

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

**FLUCTUACION POBLACIONAL Y DISTRIBUCION VERTICAL DE
ESPECIES DE CHINCHE HEDIONDA, GALLINA CIEGA Y GUSANO
ALAMBRE DE 1995 A 1998 EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE
AZUCAR (*Saccharum spp*)**

TESIS

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

POR:

LUIS VALERIO MACZ LOPEZ

En el acto de investidura como,
INGENIERO AGRONOMO EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Guatemala. Octubre de 1999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA

| | |
|---------------|---------------------------------------|
| DECANO | Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera |
| VOCAL PRIMERO | Ing. Agr. Walter García Tello |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. William Escobar López |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández |
| VOCAL CUARTO | Br. Jacobo Bolvito Ramos |
| VOCAL QUINTO | Br. José Domingo Mendoza Cipriani |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Edil Rene Rodríguez Quezada |

Guatemala, Octubre de 1999.

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Presente.

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:

“FLUCTUACION POBLACIONAL Y DISTRIBUCION VERTICAL DE ESPECIES DE CHINCHE HEDIONDA, GALLINA CIEGA Y GUSANO ALAMBRE DE 1995 A 1998, EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum spp*)”

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado de Licenciado.

Esperando que el mismo tenga su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente.

Luis Valerio Macz López

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Divino maestro, quien durante mi vida ha sido mi mejor instructor y de quien más he aprendido.

A MIS PADRES:

Valerio Macz Pacay
Maria Edelmira López Mollinedo
Fuente inagotable de amor, comprensión y paciencia, este triunfo rinda tributo y homenaje eterno a ustedes.

A MIS HERMANOS:

Walfred Estuardo, Edgar Ernesto, Carmen Roxana, Glenda Maribel y Sergio Alejandro.
Por la amistad y cariño que siempre nos ha unido sea esto un pequeño agradecimiento a cada uno de ustedes.

A MI PRIMO:

Oscar Rene López, por su ayuda y apoyo .

A MI TIO:

Amilcar Armando López Mollinedo (Q.E.P.D.), como recuerdo a su memoria, flores sobre su tumba.

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA: Mi patria querida, sirva esto para su
engrandecimiento.

A :

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Instituto Adolfo V. Hall Central

Escuela Nac. Andrés Gilberto C. Toc

Casas de estudio y formación, honor a
su noble causa, mi respeto.

INDICE GENERAL

| CONTENIDO | PAGINA |
|--|--------|
| INDICE DE GRAFICAS | i |
| INDICE DE CUADROS | ii |
| INDICE DE FOTOGRAFIAS | ii |
| RESUMEN | iii |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. DEFINICION DEL PROBLEMA | 3 |
| III. MARCO TEORICO | 4 |
| 3.1 Marco Conceptual | 4 |
| 3.1.1 Plagas del Suelo | 4 |
| 3.1.1.1 Importancia de las plagas de la raíz en caña de azúcar | 4 |
| 3.1.1.2 Distribución espacial de plagas de la raíz en caña de azúcar | 4 |
| 3.1.1.3 Gallina Ciega (<i>Phyllophaga</i> sp) | 4 |
| 3.1.1.3.1 Características y Descripción | 4 |
| 3.1.1.3.2 Distribución geográfica | 5 |
| 3.1.1.3.3 Clasificación taxonómica | 5 |
| 3.1.1.3.4 Morfología de las larvas | 5 |
| 3.1.1.3.5 Morfología del adulto | 6 |
| 3.1.1.3.6 Biología y ecología | 6 |
| 3.1.1.3.6.1 Ciclo de vida | 6 |
| 3.1.1.3.6.2 Huevo | 6 |
| 3.1.1.3.6.3 Larva | 6 |
| 3.1.1.3.6.4 Pupa o Crisálida | 6 |
| 3.1.1.3.6.5 Imago, Adulto o ron-ron de mayo | 7 |
| 3.1.1.3.6.6 Especies con un ciclo de vida de dos años | 7 |
| 3.1.1.3.7 Daño e importancia | 7 |
| 3.1.1.3.8 Hospederos | 8 |
| 3.1.1.3.9 Depredadores y parásitos de la gallina ciega | 8 |
| 3.1.1.3.10 Control | 8 |
| 3.1.1.4 Chinche hedionda (<i>Scaptocoris talpa</i>) | 8 |
| 3.1.1.4.1 Descripción general y distribución | 8 |
| 3.1.1.4.2 Clasificación taxonómica | 9 |
| 3.1.1.4.3 Morfología y ciclo de vida | 9 |
| 3.1.1.4.4 Hábitos | 9 |
| 3.1.1.4.5 Reproducción | 9 |
| 3.1.1.4.6 Hospederos | 10 |
| 3.1.1.4.7 Daño e importancia | 10 |
| 3.1.1.4.8 Control | 10 |
| 3.1.1.5 Gusanos de alambre (<i>Agriotes</i> sp y <i>Conoderus</i> sp) | 10 |
| 3.1.1.5.1 Características y descripción | 10 |
| 3.1.1.5.2 Ciclo de vida, hábitos y apariencia | 10 |
| 3.1.1.5.3 Importancia y tipo de daño | 12 |
| 3.1.1.5.4 Control de gusano alambre | 13 |

| | |
|---|----|
| 3.1.2 Fluctuación poblacional | 14 |
| 3.1.3 Distribución vertical | 15 |
| 3.1.4 Correlaciones canónicas | 15 |
| 3.2 Marco Referencial | 16 |
| 3.2.1 Estudios de Plagas de la raíz realizados | 16 |
| 3.2.2 Descripción del área en estudio | 17 |
| 3.2.2.1 Ubicación y Area | 17 |
| 3.2.2.2 Suelos | 17 |
| 3.2.2.3 Clima | 17 |
| 3.2.2.4 Epoca | 17 |
| IV. OBJETIVOS | 18 |
| V. HIPOTESIS | 19 |
| VI. METODOLOGIA | 20 |
| 6.1 Especies que afectan la raíz de la caña de azúcar | 20 |
| 6.2 Fluctuación poblacional | 20 |
| 6.2.1 Muestreo | 20 |
| 6.2.2 Variable respuesta | 21 |
| 6.3. Distribución vertical | 21 |
| 6.3.1 Elaboración de calicatas | 21 |
| 6.3.2 Variable respuesta | 21 |
| 6.3.3 Metodología de muestreo de suelo | 22 |
| 6.4 Análisis | 22 |
| VII. RESULTADOS Y DISCUSION | 23 |
| 7.1 Determinación de especies | 23 |
| 7.1.1 Chinche hedionda | 23 |
| 7.1.2 Gallina ciega | 23 |
| 7.1.2.1 <i>Phyllophaga valeriana</i> | 24 |
| 7.1.2.2 <i>Anómala</i> sp | 24 |
| 7.1.2.3 <i>Cyclocephala</i> sp | 25 |
| 7.1.3 Gusano alambre | 25 |
| 7.2 Abundancia poblacional | 26 |
| 7.3 Fluctuación poblacional | 28 |
| 7.4 Distribución vertical | 31 |
| 7.5 Correlación Densidad- Características edáficas | 34 |
| VIII. CONCLUSIONES | 36 |
| IX. RECOMENDACIONES | 37 |
| X. BIBLIOGRAFIA | 38 |
| XI. APENDICE | 41 |

INDICE DE GRAFICAS

| | |
|---|----|
| GRAFICA 1 “Porcentaje de poblaciones de insectos de la raíz en caña de azúcar en la finca El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 26 |
| GRAFICA 2 “ Porcentaje de adultos y ninfas de <i>Scaptocoris talpa</i> , fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 26 |
| GRAFICA 3 “ Porcentaje de cada uno de los géneros encontrados de gusano alambre, fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 27 |
| GRAFICA 4 “ Porcentaje de cada una de las especies encontradas de gallina ciega, fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 27 |
| GRAFICA 5 “ Fluctuación poblacional de chinche hedionda y su relación con la precipitación pluvial en el cultivo de la caña de azúcar, fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 28 |
| GRAFICA 6 “ Fluctuación poblacional de gallina ciega y su relación con la precipitación pluvial en el cultivo de la caña de azúcar, fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 29 |
| GRAFICA 7 “ Fluctuación poblacional de gusano alambre y su relación con la precipitación pluvial en el cultivo de la caña de azúcar, fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 30 |
| GRAFICA 8 “ Distribución vertical de chinche hedionda (<i>Scaptocoris talpa</i>), fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 31 |
| GRAFICA 9 “ Distribución vertical de gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> sp), fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 32 |
| GRAFICA 10 “ Distribución vertical de gusano alambre (<i>Agriotes</i> sp), fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 33 |
| GRAFICA 11 “ Distribución vertical de gusano alambre (<i>Conoderus</i> sp), fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz, Escuintla, período 1995-1998” | 34 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Muestreo sistemático con inicio al azar | 20 |
|---|----|



INDICE DE CUADROS

| | | |
|------------|---|----|
| CUADRO 1.A | Valor de análisis de correlación canónica | 42 |
| CUADRO 2.A | Aproximación al estadístico F multivariado | 42 |
| CUADRO 3.A | Correlaciones entre cada variable y su grupo canónico | 42 |
| CUADRO 4.A | Análisis de varianza del modelo de regresión chinche hedionda-materia orgánica | 42 |
| CUADRO 5.A | Análisis de varianza del modelo de regresión chinche hedionda-humedad | 43 |
| CUADRO 6.A | Análisis de varianza del modelo de regresión gallina ciega-materia orgánica | 43 |
| CUADRO 7.A | Análisis de varianza del modelo de regresión gallina ciega-humedad | 43 |
| CUADRO 8.A | Análisis de varianza del modelo de regresión Agriotes-materia orgánica | 43 |
| CUADRO 9.A | Análisis de varianza del modelo de regresión Agriotes-humedad | 44 |

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | | |
|--------------|---|----|
| FOTOGRAFIA 1 | Estado adulto de chinche hedionda (<i>Scaptocoris talpa</i>) | 23 |
| FOTOGRAFIA 2 | Larva y raster de <i>Phyllophaga valeriana</i> | 24 |
| FOTOGRAFIA 3 | Estado adulto y raster de larva de <i>Anómala</i> sp | 24 |
| FOTOGRAFIA 4 | Estado adulto y raster de larva de <i>Cyclocephala</i> sp | 25 |
| FOTOGRAFIA 5 | Larvas de gusano alambre <i>Agriotes</i> sp y <i>Conoderus</i> sp | 25 |

FLUCTUACION POBLACIONAL Y DISTRIBUCION VERTICAL DE ESPECIES DE CHINCHE HEDIONDA, GALLINA CIEGA Y GUSANO ALAMBRE DE 1995 A 1998. EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum* spp)

POPULATION DYNAMICS AND VERTICAL DISTRIBUTION OF STINK BUG, WHITE GRUBS AND WIRE WORM SPECIES FROM 1995 to 1998 IN SUGARCANE (*Saccharum* spp)

RESUMEN

El presente estudio teniendo como objetivo determinar las especies, fluctuaciones poblacionales y la distribución vertical de tres plagas de la raíz: gallina ciega, gusano alambre y chinche hedionda, en el cultivo de la caña de azúcar, en la finca El Baúl, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla; se realizó según la metodología que a continuación se describe.

La primera etapa del estudio consistió en la recolección de la información previa, muestreo y determinación de índices de población de las plagas de la raíz de la caña de azúcar con un tamaño de muestra de 30 * 30 * 30 cm de forma sistemática con inicio al azar tomando 25 submuestras cada día de muestreo, así como la preservación de especímenes para la posterior determinación de especies

Se tomaron muestras de suelo del área quincenalmente distribuidas sistemáticamente con inicio al azar, se contaron los insectos encontrados en cada una para analizar la influencia de las características del mismo (pH, materia orgánica y humedad) sobre las poblaciones insectiles. Se registró la precipitación pluvial del área para correlacionar con las poblaciones.

Para determinar la distribución vertical se realizaron calicatas de 1 m² y 2.1 metros de profundidad haciendo conteos de insectos por estratos de 30 cm cada uno estas se ubicaron al azar en el campo.

La segunda etapa del estudio contemplo el análisis de datos y formulación de resultados con lo cual se determinó presencia de las especies: chinche hedionda: *Scaptocoris talpa* ; gallina ciega: *Phyllophaga valeriana*, *Anómala* sp y *Cyclocephala* sp y gusano alambre: *Agriotes* sp y *Conoderus* sp.

Se determinó que las distintas especies de insectos se distribuyen de forma muy particular en el suelo según las características anatómicas y morfológicas de cada uno, llegando a habitar incluso más allá de los 2 m de profundidad. Las poblaciones de insectos de chinche hedionda, gallina ciega y gusano alambre presentan patrones no definidos de fluctuación a través del tiempo y solamente *Scaptocoris talpa* muestra marcadamente los repuntes poblacionales en los meses de enero a abril con una relación inversamente proporcional a la precipitación pluvial, no así, gallina ciega y gusano alambre que no presentan una relación definida con la precipitación.

Los análisis de correlación canónica indican que los valores edáficos de pH (-0.6595) y materia orgánica (0.7290) influyeron significativamente en las poblaciones de chinche hedionda (0.6611), gallina ciega (0.7290) y *Agriotes* sp (0.8804). Luego se corrieron análisis de varianza para determinar la magnitud de influencia de cada una de las variables abióticas sobre las bióticas, obteniendo valores de influencia de 12.468 unidades de chinche hedionda por unidad de materia orgánica del suelo, siendo el valor más alto de influencia.

Podemos concluir que *Scaptocoris talpa* representa un 91% de las plagas de la raíz en el cultivo de la caña de azúcar y por consiguiente a considerar como más dañino.

Phyllophaga valeriana representa un 90% de las poblaciones de gallina ciega y aunque las poblaciones no superaron los 45 individuos / m² esto sobrepasa el nivel de daño económico. En términos generales los insectos se deben muestrear en los primeros 30 cm de profundidad, aunque tomando en cuenta que con ello se logra muestrear solamente el 60% de la población total de chinche hedionda, el 70% del total de gallina ciega, 38% de la población total de *Agriotes* sp y 99% de *Conoderus* sp.

I. INTRODUCCION

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp) representa una importante fuente generadora de divisas al país generando US\$259.1 millones en y 50,000 empleos aproximadamente. En general se constituye como uno de los mayores soportes de la economía nacional (8). Ocupando el primer lugar en productividad en base en TAH¹ en la región centroamericana con producciones de 12.4 y 11.7 toneladas de azúcar por hectárea (6).

Hernández (13) menciona que se ha venido observando un incremento de los daños a los cultivos por plagas insectiles especialmente gallina ciega, en las regiones agrícolas de Guatemala.

Las plagas de la raíz en el cultivo de la caña de azúcar representan un serio problema debido a las pérdidas ocasionadas tanto en tonelaje como en rendimiento llegando a reducir la producción hasta en 2,000 kg/ha de caña, lo que significa pérdidas económicas de hasta Q78.75 por hectárea. Esta pérdida representa un monto considerable tomando en cuenta que en Guatemala actualmente se cultivan cerca de 180,000 hectáreas de terreno con caña de azúcar, para lo cual el gasto solo en concepto de control de plagas representó pérdidas en la industria cañera guatemalteca de 23 millones de quetzales para la zafra 1996-1997 (6). El cultivo de la caña de azúcar se ve afectado por un considerable número de plagas. Un buen porcentaje de estas lo podemos ver fácil debido a que son de hábitos aéreos que afectan el follaje de la planta. Existe otro buen porcentaje que no podemos ver, debido a que se encuentran bajo la superficie de la tierra. A estos se les llama plagas de la raíz o del suelo que causan igual o mayor daño a las plantas que los aéreos. Estos también requieren de investigación que nos permitan conocerlos para poder definir la metodología apropiada de control que permitan disminuir la población por debajo del nivel de daño económico, con el fin de minimizar las pérdidas en el cultivo.

