dólares (Banco de Guatemala, 2012).

Entre las principales plagas que dañan el cultivo de banano en la zona de Izabal se encuentran nemátodos, ácaros, hormigas, thrips y el de principal importancia que es el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*). Para el control del picudo del banano se utiliza el control etológico.

La utilización de un método etológico no adecuado para el control de picudo provoca un control deficiente que aumenta la incidencia de esta plaga en el cultivo del banano y por ende causa bajos rendimientos. La pérdida de racimos es causada por el volcamiento o caída de las plantas. El proporcionar un método de trampa adecuado para picudo garantiza un control etológico eficiente para bajar incidencia de esta plaga y por ende obtener un alto nivel de rendimiento del cultivo optimizando los recursos.

La presente investigación se llevó a cabo en Finca Aztec propiedad de Compañía De Desarrollo Bananero De Guatemala S.A; localizada en el municipio de Los Amates departamento de Izabal. Esta investigación tuvo como finalidad evaluar cuatro tipos de trampas para el control de picudo en el cultivo del banano determinando la eficacia de trampas como control cultural que proporcione un manejo eficiente y permita bajar la incidencia de picudo en el cultivo del banano.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Origen del cultivo del banano (*Musa sapientum*)

Según Soto (1985), el sudeste asiático se considera el lugar de origen del banano, su cultivo se desarrolló simultáneamente en Malasia y las Islas Indonesias.

### 2.2 Clasificación taxonómica del cultivo del banano (IDCN, 2007).

Nombre Científico	<i>Musa sapientum</i>
Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa sapientum</i> L.

### 2.3 Descripción del cultivo del banano

Aunque la planta de banano tiene el aspecto de árbol por su tamaño y apariencia, es en realidad una planta herbácea perenne gigante, que alcanza de 3.5 a 7.5 metros de altura y cuyo tallo consiste en un cilindro formado por los pecíolos de las hojas, las cuales están dispuestas en forma de espiral, de diverso tamaño, de base obtusa, redondeada o subcordada; su ápice es agudo, truncado o con muescas y márgenes enteros pero fácilmente rasgables, su color es verde amarillento, de 1.5 a 3.0 m de largo, más largas que anchas; los pecíolos de las bases envainantes son semicilíndricos (Probanano, 2011).

El tallo verdadero es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, casi todas las cuales se desarrollan hasta que todo el rizoma haya florecido

y fructificado. La inflorescencia que tiene forma de racimo, es larga y pedunculada; al principio se sostiene erecta u oblicuamente, pero se dobla hacia abajo a medida que crece. Está cubierta con brácteas de color rojo oscuro, grandes, dispuestas en forma de espiral, la yema forma una terminal grande, en forma de cono en el tallo de la flor (Probanano, 2011).

## **2.4 Requerimientos del cultivo del banano**

### **2.4.1 Suelos**

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo de banano son aquellos que presentan una textura: franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limoso y franco limoso; además deben poseer un buen drenaje interno y alta fertilidad, su profundidad debe ser de 1.2 a 1.5 m por otro lado deben poseer buenas propiedades de retención de agua, los suelos arcillosos con un 40% no son recomendables para el cultivo. El pH. del suelo para el banano es de 6.5; pudiendo tolerar pH de 5.5 hasta 7.5. Es indispensable la realización de prácticas conservacionistas para mantener estas propiedades edáficas (Moreno, Blanco y Mendoza, 2009).

### **2.4.2 Condiciones climáticas del cultivo**

De acuerdo a Soto (1992), las condiciones climáticas para la producción de banano, están entre latitud de 30° norte y 30° sur, cuyas condiciones óptimas se encuentran entre los 0° y los 15°, altitud entre 0 y 300 msnm. Guatemala se encuentra con una latitud de 14°37'15" N y longitud 90°31'36" O. El cultivo del banano requiere temperaturas relativamente altas que varían entre los 21°C y los 29.5°C, con una media de 27°C, teniendo como mínima absoluta los 15.6°C y su máxima de 37°C. La temperatura tiene un efecto preponderante en el desarrollo y crecimiento del banano, exposiciones mayores o menores propician una lentitud en el desarrollo, además de ocasionar daños en la fruta.

## 2.5 Plagas y enfermedades que afectan el cultivo del banano

La planta de banano al igual que cualquier otra especie cultivada es afectada por enfermedades, plagas de gran importancia económica que afectan todos los órganos que la conforman como; sistema radicular cormo o cepa, pseudotallo; tallo floral y frutos, las que pueden afectar el anclaje de la planta, la absorción y transformación de agua y elementos nutritivos, la actividad fotosintética, con efectos consecuentes sobre los rendimientos y la calidad de la producción la cual induce a manejarlas a través de los métodos más apropiados y económicos (Rojas y Vegas, 2011).

Cuadro 1 Plagas.

Plaga	Descripción
<b>Nemátodos</b>	Son organismos microscópicos que habitan en el suelo. Varias clases de nemátodos parásitos atacan las raíces del banano. Los principales géneros que atacan el banano son: <i>Radopholus similis</i> ; <i>Meloidogyne</i> spp; <i>Helicotylenchus</i> spp; <i>Rotylenchus</i> spp; <i>Hoplolaimus</i> spp; y <i>Pratylenchus coffea</i> .
<b>Araña roja (<i>Tetranychus</i> spp)</b>	Es una plaga principal en la época de verano. Daña regularmente plantas que se encuentran en áreas muy arenosas. Daña plantilla y planta adulta y se localiza en las hojas formando colonias, en el envés, cerca de la nervadura central pegado al pecíolo de la hoja.

(Anacafé, 2004).

### 2.5.1 Picudo del banano

El picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus*; Coleoptera: Curculionidae) es una plaga importante del banano, plátano y ensete. El picudo adulto es negro y mide 10-15 mm (Figura 1). Vive libremente, aunque es más común encontrarlo entre las vainas foliares, en el suelo en la base de la mata o asociado con los residuos del cultivo. El picudo es activo de noche y muy susceptible a la desecación. Los adultos pueden permanecer en la misma mata por largos períodos de tiempo, y sólo una pequeña parte de ellos podrá moverse a una distancia mayor de 25 m durante un período de 6 meses. Los picudos vuelan raramente. La diseminación ocurre principalmente a través del material de plantación infestado (Gold y Messiaen, 2000).

Los picudos negros adultos son atraídos por las sustancias volátiles emanadas de las plantas hospederas. Los rizomas cortados presentan una atracción especial. Por lo tanto, puede ser difícil establecer un nuevo cultivo en campos infestados anteriormente o cerca de los campos severamente infestados. Los picudos negros del banano son atraídos por los rizomas cortados, lo que convierte a los retoños que se utilizan como material de plantación especialmente susceptibles al ataque. Se han registrado pérdidas de más de 40% del cultivo debido al picudo negro del banano (Gold y Messiaen, 2000).

### 2.5.2 Clasificación del picudo negro (CAB Internacional, 1999).

Reino: Animalia  
Phylum: Arthropoda  
Clase: Insecta  
Orden: Coleóptera  
Familia: Curculionidae  
Género: *Cosmopolites*  
Especie: *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824).



Figura 1 Adulto de *Cosmopolites sordidus* (Gold y Messiaen, 2000).

### **2.5.3 Antecedentes del picudo**

Según Sirjusingh (1992) y Trejo (1971) citados por Carballo (2001) el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) es el insecto plaga más limitante del plátano y el banano a nivel mundial. El daño es ocasionado por la larva, que al alimentarse dentro del rizoma, produce perforaciones que destruyen el sistema radical de la planta, debilitándola de tal manera que puede volcarse fácilmente (Segura, 1975).

Cuadro 2 Enfermedades que afectan el cultivo del banano.

