

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

ANALISIS DE MODELOS ESTADISTICOS EN EL ESTUDIO DE POBLACIONES DE  
GALLINA CIEGA (Phyllophaga sp.) Y SU RELACION CON EL AMBIENTE EN  
SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO.

TESIS

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

POR

PABLO PEREZ Y PEREZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Octubre, de 1992.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(1387)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL I:	ING. AGR. MYNOR ESTUARDO ESTRADA R.
VOCAL II:	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL III:	ING. AGR. CARLOS R. MOTTA DE PAZ
VOCAL IV:	BR. ELIAS RAYMUNDO RAYMUNDO
VOCAL V:	P.A. FRANCISCO RAFAEL IBARRA
SECRETARIO:	ING. AGR. MARCO R. ESTRADA MUY

Señores:  
Honorable Junta directiva:  
Honorable tribunal examinador:  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señores:

De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

ANALISIS DE MODELOS ESTADISTICOS EN EL ESTUDIO DE POBLACIONES DE GALLINA CIEGA (*Phyllophaga* spp.) Y SU RELACION CON EL AMBIENTE EN SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO.

Presento el mismo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Pablo Pérez y Pérez.

ACTO QUE DEDICO A:

A DIOS: COMO FUENTE DE SABER E ILUMINACION UNIVERSAL.

A MIS PADRES: FRANCISCO PEREZ (Q.E.P.D.)  
CAROLINA PEREZ DE LEON

A MIS HERMANOS: RUBIO, ERMINDA, MARTINIANO, ZENAYDA, FELIPA  
Y ROSEMARY.

A MI HIJO: P. VLADIMIR.

A MI ESPOSA: ARACELY

A MIS SOBRINOS: CLAUDIA, MARICELA, VILMA, RONY, ERIKCA, RUDY,  
PALMIRA, ELSA, PACHIC, KAREN Y MARVIN.

A MIS CUNADAS: HUMBERTINA Y MARIA.

A MI FAMILIA EN GENERAL.

TESIS QUE DEDICO:

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LOS CAMPESINOS DE GUATEMALA

A MI TIERRA NATAL: CALAPTE, IXCHIGUAN SAN MARCOS.

AGRADECIMIENTOS:

- A: MIS ASESORES:  
ING. AGR. MSC. ALVARO HERNANDEZ  
E ING. AGR. MSC. ARIEL ORTIZ, QUIENES CON SU  
VALIOSA ASESORIA Y ORIENTACION PERMITIO REALIZAR  
ESTA TESIS.
- A: DR. OSCAR CASTAÑEDA Y THOMAS URS, DE HELVETAS POR  
SU APORTE ECONOMICO PARA REALIZAR ESTA  
INVESTIGACION.
- A: LICDA. ANABELLA DE WYSS, JEFE DEL LABORATORIO DE  
SUELOS DE DIRYA POR SU COLABORACION EN EL ANALISIS  
DE MUESTRAS DE SUELOS.
- A: COLABORADORES, EXCOLABORADORES, CLIENTES Y  
PROVEEDORES DE "SERIGRAFIA SEIMSA", DE DONDE  
PROVINIERON LOS INGRESOS PARA MANTENER MI CARRERA  
UNIVERSITARIA.
- A: CADA UNA DE LAS PERSONAS QUE DIRECTA O  
INDIRECTAMENTE PARTICIPARON EN MI FORMACION  
ACADEMICA Y PROFESIONAL. ESPECIALMENTE  
ING. AGR. MACO NAJERA, RODERICO ESTRADA MUY Y MIS  
AMIGOS GABRIEL GONZALEZ Y EDGAR ALFONSO  
MONTERROSO.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