El presente estudio incluyo, la recolección de insectos para su determinación, conteo y análisis en función de las características del suelo, el conteo de insectos según la profundidad del suelo a la que se encuentra para determinar su distribución vertical, fluctuación poblacional y su relación con la precipitación pluvial; durante el período de 1995 a 1998. Las plagas de la raíz más importantes en el cultivo de la caña de azúcar son: gallina ciega (*Phyllophaga* spp),

¹ TAH = Tonelaje de Azúcar por Hectárea

chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) y gusano alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp). Es necesario conocer las especies y estudiarlas forma confiable.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

No se conoce aún los períodos de mayores o menores poblaciones de los insectos tanto en los diferentes estadios por los que atraviesan, así como los factores que influyen o determinan los crecimientos o decrecimientos poblacionales.

Esto conlleva a que las medidas de control aplicadas se lleven a cabo un tanto al azar sin certeza de ser el momento adecuado, siendo muchas veces el momento menos indicado.

Al existir problemas para el control de plagas de la raíz, debido a que la accesibilidad a ellos es difícil, es necesario conocer de antemano sus fluctuaciones poblacionales en el tiempo, para definir las épocas mas apropiadas de control, y no realizar actividades en vano. Actualmente las medidas de control se realizan químicamente con productos como Counter 10G (Terbúfos), Curater 5G (Carbofuran) y Temik 15G (Aldicarb) (19).

Otra limitante es no saber con exactitud las especies de insectos plaga de la raíz están presentes en los campos de cultivo de nuestro país y cual es el comportamiento en cuanto a hábitos alimenticios y al ataque a plantas cultivadas. Hernández (13).

Es necesario conocer el patrón de distribución vertical de las plagas en el perfil del suelo, ya que nos permite emplear correctamente los muestreos adecuados a las necesidades específicas de cada caso. Esta investigación viene a proporcionar información de la dinámica poblacional de las tres plagas de la raíz mas frecuentes en el cultivo de la caña de azúcar, con el fin de contribuir al manejo eficiente y sostenible de las mismas, así como servir de apoyo para trabajos posteriores relacionados a este.

III. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Plagas del Suelo

3.1.1.1 Importancia de las plagas de la raíz en caña de azúcar.

Rojas citado por Pérez (24), estima que el conocimiento de insectos y otras especies de animales del suelo es de suma importancia para la entomología económica y científica, ya que permite lo siguiente: 1) Tomar en cuenta la necesidad de establecer el control de una especie perjudicial al cultivo. 2) Valorizar la importancia del método de control.

3) Correlacionar las poblaciones de insectos de una especie con el grado de daño causado. 4)

Correlacionar las poblaciones de insectos de una especie con las características ecológicas o agrícolas; cubierta vegetal, humedad, acidez o alcalinidad, textura del suelo, estructura del suelo, sistema de rotación del cultivo, temperatura, precipitación, etc. 5) Determinar la tendencia de las poblaciones a aumentar o disminuir con los años. 6) Estimar niveles críticos de población.

3.1.1.2 Distribución espacial de plagas de la raíz en caña de azúcar:

Los insectos plaga de la raíz en el cultivo de la caña de azúcar presentan un patrón de distribución en conglomerados, es decir, que se distribuyen formando grupos poblacionales localizados al azar en el campo (17).

3.1.1.3 Gallina Ciega, *Phyllophaga* sp.

3.1.1.3.1 Características y Descripción:

Las larvas de la familia Scarabaeidae (Coleóptera) se conocen como gallina ciega, se alimenta de las raíces de las plantas, especialmente de las gramíneas, y los adultos son los llamados escarabajos o ronrones de mayo.

Para Guatemala se han reportado los géneros (King 1984 (16)) de la subfamilia Melolonthinae, *Anómala*, *Cyclocephala* y *Phyllophaga*. Entre las distintas especies de *Phyllophaga spp.* identificadas existen hábitos alimenticios: rizófagos (raíces) y saprófagos (materia orgánica en descomposición). Los adultos se alimentan de hojas, brotes tiernos, botones y néctar de las flores. Para los rizófagos estrictos, la materia orgánica puede actuar como un fago-estimulante y como un atrayente para alimentarse de las raíces de las plantas y causar daño.

El daño que causan las larvas de gallina ciega en las raíces, se manifiesta con mayor intensidad en los meses de agosto, septiembre y octubre, que es cuando la larva se encuentra en el tercer estadio (el mas voráz), dura mucho tiempo y esta adaptada a condiciones ambientales adversas (10).

3.1.1.3.2 Distribución Geográfica:

Ha sido reportada en casi todos los países del continente Americano sobre el cultivo de la caña de azúcar. Su distribución es amplia en los cañaverales de los países que son productores de este cultivo (20).

3.1.1.3.3 Clasificación Taxonómica:

La gallina ciega, también conocida como joboto, jogoto, chobote, orontoco, chorontoco y en estado adulto como abeja de mayo, chicote, mayate y ronron; se encuentra clasificada taxonómicamente así:

Reino: Animal
 Phylum: Arthropoda
 Clase: Insecta
 Orden: Coleóptero
 Familia: Scarabaeidae
 Subfamilia: Melolonthinae
 Género: *Phyllophaga*
 Especies: *menetriesi, elenans, aequata, caraga, chiriquina, dasypoda, hondura, latipes, absoleta, rorulenta rubella, setigera* y otras especies. (21)

Otros géneros: *Anómala, Cyclocephalla.*

3.1.1.3.4 Morfología de las larvas:

Son larvas con tres estadios larvales. El tercero reúne los caracteres taxonómicos más confiables para su determinación. Son típicas larvas escarabeiformes (curvadas) de color blanco cremoso, blanco amarillento o blanco grisáceo; con la cabeza anaranjada o castaño-rojizo y tres pares de patas amarillentas cerca de la cabeza. Su longitud varia entre 15 y 70 mm con ancho torácico de 3 a 10 mm.

3.1.1.3.5 Morfología del adulto:

La forma del cuerpo de *Phyllophaga* sp. varía en proporciones dentro de un contorno ovalado alargado, con sección subcilíndrica. La relación ancho-largo obtenida para los machos y hembras, según Moran citado por España (10), ofrece un valor medio de 2.27. Esto es que en la mayoría de las especies de longitud total del cuerpo es un poco mayor del doble del ancho humeral.

La coloración generalmente es pardo-amarillenta o pardo-rojiza, aunque incluye toda una gama de tonos que abarcan el castaño oscuro, el castaño-rojizo, pardo acanelado. Algunas especies son negras e incluso existen otras con coloraciones metálicas (10).

3.1.1.3.6 Biología y ecología:

3.1.1.3.6.1 Ciclo de Vida:

El ciclo de vida se completa de 1 a 3 años en climas fríos extremos, ya que el factor temperatura es uno de los determinantes principales para la duración del ciclo vital y la especie (21).

3.1.1.3.6.2 Huevo:

Después de la copulación, el macho se muere y la hembra busca el suelo para poner sus huevos. Los huevos blancos opacos y pequeños, son depositados en el suelo húmedo, normalmente al final de la época seca o inicio de la época lluviosa, a la sombra de las plantas huésped o en zonas con alta concentración de materia orgánica, a una profundidad de 0.1 a 0.2 m, en un área aproximada de 0.2 m².

El número de huevos promedio, depositados es de 7 a 28 por hembra. Su eclosión ocurre de 2 a 6 semanas después (21).

3.1.1.3.6.3 Larva:

La eclosión de los huevos da lugar a las pequeñas larvas del primer estadio, las cuales se alimentan activamente de raíces finas, tallos subterráneos blandos, bulbos o materia orgánica, durante un período que varía entre 20 a 60 días, hasta aumentar de 15 a 20 veces su peso inicial antes del cambio para el segundo estadio, durante el cual incrementara de 5 a 7 veces su biomasa (21).

3.1.1.3.6.4 Pupa o crisálida:

Cuando la gallina ciega ha terminado de crecer se entierra a 0.2 o 0.3 metros del suelo y se transforma en pupa. La etapa de pupa transcurre durante 30 a 45 días, entre

marzo y abril, para luego dar lugar al imago o adulto (21).

3.1.1.3.6.5 Imago, Adulto o ron-ron de mayo:

En el mes de mayo, cuando comienzan las lluvias, emerge el adulto o ron-ron de mayo, el cual ha permanecido en la celda que utilizó la pupa. En este tiempo ha madurado su aparato reproductor. Al incrementar la humedad y la temperatura el adulto recibe un estímulo que lo induce a salir.

En condiciones naturales la longevidad del adulto varía entre 8 y 30 días. Las hembras de algunas especies pueden sobrevivir más de 60 días (10).

3.1.1.3.6.6 Especies con un ciclo de vida de dos años:

El ciclo inicial es similar, pero al terminar su segundo instar, la larva entra en una fase de latencia en una celda en el suelo. Al iniciar las lluvias de nuevo, muda y en el tercer instar se alimenta de las raíces, entre mayo y septiembre. El período pupal termina entre febrero y marzo.

Conforme la humedad superficial del suelo va disminuyendo, las larvas se profundizan y forman celdillas de tierra del tamaño de una nuez para transformarse en una crisálida. Nunca se sabe exactamente donde aparecerá el insecto, pero siempre es más probable que se presente en terrenos con un porcentaje mayor de materia orgánica en donde abundan los zacates. Los ataques del insecto normalmente son esporádicos, localizados y difíciles de predecir. Un ataque severo puede eliminar una siembra o parte de una siembra enteramente (20).

3.1.1.3.7 Daños e Importancia:

El daño depende del número de larvas que se encuentren atacando a una cepa de caña. Las plantas cuyas raíces han sido podadas por las larvas, no crecen bien, muestran síntomas de deficiencia de agua y nutrientes. El daño tiende a ser más frecuente cerca de los pastos, las plantaciones de café, los cercos que contienen plantas alimenticias preferidas por los insectos adultos y en suelos bien drenados.

Los adultos se comen las hojas comenzando desde la orilla. Debido a su tipo de vida gregario pueden introducir en ciertas plantas defoliación severa y en otras plantas cercanas poco ataque, causando daño de importancia económica en cultivos como el jocote, cítricos jóvenes y plantas ornamentales (2,20).

Las larvas comen las raíces de los trozos de caña recién sembrada, las yemas del tallo y el sistema radicular, causando graves daños que ocasionan gastos de resiembra y la pérdida de

muchas cepas, reducen el crecimiento de la planta y el rendimiento de caña por hectárea. Generalmente, esta plaga puede ser de importancia local esporádica en cultivos hortícolas, e inmediatamente después de arar un terreno que tenía pasto (2,20).

3.1.1.3.8 Hospederos:

Los adultos tienen una notable preferencia por el follaje de las fagáceas, principalmente del género *Quercus*, con una preferencia del 23.7%, las leguminosas arbustivas en un 17.7%, las pináceas en un 11.8%. Las larvas prefieren las raíces de las gramíneas en un 35.7%, las leguminosas en un 14.2% y las rosáceas en un 14.2%, sobre los otros grupos vegetales (10).

3.1.1.3.9 Depredadores y parásitos de la gallina ciega:

Los adultos de la gallina ciega son depredados por varias especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios, hormigas y arañas. Las larvas pueden ser depredadas por aves, insectos y algunos mamíferos.

Entre los insectos parasitoides de las larvas se han citado los himenopteros de la familia Tiphidae, Scolidae y Pelecimidae (Según Berberet y Helms 1970; Richards y Davies 1977; citados por España) (10).

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), en 1990 utilizó una cepa microbiana y un nemátodo entomófago de la familia Diplogasteridae, para el control de la gallina ciega (10).

3.1.1.3.10 Control :

Para el control de esta plaga del suelo se debe combinar un control cultural, como volteo de los suelos (dejando expuestas las larvas a la radiación solar directa y a enemigos naturales) con un químico. Es importante realizar muestreos de campo a fin de mantener informaciones reales de las poblaciones del insecto y en donde se detecten altas poblaciones; Además, es recomendable una preparación más profunda del terreno, de manera que salga a la superficie el mayor número posible de larvas.

3.1.1.4 Chinche hedionda , *Scaptocoris* spp.

3.1.1.4.1 Descripción general y distribución:

Scaptocoris spp, conocida como chinche hedionda de la raíz de la caña de azúcar, fue descrita por G. C. Champion en 1900 de unos especímenes colectados por Capetillo, en Escuintla, Guatemala y se diferencia de una a otra especie por sus hábitos

fosoriales (característica de expeler ciertas sustancias de mal olor como mecanismo de defensa) (25).

Según Champion, esta especie se limita a Centro América y en Guatemala esta distribuida en los cañaverales de la costa sur.

3.1.1.4.2 Clasificación taxonómica:

La clasificación taxonómica de *Scaptocoris* spp. de acuerdo a Ríos (25) es la siguiente:

| | |
|-------------|---------------------|
| Reino: | Animal |
| Phyllum: | Arthropoda |
| Clase: | Insecta |
| Orden: | Hemiptera |
| Suborden: | Gymnocerata |
| Familia: | Cydnidae |
| Subfamilia: | Scaptocoreinae |
| Genero: | Scaptocoris |
| Especie: | <i>S. talpa</i> (4) |

3.1.1.4.3 Morfología y ciclo de vida:

El adulto de *Scaptocoris* se caracteriza por poseer un exoesqueleto ancho, extenso, redondeadamente o triangular, con el ápice aplastado. Estas especies generalmente son de color café oscuro o negro (7). Su tibia extendida esta formada con gruesas espinas (9). Mide generalmente 7 milímetros de largo y el género está constituido por 500 especies, las cuales miden no más de 2 cm.

3.1.1.4.4 Hábitos:

Hacen sus nidos en lugares bastante arenosos, en la superficie del suelo cuando existe suficiente humedad o debajo de leñas y piedras y en las raíces de árboles, pastos y otras hierbas (7).

Su alimentación la obtiene del sistema radicular de la planta succionando los jugos nutritivos.

Su propagación la realiza a través de vuelos a otros campos limpios de este insecto.

3.1.1.4.5 Reproducción:

Cuando los insectos han llegado a su estado de adulto y sus órganos sexuales

han adquirido madurez, están aptos para reproducir la especie mediante el acoplamiento de la hembra y el macho. Después la hembra deposita una variable de huevos, generalmente en sitios donde los individuos encuentran el alimento adecuado para subsistir (7).

3.1.1.4.6 Hospederos:

Los principales hospederos de *Scaptocoris talpa* reportados son: caña de azúcar *Saccharum* spp, pastos y té de limón. Encontrándose en estadios de huevo y adulto (19). Se desconoce cual de los últimos estadios (ninfa ó adulto) es más voraz en afectar la caña de azúcar.

3.1.1.4.7 Daño:

Afecta el desarrollo normal de las plantas de caña de azúcar, provocando un crecimiento lento y delgado de los tallos, disminuyendo considerablemente el peso de los mismos al succionar los jugos nutritivos de la caña provocando heridas con su aparato bucal, siendo esto una entrada para agentes patógenos (14).

3.1.1.4.8 Control:

En trabajos realizados evaluando la efectividad de seis productos químicos demuestran que todos tienen un control efectivo de la chinche hedionda de la raíz (19,25).

3.1.1.5 Gusano Alambre, *Agriotes* spp y *Conoderus* spp.

3.1.1.5.1 Características y descripción:

Comúnmente se conoce a las larvas de la familia Elateridae (Coleóptera) como gusanos alambre, nombrados así porque son de cuerpo duro, alargado, cilíndrico y de color café-rojizo, lo cual les asemeja a un pedazo de alambre de cobre o bronce. Los gusanos alambre llegan a ser tan perjudiciales que destruyen completamente las semillas e impiden su germinación; atacan las raíces, pueden barrenar las partes subterráneas del tallo de las plántulas y facilitan la entrada de enfermedades en las plantas atacadas.

3.1.1.5.2 Ciclo de vida, hábitos y apariencia:

Lane y Stone, citados por Garza (12) indican que los gusanos alambre tienen un ciclo de vida de 4 a 5 años, aunque se menciona que generalmente el ciclo de vida de los Elateridos varía de 2 a 6 años, como en el caso del gusano alambre del trigo, *Agriotes mancus*, que tiene un ciclo de vida de 3 años.