Enfermedad	Descripción
<b>Moko (<i>Ralstonia solanacearum</i>)</b>	Enfermedad conocida con el nombre de marchites bacteriana, ya que el agente que la produce es una bacteria. Las plantas infectadas, muestran marchites o tristeza, luego pierden su color verde oscuro a un amarillo claro. La coloración amarilla que paulatinamente avanza hacia las hojas inferiores de la planta, luego de 10 días las primeras hojas se tornan secas, y sucesivamente la planta seca sus hojas.
<b>Sigatoka amarilla (<i>Micosphaerella musicola</i>)</b>	Los síntomas en el campo son pizcas (manchas pequeñas), de color amarillo pálido en el haz de las hojas. Estas se alargan hasta convertirse en estrías largas y amarillas que luego crecen para formar manchas necróticas.
<b>Sigatoka negra (<i>Micosphaerella fijiensis var. difformis</i>)</b>	Los primeros síntomas se manifiestan con pizcas de color café-rojizo en el envés de las hojas. Las lesiones se unen cada vez más hasta formar manchas necróticas (quemaduras), con un halo amarillo, que causan la muerte de la hoja.

(Anacafé, 2004).

#### 2.5.4 Daño del picudo en el cultivo del banano

El daño es ocasionado por la larva (Segura, 1975). Los túneles producidos en el rizoma, permiten la entrada de microorganismos que causan pudriciones, acelerando la destrucción de la planta. Así mismo, el daño al corno causado por la larva, impide que

las yemas vegetativas se desarrollen y por lo tanto, no hay emisión de brotes, lo que ocasiona que el período de vida de los cultivos sea menor (Paucar, 2008).

Según Arleu y Neto (1984) citado por Carballo (2001), en la región del Caribe, incluyendo Florida y América Central, las pérdidas que ocasiona esta plaga en los cultivos son del 30 al 90% en áreas infestadas.

### **2.5.5 Síntomas causados por el picudo negro en el cultivo del banano**

Los ataques de los picudos negros interfieren:

- a) Con la iniciación de las raíces
- b) Matan las raíces existentes
- c) Reducen el vigor de las plantas
- d) Demoran la floración
- e) Aumentan la susceptibilidad a plagas y enfermedades

Las reducciones de rendimiento son causadas tanto por la pérdida de plantas (muerte de las plantas, el rompimiento de los rizomas, volcamiento o caída, como por el peso reducido de los racimos). El volcamiento o caída de las plantas, más comúnmente atribuido a los nemátodos, ha sido observado bajo condiciones de fuertes ataques de los picudos negros en ausencia de nemátodos (Gold y Messiaen, 2000).

### **2.5.6 Rango de hospederos**

Los hospederos del insecto fueron determinados por Abera et al. (1999), estableciendo que *C. sordidus* daña especies de *M. sapientum* y *Ensete ventricosum*. El picudo afecta a la planta hospedera en pie en todas sus etapas, incluyendo los residuos del cultivo, ya cortados. Los rizomas cortados, son especialmente atractivos para los picudos del banano. Por lo tanto, los brotes desprendidos, utilizados como “mulch” pueden ser especialmente vulnerables al ataque y permitir el incremento de la plaga. Los huevos tienden a ser depositados en los pseudotallos y en segundo lugar, en el rizoma, por otro

lado, raramente son depositados en las raíces. En estado natural, la mayoría de huevos está en las plantas florecientes. Las larvas de *C. sordidus* pueden moverse de plantas madres a hijas (por ejemplo los retoños). La alimentación de los picudos en la superficie de los rizomas puede desprender las raíces y el daño interno puede afectar el crecimiento de la raíz. Los hospederos son:

Hospederos primarios: *Musa paradisiaca* (plátano), *Musa* (banano).

Hospederos secundarios: *Musa textilis* (cáñamo de Manila).

Partes afectadas de la planta: Raíces y tallos.

Etapas afectadas de la planta: Etapa de plántulas, etapa de crecimiento vegetativo, etapa de floración, etapa de producción de frutos y etapa post-cosecha. (Abera, Gold y Kyamanywa, 1999).

### **2.5.7 Distribución**

El gorgojo es originario de Malasia e Indonesia, pero se encuentra en casi todas las áreas productoras de banano del mundo. Algunas de las áreas donde se ha encontrado son Australia, América Central y del Sur, Florida, India, México, algunas islas del Pacífico, el sudeste de Asia y las Indias Occidentales. Se informó por primera vez en Hawaii en la isla de Oahu en 1981 y se ha extendido a Hawaii, Kauai, Maui y Molokai (Jayma y Kessing, 2007).

El picudo negro del banano evolucionó en el Sudeste de Asia y se ha propagado a todas las regiones productoras de bananos y plátanos en trópicos y subtrópicos. Los problemas de los picudos parecen ser más severos en el plátano, los bananos de cocción de altiplanos y en el ensete. El picudo ha contribuido al declive y desaparición de los bananos de cocción de altiplanos en algunas partes de África Oriental. El estado de plaga de los picudos negros del banano en otros grupos de bananos es variable (Gold y Messiaen, 2000).

### **2.5.8 Ciclo de vida del picudo negro (*C. sordidus*)**

El picudo negro del banano es un insecto seleccionado como “k” con un prolongado período de vida y baja fecundidad. Muchos adultos viven un año, mientras que algunos pueden sobrevivir hasta por cuatro años (Figura 2). En sustratos húmedos, el picudo puede sobrevivir sin alimentarse durante varios meses. La tasa de machos y hembras es de 1:1. Se han registrado tasas de oviposición de más de un huevo por día, pero más comúnmente, la oviposición es estimada a un huevo por semana. La hembra oviposita huevos blancos ovalados individualmente en los hoyos excavados por su pico. La mayoría de los huevos se ponen entre las vainas foliares y en la superficie del rizoma.

Las plantas florecidas y los residuos de los cultivos son los lugares favoritos para la oviposición. Las larvas emergentes se alimentan preferiblemente dentro del rizoma, pero también pueden atacar el tallo verdadero y, ocasionalmente, el pseudotallo (Figura 4). Las larvas pasan a través de 5-8 etapas. La formación de la crisálida ocurre en células desnudas cerca de la superficie de la planta hospedera. Las tasas de desarrollo dependen de la temperatura. Bajo condiciones tropicales, el período que le toma a un huevo convertirse en un picudo adulto es de 5-7 semanas. El desarrollo de los huevos no ocurre con temperaturas menores de 12 °C; este umbral puede explicar porqué es raro encontrar esta plaga a alturas mayores de 1,600 msnm (Gold y Messiaen, 2000).

