

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

“EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE TRAMPA Y CUATRO FRECUENCIAS DE RECOLECCION
DEL PICUDO NEGRO *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) EN EL CULTIVO DE BANANO
Musa sapientum (Var. Grand nain) TIQUISATE, ESCUINTLA.”

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

OSCAR KURT AJANEL ARDÓN

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr.	Ariel Abderraman Ortíz López
SECRETARIO	Ing. Agr.	Pedro Pelaez Reyes
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Erberto Raúl Alfaro Ortíz
VOCAL CUARTO	Br.	Luis Antonio Raguay Pirique
VOCAL QUINTO	Br.	Juan Manuel Corea Ochoa

Guatemala, noviembre del 2003

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señores miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

“EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE TRAMPA Y CUATRO FRECUENCIAS DE RECOLECCION DEL PICUDO NEGRO (*Cosmopolites sordidus* Germar 1824) EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum* Var. Grand nain) TIQUISATE, ESCUINTLA.”

al presentarlo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en sistemas de producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

Oscar Kurt Ajanel Ardón

ÍNDICE

INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	4
3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL <i>Cosmopolites sorsidus</i>	4
3.1.2 RANGO DE HOSPEDEROS.....	4
3.1.3 BIOLOGIA Y ECOLOGÍA DEL INSECTO.....	5
3.1.3.1 CICLO DE VIDA.....	6
3.1.3.1.A HUEVOS.....	6
3.1.3.1.B LARVAS	6
3.1.3.1.C PUPAS	6
3.1.3.1.D ADULTOS	6
3.1.4 IMPACTO ECONÓMICO SOBRE LA PRODUCCIÓN.....	9
3.1.5 SINTOMAS DEL ATAQUE EN LA PLANTA.....	9
3.1.6 INSPECCION PARA LA DETECCIÓN DEL DAÑO.....	9
3.1.7 MANEJO INTEGRADO DE <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar 1824).....	10
3.1.7.1 CONTROL CULTURAL.....	10
3.1.7.2 CONTROL BIOLÓGICO.....	12
3.1.7.3 CONTROL QUÍMICO.....	13
3.1.8 USO DE TRAMPAS EN EL CONTROL DEL PICUDO DEL BANANO.....	14
3.1.9 FRECUENCIAS DE RECOLECCIÓN.....	15
3.1.10 TIPOS DE TRAMPA PARA LA ATRACCIÓN Y CAPTURA.....	15
3.1.10.1 TRAMPAS TIPO TEJA O LONGITUDINALES.....	15
3.1.10.2 TRAMPA TIPO CUÑA.....	16
3.1.10.3 TRAMPA CIRCULAR.....	16

3.1.10.4 TRAMPA TIPO DISCO EN CEPA.....	16
3.1.10.5 TRAMPA TIPO "V"	16
3.2 MARCO REFERENCIAL.....	19
3.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.....	19
3.2.2 CONDICIONES EDAFICAS.....	19
3.2.3 VIAS DE ACCESO.....	19
4. OBJETIVOS.....	20
5. HIPÓTESIS.....	21
6. METODOLOGÍA	22
6.1 TRATAMIENTOS.....	22
6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
6.3 UNIDAD EXPERIMENTAL.....	22
6.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	23
6.4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	23
6.4.2 ELABORACIÓN DE LAS TRAMPAS.....	23
6.4.3 RENOVACIÓN DE LAS TRAMPAS.....	23
6.4.4 LABORES DE CULTIVO Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.....	23
6.5 VARIABLE DE RESPUESTA.....	24
6.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	24
6.6.1 ANALISIS ESTADÍSTICO DEL NUMERO DE INSECTOS CAPTURADOS POR TRAMPA.....	24
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
7.1 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DEL MODELO ESTADÍSTICO.....	26
7.2 DETERMINACIÓN DE LA FUNCIÓN ESTABILIZADORA DE LA VARIANZA.....	26
7.3 ANALISIS DE VARIANZA.....	27
7.4 COMPARACIÓN DE MEDIAS.....	28
7.5 ANÁLISIS DE POLINOMIOS ORTOGONALES.....	29
7.5.1 DETERMINACIÓN DEL MODELO DE LA REGRESIÓN LINEAL PARA LA TRAMPA TIPO CUÑA	30

7.5.2 DETERMINACIÓN DEL MODELO DE LA REGRESIÓN LINEAL PARA LA TRAMPA TIPO

CIRCULAR Y LONGITUDINAL.....	30
8. CONCLUSIONES.....	34
9. RECOMENDACIONES.....	35
10. BIBLIOGRAFÍA	36
11. ANEXOS	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Descripción de los 12 tratamientos utilizados.....	22
Cuadro 2: Análisis de varianza para el número de insectos capturados por tratamiento, con datos transformados mediante la función raíz cuadrada.....	28
Cuadro 3: Prueba de comparación múltiple de medias según el criterio de Tukey para el factor tipo de Trampa, ($\alpha= 0.05\%$).....	28
Cuadro 4: Calculo de los efectos polinomiales de las frecuencias de recolección ($\alpha = 0.05$).....	30
Cuadro 5: Total de insectos capturados durante el periodo de estudio marzo-mayo del 2002.....	32
Cuadro 6: Resumen de los modelos determinados para cada tipo de trampa.....	33
Cuadro 7 "A": Prueba de Bartlett, para la evaluación del supuesto de homogeneidad de varianzas.....	44
Cuadro 8 "A": Datos originales y procedimiento para la validación de la transformación.....	46
Cuadro 9"A": Análisis de polinomios ortogonales.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar, 1824).....	7
Figura 2. Daño provocado en la planta por <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar, 1824).....	10
Figura 3. Diseño de la trampa tipo Longitudinal utilizada en la finca Santa Irene, Tiquisate Escuintla, 12/02/2001.....	17
Figura 4. Diseño de la trampa tipo Cuña utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 05/03/2001.....	17
Figura 5. Diseño de la trampa tipo Circular utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 05/03/2001.....	17

Figura 6. Diseño de la trampa tipo Disco en cepa utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 05/03/2001.....	17
Figura 7. Diseño de la trampa tipo “V” utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 12/02/2001.....	18
Figura 8: Diagrama de dispersión y recta de regresión lineal ajustada.....	28
Figura 9: Promedio de insectos capturados en los tres tipos de trampas evaluados en la finca Bellamar II, Tiquisate Escuintla	29
Figura 10: Diagrama de dispersión de los datos y recta de la regresión para la estimación del número de insectos a capturar para cada una de las frecuencias evaluadas en la trampa tipo cuña.....	31
Figura 11: Diagrama de dispersión de los datos y recta de la regresión para la estimación del número de insectos a capturar para cada una de las frecuencias evaluadas en la trampa tipo circular.....	31
Figura 12: Diagrama de dispersión de los datos y recta de la regresión para la estimación del número de insectos a capturar para cada una de las frecuencias evaluadas en la trampa tipo longitudinal.....	31
Figura 13 “A”: Distribución de las unidades experimentales en el campo.....	41
Figura 14 “A”. Trampa tipo longitudinal utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002.....	42
Figura 15“A”. Trampa tipo cuña utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002.....	42
Figura 16 “A”. Trampa tipo circular utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002.....	42
Figura 17 “A”. Trampa tipo disco en cepa utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002.....	42
Figura 18 “A”. Trampa tipo “V” utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002.....	43

"EVALUATION OF THREE TYPES OF TRAP AND FOUR FREQUENCIES OF GATHERING OF THE BEAKED BLACK *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) IN THE CULTIVATION OF BANANA TREE (*Musa sapientum* Var. GRAND NAIN) TIQUISATE, ESCUINTLA. "

"EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE TRAMPA Y CUATRO FRECUENCIAS DE RECOLECCIÓN DEL PICUDO NEGRO *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum* Var. Grand nain) TIQUISATE, ESCUINTLA."

RESUMEN

En la región sur de Guatemala, especialmente en el departamento de Escuintla, se obtienen diversos productos agrícolas para la exportación provenientes de la agricultura tradicional, en donde el banano representa un rubro importante. Existen en la actualidad en el municipio de Tiquisate, aproximadamente 5000 hectáreas cultivadas con banano variedad Grand Nain. En esta área agrícola, la productividad media de cajas de banano de primera calidad es de 2,473.14 cajas/ha/año.

Las plantaciones de banano se ven afectadas por plagas y enfermedades que reducen la capacidad productiva, siendo una de las plagas de mayor importancia para este cultivo el insecto *Cosmopolites sordidus* G (24,25,30,31).

Debido a los hábitos nocturnos que el insecto posee, su captura sin el uso de trampas sería bastante difícil. La trampa deberá proporcionar condiciones de humedad, alimento y refugio para que el insecto se dirija hacia ella y pueda ser capturado. Así mismo la recolección se facilitará, al encontrarse los insectos agrupados en un solo lugar y de esta forma lograr la mayor captura de la población. De aquí la importancia de esta investigación para lograr determinar, el tipo de trampa que posea una mayor atracción así como la frecuencia de tiempo que permita una mayor captura.

Las trampas fueron elaboradas a partir de pseudotallos, distribuyendo cada una dentro de áreas de 100 m², donde se efectuaron las capturas correspondientes a cada una de las frecuencias, siendo renovadas a los 9 y 12 días. La investigación tuvo una duración de 72 días, iniciándose el 11 de marzo y culminando el 22 de mayo del 2002 en la finca Bellamar II de la empresa Agrobelsa, aldea Ticanlu, Tiquisate Escuintla, donde se realizaron 24 lecturas para la frecuencia de 3 días, 12 para la frecuencia de 6 días, 8 para la frecuencia de 9 días y 6 lecturas para la mayor frecuencia de captura.

En este estudio se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo combinatorio de tres niveles de trampa y cuatro niveles de recolección.

En los resultados obtenidos, no se encontró interacción entre las diferentes frecuencias de recolección y los tres tipos de trampa evaluadas.

El mayor número de insectos capturados se logró en la trampa tipo cuña, con un total de 1708, en comparación con la trampa circular y longitudinal en las cuales se capturaron 563 y 512 insectos, durante el periodo de evaluación.

En cuanto a las frecuencias de recolección evaluadas, se determinó que la de tres días permitió obtener el mayor número de insectos capturados, con un total de 942 dentro del periodo de evaluación, por lo tanto se puede llegar a utilizar la combinación de los niveles de ambos factores que presentaron el mayor número de insectos capturados.

Dentro de la investigación se observó una reducción en el número de insectos capturados a medida que la frecuencia de recolección aumentó, obteniéndose la menor cantidad a los 12 días con un total de 464 insectos.

1. INTRODUCCIÓN

Los cultivos agrícolas para Guatemala proporcionan las mayores entradas de divisas por concepto de exportaciones, ocupando para el año 2000 el cultivo del banano (*Musa sapientum L.*) el segundo lugar con un aporte de 187.8 millones de U.S. dólares (2).

Las plantaciones de banano son cultivadas con altas densidades de siembra, por lo que es necesario llevar a cabo una serie de actividades previamente planificadas para el control de plagas y enfermedades, el riego, la fertilización, así como las limpiezas de malezas y la cosecha de una forma adecuada para obtener una buena producción. Como todo cultivo, el banano no es la excepción en cuanto al ataque de plagas, dentro de las cuales se encuentra el picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824), siendo el principal insecto que afecta el cormo de las musáceas (24, 25, 30, 31).

Los daños provocados por el picudo negro causan una reducción del 11.15% del promedio de la producción de banano en cajas de primera calidad, según lo observado en la costa sur, pudiéndose alcanzar en áreas de cultivo pérdidas de hasta el 100% al momento de ser derribadas en su totalidad las plantas infestadas a causa de los fuertes vientos, lo cual es debido a la poca resistencia que ofrece el sistema radicular, afectado por esta plaga (24).

Las perforaciones ocasionadas al cormo por la larva del picudo, favorecen la entrada de organismos patogénicos como, *Ralstonia solanacearum* y *Fusarium oxysporum*, que provocan daño en las plantas de banano que se traducen en pérdidas económicas (9).

Los tipos de control para este insecto en las zonas bananeras de Guatemala como la Costa Sur, son actualmente de tipo químico y cultural.

En la búsqueda de nuevas alternativas de control, basadas en el comportamiento del insecto, se evaluaron tres tipos de trampa y cuatro diferentes frecuencias de recolección para establecer el mejor control en la captura del picudo negro.

Las trampas fueron elaboradas a partir de restos de cosecha, las cuales estaban constituidas por los pseudotallos. Las mismas fueron distribuidas dentro de las unidades experimentales, donde se efectuaron las capturas correspondientes a cada una de las frecuencias, siendo renovadas a los 9 y 12 días. La investigación tuvo una duración de 72 días, iniciándose el 11 de marzo y culminando el 22 de mayo del 2002 en la finca Bellamar II de la empresa Agrobelsa, aldea Ticanlu, Tiquisate Escuintla, donde se

realizaron 24 lecturas para la frecuencia de 3 días, 12 para la frecuencia de 6 días, 8 para la frecuencia de 9 días y 6 lecturas para la mayor frecuencia de captura.

En este estudio se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo combinatorio de tres niveles de trampa y cuatro niveles de recolección.

En los resultados obtenidos, no se encontró interacción entre las diferentes frecuencias de recolección y los tres tipos de trampa evaluadas, sin embargo para cada uno de los factores se observaron diferencias estadísticas.

El mayor número de insectos capturados se logró con la trampa tipo cuña, obteniendo en total 1708, en comparación con la trampa circular y longitudinal en las cuales se capturaron 563 y 512 insectos respectivamente, durante el periodo de evaluación.

En cuanto a las frecuencias de recolección evaluadas, se determinó que la de tres días fue la que permitió obtener el mayor número de insectos capturados, con un total de 942 durante la evaluación, por lo tanto se puede llegar a utilizar la combinación de los niveles de ambos factores que presentaron el mayor número de insectos capturados.