Garza (12) concluye que el ciclo de vida de las diversas especies de gusanos alambres puede variar de 1 a 6 años. La ubicación de los gusanos alambre en el suelo, se ve afectada por las

condiciones de humedad y temperatura del suelo.

Huevos:

También indica que los huevos son pequeños, blancos, esféricos o un poco ovalados y llegan a medir 0.5 mm de longitud; eclosionan tras unos días o unas cuantas semanas, dependiendo de la temperatura y del sitio de la puesta.

Larvas:

Las larvas son generalmente café oscuro, variando en longitud de 1.25 a 3.75 cm cuando están desarrollados. Metcalf y Flint (18) indican que las larvas que incuban pasan de 2 a 6 años en el suelo alimentándose de las raíces de los pastos y otras plantas. A medida que el suelo se vuelve caliente y seco, las larvas emigran hacia abajo, de tal manera que a veces es difícil encontrarlas durante los veranos secos, aun en los campos infestados severamente. La mayoría de las especies cambian a una pupa desnuda, suave, y en unas semanas más al estado adulto, en celdas en la tierra, durante fines del verano o el otoño del año en el cual alcanzaron su desarrollo completo.

Adultos:

Los adultos, que comúnmente miden más o menos 1.25 cm de largo, permanecen enterrados en el suelo hasta la primavera siguiente. El invierno es pasado principalmente en los estadios larvarios y adulto, en el suelo. A principio de la primavera los adultos se vuelven activos y vuelan, algunas especies son atraídas fuertemente por lo dulce; estos se pueden capturar en grandes cantidades colocando unas cuantas gotas de jarabe en la parte de arriba de los postes de las cercas, u otros lugares expuestos a los exteriores. Ellos son escarabajos de concha dura, generalmente de color café, grisáceo o casi negro, un tanto alargados, aerodinámicos con el cuerpo adelgazándose más o menos hacia los extremos. La cabeza y el tórax se ajustan cercanamente contra la cubierta de las alas, lo que protege la parte posterior del abdomen. La unión justamente en el frente de las cubiertas de las alas es fuerte y flexible, y cuando los escarabajos son volteados o caen sobre sus dorsos, ellos golpean la parte media del cuerpo contra el suelo, de tal manera que se avientan hacia el aire por varios centímetros. Las hembras de las especies que son más perjudiciales al maíz, hacen galerías en el suelo y ponen sus huevos principalmente alrededor de las raíces de los pastos. Los adultos viven de 10 a 12 meses, la mayor parte de cuyo tiempo, y todo el de los otros estados, es pasado en el suelo. Poco después de aparearse mueren los machos y las hembras durante la primavera o a

principios del verano, cuando la oviposición ha terminado (18).

Garza (12) menciona que muy pocos gusanos alambre pasan al estado de adulto en un año, como *Conoderus amplicollis*, *Conoderus vespertinus*; esto depende de las condiciones favorables de alimentación, suelo y temperatura.

3.1.1.5.3 Importancia y tipo de daño:

Metcalf y Flint (18) indican que en la zona templada los gusanos alambre se encuentra entre los insectos más difíciles de combatir, los cuales están catalogados como las plagas más destructivas y más ampliamente distribuidas en el maíz (*Zea mays*), caña (*Saccharum* spp), granos pequeños, pasto, papa (*Solanum tuberosum*), hortalizas y flores. Los cultivos que son atacados por los gusanos de alambre, a veces fallan en su germinación, puesto que los insectos comen el germen de las semillas o las ahuecan por completo, dejando solo la cutícula. El cultivo puede no brotar bien, o puede empezar bien y después volverse ralo y desigual a medida que los gusanos alambre barrenan en las partes subterráneas del tallo, ocasionando que la plantilla se marchite y muera, aunque ellos no la corten completamente. Más tarde en la temporada, los gusanos continúan alimentándose de las raíces pequeñas de muchas plantas.

Sus daños son generalmente más severos en los cultivos sembrados en terreno de césped o al segundo año después de este.

Garza (12) menciona que el daño de los gusanos alambre es más severo en terrenos donde anteriormente se sembraron pastizales, aunque en general, están ampliamente distribuidos y catalogados entre los insectos más destructivos y difíciles de combatir.

Tenhet y Cowe citados por Garza (12) establecen una clasificación de las hospederas de gusanos alambre basados en el daño que causan y al igual que Peairs y Davidson citados por Garza (13) indican que no se conoce cultivo que sea completamente inmune a su ataque:

1. Plantas que son comúnmente atacadas, severamente dañadas, en la que los gusanos de alambre puede desarrollarse satisfactoriamente, como maíz (*Z. mays*), algodón (*Gossypium* sp), garbanzo (*Cicer arietinum*) y papa (*S. tuberosum*).

2. Plantas que son frecuentemente atacadas, pero rara vez dañadas seriamente por varias razones, particularmente por el hecho de que se desarrollan durante el período, en que los gusanos de alambre emigran en el suelo hacia abajo, porque no tienen condiciones adecuadas de temperatura y humedad, como tomate (*L. esculentum*), espárrago (*A. officinarum*), sandía

(*Cucumis* spp), calabaza (*Cucumis* spp), cacahuete (*Aris* spp), avena (*Avena fatua*), chícharo de invierno (*Phaseolus* spp).

3. Plantas que son ligeramente atacadas y no permiten el desarrollo satisfactorio de los gusanos de alambre, como col (*Brassica* sp), trébol (*Trifolium* sp) y bambú briar (*Bambusa* sp).

Tenhet y Howe citados por Garza (12) mencionan que el daño de los gusanos alambre al maíz, caña de azúcar y todas las gramíneas es algo diferente, ya que el tallo es duro, fibroso y raramente es atacado; el daño es únicamente a las raíces. Las raíces pequeñas son cortadas tan rápidamente como se desarrollan, por lo que dejan a la planta literalmente sin crecer por carecer de alimento y agua. En muchos casos las plantas de maíz atacadas se mueren y si permanecen vivas rinden poco.

Jones y Jones citado por Garza (12) establecen 4 rangos de infestación y algunos cultivos que pueden tolerar a estos rangos.

| R.I. ² | POBLACION | GRADO DE DAÑO |
|-------------------|---|---|
| 1. | < 50 gusanos alambre por m ² . | Generalmente no causan daños a los cultivos. |
| 2. | 51 a 75 gusanos alambre por m ² . | Es moderado, permite que muchos cultivos se establezcan y que las condiciones de crecimiento sean buenas. |
| 3. | 76 a 150 gusanos alambre por m ² . | Es alto y el riesgo de fracaso considerable solo se puede sembrar en invierno trigo temprano, centeno y frijol. |
| 4. | > 151 gusanos alambre por m ² . | Es muy alto, solo crecen cultivos resistentes como chícharo, linaza y mostaza. |

3.1.1.5.4 Control de gusano alambre:

Metcalf y Flint (18) las prácticas culturales de combate son difíciles de aplicar para el gusano de alambre, debido a su ciclo de vida relativamente grande y a la necesidad de adaptarlos a cada región y cultivo. Ciertas especies de gusano alambre son abundantes solo en los suelos mal drenados. El drenaje adecuado de dichos suelos, puede evitar por completo el

² R.I. = Rango de Infestación.

daño por estas especies. En los distritos irrigados, todos los estados de los gusanos alambre pueden ser aniquilados inundando la tierra, de manera que el agua se estanque a unos cuantos centímetros de profundidad durante una semana en la época de calor, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 15 cm promedia 21°C o más. Permitiendo que los 45 cm superiores del suelo se sequen mucho durante varias semanas en el verano, cuando menos una vez cada 6 años, también es una medida recomendada en la parte del pacífico noroeste. Las rotaciones más efectivas, los métodos de barbecho, las fechas de siembra y otras prácticas agrícolas, deben ser estudiadas para cada región agrícola, con referencia especial a las especies de plantas desecadas y las especies particulares de gusanos alambre presentes. Los ingenios azucareros del país efectúan un control químico utilizando diferentes insecticidas como: Curater (Carbofuran), Furadan (Carbofuran), Temik (Aldicarb), entre otros (19).

3.1.2 Fluctuaciones Poblacionales:

Son todas aquellas variaciones u oscilaciones de las poblaciones insectiles a través del tiempo. El manejo moderno de plagas no puede operar si no se dispone de estimaciones precisas de las densidades de población de las plagas. Rara vez puede conocerse con exactitud la densidad, variedad y tamaño total de las poblaciones de organismos en la naturaleza. El valor de los datos de muestreo para estimar los verdaderos parámetros poblacionales dependerá de lo apropiado de los métodos y diseño de muestreo. Las unidades de muestreo más utilizadas son: La planta, el metro cuadrado y el 0.3 m³ (pie cúbico). Astorga (2) utilizó la unidad de muestreo de 0.8 m * 0.2 m * 0.3 m para realizar muestreos de chinche hedionda, gallina ciega y gusano alambre. También se utiliza el método de muestreo llamado "5 de oros" y en cada punto se tomo una muestra de 100 cm de largo por 100 cm de ancho y 50 cm de profundidad (100*100*50). Cualquiera que sea el método utilizado lo que se pretende es conocer el comportamiento de las poblaciones insectiles a través del tiempo, para definir los meses de mayor y menor densidad poblacional, como herramienta para implementar estrategias de control de las poblaciones. Las fluctuaciones poblacionales pueden conocerse en función del tiempo solamente y además en función de la precipitación pluvial (climatológicas), características del suelo, ciclos de cultivos, otros insectos, practicas culturales de cultivos, de control de plagas y enfermedades.

Las fluctuaciones poblacionales según se presenta el comportamiento insectil puede ser: cíclicas, regulares e irregulares (o de patrones no definidos).

Fluctuación cíclica: Es aquella en la que las poblaciones insectiles a través del tiempo, se siguen en un orden determinado, es decir, se repite el comportamiento poblacional en el mismo orden.

Fluctuación regular: Es aquella en la que las poblaciones insectiles a través del tiempo, presentan una tendencia definida, sea de crecimiento, decrecimiento o estable. Gráficamente se representa como una función lineal.

Fluctuación irregular (Patrones no definidos): Es aquella en la que las poblaciones insectiles a través del tiempo, se presentan en forma desordenada, sin un patrón definido, se da en forma impredecible. Esta a diferencia de las anteriores no permite inferir poblaciones futuras.

3.1.3 Distribución Vertical:

Los insectos plaga de la raíz de los cultivos presentan una dinámica de movilidad vertical en el suelo, según sean las características propias del suelo que habitan, se mueven en el perfil del suelo de arriba hacia abajo y este movimiento se da durante los meses de condiciones lluviosas a secas.

Pérez (24) en su estudio sobre la gallina y su relación con el medio ambiente, utilizo como unidad de muestreo el pie cuadrado, determinando que las variables: % de arena, temperatura del suelo y la altitud sobre el nivel del mar, disminuyen la población de larvas de gallina ciega. La profundidad radicular favorece el incremento de la población insectil.

La temperatura, % de humedad, %de materia orgánica, pH; son características que varían en función de la profundidad de los suelos, dichas características influyen en las poblaciones insectiles debido a que son esenciales para el desarrollo, mantención y la multiplicación del sistema radicular de toda planta, de las cuales se alimentan estas poblaciones.

3.1.4 Correlaciones canónicas:

En un análisis de correlación canónica estamos interesados en encontrar las funciones lineales de dos conjuntos de variables que estén mas estrechamente relacionadas. Cuando estas han sido determinadas se espera que las funciones lineales puedan ser interpretadas en un sentido práctico de manera que la asociación entre los dos conjuntos sea mejor comprendida.

Suponga que tenemos un conjunto de variables independientes X_1, \dots, X_p (p.ej. factores externos) y un conjunto de variables dependientes Y_1, \dots, Y_q (p.ej. características agronómicas). La primera correlación canónica es la máxima correlación que se puede encontrar entre un par de funciones lineales definidas una en cada conjunto. La segunda correlación canónica es la

máxima correlación que se puede encontrar entre un par de funciones lineales definidas una en cada conjunto, con la restricción de que sean ortogonales (no correlacionadas) con las primeras. Este proceso se continua hasta que la mínima (p,q) correlación canónica sea determinada.

El análisis de correlación canónica produce básicamente dos tipos de información: las correlaciones entre las diferentes combinaciones lineales que se conocen como correlaciones canónicas y los coeficientes de esas combinaciones lineales que son las variables canónicas.

Si se observan dos conjuntos de variables, X_1, \dots, X_p y Y_1, \dots, Y_q un análisis de correlación canónica consiste en determinar combinaciones lineales de esas variables.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Estudios de Plagas de la raíz realizados:

En estudio realizado en el cantón Cerritos, Quiché, El Quiché se evaluó trampas para el control del complejo ron-ron de mayo, reportando para el mismo las especies siguientes: *Phyllophaga stasypiensis*, *P. tumulosa*, *P. dasypoda* y los géneros *Cyclocephala* y *Euetheola* para dicha región (1).

King y Saunders citados por Pérez (24) determinaron las siguientes especies de *Phyllophaga* para Guatemala *P. dasypoda*, *P. elenans*, *P. menetriesi*, *P. parvisetis*, *P. tumulosa*, *P. fulviventris*.

Badilla Fernandez, (3) indica que en Costa Rica el control de la gallina ciega debe llevarse en forma integrada, dado que la utilización de insecticidas no ha probado ser una técnica viable, por factores que afectan el buen resultado de esta estrategia, tales como: 1) la altura de la planta si el cultivo ya esta cerrado cuando los gusano se presentan en picos poblacionales altos, no es posible una buena aplicación. 2) Los huevos son colocados durante un periodo prolongado, dependiendo de las condiciones climáticas. 3) Es difícil localizar oportunamente las áreas infestadas, ya que el daño solo es notorio hasta avanzado el periodo vegetativo. 4) La movilidad de los productos químicos en los suelos pesados es mínima.

Entre las medidas de combate integrado se consideran: trampas de luz, cultivos trampa y el biológico, aradura.

Un estudio llevado a cabo por Barreno (5) en la costa sur de Guatemala, demuestra estadísticamente que los coeficientes de variación expresan una alta variación entre las características físicas y químicas de los suelos y altura sobre el nivel del mar con relación a la población de chinche hedionda de la raíz. Demuestra que las variedades de caña de azúcar mas

afectadas por la chinche hedionda son: CP-721312 , PINDAR , Q-102 , CUB-8751 . Además menciona que no existe fluctuación poblacional a través del tiempo y que no existe relación entre las variables del suelo y las poblaciones.

En otro estudio llevado a cabo en la finca El Baúl, Sta. Lucia Cotz. Escuintla, se definió que la altura a la que se concentra la mayor población de chinche hedionda es a los 600 msnm. La variedad de caña mas afectada es la CP-722086, seguida por B-49119, CUB-8751 y PINDAR. Se definió que Junio es el mes de mayor concentración poblacional y Abril el de menor concentración. Se determinó también concentraciones poblacionales altas con relación al contenido de humedad del suelo (23).

3.2.2 Descripción del Area en estudio

3.2.2.1 Ubicación y Area:

El estudio se realizó en la finca El Baúl, del municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Ubicado entre las coordenadas 14°22'40.8" Latitud y 91°1'8.4" Longitud, a 540 msnm y a 94 kilómetros de la ciudad capital. Específicamente en el sector No.3, sección 19 de dicha finca, en un área de 3 manzanas (17).

3.2.2.2 Suelos:

Son suelos de textura franco-arenosa, un pH medio de 6.15, un porcentaje de humedad promedio de 25.17 %, una media de materia orgánica de 3.34% y una media de contenido de arcilla de 7.75%, limo 23.25% y arena 68.99% (17).

3.2.2.3 Clima:

El área presenta una precipitación media anual para los últimos tres años de 5305.44 mm, una temperatura media de 26 °C, una mínima de 22°C y una máxima de 31°C, humedad relativa de 72 %.

Clasificada como zona de vida: Bosque Muy húmedo Subtrópical cálido (17).