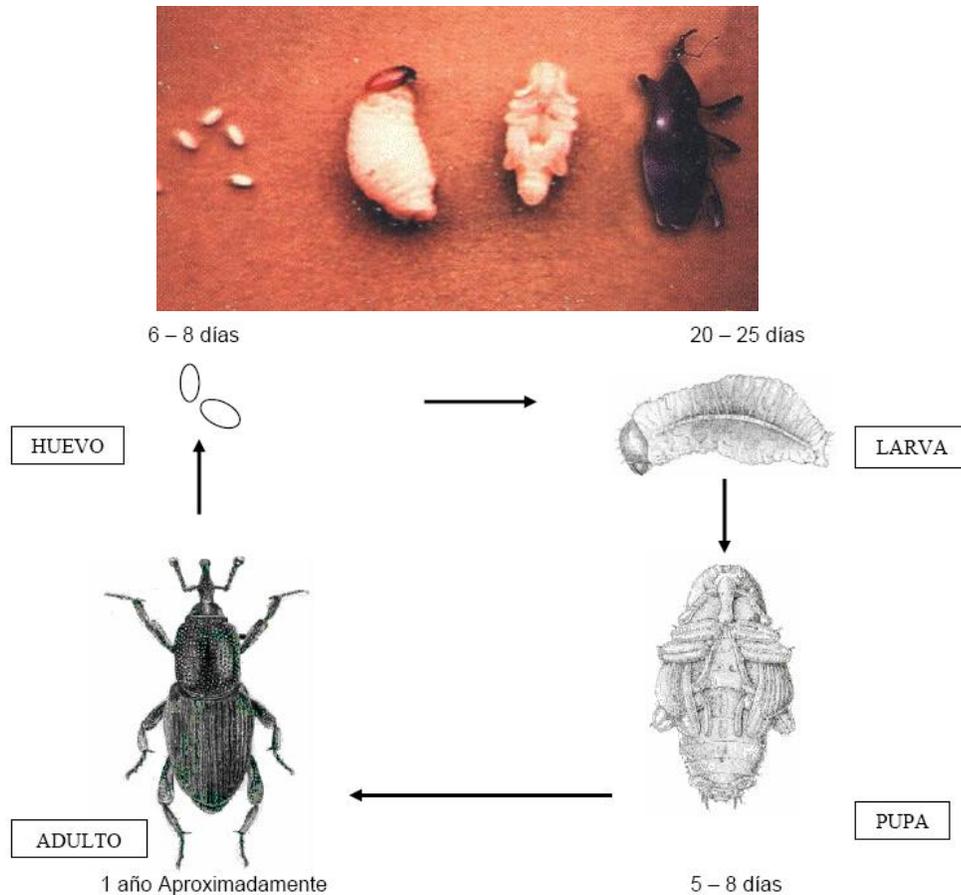


Figura 2 Ciclo biológico del picudo negro (*C. sordidus*) del banano (Matute, 1999; Treverrow, 1983).

## 2.5.9 Métodos de control

### a) Control químico

El control que se realiza en las plantaciones bananeras comerciales es principalmente químico, utilizando nematicidas con actividad insecticida e insecticidas específicos aplicados en la base de la planta. Los insecticidas son de acción rápida y eficaces. Anteriormente se utilizaban ampliamente los insecticidas cyclodiénicos, pero eventualmente fueron abandonados debido al desarrollo de resistencia y a las implicaciones ambientales. Se encuentran disponibles organofosfatos menos persistentes pero son más costosos y tóxicos para los manejadores y por lo tanto menos adecuados para los sistemas de producción a pequeña escala. Actualmente, el

picudo negro del banano ha mostrado la habilidad de desarrollar resistencia a la mayoría de los químicos (Gold y Messiaen, 2000).

Los compuestos botánicos pueden servir como sustitutos de los plaguicidas. La utilización de semillas de neem (*Azadirachta indica*) durante la siembra, protege a los retoños jóvenes de los ataques de los picudos negros reduciendo la oviposición a través del efecto repelente sobre los picudos negros adultos. Las tasas de eclosión de huevos también pueden ser reducidas en las plantas tratadas con neem (Gold y Messiaen, 2000).

### **b) Control cultural**

Mantener la plantación libre de malezas, en especial aquellas de mayor desarrollo y de restos de plantas, con este fin picar en pedazos pequeños los tallos de plantas caídas o cosechadas y extenderlas bajo el sol. Cubrir la superficie de corte del pseudotallo o del rizoma de las plantas cosechadas, con una capa de tierra. Esto se hace para evitar la entrada del picudo adulto o la postura de huevos. Reducir la infestación de esta plaga mediante el deshijado frecuente, que consiste en dejar por sitio solo una planta madre, una hija y una nieta. Los demás hijuelos eliminarlos con machete (Aguilera, 1998).



Figura 3 Deshijado de la plantación dejando madre, hija y nieta (Aguilera, 1998).

El tratamiento con agua caliente también ha sido promovido ampliamente para el control de los picudos negros y nematodos, las recomendaciones sugieren la inmersión de los retoños pelados en tinas con agua caliente a 52-55 °C por 15-27 minutos. Estos baños son muy eficaces para eliminar los nemátodos, pero matan sólo una tercera parte de las larvas de los picudos negros. De esta manera, es más probable que el material de plantación limpio proporcione protección contra los picudos negros solo durante unos pocos ciclos de cultivo (Gold y Messiaen, 2000).

La colocación sistemática de trampas con pedazos de rizoma pueden ser eficaces para reducir poblaciones de picudos negros adultos. Sin embargo, la colocación de trampas es un trabajo laborioso y a menudo limitado por la disponibilidad de los materiales. También se cree que el saneamiento de los cultivos (es decir, la destrucción de los residuos) elimina los refugios y sitios de desarrollo y así reduce las cantidades de los picudos negros. Actualmente, no hay datos disponibles sobre las relaciones entre los métodos de saneamiento de los cultivos y el efecto en la población de picudos (Gold y Messiaen, 2000).

Según Budenberg (1993) citado por Navas (2011) para evaluar las poblaciones de picudos se utilizan las trampas confeccionadas a partir de tejidos del área del cormo y el pseudotallo, anotando el número de insectos capturados. La atracción de los picudos hacia las musáceas se atribuye a los compuestos volátiles secundarios que estas plantas liberan como sesquiterpenos, terpenos, mezcla de ésteres, alcoholes y ácidos orgánicos contenidos en el cormo, el pseudotallo y la base de las vainas de las hojas y que son percibidos según Castrillón (2003) por quimiorreceptores localizados en diversas partes del cuerpo del insecto, que inmediatamente producen un impulso al sistema nervioso.

Según Chiri (1989) estos compuestos secundarios que sintetizan las plantas como los ácidos fenólicos, terpenoides, esteroides, alcaloides y cianuros orgánicos, actúan como mecanismos de defensa. Sin embargo, ciertos insectos como el picudo han respondido evolutivamente quebrando su resistencia y han utilizado los compuestos secundarios

como atrayentes (kairomonas), pasando de ser insectos polífagos a estenófagos o monófagos (Arleu y Neto, 1984).

### **c) Control biológico**

El picudo negro del banano es más importante en los lugares donde es una plaga introducida (por ejemplo, África, Australia, América), sugiriendo que el control biológico clásico puede ser posible. Se encontraron varios escarabajos depredadores alimentándose de las larvas de los picudos negros en el área de origen del insecto en el Sudeste de Asia. Sin embargo, los intentos de introducir estos enemigos naturales en otras regiones bananeras en gran parte fracasaron.

El uso de los hongos entomopatógenos (por ejemplo, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) para el control del picudo negro del banano ha sido estudiado desde los años 70. Numerosas cepas han sido cribadas con respecto a su actividad contra los picudos adultos y muchas de ellas producen la mortalidad de más del 90%. Sin embargo, pocos datos están disponibles sobre el desempeño de las cepas candidatas de los entomopatógenos bajo condiciones de campo. Por lo tanto, el desarrollo de los sistemas de entrega en el campo eficaces y rentables es probablemente el área más crítica de investigación en el presente (Gold y Messiaen, 2000).

Los nemátodos entomopatógenos, *Steinernema* y *Heterorhabditis* spp., atacan tanto a los picudos adultos como a las larvas en el campo, pero el costo y la eficacia de estos nemátodos permiten utilizarlos sólo en los lugares con altas densidades de poblaciones de los picudos negros, limitando su uso a gran escala por el momento (Gold y Messiaen, 2000).



Figura 4 Daños causados por el picudo negro en un rizoma de banano mostrando varias galerías (Gold y Messiaen, 2000).

Según Castaño-Parra (1989) citado por Carballo (2001), también se han usado diversos tipos de trampas, como un método eficaz para la captura de la plaga algunas trampas probadas son:

#### **a) Semicilíndrica**

La cual consta de un trozo de pseudotallo de unos 40 cm de longitud divididos en dos partes longitudinales que se colocan en el suelo, cerca a la planta y con el lado de corte hacia abajo.



Figura 5 Trampa tipo semicilíndrica (Haddad, Surga y Wagner, 1980).

### b) Sándwich

Consta de dos rodajas o secciones de pseudotallo de unos 15 cm de longitud cada una, colocadas una encima de la otra, previa limpieza del suelo.



Figura 6 Trampa tipo sándwich (Medina y Vallejo, 2009).

### **c) Disco de cepa**

A una planta cosechada anclada en el suelo se le hace un corte transversal u oblicuo a 20-30 cm del suelo y sobre el corte se coloca una rodaja de pseudotallo de 10 a 15 cm de longitud.