Dentro de la investigación se observó una reducción en el número de insectos capturados a medida que la frecuencia de recolección aumentó, obteniéndose la menor cantidad a los 12 días con un total de 464 insectos.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, el insecto plaga de mayor importancia para el cultivo del banano lo constituye el picudo negro, el cual se alimenta del cormo y las raíces provocando lesiones diversas y reduciendo el área radicular, lo que induce a una deficiente absorción de nutrientes. Por esta causa, se debilitan las plantas y provocan finalmente el derribamiento de éstas. El promedio de plantas afectadas es de 4.21 plantas/ha/semana, lo que representa una pérdida de 275.83 cajas de primera/ha/año, o sea un 11.15% las lesiones en el tejido, por donde se alimenta el insecto facilita el ingreso de hongos, bacterias y nematodos. Este insecto se encuentra distribuido en todas las fincas de banano y plátano de la empresa Agrobelsa y Anexos ubicada en Tiquisate Escuintla. Esto se confirmó cuando fue realizado un muestreo en todas las secciones de cultivo, reportando la presencia de este insecto en la totalidad de las áreas, de igual forma las fincas de la zona tienen reportes de esta plaga, según lo observado durante visitas de campo realizadas a estas áreas.

En la zona bananera de la Costa Sur de Guatemala, para el manejo y captura de esta plaga, se utiliza el control químico y cultural, según las recomendaciones técnicas de compañías bananeras extranjeras y experiencias de campo. El control biológico no ha sido implementado por su alto costo y poca información en Guatemala.

El control químico es problemático, ya que al efectuarse aplicaciones químicas dirigidas al control de las poblaciones del picudo negro, se han observado desequilibrios en el agro-ecosistema del cultivo del banano, lo cual se manifiesta directamente en la elevación de las poblaciones de otras plagas, como la araña roja (*Olygonychus zea* y *Tetranychus urticae*), la cual provoca severos daños a las hojas.

Respecto al control cultural, se emplean varias trampas como la de tipo cuña, circular, longitudinal y las de tipo en "V", aunque no se conoce exactamente con cual de estas se logra la mayor captura de estos insectos. Existe además el desconocimiento del tiempo mínimo o máximo para realizar la recolección del insecto en la trampa y poder capturar el mayor número de picudos/trampa, siendo los tiempos más comunes 3 días, 8 días y 15 días después de elaborada la trampa.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL *Cosmopolites sordidus*:

Este insecto pertenece al orden coleoptera conocido comúnmente como; picudo negro, picudo negro del banano, gorgojo del tallo del banano, gorgojo negro del plátano, gorgojo del plátano, barrenillo del banano, y el cual se clasifica como (7).

Reino: *Animalia*

Phylum: *Arthropoda*

Clase: *Insecta*

Orden: *Coleóptera*

Familia: *Curculionidae*

Género: *Cosmopolites*

Especie: *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824).

3.1.2 RANGO DE HOSPEDEROS

Los hospederos del insecto fueron determinados por Abera y otros 1999 (1), estableciendo que *C. sordidus* ataca especies de *M. sapientum* y *Ensete ventricosum*. El picudo ataca 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 (1):

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

Hospederos secundarios: *Musa textilis* (cañamo 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 poscosecha.

3.1.3 BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL INSECTO

El picudo del banano tiene una estrategia de reproducción tipo “k” con un promedio de vida largo y una fecundidad baja. Los adultos tienen una vida libre (no se confinan a la planta del plátano) y pueden vivir por más de 4 años. Sin embargo, el monitoreo de las poblaciones en estudios experimentales sugiere que muchos picudos viven 1 año o menos, Swaine 1971 (31), reportó que los adultos pueden vivir 2 años.

Abera y otros 1999 (1), estimaron la oviposición entre 0.5 y 1.4 huevos semanales por hembra, bajo condiciones naturales, dependiendo de la densidad poblacional. Las disecciones de picudos hembras recolectados en el campo, han revelado un promedio de 10 huevos maduros (un máximo de 23) y 20 oocitos en desarrollo. Estos datos sugieren que los factores ambientales pueden dificultar a las hembras el logro de su potencial de oviposición. Suplicy y Sampaio 1982 (30), establecieron que los huevos durante el año son puestos a un ritmo que varía según la temperatura y supera los 100 anuales por hembra.

Zimmerman 1968 (41), señala que los huevos son puestos individualmente en pequeñas cavidades, hechas por la hembra, hallándose más del 90% en la base del pseudotallo; los huevos restantes en el bulbo y las raíces, cerca de la superficie del suelo. La producción de pupas se da dentro de la planta huésped.

Ukazah 1995 (34), estudió la biología reproductiva del picudo del banano y determino que las hembras alcanzaron su madurez sexual entre 5 y 20 días y los machos entre 18 y 31 días después de emerger. Las etapas de desarrollo ovárico fueron definidas así: etapa I: ausencia de oocitos en el vitelo (de 1 a 16 días después de la emergencia); etapa II: pequeños oocitos no desarrollados en el vitelo; etapa III: oocitos desarrollados, sin envoltura –o corion– (entre 24 y 58 días); etapa IV: huevos maduros, con corion en el cáliz (después de 25 días). La primera oviposición ocurrió entre 27 y 41 días más tarde. La producción oval fue influenciada por la temperatura, pero no por las precipitaciones pluviales o la humedad. Los adultos estaban activos entre las 18:00 y las 06:00 horas, y estaban en máxima actividad entre las 21:00 y las 04:00 horas.

Kalshoven 1981 (20), estableció que los picudos del banano son nocturnamente activos y pueden ser sedentarios por largos períodos de tiempo. La mayoría de adultos se encuentran en la base de las vainas de las hojas o en el suelo que rodea la planta, mientras que algunos adultos son asociados con residuos de cultivos cortados; también se han observado adultos marcados que cavan túneles y vuelven a entrar al rizoma. Los adultos raramente vuelan, pero comúnmente caminan sobre la superficie del suelo y la vegetación y fingen la muerte cuando son molestados. Los adultos no son voladores fuertes y sólo

cubren distancias cortas. Según Whalley 1958 (38), los adultos no son sedentarios usualmente: de 400 picudos liberados en un punto de una plantación ugandesa, 35% fueron recuperados después de un periodo aproximado de 8 meses, dentro de un radio de 9.1 metros desde el punto original donde fueron liberados. En experimentos posteriores en terrenos separados por callejones de 20 metros, menos del 3% de los picudos marcados fueron después recuperados, en un terreno distinto de aquél en el que fueron liberados.

3.1.3.1 CICLO DE VIDA

El ciclo de vida del *C. sordidus* esta constituido por cuatro etapas que se describen a continuación.

A.- HUEVOS: El huevo es un óvalo alargado, mide cerca de 2 mm de largo y es de un color blanco puro (38).

B.- LARVAS: Llegan a medir 12 mm de largo, es de un color blanco cremoso, robusta, corpulenta, sin patas, se caracteriza por estar curvada e hinchada al centro (segmentos abdominales del 4 al 6). La cabeza es café rojizo o anaranjado pálido, con rayas angostas, cortas y no pigmentadas al dorso, sin capullo, más larga que ancha, lados subparalelos redondeados posteriormente, mandíbulas bien desarrolladas. Pronoto con escleritos café-rojizo pareados. Los segmentos abdominales del 1 al 7 con pequeñas espirales; segmentos abdominales típicos con tres setas postdorsales, margen posterior del segmento abdominal 9 sin proyecciones. Abdomen con asperezas inconspicuas distribuidos dorsal y ventralmente en los segmentos del 3 al 5. Whalley 1958 (38), observa lateralmente del esternito final de larva *C. sordidus* y lo diferencia de la larva *Temnoschoita nigroplagiata*.

C.- PUPAS: Son de color blancas, casi 12 mm de largo. Comienza a notarse la forma adulta. El último segmento abdominal con una espina ventral grande y dos finas a los lados, superficie dorsal con cuatro papilas, con una espina simple cada una. Whalley 1958 (38), tabuló las diferencias entre pupas *C. sordidus* y *Temnoschoita nigroplagiata*.

D.- ADULTOS: Estos son negros o café muy oscuro. El cuerpo mide entre 10 y 16 mm. Unión antenal con el ápice del segmento basal mucho más ancho que la base, la parte fija del ápice forma un tercio de la longitud de la unión, ampliamente coniforme. El rostro curvado con el escrobo antenal completamente horizontal. Los ojos muy estrechamente separados ventralmente. Tosca pronunciación pronotal. Escutelo conspicuo, más ancho posteriormente. Las estriás elitrales principalmente bien definidas, la mayoría de los intervalos distintivamente separados y brillantes en la base, en especímenes limpios se observa notablemente. Procoxis estrechamente separados por un ancho mucho menor del rostro en el ápice.

Metafémures que alcanzan el ápice de pygidio, tibias uncinadas, tarso pseudotetrámero, oniquio con extensiones apicales, esclerotizadas con la separación notable entre bases y garras (38).

Frente del metasterno sin protuberancias débiles, metapisterno en el tercio apical distintivamente más angosto que la anchura mayor de los mesofémures, tan ancho en la parte posterior como en la media (38).

Bajo condiciones tropicales, la etapa del huevo dura normalmente entre 6 y 8 días, mientras que el período larval es de entre 20 y 25 días. La incubación toma cerca de 8 días en el verano y después de eclosionar, las larvas hacen túneles en los tejidos de la planta huésped. Las larvas se desarrollan por completo luego de alrededor de 20 días, luego de los cuales cavan hasta cerca de la superficie del bulbo y de la cámara oval en la que estas pupan. Los adultos emergen en 5 u 8 días. La emergencia de adultos alcanza su apogeo entre septiembre y noviembre y nuevamente a finales del verano, pero algunos pueden emerger en cualquier época del año. Los adultos están completamente fortalecidos en 5 ó 7 días (32).

En la figura 1, se ilustran las cuatro fases del ciclo biológico.

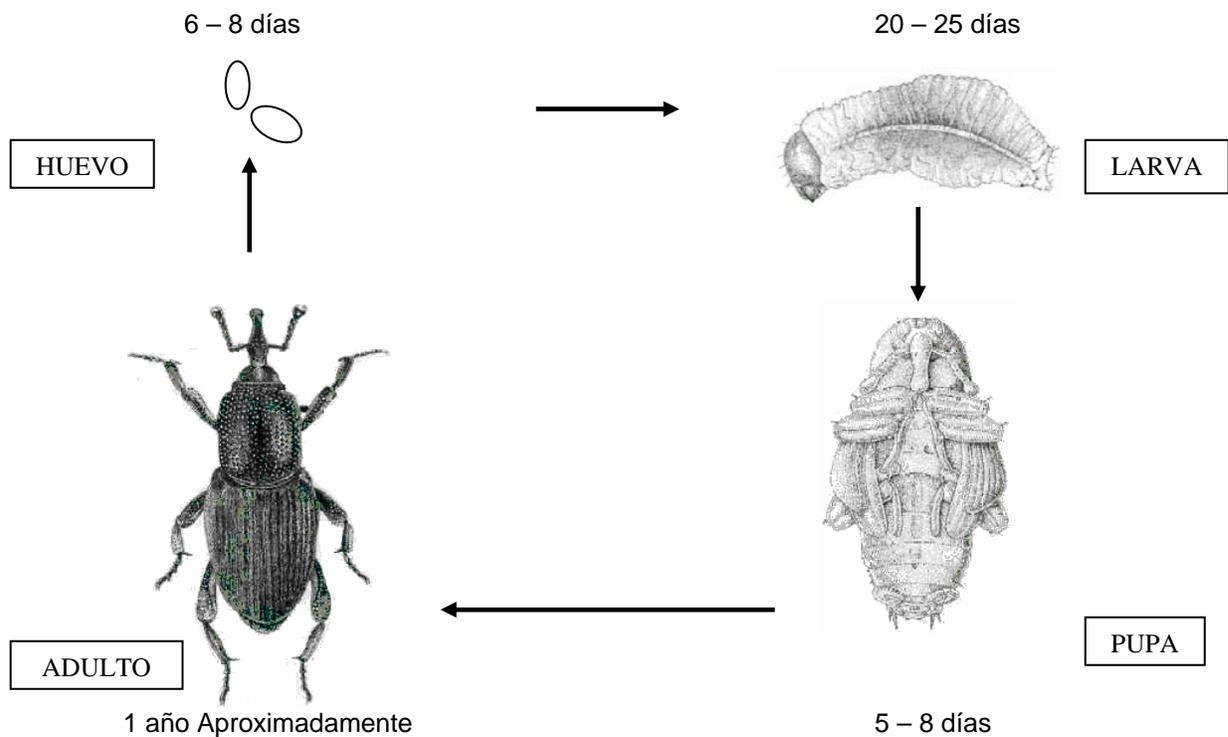


Figura 1. Ciclo de vida de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824)

Fuente: Matute 1999 (20) y Treverrow 1983 (32).

3.1.4 IMPACTO ECONÓMICO SOBRE LA PRODUCCIÓN

Waterhouse y Norris 1987 (37), señalaron que existe un conflicto acerca de la categorización e importancia económica y ecológica de la plaga del picudo del banano. En Samoa Occidental, el *C. sordidus* es una plaga seria del banano, pero generalmente permanece en un nivel de infestación entre bajo y moderado. Las opiniones van desde que es "la plaga más seria del banano" Purseglove 1972 (25), y "de las plagas principales de las zonas de cultivo de banano en Brasil, económicamente hablando" Suplicy y Sampaio 1982 (30), hasta "una plaga fastidiosa de los cultivos descuidados" en Fiji, Swaine 1971 (31).

Pans 1977 (24), incluyó al *C. sordidus* entre las mayores plagas del banano concluyendo que en plantaciones fuertemente infestadas, los racimos son menores en tamaño de lo normal, y con frutos pequeños lo que puede reducir la producción. La perforación de las larvas en los rizomas y la raíz principal es lo más perjudicial, siendo importante en áreas que experimentan vientos fuertes.

Reddy 1988 (26), realizó una agrimensura en las mayores áreas de crecimiento del banano en los distritos de Kagera, Arusha y Kilimanjaro, Tanzania del Norte, para evaluar las interrelaciones entre la ocurrencia de daños de insectos, los nematodos parásitos vegetales y cómo se relacionan los factores agrícolas con la declinación actual de la producción bananera. Los resultados mostraron que este decremento es causado, en orden de importancia, por el picudo del banano *C. sordidus*, los nematodos *Pratylenchus goodeyi*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Radopholus similis* y por prácticas agrícolas pobres.

A pesar de que ampliamente se considera al plátano como susceptible al ataque del picudo del banano, los niveles de daño tienden a ser bajos en Ghana. Esto puede reflejar la corta duración de las plantaciones de plátanos. En Ghana, los agricultores normalmente abandonan las plantaciones de plátano luego de dos o tres ciclos de cultivo (7).