3.2.2.4 Epoca:

El estudio se realizó de enero de 1995 a mayo 1998.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar las especies, la fluctuación poblacional y su distribución vertical de tres plagas de la raíz en caña de azúcar: gallina ciega (*Phyllophaga* spp), gusano alambre (*Agriotes* spp y *Conoderus* spp) y chinche hedionda (*Scaptocoris* spp), en la finca El Baúl, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar que especies de insectos plaga de la raíz se encuentran en la caña de azúcar.
- Conocer los períodos de mayor y menor población de cada una de las especies de insectos plaga de la raíz a través del tiempo.
- Conocer a que profundidad se concentra la población de los insectos plaga.
- Determinar el efecto de las condiciones edáficas: %de materia orgánica, % de humedad y pH; y la precipitación pluvial sobre la población de cada uno de los insectos plaga de la raíz.

V. HIPOTESIS

Las poblaciones de las tres plagas de la raíz más frecuentes en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp), fluctúan de forma irregular, se encuentran de los 0 a los 30 cm de profundidad del suelo y tienen relación con las características edáficas.

VI. METODOLOGIA

6.1 Especies que afectan la raíz de la caña de azúcar :

En cada muestreo se colectaron los insectos que encontrados, se les conservo mediante la técnica de alcohol; que consiste en hervir agua y al punto de ebullición sumergir los insectos por un minuto y sacarlos; luego ponerlos en frascos con alcohol al 70% para su conservación y preservación. Este proceso se realizó, para evitar que las larvas pierdan su color blanco (de lo contrario se oscurecen), no así para los adultos de chinche hedionda que solo se conservaron en alcohol. Se identificaron los frascos de cada uno de los géneros de insectos muestreados y se llevaron al laboratorio de entomología de CENGICAÑA para determinar las especies utilizando las claves taxonómicas de Morón (18), así también se mandaron muestras al laboratorio de entomología de la FAUSAC para corroboración de las mismas.

6.2 Fluctuación Poblacional:

6.2.1 Muestreo:

Se tomaban 25 muestras de 0.027 m^3 ($0.3 \times 0.3 \times 0.3 \text{ m}$), cada 15 días, ubicándolos en un macollo de caña y levantándolo completamente haciendo la calicata exactamente por debajo de donde se ubicaba dicho macollo, cada 5 surcos y cada 21 m. de diferencia en longitud entre macollo y macollo, se ubicaba el siguiente punto a muestrear. Distribuyendo los sitios de muestreo a través del campo de la mejor manera posible, siguiendo un patrón escalonado, como se observa en la figura 1, con distanciamiento de 10 m entre surcos y 21 m longitudinales entre macollos. Realizando cada día de muestreo el inicio, en un punto diferente al anterior muestreo realizado.

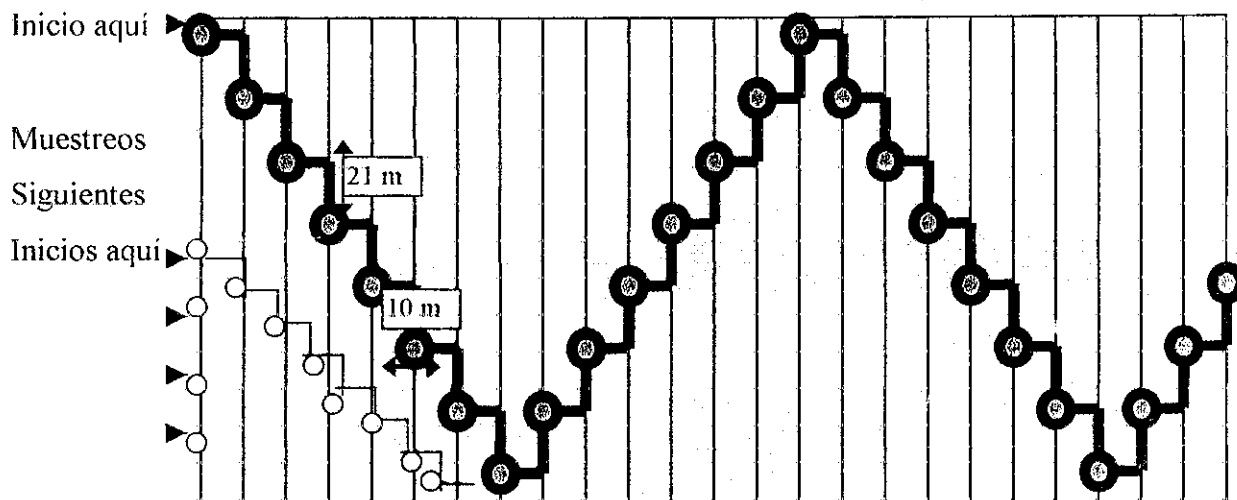


Figura 1. Método de muestreo "sistemático con inicio al azar".

6.2.2 Variable Respuesta:

- La variable respuesta fue la densidad de la población de insectos plaga de la raíz.

| TRATAMIENTO | No. DE INDIVIDUOS |
|-------------|------------------------------|
| 1. | adultos de chinche hedionda. |
| 2. | larvas de chinche hedionda. |
| 3. | larvas de gusano alambre. |
| 4. | larvas de gallina ciega. |

6.3 Distribución vertical:

6.3.1 Elaboración de calicatas:

Se realizaron calicatas de 1 m² con una profundidad de 2.1 m, cada 30 días, ubicándonos en el campo en un punto al azar, luego se escogía un macollo de caña cualquiera y se procedía a levantarlo y limpiar el área aledaña, se tomaba la medición de 1 m², y se procedía a excavar haciendo el conteo y clasificación de insectos según estrato de suelo de 30 cm. Luego se procedía a cubrir la calicata con el mismo suelo y a colocar nuevamente el macollo de caña.

6.3.2 Variable Respuesta:

Se tomo el número total de insectos adultos y ninfas al igual que en la fluctuación poblacional, con la diferencia que se tomo el número de cada uno de ellos según la profundidad en la que se encontró.

Tratamientos: Las profundidades consideradas fueron las siguientes:

| TRATAMIENTO | PROFUNDIDAD (cm) |
|-------------|------------------|
| 1. | 0 a 30 |
| 2. | 31 a 60 |
| 3. | 61 a 90 |
| 4. | 91 a 120 |
| 5. | 121 a 150 |
| 6. | 151 a 180 |
| 7. | 181 a 210 |

6.3.3 Metodología de muestreo de suelo:

Cada vez que se llevaba a cabo un muestreo se tomaba submuestras de suelo del mismo número de calicatas (25)(figura 1) formando luego una muestra madre de aproximadamente 0.45 kg, producto de haber mezclado homogéneamente las 25 submuestras transportándolas en bolsas de plástico, para obtener: % de materia orgánica, % de humedad y pH.

6.4 Análisis:

Para definir las fluctuaciones se graficó el comportamiento de las poblaciones en el tiempo (densidad vrs. tiempo) conjuntamente con la precipitación pluvial.

Para la distribución vertical se graficó las densidades poblacionales de insectos por estrato, es decir, el número de insectos en función del tiempo y la profundidad a la que se encontraban. Con la base de datos de poblaciones insectiles y características edáficas se procedió a correr el análisis estadístico multivariado de correlaciones canónicas mediante el paquete estadístico SAS. Para determinar la influencia de los factores edáficos sobre la densidad poblacional de ninfas y adultos de los diferentes insectos las correlaciones canónicas evalúan las variables del primer grupo (bióticas=poblaciones insectiles) y las del segundo (abióticas=condiciones del suelo) y las transforma logarítmicamente en funciones lineales de dos conjuntos de variables, que luego gráfica para determinar la forma en que están más estrechamente relacionados. Pero este análisis solo nos indica si existe correlación o no y valor estadístico de esta (valor canónico); por lo que se hace necesario emplear un análisis de regresión múltiple para definir estadísticamente el monto real de influencia de las variables abióticas sobre las bióticas, es decir, cuantas unidades de cualquier característica del suelo modifican las poblaciones de insectos en una unidad. Este análisis también se corrió mediante el paquete estadístico SAS.

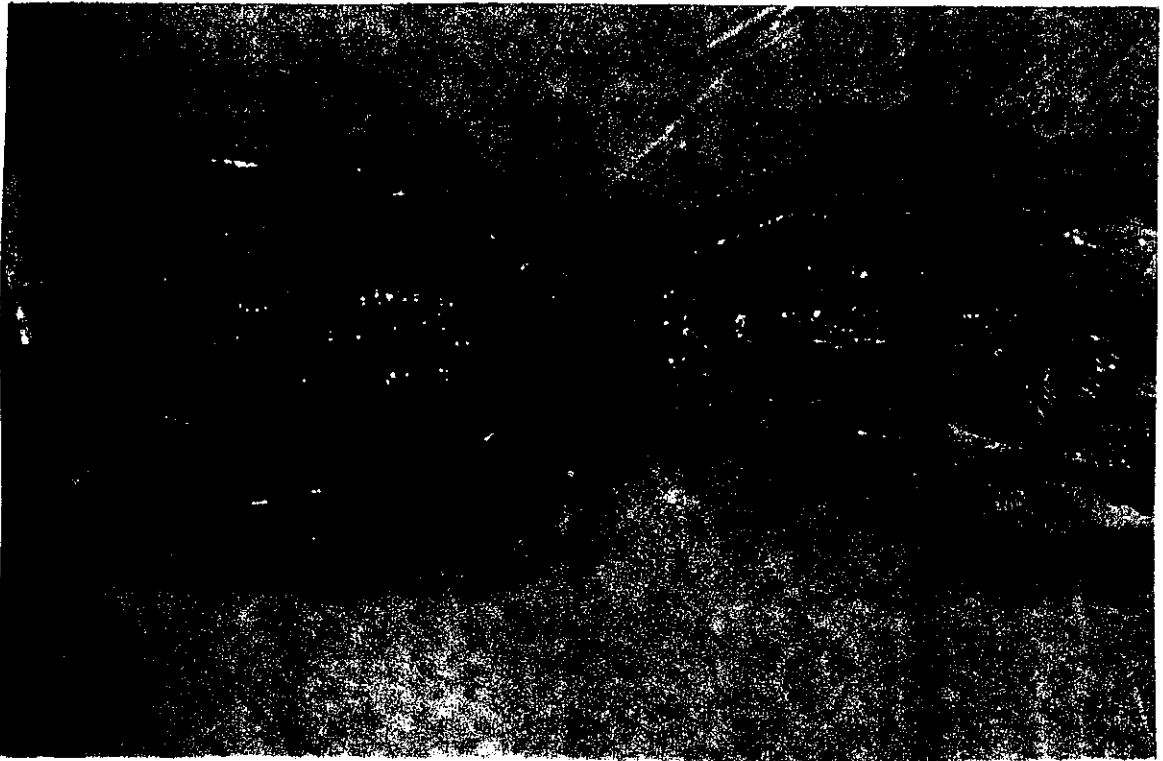
VII.RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Determinación de Especies

7.1.1 Chinche Hedionda:

Luego de analizar a los insectos según sus características fenotípicas y comparando las mismas con las claves taxonómicas, se obtuvo que los insectos encontrados e identificados como chinche hedionda, pertenecen a la especie: *Scaptocoris talpa*.

Se puede corroborar mediante la fotografía y las características mencionadas en la revisión de literatura, como: grosor de patas traseras (excavadoras), color del insecto, setas.



Fotografía 1 "Chinche Hedionda (*Scaptocoris talpa*) Muestreados en la finca El Baúl, Santa Lucía Cotz., Escuintla"¹

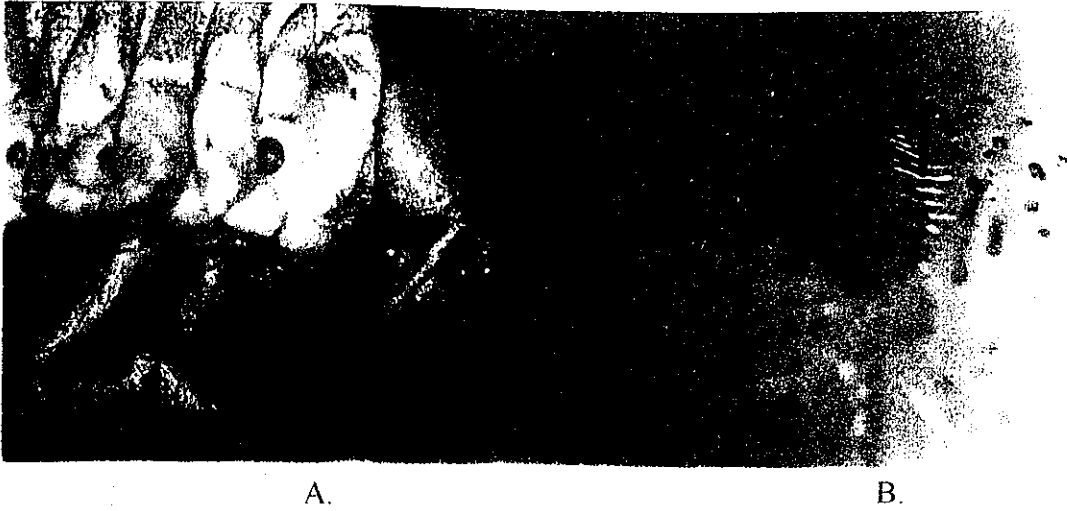
7.1.2 Gallina Ciega:

Se determinó tres géneros de insectos distintos, siendo estos los géneros: *Phyllophaga*, *Anomala* y *Cyclocephala*. Siendo las especies específicas de cada una, las siguientes:

Phyllophaga valeriana, *Anomala* sp y *Cyclocephala* sp En las fotografías se pueden observar las características generales de cada una de las especies, así como la característica propia de identificación como lo es el último segmento abdominal, específicamente la región anal, observando el septum y analizando en función de las claves taxonómicas. (Apéndice 2).

¹ Tomado por: Luis V. Macz. 1998.

7.1.2.1 *Phyllophaga valeriana*

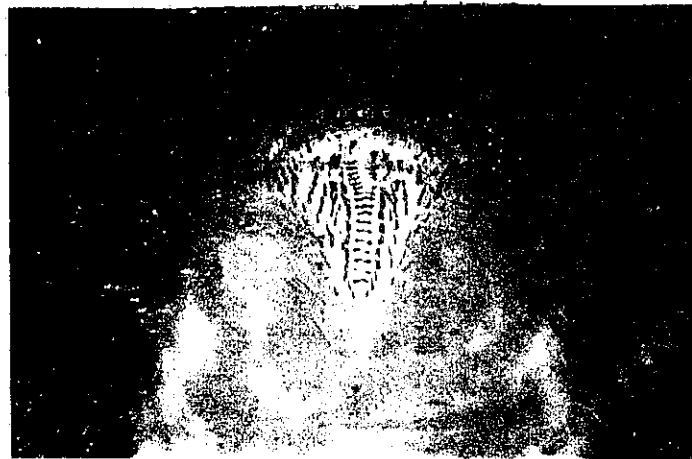


Fotografía 2 *Phyllophaga valeriana*. A. Larva del insecto². B. Raster, mostrando la palidia en forma arqueada, con 15-20 pares de palis, así como la región anal en forma de "Y"³.

7.1.2.2 *Anómala* sp.



A.



B.

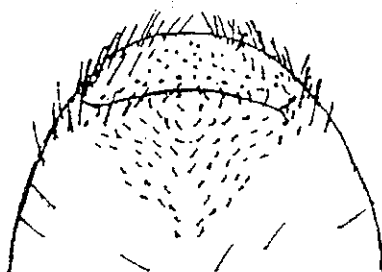
Fotografía 3 *Anómala* sp. A. Insecto adulto². B. Raster de larva, mostrando la palidia de forma paralela, con palis cortos y escasos. Región anal en forma semicircular¹.

²Tomada por: Luis V. Macz, 1998.

³Tomada de: Morón, M. A., 1986. El género *Phyllophaga* en México.

7.1.2.3 *Cyclocephala* sp.

A.