Figura 7 Trampa tipo disco de cepa (Carballo, 2001).

### **d) Disco de cepa modificado**

Similar a la anterior pero en lugar del corte transversal u oblicuo, se hacen dos cortes inclinados o en bisel hacia adentro y encima se coloca un trozo de pseudotallo con la misma forma (Castaño, 1989).



Figura 8 Trampa tipo disco de cepa modificado (Carballo, 2001).

Las hormigas depredadoras como *Pheidole megacephala* y *Tetramorium guineense* (fam. Formicidae, orden Hymenoptera) han sido utilizadas para el control de esta plaga en Cuba (Castiñeiras, et al. 1990). Según Roche y Abreu (1983) citado por Carballo (2001) el uso de nueve colonias de *P. megacephala*/ha reduce la población del picudo en 55%, y el daño de los cormos en un 65%, permitiendo un incremento de 25% en el rendimiento del cultivo, con respecto a plantaciones sin control.

### **III. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

#### **3.1 Definición del problema y justificación del trabajo**

El bajo rendimiento en el cultivo del banano es una limitante muy importante a enfrentar para las empresas productoras de banano con fines de exportación a Estados Unidos y Europa. Las plagas que afectan el cultivo del banano causan bajos rendimientos, que resulta en una disminución de cajas/ha/año que se desea producir como exigencia del mercado internacional y para suplir la demanda tanto en cantidad como en calidad.

Entre las principales plagas que dañan el cultivo del banano en Izabal se encuentran nematodos, ácaros, hormigas y picudo negro. El picudo actualmente es la plaga que se señala como la más importante económicamente, este insecto hace galerías en el cormo que llegan alcanzar los 62 cm de longitud y un diámetro de 1.5 cm por lo cual la planta disminuye.

Los daños ocasionados a la raíz, provocan problemas de absorción de nutrientes causando un bajo nivel de producción, obteniendo racimos pobres y puede llegar a derribar las plantas lo cual representa pérdidas económicas preocupantes para las compañías productoras de este cultivo. Las pérdidas en las fincas bananeras alcanzan un promedio de 164 plantas/ha/ciclo vegetativo por unidad de producción (Mansilla, 2013).

El proporcionar un método de trampa adecuado para picudo garantiza un control cultural eficiente para bajar incidencia de esta plaga y por ende puede contribuir a obtener un alto nivel de rendimiento del cultivo optimizando los recursos.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Evaluar cuatro tipos de trampas para la captura de picudo en el cultivo del banano.

### **4.2 ESPECÍFICOS:**

Determinar la captura de cada tipo de trampa para el control del picudo en el cultivo del banano.

Realizar un análisis económico de la implementación de trampas.

Determinar la frecuencia de recolección que permita la mayor captura de picudos por trampa.

## **V. HIPÓTESIS**

Al menos una de las trampas presenta diferencia significativa sobre conteo de picudo en cultivo.

La variación en la frecuencia de recolección incide en la cantidad de picudos recolectados.

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 Localización del área de estudio**

La Finca Aztec propiedad de Compañía de Desarrollo Bananero de Guatemala S.A. se encuentra ubicada a 33.24 km del municipio de Morales, localizada en el municipio de Los Amates departamento de Izabal. Geográficamente se encuentra en la coordenada 15°18'47" latitud Norte y 88°56'39" longitud Oeste, con una altura de 10-55 msnm (Saenz, 2004).

### **6.2 Características del área de estudio**

#### **6.2.1 Condiciones climáticas y zonas de vida**

Según De la Cruz (1982), citado por Saenz (2004) el área de estudio corresponde a la zona de vida del bosque muy húmedo, subtropical cálido. Con temperatura media anual de 31 grados celsius, humedad relativa de 82% con una precipitación promedio de la zona de 2,500 milímetros anuales.

La topografía del suelo es plana con ligeras ondulaciones y suelos de origen aluvial su textura se encuentra entre franco arenosa y franco arcillosa (Saenz, 2004).

### **6.3 Material experimental**

#### **6.3.1 Variedad**

Se utilizó la variedad Valery, que se caracteriza por tener fuste vigoroso, alto. Hojas en general en disposición anguladas hacia arriba, permitiendo buena aireación y luminosidad sub foliar. Excelente racimo levemente cónico, permite un gran aprovechamiento de todas las manos. Racimo con un gran número de manos. Número de racimos por año un poco menor a Williams. Variedad rústica un poco más resistente

a enfermedades. Variedad que permite una mejora genética más avanzada con un alto grado de ambientación en climas húmedos (Biogreen, 2010).

### 6.3.2 Trampas

Se utilizaron trampas elaboradas de pseudotallo en el cultivo del banano dentro de las cuales destacan:

#### Tratamiento 1: Trampa tipo disco (TTD)

Esta trampa se elaboró tratando de hacer un corte longitudinal a una altura promedio de 15 centímetros, en plantas de banano (*M. sapientum*) que ya fueron cosechadas, cuyo pseudotallo seleccionado aún permanece en pie, luego se le colocó una sección de pseudotallo de 10 cm y cubierta por una hoja (Mansilla, 2013).



Figura 9 Trampa tipo disco inicialmente sin cobertura y luego con cobertura como en todos los tratamientos en Finca Aztec.

#### Tratamiento 2: Trampa tipo cuña (TTC)

Esta trampa se realizó en pseudotallo que aún se encontraba en pie, también llamado caballo, con un corte como su nombre lo indica en forma de cuña a una altura promedio

de 15 centímetros respecto al suelo, la sección cortada (parte del pseudotallo) se retiró levemente de forma que pudiera atraer picudos (Mansilla, 2013).



Figura 10 Trampa tipo cuña elaborada en el experimento (Finca Aztec).

### **Tratamiento 3: Trampa tipo "V" (TTV)**

Para la realización de esta trampa se utilizó un pseudotallo recién cosechado con un período de tiempo de una semana donde se realizó el corte longitudinal en forma de "v" a una altura promedio de 15 centímetros donde se colocó una sección de pseudotallo cubierto por hojas de banano (Medina y Vallejo, 2009).



Figura 11 Trampa tipo "V" (Finca Aztec).

#### Tratamiento 4: Trampa tipo bisel (TTB)

Se realizó utilizando pseudotallos cosechados con un período de una semana, haciendo un corte en forma de diagonal a una altura de 15 centímetros, utilizando hojas de banano (*M. sapientum*) como cubierta de la trampa.



Figura 12 Trampa tipo bisel, se realiza un corte en forma de diagonal.

## 6.4 Factores a estudiar

Se evaluaron 4 tipos de trampas para el control de picudo del banano (*C. sordidus*) con cuatro repeticiones distribuidas al azar en cada lote, en el tratamiento 1 se proporcionó la trampa tipo disco, en el tratamiento 2 se realizó la trampa tipo cuña para el control de *Cosmopolites sordidus*, pero también es importante la forma y altura del corte longitudinal para la captura de esta plaga, en el tratamiento 3 se evaluó la trampa tipo "v" la cual como su nombre lo indica es un corte en forma de v, en el tratamiento 4 se determinó el efecto de la trampa tipo bisel. El corte de cada trampa se realizó a una altura promedio de 15 cm que es un corte aun más bajo que el que se utiliza normalmente.

## 6.5 Tratamientos

En la sección J9-1 y J9-2 fue determinada el área para implementar el experimento constituido por los diferentes tipos de trampas (Tratamientos).

Cuadro 3 Tratamientos evaluados (cuatro diferentes tipos de trampas) en Finca Aztec para el control del picudo negro (*C. sordidus*).

Tratamiento	Descripción
1	Trampa tipo disco
2	Trampa tipo cuña
3	Trampa tipo 'V'
4	Trampa tipo bisel

## 6.6 Diseño experimental

Se realizó bloques completos al azar (BCA) compuestos por 4 bloques considerados los cuatro lotes de la plantación a evaluar, cuatro tratamientos (tipos de trampas) y 4 repeticiones, medidas en el tiempo correspondiente.