Sobre la importancia económica, el picudo negro del plátano ocasiona reducción en los rendimientos por disminución del tamaño y la calidad de racimos, así como acortamiento de la vida útil de las plantaciones por mala calidad de la brotación de yemas. Las perforaciones ocasionadas por la larva de este insecto pueden ser aprovechadas por otros organismos como puerta de entrada, principalmente por el gusano tornillo *Castniomera humboldti* (Lepidóptera; Castniidae) o por organismos patógenos como *Ralstonia solanacearum* y *Fusarium oxysporum* (9).

3.1.5 SÍNTOMAS DEL ATAQUE EN LA PLANTA

Kalshoven 1981 (18), estableció que la infestación por *C. sordidus* comienza en la base de las hojas envainadas extremas que están muriendo, en tejidos dañados y en la parte inferior del pseudotallo. Inicialmente las larvas jóvenes cavan muchos túneles longitudinales en la superficie del tejido hasta que pueden penetrar a las hojas envainadas interiores adyacentes; luego las larvas perforan la base del pseudotallo y el rizoma. Los túneles larvarios pueden recorrer toda la longitud de los pseudotallos caídos. La perforación de las larvas en el rizoma y la raíz principal producen el mayor daño.

Wright 1976 (40), determinó que la putrefacción ocurre en rizomas completamente cribados y los cuales han quedado reducidos a una masa ennegrecida de tejido y las hojas mueren prematuramente. Cuando el daño del picudo es severo, debilita tanto la planta que es fácilmente derrumbada o destruida. El daño al rizoma puede interferir con la iniciación de la raíz y la corriente de sabia en la planta.

Las plantas infestadas tienen un color verde amarillento pálido y un follaje blando. Los brotes jóvenes a menudo se marchitan y tienen un desarrollo deficiente. Con un viento fuerte, más del número promedio de plantas son derribadas, con pérdidas económicas grandes (40).

En Tanzania del norte, la mayoría de los síntomas obvios de daño observados fueron el corte, mordisqueo, agrietamiento, adelgazamiento, interrupción del desarrollo y reducción en el tamaño de los frutos, en ese orden. El daño observado del picudo fue el mordisco de la raíz y la interrupción del desarrollo de la planta en un 20% (26).

3.1.6 INSPECCIÓN PARA LA DETECCIÓN DEL DAÑO

Las plantas fuertemente infestadas son fáciles de notar, por el extenso daño a los pseudotallos, pero la detección puede ser difícil cuando la infestación es ligera. Se debe buscar entonces picudos adultos y larvas dentro de las plantas achaparradas y con hojas prematuramente marchitas. Se cortan al ras o justo sobre el nivel del suelo, buscando larvas o túneles larvarios, lo cual puede observarse en la figura 2 (32).

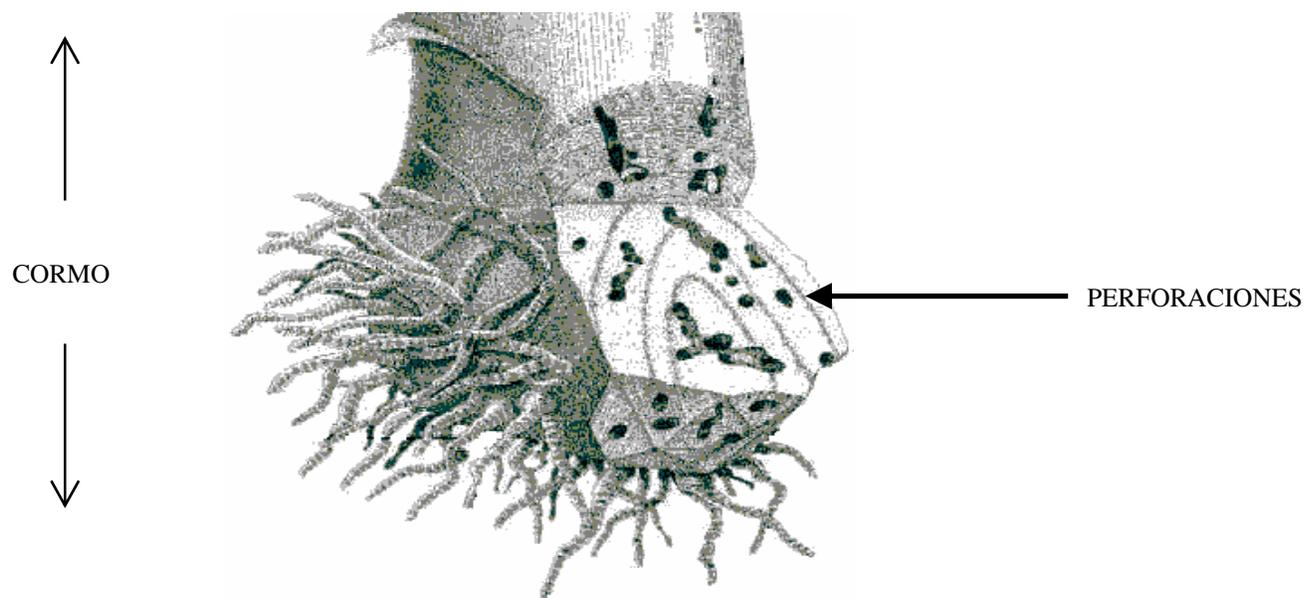


Figura 2. Daño provocado en la planta por *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824)

Fuente: Matute 1999 (20)

Los túneles larvares son más o menos circulares e incrementan su tamaño con el crecimiento de las larvas hacia cerca de 1.5 cm de diámetro. En los rizomas afectados se hacen túneles (en algunos casos éstos superan los 60 cm dentro de los pseudotallos (24).

Una serie de métodos de conteo han sido desarrollados para determinar el daño que produce el picudo. Todos éstos requieren un muestreo destructivo y, por lo tanto, son más comúnmente utilizados luego de la cosecha de la planta.

3.1.7 MANEJO INTEGRADO DE *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824)

3.1.7.1 CONTROL CULTURAL

Cuando se cosecha cortando pseudotallos al azar resulta en cepas y rizomas cortos que facilitan una infestación posterior. Como primera práctica se sugiere el corte de todas los pseudotallos maduros a ciertos intervalos, en vez de continua, como una medida preventiva. Esto obstaculiza la reproducción continua del picudo, puesto que entonces habrá períodos en los cuales pocos rebrotes o retoños jóvenes estarán presentes. También es necesario destruir cepas de plantas derribadas por el viento (18).

En algunos estudios de poblaciones de picudos adultos, se aprovecha su afinidad por el rizoma recién cortado. En Ungoye, Kenya, Reddy 1988 (26), usó trampas de pseudotallos esparcidos y trampas disco en cepa, y se colectaron a mano los picudos. Las trampas disco en cepa fueron más atractivas. Capturaron hasta 50 adultos de *C. sordidus* y 134 de *Temnoschoita nigroplagiata* cada semana, contra 42 y 82, respectivamente, en trampas de pseudotallos esparcidos. Concluyendo que el trampeo continuo, por

casi un año redujo a la mitad la población de picudos. Empero, el trapeo no suele controlar efectivamente y es reemplazado por insecticidas aplicados a la base de las plantas.

Una segunda práctica cultural primordial, es usar semilla vigorosa y no infestada en buenas condiciones agrícolas; ésta debería obtenerse de plantaciones libres de picudos y ser detenidamente examinado tomando de él una o dos rebanadas y, si tiene larvas, pupas o túneles, debe destruirse. Hay que plantarlos lo más pronto posible en un plantío nuevo. No deben dejarse apilados toda la noche en la antigua plantación, donde podrían ser infestados con huevos de picudo (32).

La tercera práctica cultural sugiere la realización de un examen minucioso y la remoción de las vainas de hojas exteriores lo que también remueve la mayoría de huevos de picudo y nematodos por ejemplo, *Radopholus similis* y *Pratylenchus spp.* El tratamiento físico con agua caliente, mata los huevos remanentes y un gran porcentaje de larvas. Se ha demostrado que la inmersión de retoños en baños de agua caliente a 54°C por 20 minutos, elimina muy efectivamente especies de nematodos y ha sido también recomendada para el control del picudo del banano (16).

Los picudos del banano son atraídos hacia los rizomas cortados, así que debe plantarse rápidamente antes de que se infesten. Si no, los picudos de plantas cercanas infestadas atacarán rápidamente el material limpio. Es recomendable no replantar áreas antes infestadas mientras permanezcan en el suelo los bulbos antiguos. Luego de remover todos los bulbos, se dejan 3 meses para que la población muera, antes de replantar (32).

Una cuarta práctica cultural para mantener las cantidades de picudo bajas, consiste en desenterrar y remover los rizomas viejos, la basura y otros materiales en los que el picudo puede reproducirse. Remover los brotes y cormos regularmente y mantener la plantación siempre libre de maleza. Al cortar el racimo, se corta el pseudotallo cerca del nivel del suelo. Cortando en segmentos de más de 60 cm en toda su extensión, estas secciones cortadas sirven de trampas de oviposición que atraen a los picudos para resguardarse y alimentarse y para ovipositar. Durante la anidación, las ramas se secan hacen que las larvas mueran disecadas. Este método es llamado (“conteo, corte y desecación”) (32).

Buenas prácticas de mantenimiento, como eliminar la maleza, aplicar abono, usar insumos agrícolas limpios, saneamiento planificado y rígido, medidas de cuarentena estricta y meticulosos métodos culturales para reducir el nivel de infestación de la plaga *C. sordidus*, dan como resultado plantaciones de banano vigorosas y más tolerantes (24).

3.1.7.2 CONTROL BIOLÓGICO

Los métodos incluyen el uso de asociación secundaria de hospederos y control microbiológico endémicos, y exóticos (control biológico clásico) basados en la biología del picudo. El *Plaesius javanus* (Coleoptera; Histeridae) se liberó en Queensland (Australia) de 1921 a 1928 pero su establecimiento allí fue breve y falló en Nueva Gales del Sur, Australia, en años posteriores. Además Wilson 1960 (39), reportó que el *Dactylosternum hydrophiloides*, (Coleoptera; Hydrophilidae) liberado en 1939 se estableció pero sólo con una menor influencia controladora. El *Plaesius javanus* y el *Plaesius laevigatus* se establecieron en las Islas Cook luego de ser liberados entre 1937 y 1940 pero el picudo perforador del banano aún es un problema importante allí según Walker y Dietz, 1979 (36).

El *Plaesius javanus* se estableció en Chiapas, México y fue confirmado en 1973, 1984 y 1992, unos 40 años después de haber sido liberado (3).

Según Waterhouse y Norris 1987 (37), aunque los picudos como grupo aparentan ser pobres candidatos para el control biológico, el establecimiento de *Plaesius javanus* y *Plaesius laevigatus* en Fiji aparenta tener bajos niveles de *C. sordidus*. La introducción de *Plaesius javanus* ha provocado un exitoso establecimiento en Polinesia Francesa, Jamaica, Marianas, Nueva Caledonia, Samoa Occidental y Trinidad, pero no hay ninguna información sobre los efectos que han producido.

En estudios realizados en invernaderos, los nematodos *Steinernema carpocapsae*, *S. glaseri* y *S. bibionis*, redujeron el número de túneles larvarios en los rizomas del plátano en evaluaciones de 400, 4000 y 40,000 nematodos por cada planta de 4 meses. En los dos índices más elevados, los nematodos produjeron 100% de mortalidad larvaria (15).

Dos estudios de campo a gran escala en Nueva Gales del Sur, Australia, utilizando nematodos *S. carpocapsae* All y *S. carpocapsae* NC513 rindieron niveles aceptables de control de larvas *C. sordidus* (33).

Sin embargo, en muchos países tropicales donde los bananos son un producto alimenticio importante, la distribución y aplicación de agentes biocontroladores sigue siendo restringida por falta de facilidades: también son demasiado caras para los productores con recursos subsistenciales limitados que representan la mayoría de productores de banano. Varios investigadores en Cuba, también han reportado un control exitoso del picudo del banano utilizando hormigas *Tetramorium guineense* y *Pheidole megacephala* en combinación con *Beauveria bassiana*, (10). A pesar de que las hormigas son generalistas,

altas poblaciones en plantaciones de banano las convierten en depredadores formidables. Las hormigas entran en los residuos de los cultivos y en plantas vivas en busca de picudos en estado larvario o de pupas.

3.1.7.3 CONTROL QUÍMICO

Esta basado en la utilización de productos clorinados y organofosforados, aplicados como granulares al suelo o en aspersiones a la base de la planta. Los productos se aplican sin tener en cuenta época y dosis, y traen como consecuencia un desequilibrio biológico en el área cultivada (11).

El control químico frecuentemente garantiza el control *Cosmopolites sordidus* (23). Sin embargo, en casi todas las plantaciones de Centro América, los insecticidas para el control del picudo no han sido aplicados por muchos años (29).

Los insecticidas para el control de adultos se aplican en las bases de las plantas, incluyendo los retoños y el suelo que la rodea con un radio de 30 cm alrededor de las plantas, utilizando alforjas esparcidoras, unidades esparcidoras de alto volumen o espolvoreando. En Australia, el mayor tratamiento se realiza entre septiembre y noviembre y entre marzo y mayo (32).

Para elegir qué tipo de insecticida utilizar, los agricultores deben observar las regulaciones locales y las de cualquier país hacia el que deseen exportar sus frutos. En algunos países los hidrocarburos clorados persistentes son prohibidos y además, el picudo ha desarrollado posiblemente resistencia a éstos en algunas áreas. Las restricciones gubernamentales y la resistencia del insecto contra tales insecticidas, han incrementado el uso de organofosforados más recientes (7).

Esa resistencia ha sido documentada en Australia, África, y en América, abarcando en épocas pasadas y actuales químicos que incluyen ciclodienos (BHC, dieldrín), organofosforados (clorpirifós, etoprofós, pirimifós etílico y protiofós) y carbamatos (carbofurán) por Cab International 1999 (7).

Para Guatemala se evaluaron en la finca Tacaba S.A. Ocos San Marcos en el período de 1999-2000 dos alternativas de manejo y tres productos para el control del complejo picudo, erwinia y hongos asociados a la muerte de cormos de banano, en la etapa de vivero, obteniéndose los mejores resultados en los tratamientos que se utilizo únicamente el insecticida en comparación con los tratamientos que incluían un fungicida o biocida (19).

3.1.8 USO DE TRAMPAS EN EL CONTROL DEL PICUDO DEL BANANO

Con el uso de trampas, se pueden monitorear las cantidades de picudos dentro de la plantación, establecer los umbrales de acción, controlar a los picudos y/o preparar un sistema de liberación para nematodos y hongos entomopatógenos (8,10,15,21).