## CONTENIDO GENERAL

	PAGINA
RESUMEN.	
1. INTRODUCCION.	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
3. MARCO TEORICO.	5
3.1 Marco conceptual.	5
3.1.1 Importancia de la gallina ciega en Guatemala.	5
3.1.2 Cultivos dañados por la Gallina ciega.	5
3.1.3 Patrones típicos de daño causados por Gallina ciega.	6
3.1.4 Morfología del insecto gallina ciega.	6
3.1.5 Enemigos naturales.	7
3.1.6 Algunas especies de <i>Phyllophaga</i> spp. identificadas para Guatemala.	8
3.1.7 Muestreo de insectos del suelo.	8
3.1.8 Patrones de dispersión de los insectos del suelo.	9
3.1.9 Estimación de la población de insectos del suelo.	10
3.1.10 La distribución de Poisson.	12
3.1.11 El muestreo según la ley de Poisson.	13
3.1.12 Prueba de ajuste de la ley de Poisson.	13
3.1.13 Las distribuciones de Contagio.	15
3.1.14 El muestreo según la Binomial Negativa.	17
3.1.15 Localización espacial de las muestras.	19
3.1.16 Tamaño de la unidad de muestreo.	20
3.1.17 Modelo estadístico.	21
3.1.18 Modelos de regresión múltiple.	21
3.1.19 Evaluación de un modelo de regresión múltiple.	21
3.1.20 Sistema de análisis estadístico.	22
3.1.21 Procedimientos para eliminar variables no significativas en modelos de regresión múltiple.	23
3.1.22 Investigaciones sobre gallina ciega utilizando modelos estadísticos.	23
3.2 Marco referencial.	24
3.2.1 Descripción de la aldea de Panatzán.	24
3.2.2 Descripción de la aldea de Parajbey.	24
4. OBJETIVOS.	26
5. HIPOTESIS.	26

6.	METODOLOGIA.	27
6.1	Metodología para determinar el patrón de dispersión.	27
6.2	Metodología para la identificación de especies de gallina ciega.	29
6.3	Metodología para estimar los modelos estadísticos de la población de larvas.	30
7.	RESULTADOS Y DISCUSION.	34
7.1	Resultados y discusión patrón de dispersión.	34
7.2	Resultados y discusión identificación de especies de gallina ciega.	38
7.3	Resultados de la estimación de los modelos estadísticos de la población de larvas.	44
8.	CONCLUSIONES.	51
9.	RECOMENDACIONES.	52
10.	BIBLIOGRAFIA.	53
11.	APENDICE.	57

#### INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Distribución de <i>Phyllophaga</i> spp. parcela con 17% de pendiente.	37
2. Distribución de <i>Phyllophaga</i> spp. parcela con 25% de pendiente.	37
3. Distribución de ronrones de mayo en aldea de Panatzán.	40
4. Genitalia de <i>Phyllophaga menetriesi</i> .	41
5. Ronrones de mayo de <i>Phyllophaga menetriesi</i> .	41
6. Genitalia de <i>Phyllophaga tumulosa</i> .	42
7. Ronrones de mayo de <i>Phyllophaga tumulosa</i> .	42
8. Genitalia de <i>Phyllophaga fulviventris</i> .	43
9. Ronrones de mayo de <i>Phyllophaga fulviventris</i> .	43



## INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
Cuadro 1. Análisis de varianza para un modelo de regresión múltiple.	22
Cuadro 2. Número de ronrones de mayo distribuidos en la parcela con 17% de pendiente.	34
Cuadro 3. Número de ronrones de mayo distribuidos en parcela con 25% de pendiente.	35
Cuadro 4. Comparación de X <sup>2</sup> calculado contra X <sup>2</sup> tabulado.	36
Cuadro 5. Análisis de varianza para el modelo general de regresión.	44
Cuadro 6. Coeficientes estimados para el modelo general de regresión.	44
Cuadro 7. Análisis de varianza para el modelo reducido 1.	46
Cuadro 8. Coeficientes estimados para el modelo reducido 1.	46
Cuadro 9. Análisis de varianza para el modelo reducido 2.	47
Cuadro 10. Coeficientes estimados para el modelo reducido 2.	47
Cuadro 11. Análisis de varianza para el modelo reducido 3.	48
Cuadro 12. Coeficientes estimados para el modelo reducido 3.	48
Cuadro 13. Análisis de varianza para el modelo reducido 4.	49
Cuadro 14. Coeficientes estimados para el modelo recudido 4.	49

ANALISIS DE MODELOS ESTADISTICOS EN EL ESTUDIO DE POBLACIONES DE GALLINA CIEGA (*Phyllophaga* spp.) Y SU RELACION CON EL AMBIENTE EN SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO.