### 6.6.1 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

De donde:

$Y_{ij}$  = variables de respuesta medida en la  $i$  j-ésima unidad experimental

$\mu$  = valor de la media general

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $i$  j-ésima unidad experimental

### 6.6.2 Unidad experimental

Estuvo constituida por cada una de las trampas, las cuales se encontraron ubicadas en cada parcela de 10000 m<sup>2</sup>, abarcando cada unidad experimental un perímetro promedio del área de 100 m<sup>2</sup> promediando 14 plantas dentro de la circunferencia o área a evaluar, fueron colocadas al pie de la planta o en el respectivo caballo dentro de cada unidad experimental.

### 6.6.3 Croquis de campo

TTD: Trampa tipo disco (Tratamiento No.1)

TTC: Trampa tipo cuña (Tratamiento No.2)

TTV: Trampa tipo "v" (Tratamiento No.3)

TTB: Trampa tipo bisel (Tratamiento No.4)

Cuadro 4 Mapa de los tratamientos evaluados por lote en el cultivo del banano para el control de *Cosmopolites sordidus*.

<b>TTV</b> (T3-1, T3-2, T3-3, T3-4, T3-5, T3-6) <b>TTC</b> (T2-1, T2-2, T2-3, T2-4, T2-5, T2-6) <b>TTD</b> ( T1-1, T1-2, T1-3, T1-4, T1-5, T1-6) <b>TTB</b> (T4-1, T4-2, T4-3, T4-4, T4-5, T4-6)  <p style="text-align: right;"><b>Lote No.4</b></p>	<b>TTD</b> ( T1-1, T1-2, T1-3, T1-4, T1-5, T1-6) <b>TTB</b> (T4-1, T4-2, T4-3, T4-4, T4-5, T4-6) <b>TTC</b> (T2-1, T2-2, T2-3, T2-4, T2-5, T2-6) <b>TTV</b> (T3-1, T3-2, T3-3, T3-4, T3-5, T3-6)  <p style="text-align: right;"><b>Lote No.2</b></p>
<b>TTV</b> (T3-1, T3-2, T3-3, T3-4, T3-5, T3-6) <b>TTB</b> (T4-1, T4-2, T4-3, T4-4, T4-5, T4-6) <b>TTD</b> ( T1-1, T1-2, T1-3, T1-4, T1-5, T1-6) <b>TTC</b> (T2-1, T2-2, T2-3, T2-4, T2-5, T2-6)  <p style="text-align: right;"><b>Lote No.3</b></p>	<b>TTB</b> (T4-1, T4-2, T4-3, T4-4, T4-5, T4-6) <b>TTV</b> (T3-1, T3-2, T3-3, T3-4, T3-5, T3-6) <b>TTC</b> (T2-1, T2-2, T2-3, T2-4, T2-5, T2-6) <b>TTD</b> ( T1-1, T1-2, T1-3, T1-4, T1-5, T1-6)  <p style="text-align: right;"><b>Lote No. 1</b></p>

Cada lote tiene un área de 100 x 100 m<sup>2</sup> lo que representa 1 hectárea.

#### 6.6.4 Manejo del experimento

Se procedió a marcar o determinar el área a evaluar conformada por cuatro lotes, el siguiente paso consistió en la elaboración de cada tratamiento (tipos de trampas) cambiando de ubicación y renovando las trampas cada 8 días. Luego se tomó las lecturas verificando cuantos picudos fueron capturados por trampa cada tres, cinco y ocho días según la frecuencia de recolección con el fin de determinar el nivel poblacional por tratamiento y por frecuencia de recolección, en un periodo de tiempo de cuatro meses para cada uno de los tratamientos. Se realizó la elaboración de nuevas trampas o tratamientos cada ocho días debido a que la efectividad de las trampas disminuye con respecto al transcurso de los días. Se analizó el rendimiento de cada uno de los tratamientos y por último se recolectó los resultados de la investigación determinando la eficacia de cada una de las trampas. Las características fenológicas como tamaño, estado (teneral-adulto) fueron determinadas después de cada

recolección, obteniéndose picudos en estado maduro de color negro, forma elíptica y el tamaño promedio entre 10-15 mm.



Figura 13 Marcación del lote 2.

## 6.7 Variables de respuesta

El potencial (captura máxima) de captura de cada tipo de trampa se midió a través de las lecturas proporcionadas en cada frecuencia de recolección por cada uno de los tratamientos (disco, cuña, 'v', bisel). Obteniendo también el total de captura de picudos/tipo de trampa/día.

Las características fenológicas como tamaño, estado (teneral-adulto) de cada picudo fueron determinadas en el laboratorio después de su recolección clasificando adultos maduros e inmaduros.

El análisis económico se realizó estudiando la relación costo beneficio de los diferentes tipos de trampas, el costo de las trampas (disco, cuña, 'v', bisel) fue de Q0.75 por unidad evaluada.

La eficiencia de las frecuencias de recolección de tres, cinco y ocho días sobre captura de *Cosmopolites sordidus*, se determinó comparando la cantidad de insectos capturados en las trampas.

El efecto de las trampas cortadas a 15 cm sobre el suelo se determinó observando si existe captura representativa de picudos en los diferentes tipos de trampas obteniendo el promedio de capturas que sobrepasan los 10 picudos por trampa por lo cual existe alta incidencia de picudo.

## **6.8 Análisis de la información**

### **6.8.1 Análisis estadístico**

Se obtuvo el promedio de picudos por tipos de trampa, por frecuencia de recolección evaluadas en cada uno de los lotes de la plantación destinados a la investigación, lo cual se analizó estadísticamente identificando la existencia o no de diferencias entre trampas y el nivel de captura utilizando el diseño de bloques completos al azar, con el programa estadístico Infostat.

### **6.8.2 Análisis económico**

Se realizó un análisis económico sobre el costo por trampa utilizadas en cada lote de la plantación evaluada por mes.

Cuadro 5 Costos en quetzales por trampa en la investigación, para la captura de picudo negro (*C. sordidus*), en Finca Aztec, Los Amates, Izabal.

<b>Tipo de trampa</b>	<b>Costo en quetzales/mes.</b>
Trampa tipo disco	18
Trampa tipo cuña	18
Trampa tipo 'V'	18
Trampa tipo bisel	18

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

En la evaluación de los cuatro tipos de trampas para el control de *Cosmopolites sordidus* se determinó que la trampa tipo bisel capturó un promedio de 522.25 picudos negros /bloque, durante todo el ciclo de la evaluación que representa 17 semanas bajo las mismas condiciones que las demás trampas, la trampa tipo disco obtuvo un total de captura de 395.25 picudos negros/bloque, habiendo así una diferencia significativa entre ellas. La trampa tipo "V" obtuvo capturas de 432.5 picudos negros/bloque y la tipo cuña un promedio de 408.5 picudos negros/bloque, estas fueron estadísticamente diferentes.

Cuadro 6 Analisis de varianza entre los tratamientos (Programa Infostat).

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Captura	16	0.8	0.66	12.46

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	g l	CM	F	p-valor
Modelo	106851.5	6	17808.58	5.93	0.0093
Bloque	67589.25	3	22529.75	7.5	0.008
Tipo de trampa	39262.25	3	13087.42	4.36	0.0372
Error	27018.25	9	3002.03		
Total	133869.75	15			

Cuadro 7 Diferencia de medias en la captura de picudo negro/trampa/lote en los 4 tipos de trampas con la prueba estadística SNK.

Tipos de trampas	Media	Diferentes letras indican diferencia significativa
Bisel	522.25	A
"V"	432.5	B
Cuña	408.5	C
Disco	395.25	D

Se asume que la trampa tipo bisel obtuvo la mayor captura debido a la cantidad de pseudotallo útil y la capacidad para mantenerse fresca a comparación de las demás trampas. La frecuencia de recolección que presentó mayor captura fue la de 3 días a comparación de la de 5 y 8 días, debido a que en la frecuencia de 3 días presenta un pseudotallo más fresco por ende con mayor potencial de captura.