El trampeo utiliza residuos de cosecha que atraen a los picudos adultos, pudiéndose utilizar varios tipos de trampas. Por ejemplo las trampas de disco en cepa, están formadas de rebanadas del rizoma u hojas colocadas encima de las plantas cosechadas, cortadas por el rizoma. Alternativamente, los pseudotallos cosechados, son cortados longitudinalmente por la mitad y colocadas boca abajo en el suelo, en segmentos con una longitud entre 15 y 60 cm. El material rizomático es más atractivo para los picudos y las trampas de disco en cepa colectan de 3 a 7 veces más picudos que las trampas de pseudotallos (11).

En un estudio experimental realizado durante 1 año, donde participaron los agricultores e investigadores, las poblaciones de picudo declinaron en un 62% en campos manejados por los investigadores (1 trampa por mata cada mes), en un 42% en campos manejados por los agricultores (de 0.3 a 0.6 trampas por mata cada mes) y en un 14% en muestras (sin trampeo). No obstante, los efectos sobre los cultivos individuales fueron altamente variables con trampas que no tuvieron ningún efecto en algunos campos (7).

Budenberg y otros 1993 (6), identificaron en machos adultos la feromona del picudo del banano, denominada sordidin. Las trampas con feromonas pueden atrapar más de 25 veces, los picudos diarios en las trampas de rizoma y duran ventajosamente 1 mes, comparadas con los 3 y 5 días que duran las trampas de pseudotallo. Tales trampas con feromonas han sido efectivas para reducir las poblaciones de picudos en Costa Rica y las Islas Canarias. En Costa Rica, las recomendaciones normales son de 4 trampas por hectárea, cambiadas y movidas cada mes. En contraste con las trampas de pseudotallos, la disponibilidad de materiales no es una preocupación, a pesar de que los costos pueden ser prohibitivos para agricultores de subsistencia.

Observaciones personales efectuadas en el campo, permitieron determinar que el número de trampas por hectárea, fluctúan entre 100 y 200 trampas tipo cuña y para las trampas longitudinal y circular este número oscila entre 100 trampas por hectárea. Realizándose las lecturas y recolección de los insectos con frecuencias de 3 – 7 días.

Los residuos de cosecha pueden utilizarse como trampas y servir como sitios de crianza, alejando a las hembras fértiles de la plantación. Desafortunadamente, se tiene poca información sobre los efectos del saneamiento o limpieza de la plantación, de la dinámica poblacional del picudo, del daño y pérdidas de producción relacionadas.

3.1.9 FRECUENCIAS DE RECOLECCIÓN

Estas frecuencias pueden variar dependiendo de las necesidades del productor o investigador por ejemplo Boscan y Rosales 1991 (5), realizaron aplicaciones de productos químicos y para realizar las evaluaciones se requirió el uso de trampas tipo sándwich, las cuales consisten en segmentos de pseudotallos colocados uno encima del otro; utilizando un total de 16 trampas, las cuales se revisaron cada tres días, renovándose la trampa semanalmente.

Castrillon y Urrea 1995 (12), en la evaluación de tipos de trampas y entomopatógenos, las trampas se construyeron ocho días antes de la aplicación, con el objeto de garantizar la presencia de adultos de picudo. Se evaluaron las trampas cada ocho días y se renovaron cada 15 días, para ello se eliminó una sola vez el material descompuesto de las superficies en contacto.

Las recomendaciones en cuanto a la frecuencia de su recolección varían, según Sierra 1993 (27) quien describe que los picudos adultos se refugian y alimentan dentro de la trampa pudiéndose recolectar a mano, diaria o semanalmente. Según Borges y otros (4) el conteo de los insectos debe ser realizado a los siete días después de colocada la trampa.

En visitas semanales se revisan las trampas y se matan los insectos encontrados, sustituyendo las trampas cada dos o tres semanas (35).

3.1.10 TIPOS DE TRAMPA PARA LA ATRACCIÓN Y CAPTURA

Los diferentes tipos de trampas comúnmente utilizados en la captura de insectos son: tipo teja o longitudinales, tipo cuña, circular, disco en cepa y trampa tipo "V", los cuales se detallan a continuación.

3.1.10.1 TRAMPAS TIPO TEJA O LONGITUDINALES: Consisten en una sección de pseudotallo de banano que ya produjo racimo, de aproximadamente 50 cm de largo abierta en dos partes en sentido longitudinal, esta trampa debe ser colocada próxima a la planta con la parte cortada volteada hacia abajo (figuras 3 y 14 "A") (4, 27, 35).

3.1.10.2 TRAMPA TIPO CUÑA: Elaborada en el pseudotallo que aun se encuentra en pie, comúnmente llamado “caballo”, la cual como su nombre lo indica es una cuña situada a una altura de (15-25 cm) respecto al suelo, esta fracción de pseudotallo es levemente retirada con el objeto de facilitar la entrada del insecto, luego es cubierta con una hoja para provocar oscuridad ¹Asencio 2001 comunicación personal (figuras 4 y 15 “A”).

3.1.10.3 TRAMPA CIRCULAR: Consiste en dos secciones de pseudotallo fresco de 10 cm de grosor y con diámetro de 20-30 cm, en la cual una de las secciones va colocada encima de la otra, seguidamente es colocada próxima a la planta y cubierta con una hoja para provocar oscuridad, con el objeto de proporcionar refugio para el insecto ¹Asencio 2001 comunicación personal (figuras 5 y 16 “A”).

3.1.10.4 TRAMPA TIPO DISCO EN CEPA: Son también elaboradas de plantas de banano que ya fueron cosechadas, cuyo pseudotallo seleccionado aun permanece en pie, el mismo debe ser cortado hasta una altura de 30 cm, posteriormente se le coloca una sección de pseudotallo de 10 cm y cubierta por una hoja. La parte eliminada debe ser seccionada para acelerar su descomposición (figuras 6 y 17 “A”) (4, 35).

3.1.10.5 TRAMPA TIPO “V”: Esta se elabora a partir de un pseudotallo que halla sido cosechado, rebajado a una altura de 30-40 cm de altura, el corte se hace a los lados dando la forma de “V”, cuya sección superior es movida para que sea fácil el ingreso de los insectos a dicha trampa ¹Asencio 2001 (figuras 7 y 18 “A”)

¹ Israel Asencio Esquivel. Gerente Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Agrobelsa y Anexos.

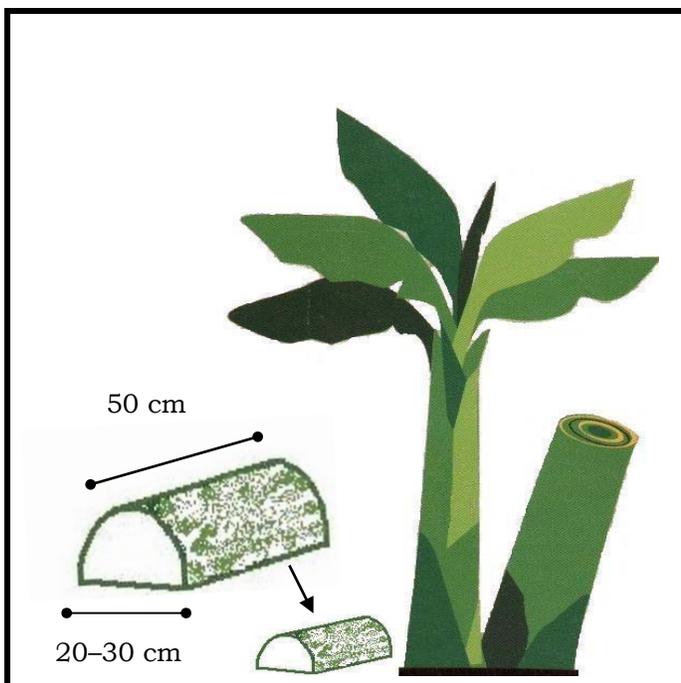


Figura 3. Diseño de la trampa tipo Longitudinal utilizada en la finca Santa Irene, Tquisate Escuintla, 12/02/2001

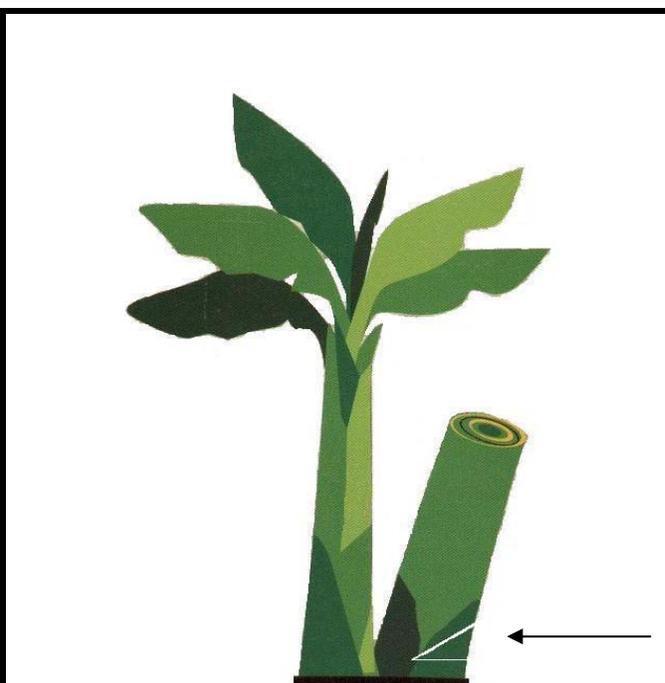


Figura 4. Diseño de la trampa tipo cuña utilizada en la finca Bellamar, Tquisate Escuintla, 5/03/2001

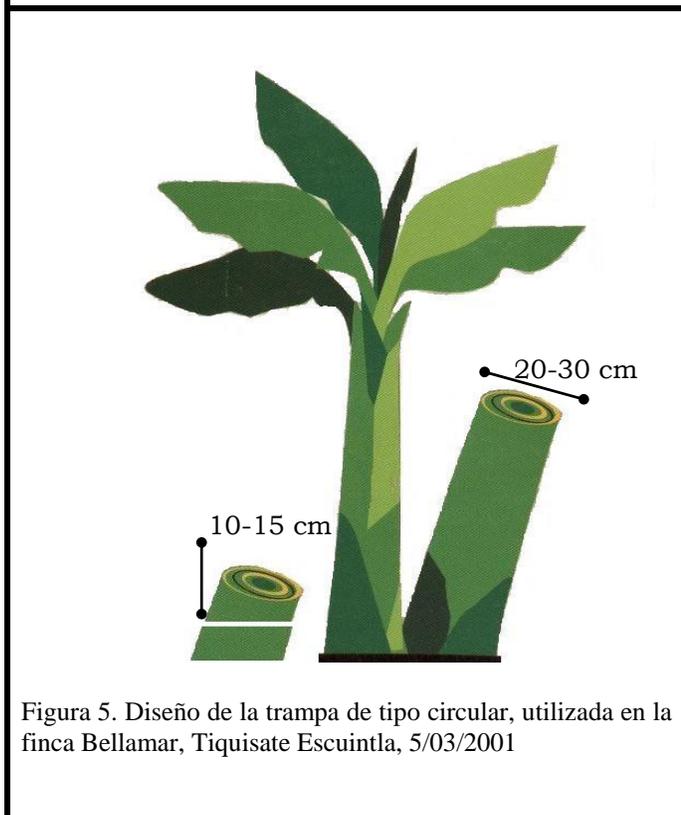


Figura 5. Diseño de la trampa de tipo circular, utilizada en la finca Bellamar, Tquisate Escuintla, 5/03/2001

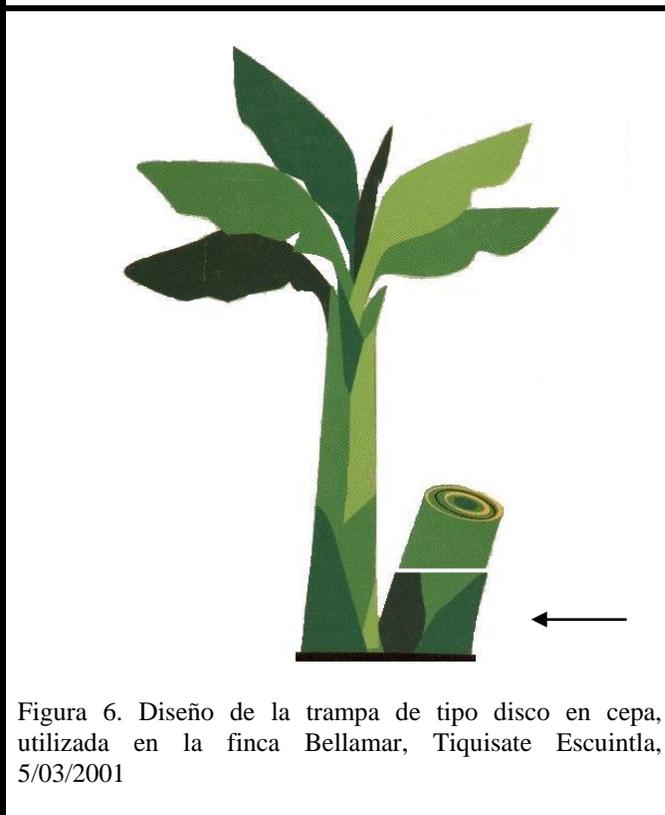


Figura 6. Diseño de la trampa de tipo disco en cepa, utilizada en la finca Bellamar, Tquisate Escuintla, 5/03/2001

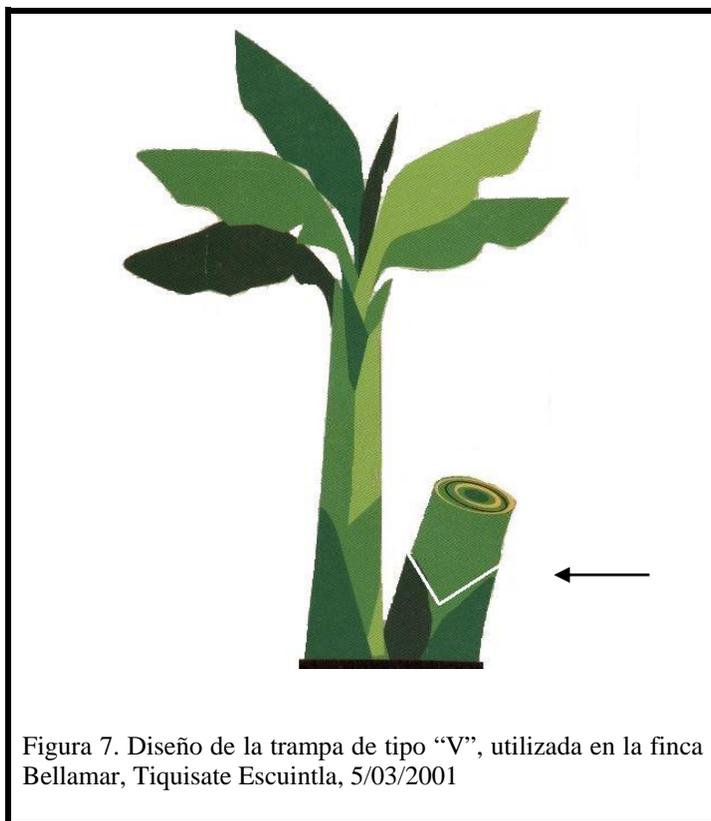


Figura 7. Diseño de la trampa de tipo “V”, utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 5/03/2001

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La finca Bellamar II se localiza en jurisdicción del municipio de Tiquisate, Escuintla, a una altitud de 9 msnm, en las siguientes coordenadas (17) Latitud 14° 03' 0" Norte y Longitud 91° 25' 38.4" Oeste.