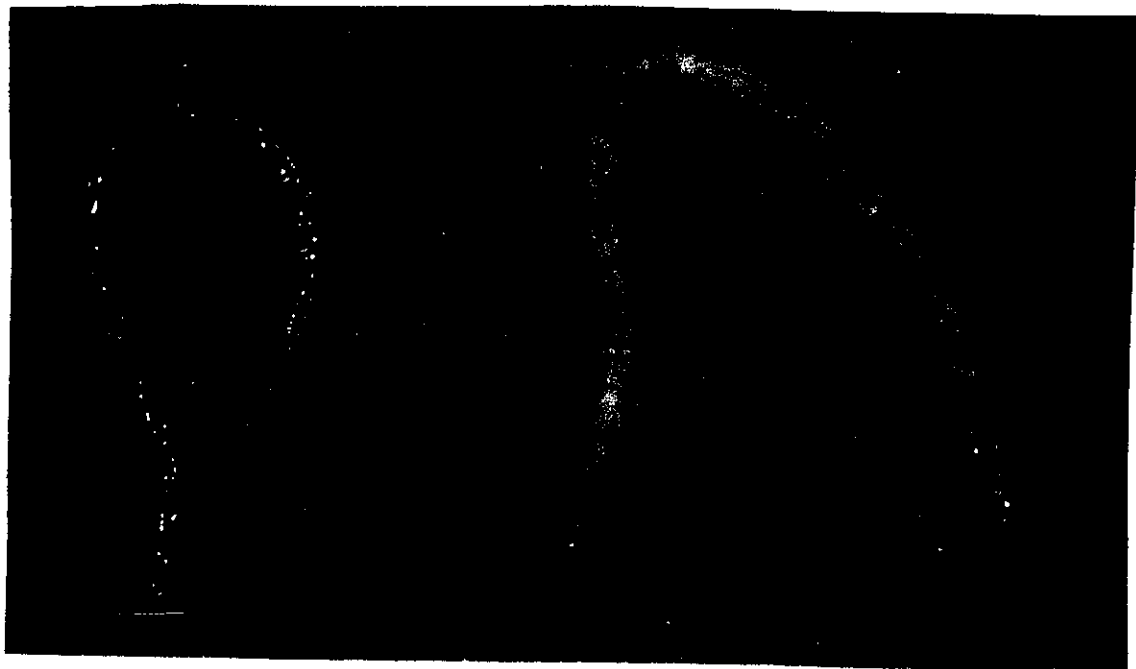


B.

Fotografía 4 *Cyclocephala* sp. A. Insecto adulto. B. Raster, mostrando la ausencia de palidia, con la región anal en forma semicircular⁴.

7.1.3 Gusano Alambre

Se determinó dos géneros de gusano alambre, siendo estos; *Agriotes* sp y *Conoderus* sp.



A.

B.

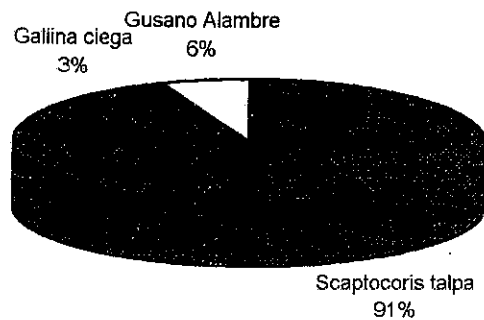
Fotografía 5 A. Larva de *Agriotes* sp, mostrando la gruesa coraza (exoesqueleto) que lo cubre. B. Larva de *Conoderus* sp, obsérvese la frágil consistencia del cuerpo del mismo⁵.

⁴ Tomado de: Morón. M.A. 1986. El género phyllophaga en México.

⁵ Tomada por: Luis V. Macz. 1998.

7.2 Abundancia Poblacional.

Se encontraron tres complejos de insectos de la raíz de la caña de azúcar: chinche hedionda, gusano alambre y gallina ciega. La chinche hedionda fue el grupo más abundante de los tres con un 91% del total de la población insectil, sigue gusano alambre con un 6% y gallina ciega con un 3%. Esto afirma los datos obtenidos por Barreno (5) en cuanto a la abundancia de chinche hedionda, en fincas del ingenio Concepción.

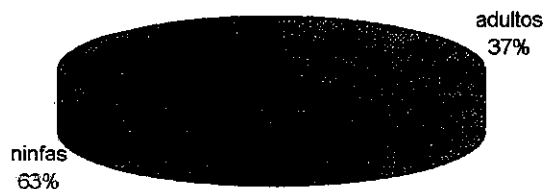


Gráfica 1 Porcentaje de poblaciones de insectos de la raíz en caña de azúcar en la finca El Baúl, Sta. Lucia Cotz. Escuintla, período 1995-1998

En la gráfica 1 se puede observar claramente que la chinche hedionda *Scaptocoris talpa* por la cantidad de individuos a las que llegan sus poblaciones es por mucho el mayor problema de plagas de la raíz en caña de azúcar con un 91% del total de insectos.

Chinche Hedionda:

Considerando la importancia de la chinche hedionda dados sus altos valores poblacionales, se analizó las poblaciones dividiéndolas en adultos y ninfas y poder observar con mayor precisión el comportamiento de este insecto en ambas fases. Para esto es necesario conocer los niveles poblacionales a los que llega cada una de las dos fases por lo que a continuación se presenta el porcentaje de cada una para el área específica del estudio durante el período que duro el mismo.

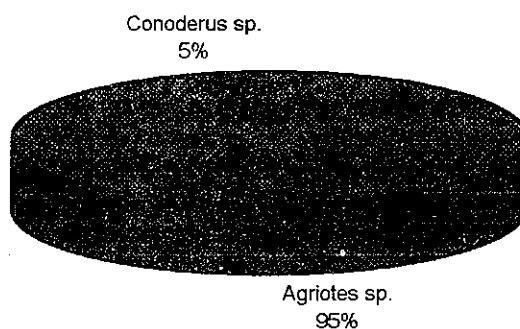


Gráfica 2 Porcentaje de adultos y ninfas, monitoreo de poblaciones de *Scaptocoris talpa*. fca. El Baúl. Sta. Lucia Cotz. Escuintla. período 1995-1998

En la gráfica 2 se observa como las poblaciones de ninfas son superiores a las de adultos alcanzando un 63% , por lo que es este estado del insecto el que representa el mayor problema para el cultivo de la caña de azúcar.

Gusano Alambre:

Siendo el segundo grupo de importancia también se clasifico por el número de géneros localizados en el área: *Agriotes* sp y *Conoderus* sp.

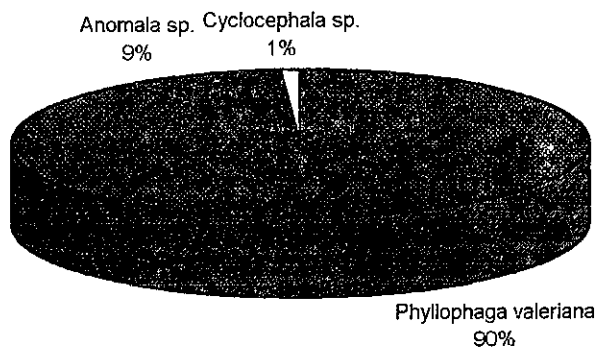


Gráfica 3 Porcentaje de cada uno de los géneros encontrados de Gusano Alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp) fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz. Escuintla, periodo 1995-1998.

En la gráfica 3 se observa claramente que las poblaciones de *Conoderus* sp son casi insignificantes (5%) ante los niveles poblacionales que alcanza *Agriotes* sp 95%, por lo que el primero no representa un serio daño al cultivo de la caña de azúcar.

Gallina Ciega:

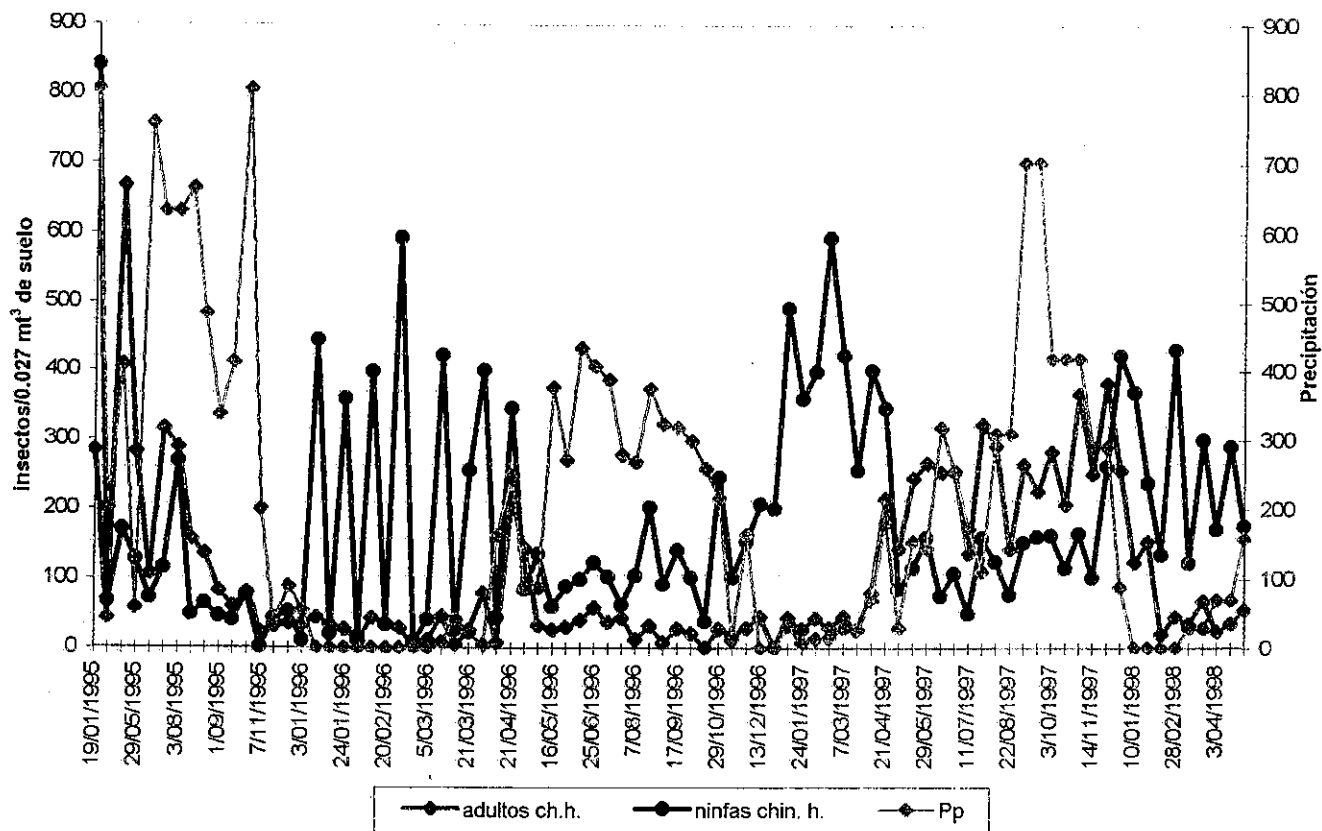
Siendo el tercer grupo en abundancia poblacional pero el mas diversificado, el porcentaje de especies es la siguiente:



Gráfica 4. Porcentaje de especies de gallina ciega monitoreadas, fca. El Baúl, Santa Lucia Cotz., Escuintla, periodo 1995-1998.

7.3 Fluctuación Poblacional.

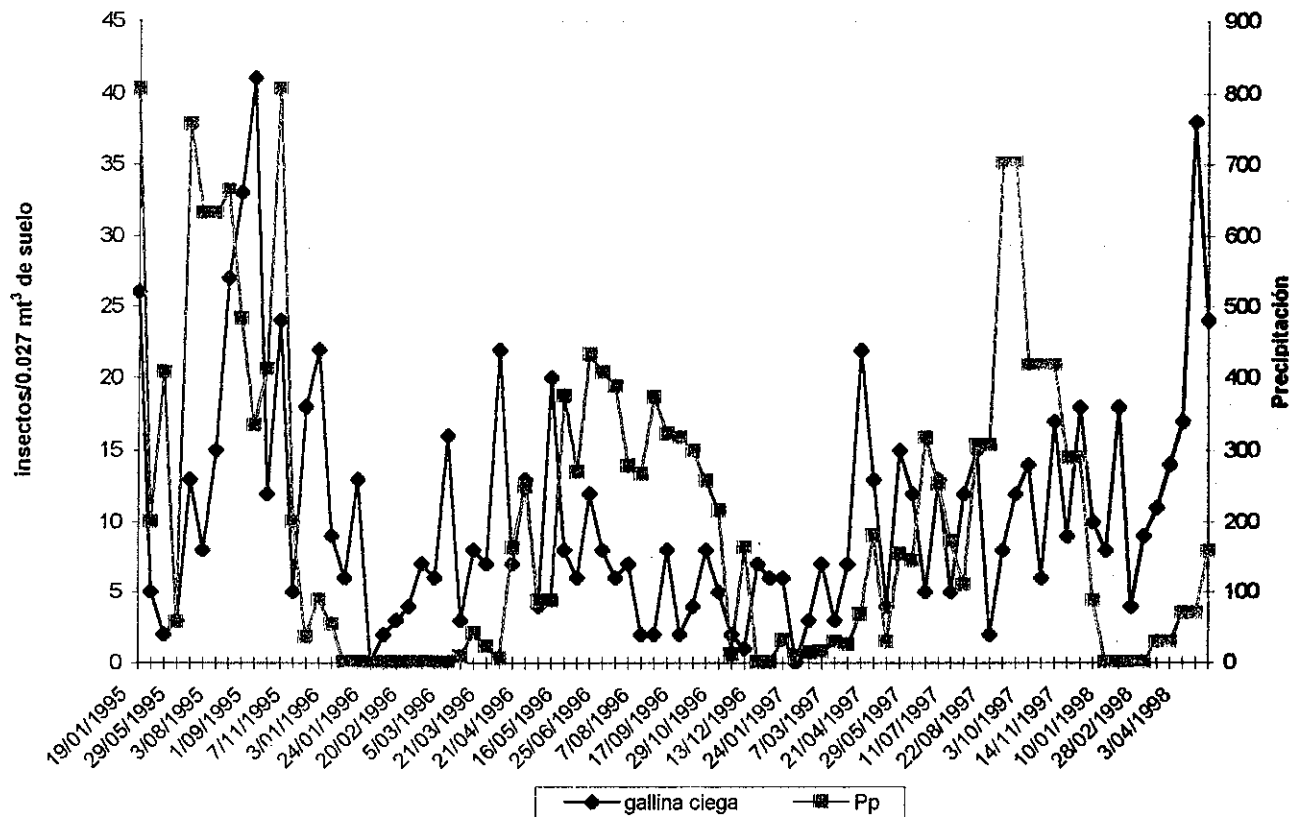
Con el propósito de conocer el comportamiento de las poblaciones de insectos y su relación con la precipitación pluvial como fenómeno que afecta directamente a todo ente biótico, se presenta a continuación las fluctuaciones poblacionales de los insectos considerados en el estudio, así como su relación con la precipitación pluvial.



Gráfica 5 Fluctuación poblacional de chinche hedionda y su relación con la precipitación pluvial en el cultivo de la caña de azúcar fca.El Baúl, Sta. Lucía Cotz. Escuintla, 1995-1998

En la gráfica 5 se observa que las poblaciones de adultos y ninfas de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) no tienen comportamientos regulares, por el contrario son bastante irregulares, aunque al observar el comportamiento de las mismas con el de la precipitación pluvial es claro que los períodos de mayor precipitación de Mayo a Octubre reducen las poblaciones tanto de ninfas como de adultos, siendo caso inverso en los períodos de poca precipitación de Noviembre a Abril se alcanzan los mayores niveles poblacionales de adultos y ninfas. Siendo este comportamiento similar durante todo el período del estudio, inversamente proporcional a la precipitación pluvial, fluctuación poblacional de tipo cíclica.