La atracción de los picudos hacia las musáceas se atribuye a los compuestos volátiles secundarios que estas plantas liberan como sesquiterpenos, terpenos mezcla de esteroides, alcoholes y ácidos orgánicos contenidos en el cormo por lo cual al secarse con el transcurso de los días el picudo ya no es atraído (Budenberg, 1993).

Cuadro 8 Diferencia de medias entre las frecuencias.

**Test: SNK Alfa= 0.05**

Error: 18334.3333 gl : 6

Frecuencias	Medias	n	E.E.			
8 días	309.5	4	67.7	A		
5 días	378.5	4	67.7		B	
3 días	1070.5	4	67.7			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

La frecuencia de 3 días capturó un total de 4282 picudos, la de 5 días 1514 y la de 8 días 1238 en un periodo de 120 días. De los cuatro tipos de trampas utilizadas en el experimento la trampa tipo disco capturo 13.59 picudos negros/trampa/día, la trampa tipo cuña capturo 13.7 picudos negros/trampa/día, la trampa tipo 'V' capturo 14.33 picudos negros/trampa/día y la trampa tipo bisel capturó 16.99 picudos negros/trampa/día.

Cuadro 9 Las medias indican el número promedio de picudos de banano capturados/trampa/ bloque de la plantación.

**Test: SNK Alfa= 0.05**

Error: 3002.0278 gl: 9

Tipo de trampa	Medias	n	E.E.				
Disco	395.25	4	27.4	A			
Cuña	408.5	4	27.4		B		
V	432.5	4	27.4			C	
Bisel	522.25	4	27.4				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

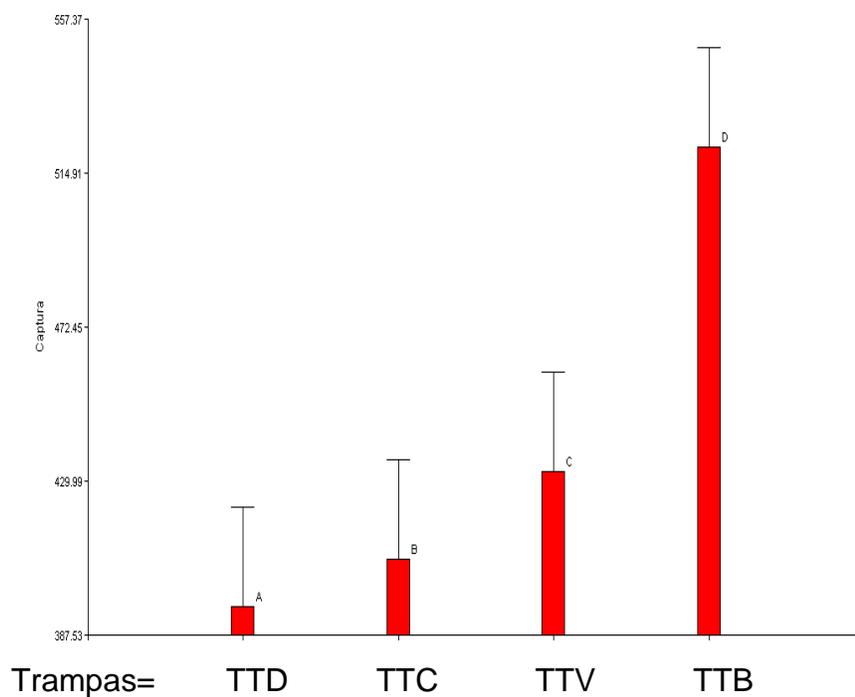


Figura 14 Comparación en la captura de picudo negro por tipo de trampa.

TTD= Trampa tipo disco

TTC= Trampa tipo cuña

TTV= Trampa tipo "v"

TTB= Trampa tipo bisel

### a) Eficiencia de captura

Según lo demuestra el andeva (cuadro 6) existe diferencia significativa entre los tratamientos obteniendo un nivel de significancia de 0.0372 por lo cual los tratamientos o trampas son diferentes. En la comparación de los diferentes tipos de trampas según lo muestra la grafica (figura 14) se puede determinar que la trampa tipo bisel capturó mayor cantidad de picudos. Por lo que se considera la trampa más eficiente sobre captura de *Cosmopolites sordidus*.

Cuadro 10 Análisis de varianza sobre frecuencias de recolección.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Captura	12	0.93	0.88	23.1

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1507113.7	5	301422.73	16.44	0.0019
Bloque	90119	3	30039.67	1.64	0.2775
Frecuencias	1416994.7	2	708497.33	38.64	0.0004
Error	110006	6	18334.33		
Total	1617119.7	11			

Cuadro 11 Medias entre frecuencias de recolección.

#### Test: SNK Alfa= 0.05

Error: 18334.3333 gl: 6

Frecuencias	Medias	n	E.E.		
8 días	309.5	4	67.7	A	
5 días	378.5	4	67.7		B
3 días	1070.5	4	67.7		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

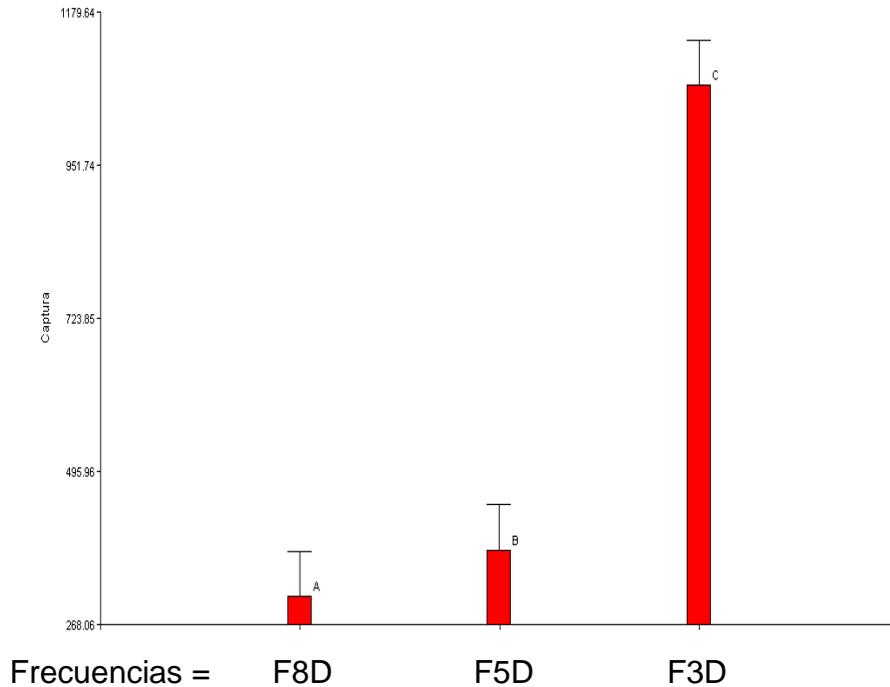


Figura 15 Comparación sobre frecuencias de recolección.

F8D= Frecuencia de 8 días

F5D= Frecuencia de 5 días

F3D= Frecuencia de 3 días

### b) Eficiencia de frecuencias

De las frecuencias de recolección para la captura de picudo negro, según el andeva (cuadro 8) se obtuvo una significancia de 0.0004 por lo cual existe diferencia significativa entre estas, la frecuencia de recolección de 3 días tuvo mayor capacidad en la captura del insecto, según lo muestra la grafica (figura 15).

**c) Cuadro 12 Relación beneficio/costo.**

<b>Descripción</b>	<b>Costo en quetzales</b>
Precio de una caja de banano	150
Costo de producción de una caja de banano	38
Costo de elaboración de una trampa (Disco, Cuña, "V", Bisel)	0.75
Costo total de producción de una planta de banano en Izabal	38.75

$150/38.75= 3.87$  este valor está arriba de 1 por lo que indica que el uso de trampas es factible en la producción. Los costos según indica el cuadro 14 provienen del manejo agronómico y post-cosecha de plantaciones de banano en Izabal.