La zona de vida de esta región es la del Bosque Seco Subtropical (bs.S), la cual es una faja que se extiende unos 3 a 5 km del litoral del pacífico hacia dentro, desde la frontera con México hasta la frontera con El Salvador (13).

3.2.2 CONDICIONES EDAFICAS

Los suelos se encuentran formados geológicamente por Aluviones Cuaternarios, los cuales son pertenecientes a la serie de Suelos Tiquisate caracterizados por ser profundos, desarrollados sobre depósitos marinos aluviales de color oscuro, en un clima cálido, húmedo-seco. Ocupan relieves casi planos a altitudes bajas en el sur de Guatemala (28).

3.2.3 VIAS DE ACCESO

La vía de acceso a la finca lo constituye la carretera asfaltada que conduce del municipio de Pueblo Nuevo Tiquisate, hacia las playas de El Semillero, cuya entrada se ubica en el Km 177.5 a inmediaciones de la aldea Ticanlú, del que parte un camino de terracería de 2 km, que conduce al área administrativa de la finca (17).

4. OBJETIVOS

- 4.1 Establecer si existe interacción entre la combinación de las trampas y frecuencias de recolección para la captura del picudo negro *Cosmopolites sordidus*.
- 4.2 Determinar la frecuencia de recolección que permita una mayor captura de insectos por trampa.
- 4.3 Determinar el tipo de trampa que proporcione la mayor atracción para el picudo negro *Cosmopolites sordidus*.

5. HIPÓTESIS

La trampa tipo cuña en combinación con la frecuencia de recolección de 6 días permite la mayor atracción para la captura del picudo negro *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824).

6. METODOLOGIA

6.1 TRATAMIENTOS

Las trampas tipo cuña, circular y longitudinal, fueron seleccionadas para su construcción dentro de la investigación, por su fácil elaboración, ahorro y disponibilidad de material, además, son las trampas que se están utilizando en la zona bananera de influencia, la cual es el municipio de Tiquisate, Escuintla.

Los tratamientos evaluados en este experimento, son las combinaciones de las frecuencias de recolección en días y los tipos de trampas (cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los 12 tratamientos utilizados.

TRATAMIENTO	FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	TIPO DE TRAMPA	CODIFICACIÓN
1	3	CUÑA	A ₁ B ₁
2		CIRCULAR	A ₁ B ₂
3		LONGITUDINAL	A ₁ B ₃
4	6	CUÑA	A ₂ B ₁
5		CIRCULAR	A ₂ B ₂
6		LONGITUDINAL	A ₂ B ₃
7	9	CUÑA	A ₃ B ₁
8		CIRCULAR	A ₃ B ₂
9		LONGITUDINAL	A ₃ B ₃
10	12	CUÑA	A ₄ B ₁
11		CIRCULAR	A ₄ B ₂
12		LONGITUDINAL	A ₄ B ₃

6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizo un diseño en bloques al azar con arreglo combinatorio de tres niveles de trampa y cuatro niveles de recolección, en el que se incluyeron 12 tratamientos y 5 repeticiones (Figura 13 A).

6.3 UNIDAD EXPERIMENTAL

Estuvo constituida por cada una de las trampas, la cual se encontraba ubicada al centro de una parcela de 10 X 10 m con un promedio de 14 plantas, las trampas fueron colocadas al pie de la planta o en el respectivo ² “caballo” dentro de cada unidad experimental

² Termino empleado en el campo para definir a la planta que ha sido cosechada y que parte del pseudotallo se mantiene en pie.

6.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El área que fue seleccionada para la instalación de las unidades experimentales, se encuentra ubicada dentro de la finca Bellamar II, lote 16, donde la plantación de banano posee 6 años de establecida, con la variedad Grand nain.

6.4.2 ELABORACIÓN DE LAS TRAMPAS

Para la construcción de las trampas, se utilizaron los (pseudotallos), los cuales fueron seccionados en rodajas de aproximadamente 15 cm de grosor cada una, para conformar la trampa tipo circular. Para la trampa longitudinal los pseudotallos fueron cortados longitudinalmente por la mitad en secciones de 30 cm de largo; para la elaboración de la trampa de tipo cuña, se necesitó una sección de los pseudotallos que quedan de pie después de haber sido cosechados, quedando ubicada este tipo de trampa en dichos pseudotallos.

6.4.3 RENOVACIÓN DE LAS TRAMPAS

Las trampas con las frecuencias de recolección 3, 6 y 12 días fueron renovadas 12 días después de haberse elaborado, ya que es el tiempo máximo que permanecen en buen estado.

Las trampas con la frecuencia de 9 días de recolección fueron renovadas inmediatamente después de cada conteo.

6.4.4 LABORES DE CULTIVO Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Todas las actividades agronómicas del cultivo, estuvieron a cargo del personal de campo de la finca Bellamar II durante el tiempo que duró la investigación.

Las actividades de deshijado para la selección de la futura planta productora, se realizaron con una frecuencia de 3 semanas, conjuntamente con las actividades de repoblación para mantener una densidad de siembra de aproximadamente 1400 plantas/ha, bajo un sistema de equidistancia. Las podas de saneamiento se efectuó mediante el botado de las hojas enfermas por *Mycosphaerella fijiensis*, actividad desarrollada cada semana.

La fertilización se llevó a cabo siguiendo un programa adecuado a las condiciones de tipo de suelo y de acuerdo a los muestreos realizados por la división de fertilidad, como por ejemplo la utilización de ácidos húmicos a razón de 3 l/ha, y aplicaciones completas de N-K-S (12-10-02) kg/ha.

La cosecha se realizó 2 veces/semana/cable, a cargo del personal de cosecha. Las actividades de riego, limpias y el embolsado fueron desarrolladas según la planificación de la finca.

6.5 VARIABLE DE RESPUESTA

Esta fue definida como número de insectos adultos capturados por trampa, la cual explica el efecto provocado por las frecuencias de recolección 3, 6, 9 y 12 días, en combinación con los tres tipos de trampas (cuña, circular y longitudinal), permitiendo cuantificar el número de insectos capturados por cada uno de los tratamientos en evaluación.

Las frecuencias de recolección se contaron a partir del día en que fueron elaboradas o renovadas dichas trampas, realizándose la recolección de los insectos de forma manual, depositándolos en un recipiente para su cuantificación y posterior eliminación.

6.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.6.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE INSECTOS CAPTURADOS/TRAMPA

En el desarrollo de esta fase se empleo la prueba de Shaphiro-Wilk, para evaluar el supuesto de normalidad de la distribución de los errores. Así mismo se aplicó la prueba de Bartlett para evaluar el supuesto de homogeneidad de varianzas, el resultado de ambas pruebas determinó la necesidad de realizar una transformación de los datos originalmente obtenidos.

Para la determinación y validación del tipo de transformación de la variable respuesta en estudio, Montgomery (22) recomienda desarrollar un análisis de regresión lineal simple entre el Log_{10} del promedio del número de insectos capturados y Log_{10} de la desviación estándar del número de insectos capturados, para el conjunto de datos, donde la pendiente $\hat{\beta}_1$ que se determine será el valor λ y el cual deberá de utilizarse en la ecuación $Y^* = Y^{(1-\lambda)}$, siendo Y^* la variable transformada. Posteriormente se procederá a determinar el tipo de transformación de acuerdo a la metodología que Montgomery (22) plantea.

Con la variable transformada se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) correspondiente a un experimento bifactorial con arreglo combinatorio dispuesto en bloques al azar, cuyo modelo estadístico se presenta a continuación.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Número de insectos capturados en cada una de las 60 unidades experimentales.

μ = Media general del número de insectos capturados.

α_i = Efecto de la i – ésima frecuencia de recolección.

γ_j = Efecto del j – ésimo tipo de trampa.

$\alpha\gamma_{ij}$ = Interacción entre la i – ésima frecuencia de recolección y el j – ésimo tipo de trampa.

β_k = Efecto del k – ésimo bloque.

ε_{ijk} = Error experimental.

Para el factor referente al tipo de trampa, se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey. En cuanto al factor frecuencia de recolección, se realizó el cálculo de los efectos polinomiales, para obtener una función de respuesta que permita determinar el número de insectos a ser capturados, en cualquiera de las frecuencias evaluadas.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DEL MODELO ESTADÍSTICO:

Para verificar el supuesto de normalidad en la prueba de Shapiro-Wilks, se presentó una probabilidad ($Pr < W = 0.0024$) lo cual brinda suficiente evidencia estadística que indica, que los residuos, no se distribuye normalmente.

En el caso de la homogeneidad de varianzas la prueba de Bartlett, presentó una probabilidad ($Pr < \chi^2 = 0.0203$) con lo cual se estableció que existe ausencia de homogeneidad de varianzas (cuadro 7 "A").

Debido a que se violan ambos supuestos del análisis de varianza, fue necesario buscar una función estabilizadora de la varianza para corregir esta situación.

7.2 DETERMINACIÓN DE LA FUNCIÓN ESTABILIZADORA DE LA VARIANZA:

Después de desarrollar un análisis de regresión lineal simple entre el Log_{10} del promedio del número de insectos capturados por tratamiento y Log_{10} de la desviación estándar del número de insectos capturados (cuadro 8 "A"), se obtuvo el diagrama de dispersión y la recta de la regresión lineal ajustada, (figura 8) en la cual se observa el modelo: $\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$ y donde $\hat{\beta}_1$ representa al coeficiente angular de la regresión, estimador de importancia para tomar la decisión acerca del tipo de función estabilizadora de la varianza y que para nuestros fines es el equivalente de " λ ".

Posteriormente se estimaron los valores del modelo $Y^* = Y^{(1-\lambda)}$, dentro del cual, el valor del coeficiente angular obtenido en la regresión, " λ " fue de 0.5171 lo que es aproximadamente igual a 0.5; por lo tanto la transformación idónea será $Y^* = \sqrt{y}$, lo que significa que el análisis de varianza debe efectuarse sobre los datos previamente transformados por la raíz cuadrada del número de insectos capturados por tratamiento.

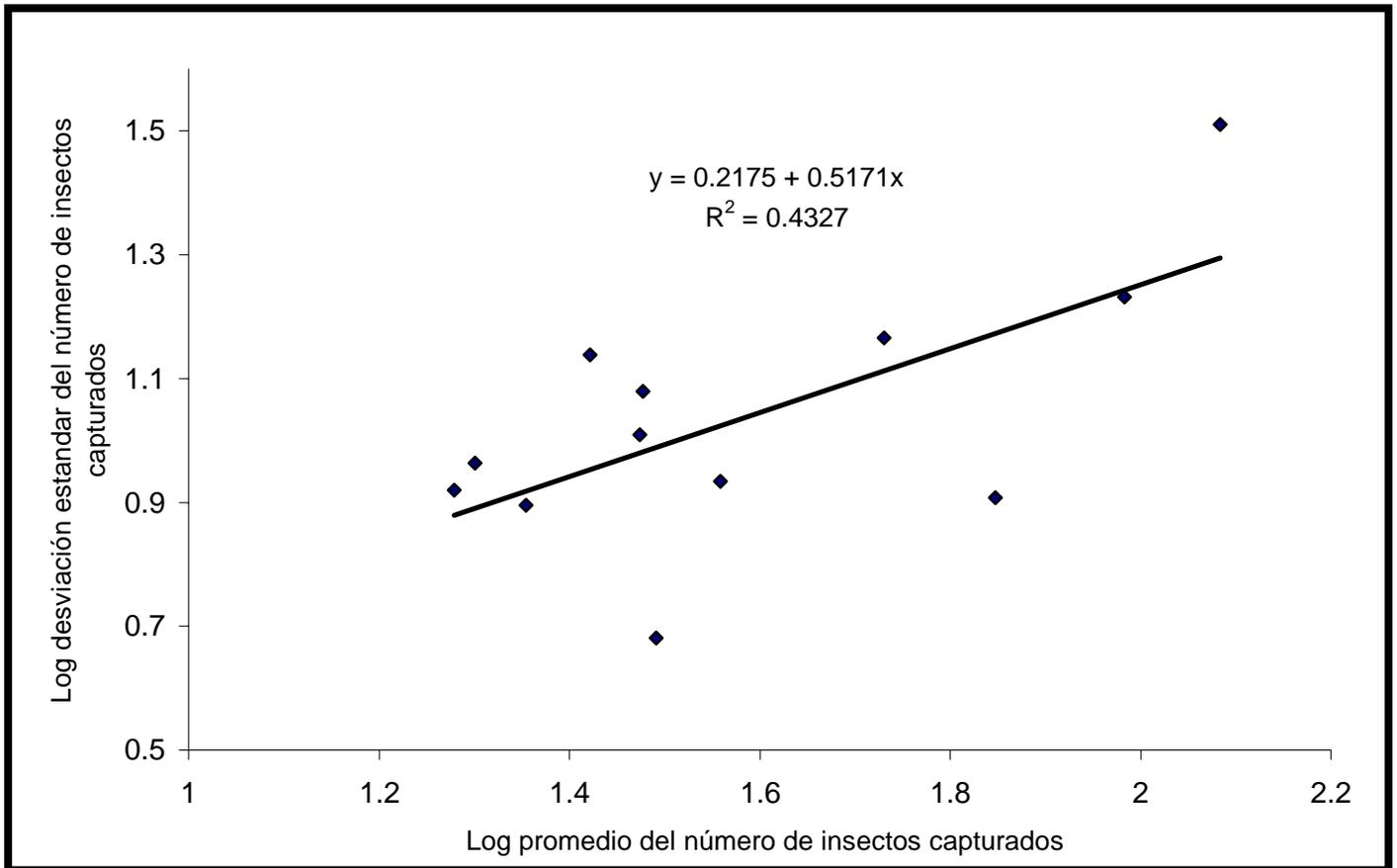


Figura 8: Diagrama de dispersión y la recta de regresión lineal ajustada.