Gallina Ciega:



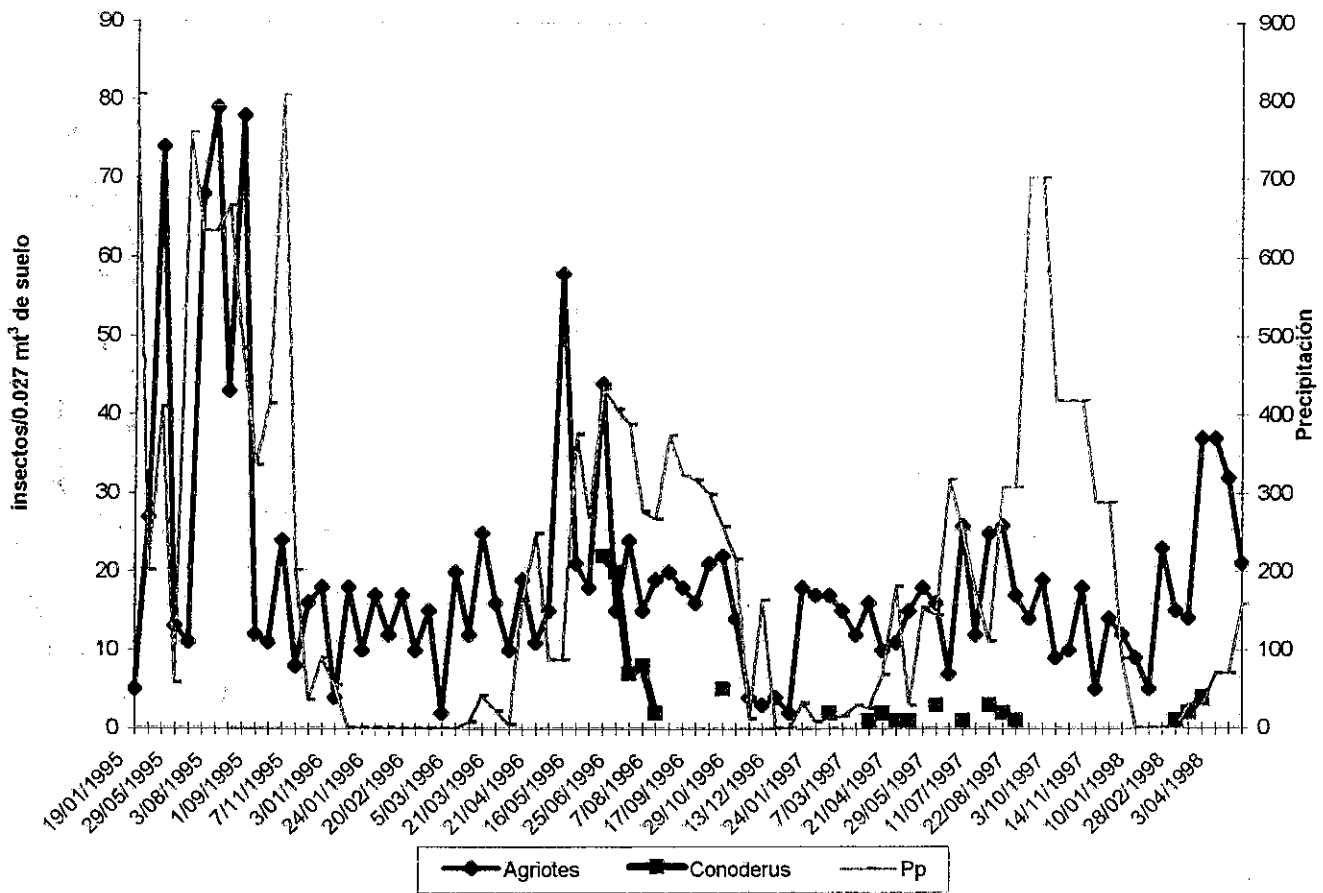
Gráfica 6 Fluctuación poblacional de gallina ciega y su relación con la precipitación pluvial en el cultivo de la caña de azúcar, fca. El Baúl, Sta. Lucía Cotz. Escuintla, 1995-1998

En la gráfica 6 se observa el comportamiento de las poblaciones de gallina ciega, siendo este bastante estable ya que las poblaciones nunca sobrepasaron lo 45 individuos con una media de 10 individuos, en relación a la precipitación pluvial se observa un comportamiento bastante estable, siguiendo ambas variables conductas similares, por lo que la relación entre ambas es directa.

Presenta un tipo de fluctuación irregular en el tiempo, alcanzando sus niveles mas altos en los meses de Abril justo antes del inicio de las lluvias y sus menores niveles en los meses de Diciembre a Enero, acompañando la época seca.

Gusano Alambre.

Para el caso de gusano alambre la fluctuación de las poblaciones se presentan de forma conjunta los géneros *Agriotes* sp y *Conoderus* sp debido a la insignificancia del segundo mencionado.



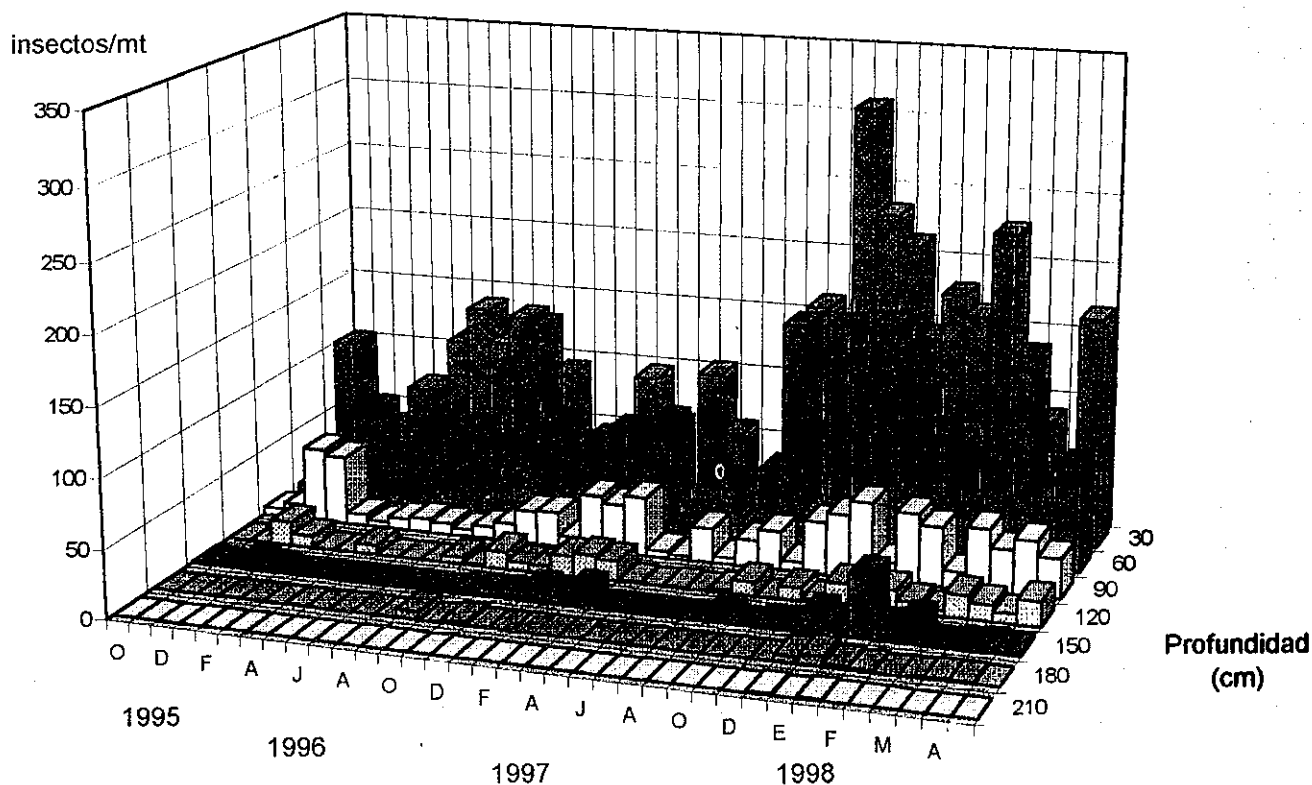
Gráfica 7 Fluctuación poblacional de gusano alambre y su relación con la precipitación pluvial en el cultivo de la caña de azúcar fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz. Escuintla, 1995-1998

En la gráfica se puede observar que las poblaciones de gusano alambre son bastante estables, manteniéndose dentro del rango de 10 a 20 con esporádicos repuntes, pero al analizar el dato de niveles de daño económico es evidente que en este lugar específico no existe problema en cuanto a pérdidas en el cultivo de la caña de azúcar, en función de la precipitación pluvial las poblaciones se mantienen estables independientemente que la precipitación fluctúe, por lo que se considera inocua, esto en relación al caso específico de *Agriotes* sp ya que en el caso de *Conoderus* sp es totalmente insignificante. Presenta un tipo de fluctuación irregular en el tiempo.

7.4 Distribución Vertical

A continuación se presenta el comportamiento de las poblaciones según la profundidad a la que se encontraron.

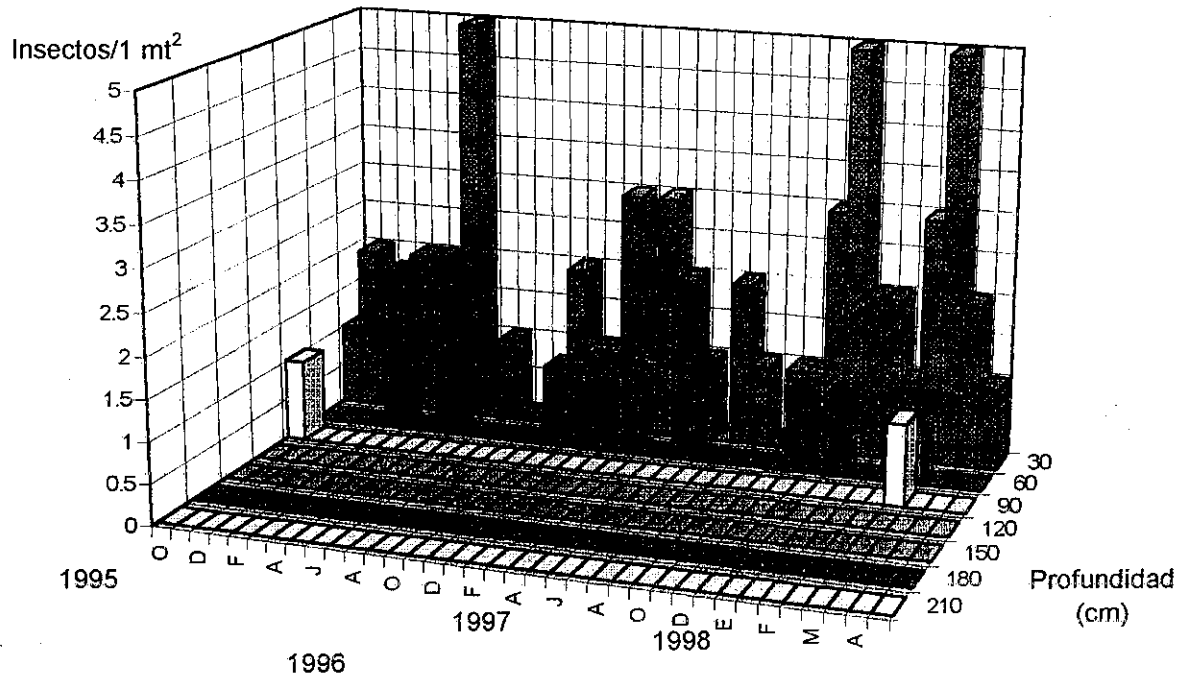
Chinche Hedionda:



Gráfica 8 Distribución Vertical en el suelo de chinche hedionda *Scaptocoris talpa* fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz., Escuintla, período 1995-1998.

En la gráfica 8 se puede observar el comportamiento de las poblaciones de chinche hedionda según la profundidad a la que se encuentran en el suelo, es notoria la concentración del insecto en los primeros cuatro estratos del suelo, es decir desde los 0 a los 120 centímetros de profundidad, ya que en este estrato se concentra el 97% de la población total de este insecto, aunque también se encuentra con frecuencia hasta los 150 centímetros de profundidad y en casos más esporádicos alcanzan los 180 centímetros de profundidad. Es de interés la profundidad que alcanza este insecto, debido a que estas profundidades no se alcanzan con las prácticas culturales habituales del cultivo de la caña de azúcar, por lo que se hace difícil llegar a ellos para su control. La chinche hedionda esta capacitada mediante la modificación de sus patas traseras para excavar galerías en el suelo, llegando a alcanzar profundidades que otros insectos no alcanzan, además sus poblaciones se ven en la necesidad de movilizarse verticalmente según las condiciones que presente el suelo por la época, ya que se ven influenciadas de forma directamente proporcional a los contenidos de materia orgánica, pero inversamente proporcional a los contenidos de humedad y pH de los suelos.

Gallina ciega:

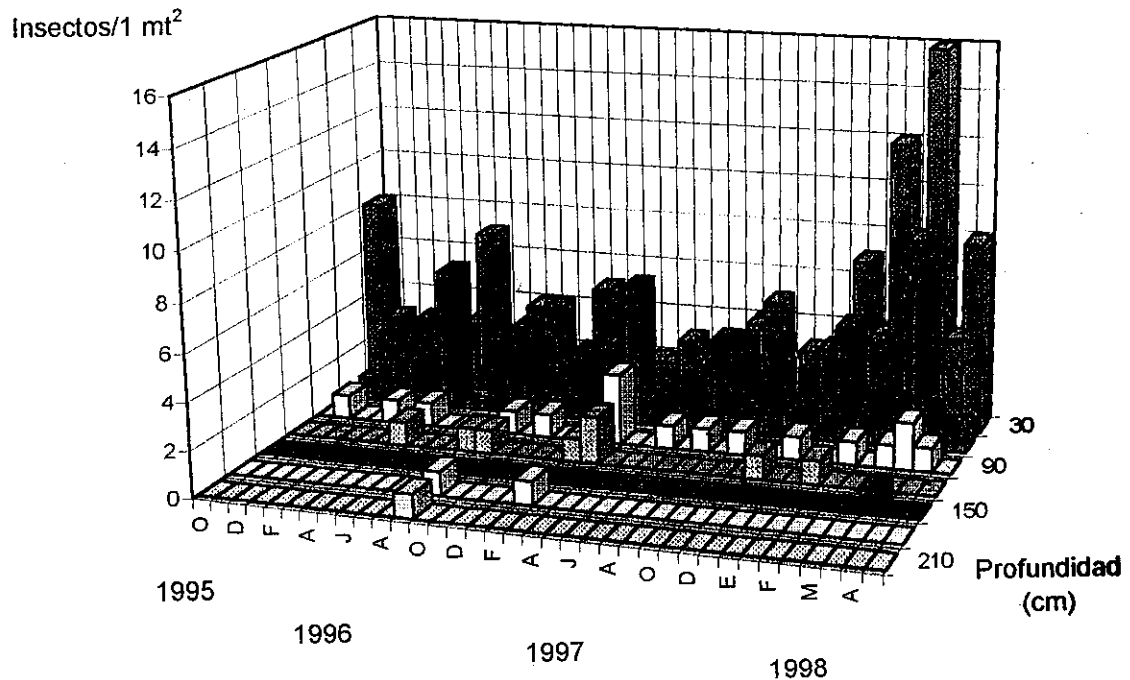


Gráfica 9. Distribución Vertical en el suelo de gallina ciega. fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz., Escuintla, periodo 1995-1998.

En la gráfica 9 la distribución vertical de las poblaciones de gallina ciega se concentran en los primeros dos estratos, es decir, en los primeros 60 centímetros de profundidad del suelo, ya que en este estrato se encuentra el 99% de la población total de este insecto, aunque se pueden llegar a encontrar hasta los 90 centímetros de profundidad en casos esporádicos y en cantidad reducida (un caso de un individuo); por lo que el monitoreo de las poblaciones así como los planes de manejo para esta plaga debe de hacerse en los primeros 60 centímetros de profundidad y no solo los primeros 30 cm como se lleva a cabo, debido a que al obviar el muestreo del segundo estrato se obvia un gran número de individuos de la plaga afectando dichos muestreos, y a profundidades mayores es inútil realizar muestreos debido a que el insecto no se encuentra.