La utilización de trampas en la plantación evaluada fue realmente necesaria ya que el umbral económico o el nivel de población donde se debe efectuar el control de *Cosmopolites sordidus* en Izabal inicia cuando se obtienen capturas de 10 picudos por trampa. En el experimento realizado se obtuvo un promedio de capturas por trampa (Disco, Cuña, "V", Bisel) de 17 picudos por lo cual fue económicamente importante realizar su respectivo control.



Figura 16 Adultos de *Cosmopolites sordidus* capturados en una trampa, en Finca Aztec.

#### **d) Características fenológicas**

El tamaño, estado (teneral-adulto) de cada picudo se determinó observando las poblaciones por trampa, por frecuencia de recolección donde se encontró un promedio de tamaño por picudo de 10-15 mm, color negro, cuyo rostro se prolonga en un pico curvo, forma elíptica, obteniéndose en las capturas picudos adultos en estado maduro.



Figura 17 Adultos de *Cosmopolites sordidus* capturados en Finca Aztec.

El efecto en las trampas cortadas a 15 cm sobre el suelo en los diferentes tipos de trampas fue eficiente ya que el número promedio de picudos por trampa fue de 17, el picudo por naturaleza no puede volar por lo que se le hace difícil transportarse a una trampa elaborada a una altura mayor de 15 cm.

Total de picudos capturados de semana 1-17= 7034

Promedio de picudos por trampa: 17.24

Total de picudos capturados por trampa de semana 1-17

(Tratamiento 1) Trampa tipo Disco = 1631

(Tratamiento 2) Trampa tipo Cuña = 1644

(Tratamiento 3) Trampa tipo "V" = 1720

(Tratamiento 4) Trampa tipo Bisel = 2039

Total de picudos capturados por frecuencia de recolección:

3 días = 4282

5 días = 1514

8 días = 1238

## VIII. CONCLUSIONES

La trampa tipo bisel (tratamiento 4) tuvo mayor capacidad de captura de picudo negro.

La elaboración de trampas para capturas de picudo negro del banano tiene un costo de Q0.75 centavos cada una, con un alto potencial para la captura y monitoreo de la plaga. El uso de las trampas evaluadas tiene el beneficio de reducir el impacto ambiental por el uso de agroquímicos y evita el desarrollo de resistencia de la plaga a moléculas químicas.

De las frecuencias de recolección evaluadas se concluye que la recolección a los 3 días empleando la trampa bisel fue más eficiente para la captura de picudo negro capturando 4282 picudos mientras que la de 5 días 1514 y la de 8 días 1238 y la trampa tipo bisel un total de 2039 picudos.

## IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar la trampa tipo bisel, ya que bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento, fue la trampa que obtuvo mayor número de *Cosmopolites sordidus* capturados.

Se recomienda utilizar la frecuencia de recolección de 3 días, ya que se capturaron mayor número de individuos de *Cosmopolites sordidus*, que en las frecuencias 5 y 8 días.

Realizar investigaciones en otros cultivos ya que con el uso de las trampas evaluadas se capturaron otras especies de picudos de importancia económica como el cultivo de palma aceitera.

Realizar o dar seguimiento a la presente investigación en diferente época del año para evaluar la incidencia de factores climáticos.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Abera, AMK; Gold, CS. y Kyamanywa, S. (1999). Timing and distribution of attack by the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar East African highland banana (*Musa AAA-EA*) in Uganda. US Entomologist: in press. s.p. Florida.
- Aguilera, C. (1998). El picudo negro del banano. CIAT (Centro de investigación agrícola tropical). Santa cruz, Bolivia.
- Anacafé (2004). Cultivo de banano, programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera. Guatemala.
- Arleu, R. y Neto, S. (1984). Broca de bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) (Coleoptera: Curculionidae). Turrialba.
- BG (Banco de Guatemala) (2000). Estudio económico y memoria de labores del Banco de Guatemala año 2000. Guatemala.
- BG (Banco de Guatemala) (2012). Divisas por exportaciones guatemaltecas. Guatemala.
- Biogreen (2010). Valery. Laboratorio meristemático. Ecuador.
- CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). (1999). Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
- Castaño, P. (1989). Manejo de problemas entomológicos en los cultivos de plátano y banano. In manual sobre el cultivo del plátano. CENICAFE. Colombia.
- Castiñeiras, A. López, M. Calderón, A. Cabrera, T. y Luján, M. (1,990). Virulencia de 17 aislamientos de *Beauveria bassiana* y 11 de *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de *Cosmopolites sordidus*. Ciencias y Técnicas en la Agricultura. Cuba.

- Carballo, M. (2001). Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. Manejo integrado de plagas CATIE, Hoja técnica No. 36. Costa Rica.
- Castrillón, C. (2003). Situación actual del picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus* Germar) (Coleoptera: Curculionidae) en el mundo. Actas del Taller “Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas”. Ecuador.
- Chiri, A. (1989). Utilización del control etológico. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. Honduras.
- Gold, C. y Messiaen, S. (2000). El picudo negro del banano *cosmopolites sordidus* c.s. Inibap Hoja divulgativa n°4. Francia.
- Haddad, G. Surga, R. Wagner, O. (1980). Relación de la composición genómica de las musáceas con el grado de atracción de adultos y de larvas de *Cosmopolites sordidus* G. (Coleopy curculionidae). FONAIAP, Maracay, Venezuela.
- IDCN (Instituto de ciencias naturales). (2007). *Musa sapientum* L. Musaceae. Palmira, Colombia.
- Jayma, L. y Kessing, M. (2007). *Cosmopolites sordidus*. Cultivos Knowlwdge Master actualizado. Hawaii.
- Jones, S. (1987). Sistemática vegetal. Trad. por María Lourdes Hueca Tapio. 2 McGraw-Hill. ed. México.
- Mansilla, R. (2013). Trampas en banano (Entrevista personal). Jefe del Departamento de Servicios Técnicos, BANDEGUA S.A. Izabal, Guatemala.

- Matute, D. (1999). Manejo de plagas invertebradas en Honduras. Picudo del banano. El Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.
- Medina, C. y Vallejo, L. (2009). Métodos de muestreo para evaluar poblaciones de picudos del plátano (Coleoptera: Curculionidae, Dryophthorinae) Caldas, Colombia.
- Moreno, J. Blanco, C. Mendoza, R. (2009). Buenas prácticas agrícolas en el cultivo del banano en la Región del Magdalena. Medellín, Colombia.
- Navas, J. (2011). Eficacia de beauveria bassiana como controlador biológico de Cosmopolites sordidus germar 1824 (coleoptera: dryophthoridae) en una plantación de banano en la región Caribe. Tesis Ing. Agr. Facultad de ciencias de la tierra y el mar, Escuela de ciencias agrarias. Costa Rica.
- Paucar, H. (2008). Determinación del nivel poblacional de Cosmopolites sordidus. Tesis Ing. Agr. Facultad de ciencias agropecuarias escuela de ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador.
- Probanano, (2011). El banano, guía técnica del cultivo. Asociación de exportadores de banano del Ecuador a.e.b.e. Machala.
- Saenz, E. (2004). “Evaluación De Seis Láminas De Riego En El Cultivo Del Banano ( Musa “AAA”) en Los Amates, Izabal”. Tesis Ing. Agr. Facultad De ciencias Agrícolas y Ambientales, Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Segura, R. (1975). Evaluación de modelos de trampas y control químico del picudo negro del banano Cosmopolites sordidus Germar, en Pococí, Limón, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, UCR.
- Soto, BM. (1992). Bananos, cultivo y comercialización. 2 editorial. Costa Rica.

Soto, BM. (1985). Bananos, cultivo y comercialización. Editorial. Costa Rica.

Treverrow, N. (1983). Banana weevil borer. Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB. Crop protection compendium (disco compacto). 1 CD. Agfacts no 1:2. United kingdom.

Vegas, U. y Rojas, J. (2011). Fertilización y manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orgánico. Guía técnica. Curso-taller. Universidad nacional agraria la Molina. Perú.