7.3 ANÁLISIS DE VARIANZA

Para el desarrollo de este análisis se estableció una significancia de 0.05, como criterio para determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los factores, frecuencia de recolección y tipo de trampa. Los valores de probabilidad ($Pr > F$) obtenidos, presentaron diferencias significativas, para cada uno de los niveles de los factores.

Este análisis no detectó diferencias estadísticas significativas, para la interacción de los niveles del factor frecuencia de recolección con respecto a los niveles del factor tipo de trampa, porque el valor de probabilidad ($Pr > F$) obtenido para dicha fuente de variación es de 0.0511. Esta falta de interacción es debida a que los efectos del factor frecuencia de recolección son de carácter independiente con respecto a los efectos del factor tipo de trampa, bajo las condiciones del ensayo (cuadro 2).

Cuadro 2: Análisis de varianza para la variable número de insectos capturados por tratamiento, con datos transformados mediante la función raíz cuadrada.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Tipo de trampa	2	214.8278	107.4139	118.82	0.0001*
Frecuencia de recolección	3	37.8667	12.6222	13.96	0.0001*
Interacción entre tipo de trampa y frecuencia de recolección	6	12.4817	2.0802	2.30	0.0511NS
Bloques	4	4.7519			
Error	44	39.7755	0.9039		
Total	59	309.7038			
CV 14.03%					

7.4 COMPARACIÓN DE MEDIAS

Se procedió a realizar una prueba de comparación múltiple de medias Tukey, al establecerse la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tipos de trampas utilizados para la captura del insecto adulto (cuadro 3).

Cuadro 3: Prueba de comparación múltiple de medias Tukey para el factor tipo de trampa, ($\alpha = 0.05\%$)

Tipo de trampa	Medias originales*	No. Promedio de insectos capturados/trampa	Grupo Tukey
CUÑA	85.40	9.0936	A
CIRCULAR	28.15	5.1892	B
LONGITUDINAL	25.60	4.9784	B

* Los datos provienen del número de insectos capturados/tipo de trampa durante toda la evaluación, sin ser transformados.

La interpretación de esta prueba permitió determinar que la trampa tipo cuña es la que logró la mayor captura de insectos, con una media original de 85.40 insectos por trampa, lo cual fue evidentemente superior comparado con las medias de las trampas tipo circular y longitudinal (figura 9).

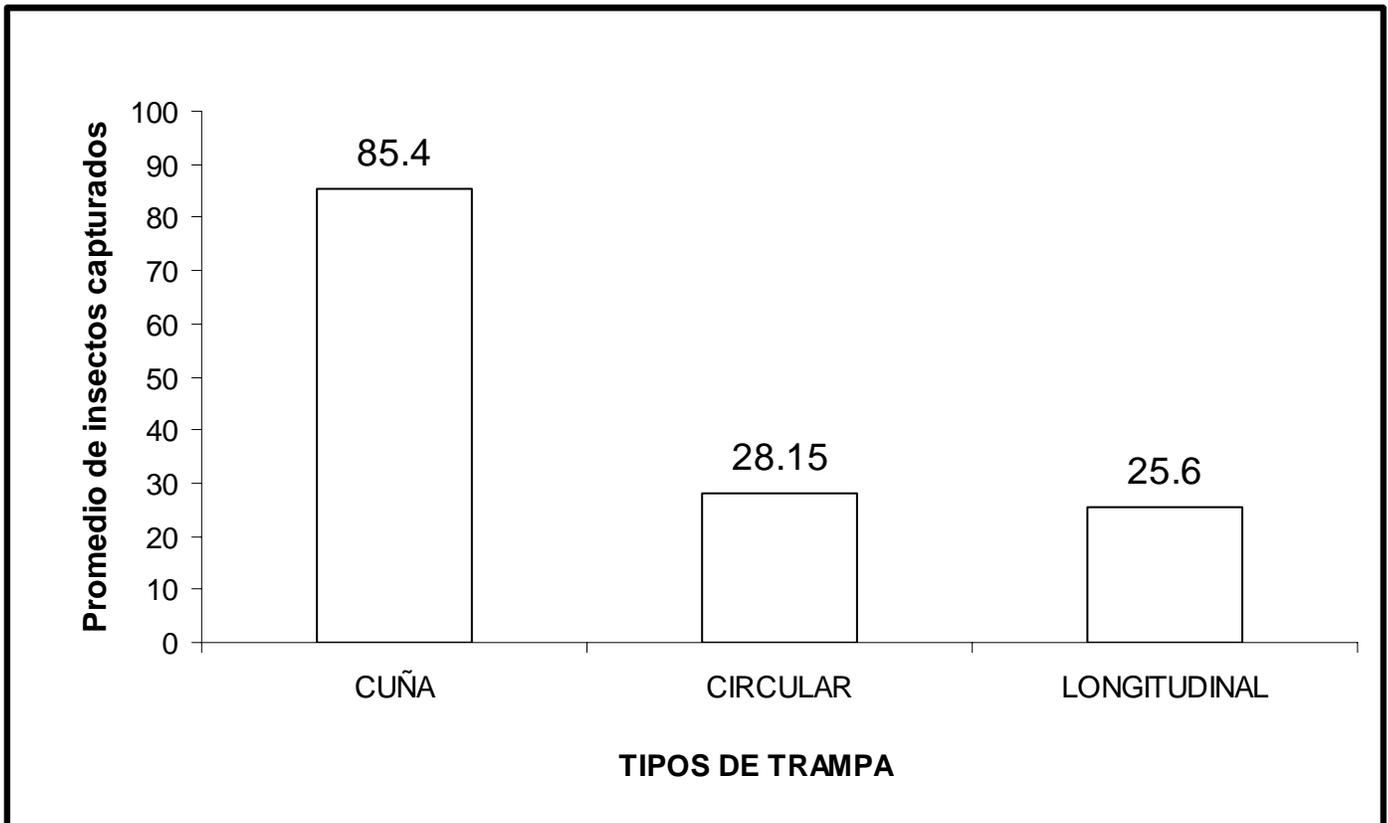


Figura 9: Promedio de insectos capturados en los tres tipos de trampas evaluados en la finca Bellamar II, Tiquisate Escuintla.

La trampa tipo cuña demostró que posee la mayor captura de insectos, lo cual es atribuible a que ésta se encuentra elaborada en la parte inferior de la planta, teniendo un mayor contacto o proximidad con el rizoma, lo que permite que ésta se mantenga fresca por mayor tiempo y con un contenido de fluidos nutritivos alrededor de ella (figura 15 “A”).

Con los resultados obtenidos en la evaluación se coincide con lo determinado y discutido por Castrillón, 1991 (11), quien señala que los picudos de *C. sordidus*, se sienten mayormente atraídos a las trampas elaboradas de rizomas, por la cantidad de fluidos nutritivos que se encuentran presentes en esta parte de la planta.

Las trampas circulares y longitudinales presentaron las menores cantidades de insectos recolectados, esto puede estar influenciado por el material vegetal, con el que fueron elaboradas; ya que se observó que estas se deterioraban más rápidamente perdiendo la humedad que poseen, en comparación de la trampa tipo cuña y por lo cual pierden su atracción hacia el insecto.

7.5 ANÁLISIS DE POLINOMIOS ORTOGONALES:

Se utilizó el análisis de polinomios ortogonales, para determinar un modelo regresión que pueda determinar el número de insectos a ser capturados en cualquiera de las frecuencias de recolección evaluadas, (Cuadros 4 y 8 “A”).

Cuadro 4: Cálculo de los efectos polinomiales de las frecuencias de recolección ($\alpha = 0.05$)

Frecuencia de captura	Totales de los niveles	Efecto Polinomial	Coeficientes de los contrastes ortogonales				$N\Sigma C_i^2$	$\Sigma C_i Y_i..$	$(\Sigma C_i Y_i..)^2 / (n \Sigma C_i^2)$	Gl	F Cal.	Pr < F
3	112.3699	LINEAL	-3	-1	1	3	300	-106.3009	37.6663	1	41.6667	$7.2255E^{-08}$ *
6	100.7604	CUADRÁTICO	1	-1	-1	1	60	-1.008909	0.0169	1	0.0187	0.8916 ns
9	92.35617	CUBICO	-1	3	-3	1	300	-7.419491	0.1834	1	0.2029	0.6545 ns
12	79.73772								37.8667			

Este análisis determinó que el modelo lineal es el único que manifiesta suficiente evidencia estadística para establecer que el modelo de la regresión de grado I es suficiente para explicar, la relación existente entre el número de insectos capturados y la frecuencia de recolección.

Debido a lo anterior y por el comportamiento de los datos, se determinó el modelo lineal simple

$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$ para cada tipo de trampa, donde:

\hat{y}_i = Número de insectos a ser capturados en X_i frecuencia.

X_i = Valor de determinada frecuencia.

$\hat{\beta}_0$ = Valor de intercepto.

$\hat{\beta}_1$ = Magnitud de la pendiente ó tasa de captura.

7.5.1 Determinación del modelo de la regresión lineal para la trampa tipo cuña:

Después de comprobar la significancia del coeficiente angular de regresión efectuado en el análisis de varianza, se obtuvo el modelo lineal $\hat{y} = 12.183 - 0.4119X$, con el cual puede estimarse el número de insectos a capturar, en el rango de las frecuencias de recolección evaluadas en la investigación.

El efecto provocado por las frecuencias de recolección sobre la trampa tipo cuña permite establecer y concluir, que al efectuarse la recolección de los insectos a una mayor frecuencia, la cantidad capturada de estos se ve reducida (figura 10).

7.5.2 Determinación del modelo de la regresión lineal para la trampa tipo circular y longitudinal:

El efecto de las trampas circular y longitudinal manifestó una relación similar con la trampa tipo cuña, porque al realizarse la recolección de los insectos a una mayor frecuencia, es decir 6, 9 y/o 12 días, la cantidad de estos se reducirá. El modelo lineal obtenido para estos tipos de trampa fue $\hat{y} = 6.2885 - 0.1466X$ y $\hat{y} = 6.1051 - 0.1502X$ respectivamente; por medio del cual puede estimarse el número de insectos a capturar, en determinada frecuencia de recolección (figuras 11 y 12).

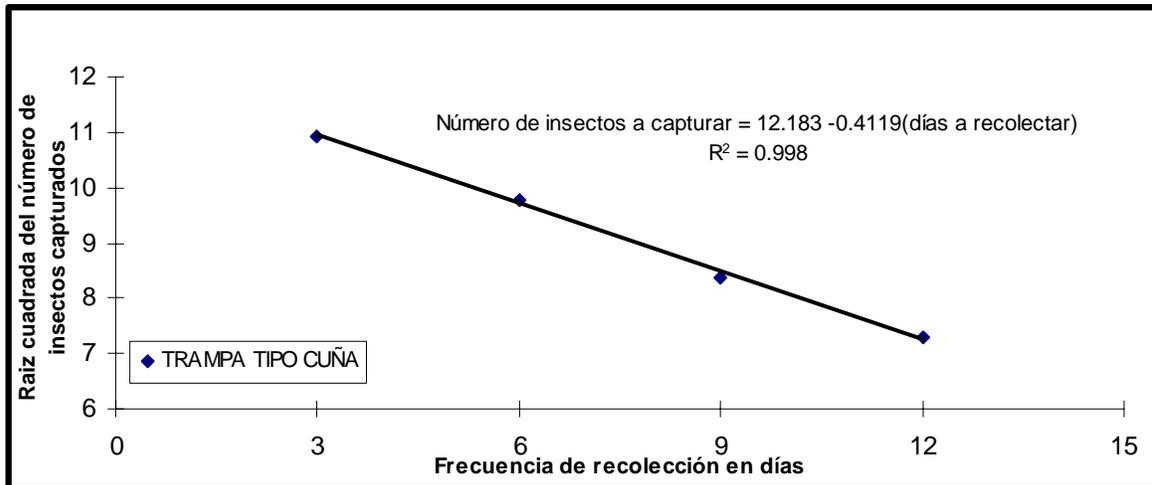


Figura 10: Diagrama de dispersión de los datos y recta de la regresión para la estimación del número de insectos a capturar para cada una de las frecuencias evaluadas en la trampa tipo cuña.

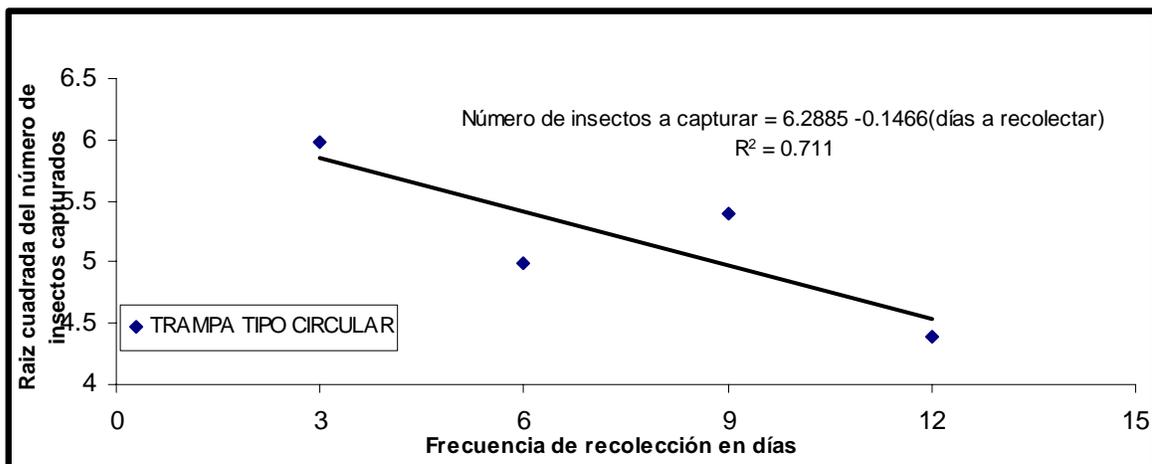


Figura 11: Diagrama de dispersión de los datos y recta de la regresión para la estimación del número de insectos a capturar para cada una de las frecuencias evaluadas en la trampa tipo circular.