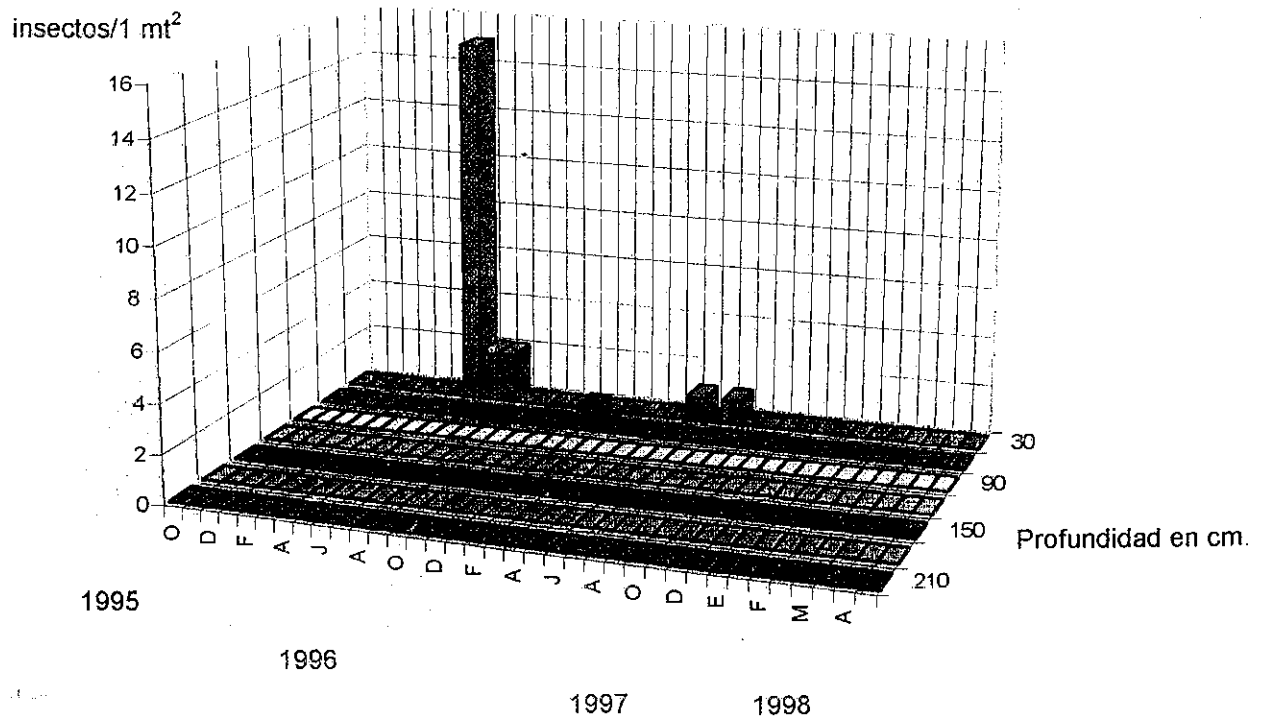
La profundidad alcanzada por este insecto esta influenciada directamente con la humedad que puede encontrar en cada estrato ya que es una variable edáfica directamente proporcional a las poblaciones, así como la materia orgánica que es básicamente su fuente de alimento y la cual por principio natural su concentración se limita al estrato superficial en todos los suelos.

Gusano de alambre:
Agriotes sp:



Gráfica 10. Distribución Vertical en el suelo de Gusano alambre *Agriotes* sp fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz. Escuintla, período 1995-1998

En la gráfica 10 se observa la tendencia de las poblaciones de gusano alambre (*Agriotes* sp) a concentrarse en los primeros 60 centímetros de profundidad del suelo, aquí se encuentra el 64% de la población total del insecto, aunque no por esto se limita a esta profundidad, por el contrario, ya que este insecto es capaz de construir galerías hasta los 210 centímetros de profundidad, lo que tiende a ocurrir en los meses de mayor acumulación de humedad en el suelo debido a las precipitaciones (Septiembre); así también en Febrero por su escasa precipitación, cabe recordar que este insecto tiene problemas con suelos mal drenados por lo que mucha o poca humedad lo afectan buscando mayores profundidades para evitarlas. Es de hacer notar que las poblaciones no llegan a los 10 individuos y la categorización de poblaciones para niveles de daño que nos indica la literatura, nos muestra que el primer nivel de 0 a 50 individuos por metro cuadrado: no causan daño al cultivo por lo que las poblaciones en este caso no representan un daño al cultivo.

Conoderus sp.:

Gráfica 11. Distribución Vertical de *Conoderus sp* fca. El Baúl, Sta. Lucia Cotz., Escuintla, período 1995-1998.

Se puede observar en la gráfica 11 como *Conoderus sp* se limita a los primeros 30 centímetros del suelo encontrándose en este estrato el 99% de la población total del insecto, esporádicamente a mayor profundidad (un caso) esto debido a que por su anatomía frágil y delicada es incapaz de cavar a mayores profundidades, sus poblaciones tienen repentes en los meses de Junio a Septiembre debido al periodo lluvioso, pero en general, estas poblaciones se consideran insignificantes e inócuas.

7.5 Correlación Densidad-Características edáficas:

Según análisis de los resultados obtenidos de las correlaciones canónicas a que fueron sometidos todos los datos (Apéndice 1) las poblaciones de los distintos insectos se comportaron de la siguiente forma con respecto a las características del suelo:

Chinche hedionda: este insecto posee una correlación de tipo inversa con la profundidad a la que se encuentra, la humedad del suelo y el pH del mismo. Por lo que a valores altos de cada una de estas variables menores serán las poblaciones. Esto corrobora lo obtenido en la fluctuación poblacional en relación a la precipitación y su carácter inverso, ahora estadísticamente.

Pero presenta una correlación de tipo directo con la variable Materia Orgánica por lo

que a valores altos de esta las poblaciones tienden a aumentar y si disminuye las poblaciones lo harán de la misma forma.

Posee un valor canónico alto: 0.6611, aunque el parámetro de correlación con la materia orgánica es de 12.468, lo que significa que la modificación de una unidad en el contenido de la materia orgánica modificara 12.468 unidades la población de chinche hedionda. Además un parámetro con la humedad de -0.5665 , lo que significa que la modificación de una unidad en el contenido de la humedad modificara 12.468 unidades la población de chinche hedionda

Gallina Ciega: esta presenta una relación inversa con las variables profundidad y pH. En tanto que la relación es directa con las variables humedad y materia orgánica del suelo, la correlación con estas últimas es alta por lo que se consideran significativas y útiles en un plan de manejo de la plaga.

Posee un valor canónico alto: 0.729, aunque el parámetro de correlación con la materia orgánica es de 0.099, lo que significa que la modificación de una unidad en el contenido de la materia orgánica modificara 0.099 unidades la población de gallina ciega.

Además un parámetro con la humedad de 0.0077, lo que significa que la modificación de una unidad en el contenido de la humedad modificara 12.468 unidades la población de gallina ciega.

Gusano Alambre: Este insecto sigue la tendencia de las poblaciones de gallina ciega, con una relación directa con las variables: humedad y materia orgánica del suelo.

Presenta una relación de tipo inversa con la profundidad y el pH de los suelos.

Posee un valor canónico alto: 0.8804, aunque el parámetro de correlación con la materia orgánica es de 0.2632, lo que significa que la modificación de una unidad en el contenido de la materia orgánica modificara 0.2632 unidades la población de gusano alambre.

Además un parámetro con la humedad de 0.01989, lo que significa que la modificación de una unidad en el contenido de la humedad modificara 0.01989 unidades la población de gusano alambre.

Los resultados muestran como el análisis llevado a cabo a *Conoderus* sp. Es estadísticamente insignificante, así como también los valores de pH son insignificantes mostrando valores de correlación menores de 0.35, en tanto que valores de 0.88, .073 y 0.66 para las poblaciones de *Agriotes* sp, gallina ciega y chinche hedionda respectivamente nos muestran la alta correlación con la condiciones edáficas.

Al realizar el análisis de regresión para determinar el monto real de la correlación de las variables edáficas sobre las variables bióticas (en este caso los diferentes insectos) se determinó valores insignificantes para todas las correlaciones (menores de 0.45), es decir que la magnitud en que las condiciones edáficas influyen en las poblaciones de insectos, estadísticamente se rechaza.

VIII. CONCLUSIONES

- 8.1 La especie determinada para chinche hedionda fue: *Scaptocoris talpa*; además de representar el 91% de la población total de plagas de la raíz. Para gallina ciega se determinaron las especies: *Phyllophaga valeriana* (90%), *Anómala* sp (9%) y *Cyclocephala* sp (1%); además representa el 3% del total de plagas. Para las poblaciones de gusano alambre se determinó las especies: *Agriotes* sp (95%) y *Conoderus* sp (5%); además de representar el 6% de la población total de plagas de la raíz.
- 8.2 Las poblaciones de chinche hedionda presenta sus mayores índices en los meses de Noviembre hasta Abril y sus menores niveles de Mayo hasta Octubre siguiendo un patrón inversamente proporcional a la precipitación pluvial; fluctuación de tipo cíclica.
- Las poblaciones de gallina ciega alcanzan sus niveles mas altos en los meses de Abril justo antes del inicio de las lluvias y sus menores niveles poblacionales los alcanza en los meses de Diciembre a Enero acompañando la época seca; fluctuación irregular.
- Las poblaciones de gusano alambre específicamente *Agriotes* sp alcanza sus niveles mas altos en los meses de Mayo, Junio y Julio y los más bajos en los meses de Diciembre, Enero y Febrero. *Conoderus* sp se presenta solamente en los meses de Mayo hasta Agosto de forma esporádica; fluctuación irregular.
- 8.3 Las poblaciones de chinche hedionda están concentradas en los primeros 120 cm de profundidad del suelo (97%), aunque llega a alcanzar los 210 cm de profundidad.
- Las poblaciones de gallina ciega están concentradas en los primeros 60 cm de profundidad del suelo (99%).
- Las poblaciones de gusano alambre se concentra en los primeros 60 cm de profundidad del suelo (64%), aunque se llegan a encontrar hasta los 210 cm de profundidad.
- 8.4 *Scaptocoris talpa* posee una relación directa entre la materia orgánica del suelo y sus poblaciones, pero inversa con la humedad y el pH. La precipitación pluvial se relaciona de forma inversa al comportamiento poblacional.
- Las poblaciones de gallina ciega tienen relación directa con el porcentaje de humedad y de materia orgánica de los suelos, pero inversa con el pH.
- Las poblaciones de gusano alambre tiene una relación directa con la humedad y la materia orgánica de los suelos, pero inversa con el pH.
- 8.5 Haciendo un muestreo a 30 cm de profundidad, como generalmente se acostumbra se estaría considerando únicamente el 59% del total de la población de chinche hedionda, 70% del total de gallina ciega y 38% del total de gusano alambre en el cultivo de la caña de azúcar.

IX. RECOMENDACIONES

- 9.1 Muestrear con fines de monitoreo los primeros 30 cm de profundidad del suelo, considerando que al hacerlo de esta forma se muestrea solamente un porcentaje de las poblaciones totales de los insectos, siendo estos: chinche hedionda 59%, gallina ciega 70% y gusano alambre 38%.
- 9.2 Realizar evaluaciones para control de plagas de suelo manipulando o modificando algunas variables edáficas, el pH está altamente relacionado con todos los insectos evaluados, además de existir prácticas de modificación de pH de los suelos muy usadas, el encalado (alcaliniza) y la incorporación de materia orgánica (acidifica), por ejemplo. La humedad es una variable edáfica relacionada con los diferentes géneros de insectos, aunque no de la misma forma, se recomienda evaluar el riego y los niveles de control de insectos al aplicar distintas capas de riego.
- 9.3 Implementar trabajos similares al presente con el fin de cubrir las diferentes zonas del área sembrada con caña de azúcar y conocer el comportamiento de las poblaciones bajo diferentes condiciones tanto edáficas como climatológicas que presenta la zona cañera.
- 9.4 Utilizar los registros de precipitación pluvial como referencia de predicción de poblaciones de chinche hedionda *Scaptocoris talpa* debido a su patrón de comportamiento con la misma, relación inversamente proporcional.

X BIBLIOGRAFIA

1. ADAN, C.; SIERRA, M. 1992. Evaluación de trampas para el control del complejo ronron de mayo (Coleoptera; Scarabaeidae); cantón Cerritos, Quiché, El Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
2. ASTORGA, A. 1992. Manual sobre el muestreo fitosanitario en caña de azúcar. Escuintla, Guatemala. Departamento de Investigación Agrícola Ingenio Santa Ana. Serie de Estudios Técnicos. Documento 01. 43 p.
3. BADILLA, F. 1996. Manejo integrado de jobotos *Phyllophaga* spp. (Scarabaeidae) en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. En Seminario-Taller Centroamericano sobre la Biología y Control de *Phyllophaga* sp. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 132 p.
4. BARFIELD, C.S. 1986. El muestreo en el manejo integrado de plagas. Turrialba, Costa Rica. CATIE, MIP. 60 p.
5. BARRENO, C.A. 1989. Distribución de la población de chinche hedionda de la raíz (*Scaptocoris talpa*) con la relación del ambiente en la finca Concepción, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
6. CENGICANA. 1997. Presentación de resultados de zafra 1996-1997; memoria de resúmenes. Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. p. 6.
7. COMSTOCK, J.H. 1960. An introduction to entomology. USA, Comstock. 1064 p.
8. DONIS, J.M. 1999. Comparación de trampas verdes y metro lineal para monitoreo de chinche salivosa (*Aeneolamia* spp.) en caña de azúcar (*Saccharum* spp), Siquinala, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. Facultad de Agronomía. 51 p.
9. ESCOLA NACIONAL DE AGRONOMIA (BRA.). 1964. Inseto do Brasil. Río de Janeiro, Brasil. v. 2. 351 p.
10. ESPAÑA, E. 1994. Determinación de los géneros del ronron de mayo, Coleoptera, familia Scarabaeidae, en el cantón Chacalte Sis, Cuyotenango, Suchitepequez. Investigación Inferencial. EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 p.
11. GAROZ, V. 1990. Evaluación de diferentes colores de luz-trampas para la captura de ronrones adulto de *Phyllophaga* spp. Paxorotot, Tecpán, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 38 p.

12. GARZA, G.R. 1983. Los gusanos de alambre como plagas del suelo. *En* Mesa redonda sobre plagas del suelo (2., 1983, México). Chapingo, México. Sociedad Mexicana de Entomología. p. 40-60.
13. HERNANDEZ, A. 1989. El sistema de alarma, un componente del MIP. *Tikalía*. (Gua) 8(1-2):17-18.
14. HOLDRIDGE, L.R. 1982. Ecología; basado en la zona de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San José, Costa Rica. IICA. 215 p.
15. INGENIO EL BAUL, S.A. DEPARTAMENTO AGRICOLA. Registros de muestreos de plagas, finca El Baúl, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala; 1998.
Sin publicar.
16. KING, A. 1994. Biología e identificación de Phyllophaga de importancia económica en América Central. *En* Seminario-Taller Centroamericano sobre la Biología y Control de Phyllophaga. Turrialba, C.R. CATIE. p. 33-40.
17. MACZ, L.V. 1998. Evaluación de las fluctuaciones poblacionales, distribución vertical y disposición espacial de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*), gallina ciega (*Phyllophaga* sp) y gusano alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp) periodo 1995-1997, en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinale* L.) en la finca El Baúl, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Investigación Inferencial. EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 56 p.
18. METCALF, C.L. ; FLINT, J.L. 1985. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. Trad. por Alonso Valdés. 4 ed. México, CECSA. 1208 p.
19. MIYARES SIEKAVIZZA, F.C. 1986. Evaluación de seis insecticidas en el control de *Scaptocoris talpa*, chinche hedionda de la raíz de la caña de azúcar. Investigación Inferencial. EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
20. MORALES, R. 1993. Evaluación de seis insecticidas para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp) y gusano alambre (*Agriotes* spp) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la finca Bouganvilia de la agroindustria azucarera Ingenio Magdalena S.A., La Democracia, Escuintla. EPS. Mazatenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Sur-Occidente. 39 p.
21. MORON, M.A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. México. Instituto de Ecología. 335 p.