## XI. ANEXOS

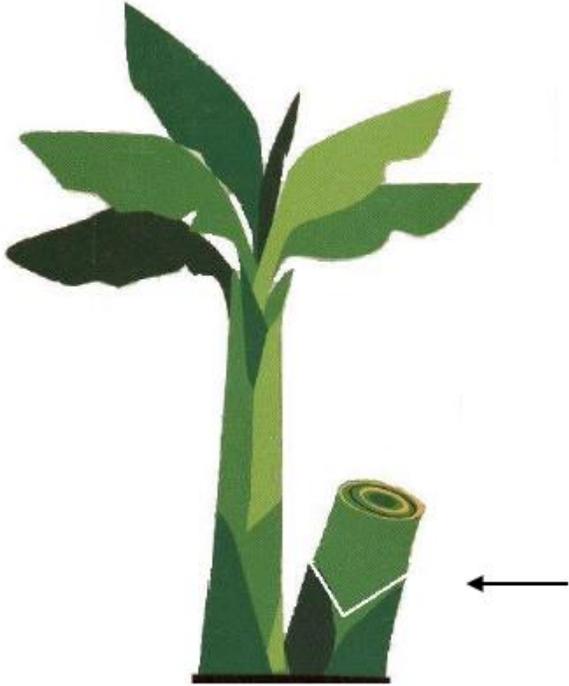
### ANEXO 1: Trampa tipo disco



### ANEXO 2: Trampa tipo cuña



**ANEXO 3: Trampa tipo 'V'**



**ANEXO 4: Trampa tipo bisel (Corte en forma de diagonal)**



**ANEXO 5: Número de picudos capturados por trampa de semana 1-8**

<b>Tipos de trampa</b>	<b>Semana No.1</b>	<b>Semana No.2</b>	<b>Semana No.3</b>	<b>Semana No.4</b>	<b>Semana No.5</b>	<b>Semana No.6</b>	<b>Semana No.7</b>	<b>Semana No.8</b>
<b>Disco</b>	<b>92</b>	<b>77</b>	<b>114</b>	<b>121</b>	<b>60</b>	<b>64</b>	<b>116</b>	<b>111</b>
<b>Cuña</b>	<b>103</b>	<b>93</b>	<b>107</b>	<b>111</b>	<b>93</b>	<b>77</b>	<b>130</b>	<b>98</b>
<b>‘V’</b>	<b>110</b>	<b>92</b>	<b>152</b>	<b>110</b>	<b>117</b>	<b>83</b>	<b>96</b>	<b>93</b>
<b>Bisel</b>	<b>108</b>	<b>95</b>	<b>176</b>	<b>148</b>	<b>112</b>	<b>81</b>	<b>134</b>	<b>183</b>

**ANEXO 6: Número de picudos capturados por trampa de semana 9-17**

<b>Tipos de trampa</b>	<b>Semana No. 9</b>	<b>Semana No.10</b>	<b>Semana No.11</b>	<b>Semana No.12</b>	<b>Semana No.13</b>	<b>Semana No.14</b>	<b>Semana No. 15</b>	<b>Semana No.16</b>	<b>Semana No.17</b>
<b>Disco</b>	<b>76</b>	<b>71</b>	<b>137</b>	<b>83</b>	<b>78</b>	<b>102</b>	<b>121</b>	<b>84</b>	<b>74</b>
<b>Cuña</b>	<b>71</b>	<b>83</b>	<b>80</b>	<b>66</b>	<b>146</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>96</b>	<b>97</b>
<b>‘V’</b>	<b>101</b>	<b>57</b>	<b>90</b>	<b>103</b>	<b>124</b>	<b>89</b>	<b>125</b>	<b>92</b>	<b>96</b>
<b>Bisel</b>	<b>135</b>	<b>75</b>	<b>141</b>	<b>95</b>	<b>118</b>	<b>110</b>	<b>103</b>	<b>161</b>	<b>114</b>

**ANEXO 7: Número de picudos capturados por frecuencia de recolección de semana 1-8**

<b>Frecuencias de recolección</b>	<b>Semana No.1</b>	<b>Semana No.2</b>	<b>Semana No.3</b>	<b>Semana No.4</b>	<b>Semana No.5</b>	<b>Semana No.6</b>	<b>Semana No.7</b>	<b>Semana No.8</b>
<b>3 días</b>	<b>301</b>	<b>222</b>	<b>338</b>	<b>272</b>	<b>259</b>	<b>145</b>	<b>317</b>	<b>335</b>
<b>5 días</b>	<b>78</b>	<b>84</b>	<b>72</b>	<b>128</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>109</b>	<b>95</b>
<b>8 días</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>139</b>	<b>90</b>	<b>63</b>	<b>97</b>	<b>50</b>	<b>55</b>
<b>Total</b>	<b>413</b>	<b>357</b>	<b>549</b>	<b>490</b>	<b>382</b>	<b>305</b>	<b>476</b>	<b>485</b>

**ANEXO 8: Número de picudos capturados por frecuencia de recolección de Semana 9-17**

<b>Tipos de trampa</b>	<b>Semana No. 9</b>	<b>Semana No.10</b>	<b>Semana No.11</b>	<b>Semana No.12</b>	<b>Semana No.13</b>	<b>Semana No.14</b>	<b>Semana No. 15</b>	<b>Semana No.16</b>	<b>Semana No.17</b>
<b>3 días</b>	<b>214</b>	<b>176</b>	<b>250</b>	<b>282</b>	<b>271</b>	<b>154</b>	<b>298</b>	<b>252</b>	<b>196</b>
<b>5 días</b>	<b>58</b>	<b>65</b>	<b>125</b>	<b>39</b>	<b>111</b>	<b>133</b>	<b>90</b>	<b>86</b>	<b>118</b>
<b>8 días</b>	<b>111</b>	<b>45</b>	<b>73</b>	<b>26</b>	<b>84</b>	<b>105</b>	<b>53</b>	<b>95</b>	<b>67</b>
<b>Total</b>	<b>383</b>	<b>286</b>	<b>448</b>	<b>347</b>	<b>466</b>	<b>392</b>	<b>441</b>	<b>433</b>	<b>381</b>

### ANEXO 9: Captura por bloque en cada uno de los tratamientos

Caso	Tipo de trampa	Bloque	Captura
1	Disco	1	380
2	Cuña	1	510
3	V	1	548
4	Bisel	1	587
5	Disco	2	314
6	Cuña	2	344
7	V	2	321
8	Bisel	2	361
9	Disco	3	488
10	Cuña	3	409
11	V	3	463
12	Bisel	3	554
13	Disco	4	399
14	Cuña	4	371
15	V	4	398
16	Bisel	4	587

### ANEXO 10: Captura de picudo por bloque por frecuencia de recolección

Caso	Frecuencias	Bloque	Captura
1	3 días	1	1241
2	5 días	1	425
3	8 días	1	359
4	3 días	2	697
5	5 días	2	345
6	8 días	2	298
7	3 días	3	1203
8	5 días	3	396
9	8 días	3	315
10	3 días	4	1141
11	5 días	4	348
12	8 días	4	266

## ANEXO 11: Captura representativa por bloque

Caso	Lecturas	Bloques	Captura
1	Tesis	1	2025
2	Nivel critico	1	960
3	Tesis	2	1340
4	Nivel critico	2	960
5	Tesis	3	1914
6	Nivel critico	3	960
7	Tesis	4	1755
8	Nivel critico	4	960

## XII. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Cuadro 13 Cronograma de actividades de Julio 2,013 a octubre del 2,013 conformado por 17 semanas.

Actividad	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Trazado del área a evaluar	X																
Elaboración y etiquetado de cada tratamiento (4 diferentes tipos de trampas)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Toma de lecturas (conteo de picudos) cada 3, 5 y 8 días para cada uno de los tratamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaboración de nuevas trampas cada 8 días	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis de cómo se desarrolla cada uno de los tratamientos										X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de resultados																	X