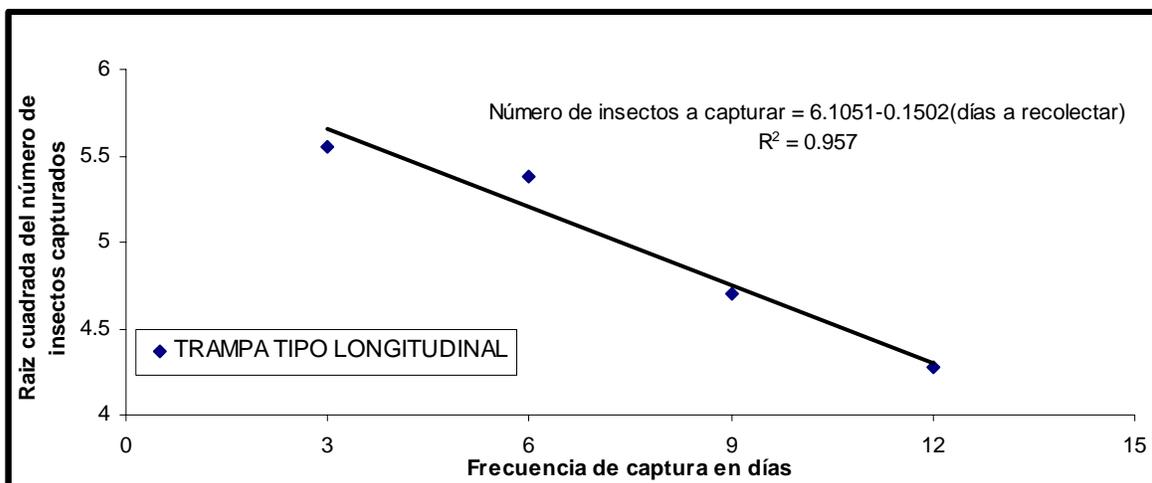


Figura 12: Diagrama de dispersión de los datos y recta de la regresión para la estimación del número de insectos a capturar para cada una de las frecuencias evaluadas en la trampa tipo longitudinal.

Se puede observar en la (figura 11), una discrepancia entre las frecuencias de recolección 6 y 9 días, ya que en este lapso ocurre un aumento en cuanto al número de insectos capturados, pero la tendencia sigue siendo la de reducirse a medida que la frecuencia de recolección se incrementa.

En la trampa longitudinal (figura 12), se manifestó el mismo efecto que las otras trampas, reduciéndose el número de insectos capturados a medida que la frecuencia de recolección aumentó. Esta tendencia se relaciona directamente con el número de insectos dentro de una trampa ya que al transcurrir un periodo de tiempo estos tienden a contaminar el área donde se encuentran establecidos, haciéndose menos atractiva la trampa para más insectos, a medida que el tiempo transcurre, por lo que los insectos abandonan la trampa y por consiguiente se encuentra una menor cantidad, en frecuencias de recolección mayores. Por lo tanto las frecuencias de 3 y 6 días son las que demuestran un mayor número de insectos capturados obteniéndose un total de 942 y 762 respectivamente durante el tiempo de estudio y cuyos valores se redujeron a medida que las frecuencias aumentaron (cuadro 5).

Cuadro 5: Total de insectos capturados durante el periodo de estudio marzo-mayo del 2002.

FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN (DIAS)	TRAMPA TIPO CUÑA	TRAMPA TIPO CIRCULAR	TRAMPA TIPO LONGITUDINAL	TOTAL DE INSECTOS CAPTURADOS
3	606	181	155	942
6	481	132	149	762
9	352	150	113	615
12	269	100	95	464

En el análisis de regresión se observó una reducción en el número de insectos capturados a medida que la frecuencia de recolección aumento, obteniéndose el menor número de insectos capturados a los 12 días de recolección.

En la evaluación se estableció y confirmó que las frecuencias que están dentro de un rango de una semana, son las que mayor cantidad de insectos recolectan, dichos resultados concuerdan con los obtenidos por Boscan y Rosales 1991 (5), que desarrollaron su investigación efectuando recolecciones a cada tres días. Borges y otros 1997 (4), por su parte señala que el conteo de los insectos en la trampa debe realizarse cada siete días después de colocada la trampa y Castrillon y Urrea 1995 (12), cada ocho días; encontrándose diferencias con relación a Sierra 1993 (27) ya que la recolección puede desarrollarse diaria o semanalmente.

Por otra parte la tasa de captura de insectos presentada por la trampa de tipo cuña fué la mayor, en comparación de las otras dos evaluadas y con un alto coeficiente de determinación (cuadro 6), lo que permite establecer que el modelo puede estimar el número de insectos a capturar con gran exactitud, para cada una de las frecuencias evaluadas bajo las condiciones y dentro del tiempo de estudio. Esta trampa también se ve más afectada, ya que al momento de incrementarse el valor de una frecuencia de recolección, la rapidez en cuanto al número de insectos capturados se reduce en mayor proporción, lo que significa que es la trampa más sensible cuando se incrementan los días de recolección de los insectos.

Cuadro 6: Resumen de los modelos determinados para cada tipo de trampa.

TIPO DE TRAMPA	MODELO	R²	TASA DE CAPTURA	TOTAL DE INSECTOS CAPTURADOS	RELACION DE CAPTURA
Cuña	$\hat{y} = 12.183 - 0.4119X$	0.998	41.19 %	1708	1:3.33
Circular	$\hat{y} = 6.2885 - 0.1466X$	0.711	14.66 %	563	1:1.10
Longitudinal	$\hat{y} = 6.1051 - 0.1502X$	0.957	15.02 %	512	1:1

A pesar de lo discutido anteriormente, se establece que la trampa tipo cuña fue la que mayor cantidad de insectos permitió recolectar dentro de esta investigación obteniéndose un total de 1708 insectos durante el tiempo de la evaluación.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 No existió interacción entre las cuatro diferentes frecuencias de recolección y los tres tipos de trampa para la captura del picudo del banano *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) en la finca Bellamar, aldea Ticanlu, Tiquisate Escuintla.
- 8.2 La frecuencia de recolección de tres día fue la que permitió obtener el mayor número de insectos capturados con un total de 942 en la trampa tipo cuña.
- 8.3 El mayor número de insectos capturados se obtuvo en la trampa tipo cuña capturando en total 1708, en comparación con la trampa circular y la longitudinal en las cuales se capturó 563 y 512 insectos por trampa respectivamente, durante toda la evaluación.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Utilizar la trampa tipo cuña por presentar el mayor número de insectos capturados así como por su fácil elaboración, además de ser la trampa que permaneció mayor tiempo sin deteriorarse.

- 9.2 Se recomienda desarrollar la recolección de los insectos durante el periodo comprendido a los 3 días posteriores a la elaboración de la trampa.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Abera, AMK; Gold, CS; Kyamanywa, S. 1999. Timing and distribution of attack by the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar East African highland banana (Musa AAA-EA) in Uganda. Florida,US Entomologist: in press. s.p.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
2. BG (Banco de Guatemala). 2000. Estudio económico y memoria de labores del Banco de Guatemala año 2000. Guatemala. 85 p.
3. Barrera, JF; Jimenez-Jimenez, E. 1994. Establishment of *Plaesius javanus* (Coleoptera: Histeridae) in Chiapas, México, for the control of *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera:Curculionidae). Vedalia, 1:23-24.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
4. Borges, AL *et al.* 1997. O cultivo da banana. Cruz das Almas. Br. EMBRAPA-CNPMPF. 109p. (Circular Técnica, no.27).
5. Boscan de Martinez, N; Rosales, C. 1991. Control químico del gorgojo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) en musaceas en Aragua, Venezuela. Maracay, Venezuela, FONAIAP. s.p.
6. Budenberg, WJ; Ndiege, IO; Karago, FW. 1993. Evidence for volatile male-produced pheromone in banana weevil *Cosmopolites sordidus*. Journal of Chemical Ecology, 19:1905-1915.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
7. CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
8. Cardenas R; Arango, LG. 1987. Control del picudo negro *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) del plátano Musa AAB (Simmonds) mediante prácticas culturales. Cenicafé, 38:50-61.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
9. Castaño, PO. 1983. Manejo de problemas entomológicos en los cultivos de plátano y banano. En: Seminario Internacional Sobre Plátano(1983, Manizales, CO). Memoria. Manizales, CO, FEDERACAFE. p. 106-109.
10. Castineiras, AA; Calderon, A; Lopez, M. 1991. Efecto de los biocidas y fertilizantes empleados en el cultivo del plátano en Cuba sobre los hongos entomopatógenos. II. *Metarhizium anisopliae*. Protección de Plantas 1:33-42.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.

11. Castrillon A, C. 1991. Control químico del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* dentro de un programa de manejo integrado. En: Seminario de Actualización Sobre Investigación del Cultivo de Plátano (1992, Caldas, Colombia). Memoria. Manizales, CO, ICA, FEDERACAFE, ASOCIA; Universidad de Caldas. p. 147-154.
12. _____; Urrea Jimenez, CF. 1995. Evaluación del control de *Cosmopolites sordidus*, mediante la utilización de microorganismos entomopatógenos en trampas, bajo condiciones de campo. Caldas, CO. s.p.
13. Cruz, JR, De La. 1982. Clasificación de las zonas de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
14. Delattre, P. 1980. Recherche d'une methode d'estimation des populations du characon du bananier, *Cosmopolites sordidus* Germar (*Coleoptera, Curculionidae*). Acta Oecologica: Oecol. Applic., 1:83-92. Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
15. FIGUEROA W. 1990. Biocontrol of the banana root borer weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), with steinernematid nematodes. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 74(1):15-19. Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
16. Gettman A D; Mitchell W C; Li P; Mau R F L. 1992. A hot water treatment for control of the banana root borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar), (Coleoptera: Curculionidae) in banana planting stock. Proceeding of the Hawaiian Entomological Society, 31:59-63. Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
17. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT).1975. Hoja cartográfica de Guatemala. Guatemala. Esc.: 1:50,000.
18. Kalshoven L G E; Laan Pa Van der (Reviser and translator). 1981 Pest of crops in Indonesia. Pest of crops in Indonesia (revised). Yakarta, Indonesia: Ichtar Baru, 701 p. Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
19. Maldonado Cifuentes S.A. 2000. Evaluación de dos alternativas de manejo y tres productos químicos para el control del complejo: picudo, erwinia y hongos asociados a la muerte de cormos de banano (*Musa sapientum*) en viveros. 65p.
20. Matute D. 1999. Manejo de plagas invertebradas en Honduras. Picudo del banano. Honduras. El Zamorano Honduras. (<http://arneson.cornell.edu/ZamoPlagas/piqdobanano.htm>) Consultado el 10/12/2001 en línea.
21. Mitchell, G. 1978. The estimation of banana borer population and resistance levels. St. Lucia: WINBAN, PAÍS. 34 p. (Technical Bulletin, 2)

22. Montgomery, D C. 1991. Diseño y análisis de experimentos. México, Iberoamericana. 589 p.
23. Ostmark, H E. 1974. Economic insect pests of bananas. In: Smith RF, Mittler TE, Smith CN, ed. Annual review of entomology. 19:161-176.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
24. Pans, 1977. Pest control in bananas. 3 ed. London, UK, Centre for Overseas Pest Research. (PANS Manual , no.1)
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
25. Purseglove J W. 1972. Tropical Crops; Monocotyledons. London, UK, Longman. v.1, Pt. 2. Citado por:
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
26. Reddy K, V S. 1988. Crop pest research program Studies on banana weevil. In: Annual Report (16., 1988, Nairobi, Kenya). Nairobi, Kenya, International Center of Insect Physiology and Ecology. S.P.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
27. Sierra S, L E. 1993 El cultivo del banano producción y comercio. Medellín, CO, Olímpicas. 680 p.
28. Simmons, CS; Taramo, JM; Pinto JR. 1959 Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado. Guatemala. Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
29. Stover R H; Simmonds N W. 1987. Bananas. Longman Scientific & Technical. 3:468 p.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
30. Suplicy Filho N; Sampaio A S. 1982. Pest of banana. Biologic, 48(7):169-182.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
31. Swaine G. 1971. Agricultural Zoology in Fiji. Foreign and Commonwealth Office. London, UK:, HMSO. (Bananas Overseas Development Publication, no.18).
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
32. Treverrow N. 1983. Banana weevil borer. Agfacts no1:2
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.

33. _____ *et al.* 1991. Evaluation of entomopathogenic nematodes for control of *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), a pest of bananas in Australia. *Annals of Applied Biology* 119:139-145.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
34. Ukazah, R. P. 1995. The reproductive biology, behaviour and pheromones of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) PhD Thesis. Nigeria, University of Ibadan, Nigeria. 177 p.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
35. Unión de Países Exportadores de Banano (UPEB, PA). 1992. El plátano (*Musa* AAB, ABB). Panama. 390 p.
36. Walker A K; Dietz L L. 1979. A review of entomophagous insects in the Cook Islands. *New Zealand Entomologist* 7:70-80.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
37. Waterhouse, D F; Norris, K R. 1987. Biological control: Pacific prospects. Melbourne, Australia; Ediciones Inkata. S.p.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
38. Whalley Pes. 1958. An account of the weevil larvae bred from the banana plant in Uganda, with a description of the larva of *Temnoschoite nigroplagiata* (Qued.) (Coleoptera: Curculionidae). *Bulletin of Entomological Research* 49:421-426.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
39. Wilson F. 1960. A review of the biological control of insects and weeds in Australia and Australian New Guinea. Technical. Wallingford, UK: *Entomologist*, 7:70-80. (Communication no. 1.)
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
40. Wright, W E. 1976. Banana weevil borer. *Insect Pest Bulletin* 34:1-6.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.
41. Zimmerman EC, 1968. Rhynchophorinae of southeastern Polynesia (Coleoptera: Curculionidae). *Pacific Insects* 10:47-77.
Citado por: CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB). 1999. Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.

12. ANEXOS

Figura 13 "A": Distribución de las unidades experimentales en el campo.