22. ORTEGA, J.A. 1996. Metodología de muestreo de chinche salivosa (*Aeneolamia postica* Walk.) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en finca Santa Ana, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Mazatenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente, Facultad de Agronomía. 113 p.
23. PAZ VILLALOBOS. 1992. Comparación de las densidades de población de la chinche hedionda de la raíz (*Scaptocoris talpa*) con relación a variedades de caña de azúcar, altura sobre el nivel del mar y época de muestreo en la finca El Baúl, S.A., Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 30 p.
24. PEREZ Y PEREZ, P. 1992. Análisis de modelos estadísticos en el estudio de poblaciones de gallina ciega (*Phyllophaga* spp) y su relación con el ambiente en Santa Apolonia, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
25. RIOS, E. 1980. Evaluación de nueve insecticidas granulados para el control de la chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) de la raíz de la caña de azúcar. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 17 p.
26. TEJEDA POMA, V.H. 1993. Evaluación de cuatro unidades de muestreo, para estimar poblaciones de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), Siquinala, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 81 p.
27. TRUJILLO, E.; MITCHELL, W. 1982. Consurtim for international crop protection. Turrialba, Costa Rica CATIE. 50 p.

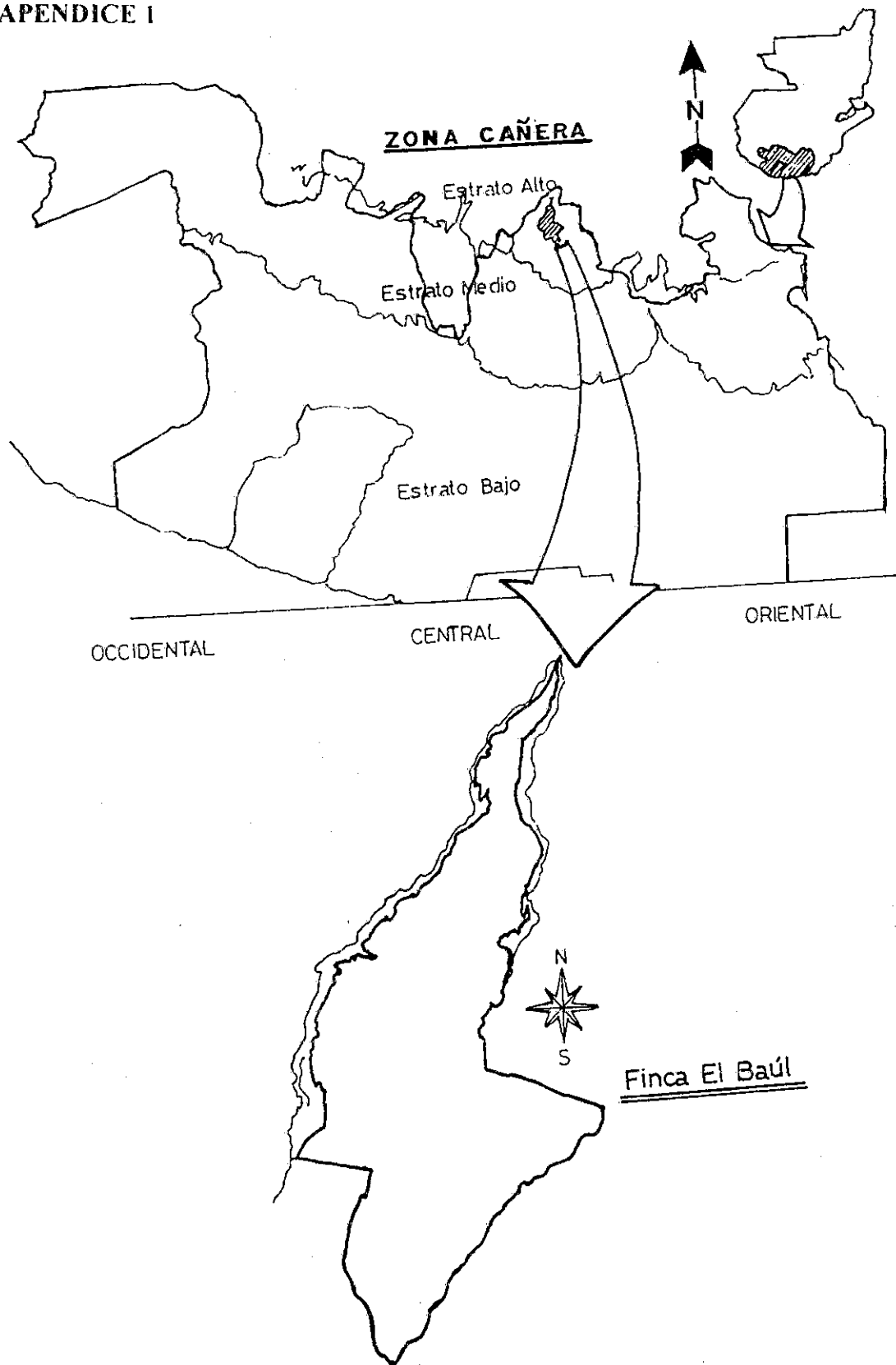


V. B.

Miriam De La Roca

XI. APENDICE

APENDICE I



MAPA 1A. AREA DE ESTUDIO PLAGAS DE LA RAIZ EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR FINCA EL BAUL, SANTA LUCIA COTZ, ESCUINTLA, INGENIO EL BAUL.

CUADRO 1.A. Valor de análisis de correlación canónica.

| ANÁLISIS DE CORRELACION CANONICA |
|----------------------------------|
| 0.582369 |

CUADRO 2.A. Aproximación al estadístico F multivariado

| | S=3 | M=0 | N=66.5 | |
|---------------|--------|------------|--------|--------------------|
| ESTADISTICO | P>F | VALOR | F | GRADOS DE LIBERTAD |
| Wilk's Lambda | 0.0001 | 0.64058797 | 5.4613 | 12 |

CUADRO 3.A. Correlaciones entre cada una de las variables y su grupo canónico

| VARIABLE BIOTICAS | VALOR CANONICO |
|-------------------------------|----------------|
| Población de Chinche hedionda | 0.6611 |
| Población de Conoderus | 0.3310 |
| Población de Gallina ciega | 0.7290 |
| Población de Agriotes | 0.8804 |
| ABIOTICAS O DEL SUELO | |
| PH | -0.6595 |
| Materia Orgánica | 0.8268 |
| Humedad del Suelo | 0.0705 |

CUADRO 4.A. Análisis de Varianza del modelo de regresión chinche hedionda-materia orgánica

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C. | P<0.05 | C.V. | R ² |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|--------|---------|----------------|
| Modelo | 1 | 151012.1 | 151012.1 | 82.353 | 0.0001 | 144.195 | 0.3687 |
| Error | 141 | 258554.8 | 1833.722 | | | | |
| Total | 142 | 409567.0 | | | | | |

Parámetro estimado: 12.4680

CUADRO 5.A. Análisis de Varianza del modelo de regresión chinche hedionda-humedad.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C. | P<0.05 | C.V. | R ² |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|--------|---------|----------------|
| Modelo | 1 | 90599.25 | 90599.25 | 40.049 | 0.0001 | 160.157 | 0.2212 |
| Error | 141 | 318967.7 | 2262.18 | | | | |
| Total | 142 | 409567.0 | | | | | |

Parámetro estimado: -0.5665

CUADRO 6.A. Análisis de Varianza del modelo de regresión gallina ciega-materia orgánica

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C. | P<0.05 | C.V. | R ² |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|--------|---------|----------------|
| Modelo | 1 | 28.6419 | 28.6419 | 36.266 | 0.0001 | 262.905 | 0.2046 |
| Error | 141 | 111.3583 | 0.78978 | | | | |
| Total | 142 | 140.00 | | | | | |

Parámetro estimado: 0.099416

CUADRO 7.A. Análisis de Varianza del modelo de regresión gallina ciega-humedad

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C. | P<0.05 | C.V. | R ² |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|--------|---------|----------------|
| Modelo | 1 | 14.93589 | 14.93589 | 16.839 | 0.0001 | 278.614 | 0.1067 |
| Error | 141 | 125.0641 | 0.88698 | | | | |
| Total | 142 | 140.000 | | | | | |

Parámetro estimado: 0.007056

CUADRO 8.A. Análisis de Varianza del modelo de regresión Agriotes-materia orgánica

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C. | P<0.05 | C.V. | R ² |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|--------|---------|----------------|
| Modelo | 1 | 200.8228 | 200.8228 | 96.255 | 0.0001 | 145.406 | 0.4057 |
| Error | 141 | 294.1771 | 2.08636 | | | | |
| Total | 142 | 495.0000 | | | | | |

Parámetro estimado: 0.263247

CUADRO 9.A . Análisis de Varianza del modelo de regresión Agriotes-humedad

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C. | P<0.05 | C.V. | R ² |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|--------|---------|----------------|
| Modelo | 1 | 118.7628 | 118.7628 | 44.508 | 0.0001 | 164.509 | 0.2399 |
| Error | 141 | 376.2371 | 2.66835 | | | | |
| Total | 142 | 495.0000 | | | | | |

Parámetro estimado: 0.019897

Apéndice 2. CLAVE PARA DETERMINACION DE GENEROS Y ESPECIES DE ESTADOS INMADUROS (LARVAS) DE GALLINA CIEGA.

1. Región anal hendida en forma de V o Y; cabeza amarillenta a anaranjada, 5-6 mm de ancho. raramente 4.5 mm; el décimo segmento abdominal con palidia bien desarrollada; región del pronoto no esclerotizada.....*Phyllophaga*.....2.
- Región anal hendida, de forma semicircular a transversal; parches de estrias en la superficie ventral de la mandíbula.....9.
2. Raster alargado con palidia irregular; pali cortos, en su mayoría comprimidos y encorvados en la punta; separados en la base por una distancia mayor o igual que el ancho basal de un palus.....3.
- Raster con palidia de forma regular; pali no encorvados; setas tegilladas extendiéndose mas allá del extremo anterior de la palidia.....4.
3. Palidium con 19-28 pali; la septula angosta, ligeramente mas ancha en la parte anterior; setas tegilladas no extendiéndose más allá del extremo anterior de la palidia.....grupo *rorulenta*.....7.
- Palidium con 3-4 pali cortos en su parte distal anterior, los pali separados irregularmente, reducidos o sustituidos por setas hamatas tegilladas en la parte posterior; numerosas setas preseptulares.....*P. solanophaga* (= *P. zumilensis*)
4. Palidia paralela, cada una con 9-10 pali muy largos, punteados, redondeados, ampliamente espaciados y dirigidos medialmente.....*P. clasypecta*
- Palidia larga, con mas de 15 pali separados de la base por una distancia igual o menor que el ancho de un palus en su base.....5.
5. Palidia paralela.....6.
- Palidia curvada, consistiendo de 16-20 pali, muy cercanos; septulum ovalado.....*P. valeriana*.
6. Palidium con mas de 22 pali, muy estrechos, en su mayoría aplanados dorsoventralmente; con mas de 40 setas hamatas tegilladas.....*P. menetriesi*.
- Pali aguzados; separados en su base por una distancia menor o igual que el ancho basal de un palus; palidium con aproximadamente 20 o menos pali y 30 o menos setas hamatas tegilladas.....*P. obsoleta*.
7. Palidia ligeramente paralela, con alrededor de 30 pali tendiendo a encontrarse o traslaparse a lo largo de la línea medial de la septula; septula estrecha, escasamente amplia en la parte medial.....*P. parvisetis*.
- Pali de tamaño y distancia variable; septula ancha en la parte medial de la palidia, conteniéndose aproximadamente de 22-25 pali cuyas extremidades no se encuentran ni

- se traslapan, con excepción de los extremos del palidium.....8.
8. Septula mas ancha en la parte medial de la palidia; pali de tamaño y separación ligeramente constante; líneas suaves a lo largo de los márgenes anteriores de las setas tegilladas, encontrándose cerca de la parte distal anterior de la palidia; región tegillar de forma triangular.....*P. vicina*.
- Líneas suaves a lo largo del margen anterior de la región tegillar, tendiendo a encontrarse mas cerca de la parte medial que de la parte distal anterior del palidium; pali a menudo separados irregularmente, comúnmente con pliegues y siempre en diferentes tamaños, de forma hamatas tegilladas o intermedias en su parte posterior, frecuentemente obtusas o deformes.....*P. elenans*.
9. Cabeza de 5-6 mm de ancho, rojo pardo, región del pronoto esclerotizada; raster con palidia menos definida; pali cortos y escasamente regulares.....*Ligyris* (*Bothynus*) *nasutus* Burm. (Dynastinae).
- Cabeza de 4.45 mm de ancho café amarillenta..... 10.
10. Raster sin palidia.....*Cyclocephala humilata* Burm. (Dynastinae)
- Raster con palidia bien definidas. pali angostos. septulum ancho, espiraculos del 7-8 segmento abdominal mas largos que el 1-6 segmento abdominal.....*Anómala* sp. (Rutelinae)

¹ Tomado de: Morón, M.A. 1986. El Género Phyllophaga en México.

Apéndice 3. CLAVE PARA DETERMINACION DE GENEROS DE ESTADOS INMADUROS (LARVAS) DE GUSANO ALAMBRE.

- 1. Larvas elateriformes con el cuerpo deprimido, un poco ensanchado en su parte media. Ultimo segmento abdominal aplanado y provisto con urogomphi. Estigmas respiratorios, abdominales situados en posición dorso-lateral..... 2.
- 1'. Larvas elateriformes cilindricas y ortosomaticas. Ultimo segmento abdominal ovalado-alargado, redondeado, sin urogomphi. Estigmas respiratorios abdominales situados en posición lateral..... 3.
- 2. Constricciones intersegmentales muy aparentes. Bordes laterales del ultimo segmento abdominal con proyecciones redondeadas. Urogomphi casi paralelos, escasamente bifurcados..... *Comoderus*
- 2'. Constricciones intersegmentales poco marcadas. Bordes laterales del ultimo segmento abdominal con proyecciones agudas, recurvadas hacia arriba. Urogomphi ligeramente divergentes y con bifurcaciones agudas también recurvadas hacia arriba..... *Aeolus*
- 3. Ultimo segmento abdominal un poco mas largo que el penúltimo. con su parte dorsal un poco aplanada, con gránulos finos, surcos longitudinales y con el extremo apical ligeramente trilobulado..... *Melanotus*
- 3'. Ultimo segmento abdominal mucho mas largo que el penúltimo segmento. con su parte dorsal convexa y lisa; el extremo apical redondeado y con dos depresiones laterobasales pigmentadas..... *Agriotes*

2

2 Tomado de: Morón M.; Terron R. 1988. Entomología Práctica. Inst. de Ecología. México.



FACULTAD DE AGRONOMIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, CENTROAMÉRICA

LA TESIS TITULADA: "FLUCTUACION POBLACIONAL Y DISTRIBUCION VERTICAL DE ESPECIES DE CHINCHE HEDIONDA GALLINA CIEGA Y GUSANO ALAMBRE DE 1995 a 1998 EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum spp.)"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: LUIS VALERIO MACZ LOPEZ

CARNET No: 9316327

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Víctor M. Alvarez Cajas
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Ing. Agr. Jorge Mario Escobar López
Ing. Agr. Guillermo A. Soria Cabrera

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DÁVILA
ING. AGRONOMO
COLEGIADO # 602

Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila

Ing. Agr. PhD. Víctor H. Salguero Navas
A S E S O R



Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E



Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



3

4