Analysis of statistics models to study of poblacion white Grubs (*Phyllophaga* spp.) and its relations with environments in Santa Apolonia, Chimaltenango.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en las localidades de Panatzán y Parajbey, municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango, donde existe un problema severo de gallina ciega. El propósito fué determinar el Patrón de dispersión, identificación de especies de gallina ciega, *Phyllophaga* spp. y evaluar modelos estadísticos para estimar la relación existente entre el nivel poblacional de larvas de gallina ciega con las características físico-químicas del suelo, dos rangos de altura (1600 y 2100 msnm.), pendiente y profundidad del suelo en el cultivo de maíz.

Para determinar el patrón de dispersión se utilizaron dos parcelas de 20 m. x 20 m. con 17% y 25% de pendiente. Obteniéndose 100 puntos de muestreo. Al computar los resultados se determinó que el patrón de dispersión para *Phyllophaga* spp. es Agregada para la parcela con 17% de pendiente y al Azar para la parcela con 25% de pendiente.

La identificación de las especies se hizo capturando ronrones de gallina ciega por medio de trampas de luz, los que fueron determinadas por el profesor Alvaro Hernández y el autor del presente trabajo, en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía USAC. definiendo que las especies encontradas en la zona son: *Phyllophaga menetriesi* (Blanch), *Phyllophaga tumulosa* (Bates) y *Phyllophaga fulviventris*

La actividad de campo para estimar los modelos estadísticos, se realizó en las aldeas de Panatzán con 1,600 msnm. y Parajbey con 2,100 msnm. con el objeto de evaluar la variable altura. Se realizaron dos muestreos, en Julio y Agosto de 1991, en cada unidad de muestreo se estimó la

pendiente, la profundidad del suelo (Horizonte A), temperatura de 0.00 a 0.15 m. y de 0.15 a 0.30 m. del suelo, el número de larvas y se tomó una muestra de suelo para su análisis en el laboratorio para determinar las características físico-químicas.

Los datos obtenidos fueron procesados por el Sistema de Análisis Estadístico (SAS), generando un Modelo Estadístico General y cuatro modelos estadísticos reducidos.

De los cuatro modelos reducidos se infiere que la profundidad del suelo indica un incremento del número de gallinas ciegas. Las variables Arena, Temperatura en el estrato de 0.15 a 0.30 m y la altitud demuestran una disminución de la población de larvas, siendo la altitud la que actúa con mayor adversidad. Lo que denota que conforme la altura va en aumento la población de larvas de gallina ciega disminuye.

Se considera necesario realizar investigaciones similares a la presente en zonas del país donde se presenta el problema de la gallina ciega, para reforzar los criterios aquí establecidos, así como cuantificar económicamente los daños atribuidos a este insecto y recomendar estrategias de control para el manejo de esta severa plaga del altiplano del país.

## 1. INTRODUCCION:

El insecto gallina ciega *Phyllophaga sp.* pertenece a un grupo de coleópteros distribuidos en todo el mundo, habiéndose descrito aproximadamente 20,000 especies. De ellos gran número causa pérdidas de importancia económica en los cultivos, al destruir principalmente el sistema radicular, Metcalf y Flint (11).

En Guatemala, la presencia de gallina ciega ha estado presente en casi todos los campos agrícolas y su distribución es a nivel nacional, sin embargo su impacto se ha manifestado en los últimos años, cuando los daños empezaron a acelerarse y como consecuencia las pérdidas económicas fueron notorias.

La región más afectada de nuestro país es el altiplano, principalmente los departamentos de Chimaltenango, Quiché y San Marcos. Los cultivos seriamente afectados son: *Triticum vulgare* Trigo, *Phaseolus vulgaris* Frijol, *Zea mays*, Maíz, donde se han reportado pérdidas hasta del 100% de los cultivos, Hernández (7).

En la actualidad no se cuenta con métodos adecuados de control y el uso tradicional de insecticidas resulta inefectivo para reducir las poblaciones de larvas, como consecuencia las pérdidas económicas para los agricultores siguen manifestándose.