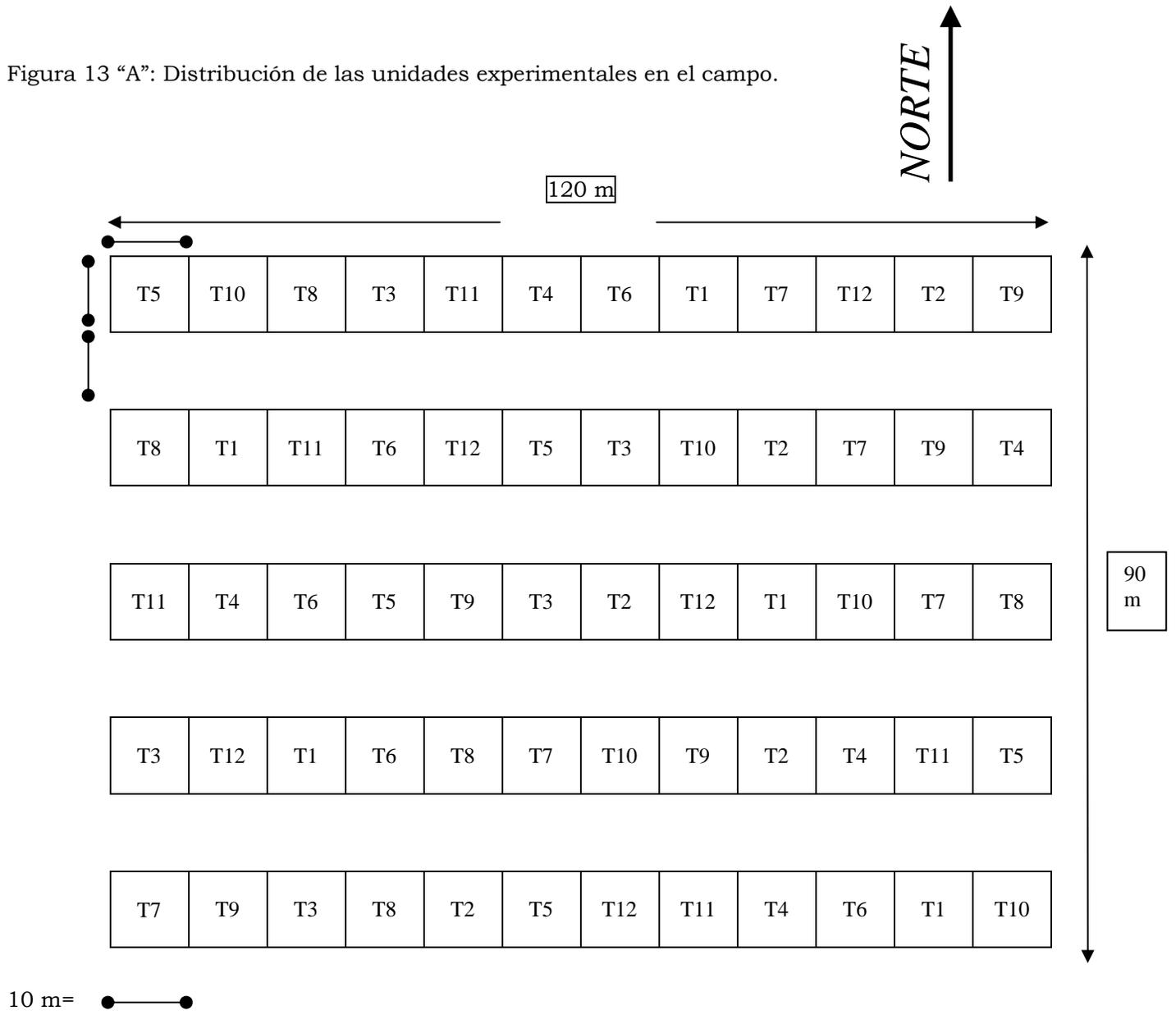




Figura 14 "A". Trampa de tipo Longitudinal utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002



Figura 4. Trampa de tipo cuña utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002



Figura 5. Trampa de tipo circular, utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002



Figura 6. Trampa de tipo disco en cepa, utilizada en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002



Figura 18 "A". Trampa de tipo "V" en la finca Bellamar, Tiquisate Escuintla, 11/03/2002

Cuadro 7 "A": Prueba de Bartlett, para la determinación de la homogeneidad de varianzas.

Bloque	Tipo de Trampa	Frecuencia	No. De Insectos	Promedio	Desviación Estándar	Varianza	LOG Varianza	n-1*var	n-1	n-1* LOG var
I	CUÑA	3	175	121.2	32.36819427	1047.7	3.020236944	4190.8	4	12.080948
II	CUÑA	3	89							
III	CUÑA	3	120							
IV	CUÑA	3	106							
V	CUÑA	3	116							
I	CUÑA	6	97	96.2	17.07922715	291.7	2.464936429	1166.8	4	9.8597457
II	CUÑA	6	116							
III	CUÑA	6	70							
IV	CUÑA	6	105							
V	CUÑA	6	93							
I	CUÑA	9	70	70.4	8.08084154	65.3	1.814913181	261.2	4	7.2596527
II	CUÑA	9	80							
III	CUÑA	9	63							
IV	CUÑA	9	62							
V	CUÑA	9	77							
I	CUÑA	12	47	53.8	14.65264481	214.7	2.331832044	858.8	4	9.3273282
II	CUÑA	12	38							
III	CUÑA	12	57							
IV	CUÑA	12	77							
V	CUÑA	12	50							
I	CIRC	3	47	36.2	8.584870413	73.7	1.867467488	294.8	4	7.46987
II	CIRC	3	33							
III	CIRC	3	26							
IV	CIRC	3	32							
V	CIRC	3	43							
I	CIRC	6	13	26.4	13.75863365	189.3	2.277150614	757.2	4	9.1086025
II	CIRC	6	22							
III	CIRC	6	15							
IV	CIRC	6	40							
V	CIRC	6	42							
I	CIRC	9	34	30	12.02081528	144.5	2.159867847	578	4	8.6394714
II	CIRC	9	19							
III	CIRC	9	26							
IV	CIRC	9	22							
V	CIRC	9	49							
I	CIRC	12	20	20	9.192388155	84.5	1.926856709	338	4	7.7074268
II	CIRC	12	18							
III	CIRC	12	10							
IV	CIRC	12	17							
V	CIRC	12	35							

Continua en la siguiente pagina.

Continuación del cuadro 7 "A":

Bloque	Tipo de Trampa	Frecuencia	No. De Insectos	Promedio	Desviación Estándar	Varianza	LOG Varianza	n-1*var	n-1	n-1* LOG var
I	LONGI	3	32	31	4.795831523	23	1.361727836	92	4	5.4469113
II	LONGI	3	26							
III	LONGI	3	27							
IV	LONGI	3	32							
V	LONGI	3	38							
I	LONGI	6	36	29.8	10.20784012	104.2	2.017867719	416.8	4	8.0714709
II	LONGI	6	40							
III	LONGI	6	26							
IV	LONGI	6	33							
V	LONGI	6	14							
I	LONGI	9	26	22.6	7.861297603	61.8	1.790988475	247.2	4	7.1639539
II	LONGI	9	34							
III	LONGI	9	13							
IV	LONGI	9	20							
V	LONGI	9	20							
I	LONGI	12	11	19	8.306623863	69	1.838849091	276	4	7.3553964
II	LONGI	12	32							
III	LONGI	12	22							
IV	LONGI	12	16							
V	LONGI	12	14							

$\Sigma=9477.6$ $\Sigma=99.490778$

sp ²	197.45
c	1.0903
	1.1
q	10.691
Xcalc	22.579
Xtab	19.678
Pr<X²	0.0203

Cuadro 8 "A": Datos originales y procedimiento para la validación de la transformación.

Tipo de Trampa	Frecuencia	Promedio del numero de insectos capturados	Desviación Estandar	LOG Promedio de insectos capturados	LOG Desviación Estandar
CUÑA	3	121.20	32.36819427	2.083502620	1.510118472
CUÑA	6	96.20	17.07922715	1.983175072	1.232468215
CUÑA	9	70.40	8.08084154	1.847572659	0.907456591
CUÑA	12	53.80	14.65264481	1.730782276	1.165916022
CIRC	3	36.20	8.584870413	1.558708571	0.933733744
CIRC	6	26.40	13.75863365	1.421603927	1.138575307
CIRC	9	30.00	12.02081528	1.477121255	1.079933924
CIRC	12	20.00	9.192388155	1.301029996	0.963428354
LONGI	3	31.00	4.795831523	1.491361694	0.680863918
LONGI	6	29.80	10.20784012	1.474216264	1.008933859
LONGI	9	22.60	7.861297603	1.354108439	0.895494238
LONGI	12	19.00	8.306623863	1.278753601	0.919424545

ANÁLISIS DE VARIANZA				
<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	<i>Coefficientes</i>	
0.209938994	7.62826646	0.020063177	Intercepción	0.2175
0.027521193			Variable X 1	0.5171

RESUMEN	
Coeficiente de correlación múltiple	0.657821592
Coeficiente de determinación R ²	0.432729246
R ² ajustado	0.376002171
Error típico	0.165895127
Observaciones	12

"A": Análisis de polinomios ortogonales

BLOQUE	TTRAMPA	FREC	Ninsectos [^] *0.5	
I	CUÑA	3	13.22875656	}
II	CUÑA	3	9.433981132	
III	CUÑA	3	10.95445115	
IV	CUÑA	3	10.29563014	
V	CUÑA	3	10.77032961	54.6831486
I	CUÑA	6	9.848857802	}
II	CUÑA	6	10.77032961	
III	CUÑA	6	8.366600265	
IV	CUÑA	6	10.24695077	
V	CUÑA	6	9.643650761	
I	CUÑA	9	8.366600265	}
II	CUÑA	9	8.94427191	
III	CUÑA	9	7.937253933	
IV	CUÑA	9	7.874007874	
V	CUÑA	9	8.774964387	
I	CUÑA	12	6.8556546	}
II	CUÑA	12	6.164414003	
III	CUÑA	12	7.549834435	
IV	CUÑA	12	8.774964387	
V	CUÑA	12	7.071067812	
I	CIRC	3	6.8556546	}
II	CIRC	3	5.744562647	
III	CIRC	3	5.099019514	
IV	CIRC	3	5.656854249	
V	CIRC	3	6.557438524	
I	CIRC	6	3.605551275	}
II	CIRC	6	4.69041576	
III	CIRC	6	3.872983346	
IV	CIRC	6	6.32455532	
V	CIRC	6	6.480740698	
I	CIRC	9	5.830951895	}
II	CIRC	9	4.358898944	
III	CIRC	9	5.099019514	
IV	CIRC	9	4.69041576	
V	CIRC	9	7	
I	CIRC	12	4.472135955	}
II	CIRC	12	4.242640687	
III	CIRC	12	3.16227766	
IV	CIRC	12	4.123105626	
V	CIRC	12	5.916079783	
I	LONGI	3	5.656854249	}
II	LONGI	3	5.099019514	
III	LONGI	3	5.196152423	
IV	LONGI	3	5.656854249	
V	LONGI	3	6.164414003	
I	LONGI	6	6	}
II	LONGI	6	6.32455532	
III	LONGI	6	5.099019514	
IV	LONGI	6	5.744562647	
V	LONGI	6	3.741657387	
I	LONGI	9	5.099019514	}
II	LONGI	9	5.830951895	
III	LONGI	9	3.605551275	
IV	LONGI	9	4.472135955	
V	LONGI	9	4.472135955	
I	LONGI	12	3.31662479	}
II	LONGI	12	5.656854249	
III	LONGI	12	4.69041576	
IV	LONGI	12	4	
V	LONGI	12	3.741657387	

Continuación cuadro 9 "A"

3	6	9	12
54.683	48.876	41.897	36.416
29.914	24.974	26.979	21.916
27.773	26.910	23.480	21.406
112.37	100.76	92.356	79.738

CUÑA
CIRC
LONGI

54.68314

48.87638

41.89709

niveles	yi..	CONTRASTE	TOTALES				nSci ²	SCiYi..	(SCiYi..) ² /(nSci ²)	GI	F cal.	Pr>F
			Y1..	Y2..	Y3..	Y4..						
3	112.370	LINEAL	-3	-1	1	3	300	-106.3	37.6663	1	41.66	7.2E-08
6	100.760	CUADRATICO	1	-1	-1	1	60	-1.009	0.0170	1	0.019	0.89166
9	92.356	CUBICO	-1	3	-3	1	300	-7.419	0.1835	1	0.203	0.65453
12	79.738								37.8668			

Error = 0.90399

36.41593

29.91352

24.97424

26.97928

21.91623

27.77329

26.90979

23.47979

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

Luz divina y fuente de sabiduría que me permitió alcanzar una de mis metas.

A MIS PADRES

Oscar Belisario Ajanel S.
Alba Eluvia Ardón Rodas
Que este nuevo triunfo sea un pequeño aliciente a su enorme sacrificio.

A MIS HERMANOS

Elvis, Indrig, y Maria que esto sea un ejemplo para ellos.

A MIS AMIGOS

Con aprecio especial, a la promoción 1994-1996 de la Escuela Nacional Central de Agricultura.
Así como a los amigos que compartieron muchas vivencias dentro de la Universidad.

A MIS SERES QUERIDOS

Por estar presentes este día.

A LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA E.N.C.A

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

A MI PATRIA

GUATEMALA

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES Ing. Agr. Msc. **MARINO BARRIENTOS**, Ing. Agr. Msc. **ALVARO HERNADEZ** por la orientación en el presente trabajo de tesis.

LA FINCA BELLAMAR Y AL GRUPO DE SIGATOKA, por permitirme realizar el trabajo de campo de esta investigación en sus instalaciones y por el apoyo logístico.

MI FAMILIA, por sus sabios consejos y ayuda en cada momento de mi carrera y mi vida.

MIS COMPAÑEROS Polo, Hesleir, Gerson, Elmer, Rubén, Felipe, Mynor, Jovani, Carlos Soto, Francisco, Blanco, Juan Carlos Andrade y Cifuentes por compartir vivencias y experiencias durante la vida universitaria.

MIS AMIGAS Ericka, Mónica, Teresa, Cecilia, Lidamar.

LOS AGRÓNOMOS, HENRY GODINEZ, JOSÉ VELIZ y RONY ROMA por extenderme su ayuda y apoyo en cada momento de mi carrera.

A todas aquellas personas de que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta tesis y de mi carrera.