Inicialmente se deben hacer estudios de la plaga en su medio natural, específicamente en el suelo donde la larva de gallina ciega pasa la mayor parte de su ciclo de vida, provoca el daño y completa su ciclo biológico. Otro aspecto de importancia es conocer las especies de gallina ciega presentes en las zonas agrícolas y no agrícolas.

El trabajo de investigación comprendió las siguientes fases: Estimar el patrón de dispersión de la gallina ciega en el suelo,

identificación de especies y analizar modelos estadísticos para relacionar el número de larvas de gallina ciega con factores y elementos del clima.

El estudio se localizó en Santa Apolonia Chimaltenango, en las aldeas de Panatzán y Parajbey con altitudes de 1,600 y 2,179 msnm respectivamente.

La estimación del patrón de distribución se realizó haciendo un muestreo de preimagos del ronron de mayo, en dos parcelas de 20m. x 20 m., estimándose que la distribución de la gallina ciega es Agregada para la parcela con 17% de pendiente y al Azar para la parcela con 25% de pendiente.

La identificación de especies se realizó capturando ronrones de mayo con trampas de luz, posteriormente se separaron en tres grupos por su morfología. La identificación se realizó en la Facultad de Agronomía, USAC, a la vez se envió una réplica para su identificación a CATIE de Costa Rica. Las especies identificadas fueron: *Phyllophaga menetriesi*, *Phyllopaga tumulosa* y *Phyllophaga fulviventris* (Apendice 1).

Para determinar los modelos estadísticos se hicieron dos muestreos de larvas con treinta días de diferencia uno de otro, para obtener datos de cada una de las variables planteadas en el modelo general. Los análisis de suelo para cada localidad se realizaron en el laboratorio de suelos de La Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, DIRYA.

Al computar el modelo estadístico general, este fué significativo. Analizando independientemente cada variable, se determinó que solamente la altitud y la profundidad del suelo, son significativas por lo que se procedió a generar modelos estadísticos reducidos del modelo general.

De los cuatro modelos estadísticos reducidos generados, se infiere que la profundidad del suelo indica un incremento de las poblaciones de

gallina ciega, las variables % de arena, temperatura en el estrato de 0.15 a 0.30 m. del suelo y altitud, demuestran una disminución de la población, siendo la altitud la que presenta mayor adversidad.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gallina ciega *Phyllophaga sp.* (Coleóptera: Scarabaeidae), es una plaga que ha venido incrementando sus daños año con año en los cultivos de granos básicos: Maiz, (*Zea mays*), trigo (*Triticum vulgare*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) especialmente las regiones del altiplano. Los departamentos más afectados han sido Chimaltenango, San Marcos y El Quiché, donde los rendimientos se redujeron desde un cincuenta por ciento como mínimo hasta pérdidas totales. Hernández (7)

La gallina ciega es un insecto holometábolo, cuyo ciclo de vida incluye los estados biológicos de: huevo, larva, pupa y adulto. En el estado de larva produce el mayor daño, especialmente en el tercer estadio larval. El daño observado consiste en muerte de plantas, destrucción parcial o total del sistema radicular, escaso desarrollo vegetativo y plantas amarillentas en manchones propensas al acame, teniendo como implicación pobres rendimientos y pérdidas económicas para los agricultores.

En la actualidad no hay métodos de control adecuados y el uso tradicional de insecticidas aplicados al suelo resulta ineficaz para el combate de la gallina ciega. Hernández (7)

Esto es consecuencia de no contar con suficiente investigación relacionada al comportamiento ecológico y la relación que guardan estos insectos con el ambiente del suelo donde completan su ciclo biológico. Otra limitante es no saber con exactitud que especies de gallinas ciegas

están presentes en los campos de cultivos de nuestro país y cual es el comportamiento en cuanto a hábitos alimenticios y al ataque a las plantas cultivadas. Hernández (7)

Con esta investigación se pretende identificar preliminarmente los géneros y especies de gallina ciega presentes en el área de estudio y a la vez hacer un análisis de modelos estadísticos, donde se relacionarán variables del ambiente edáfico y la variable altura en dos localidades. Las variables % de arena, % de limo, % de arcilla, temperatura del suelo, profundidad efectiva del suelo, % de pendiente, % de humedad del suelo, reacción del suelo  $p^H$ , % de materia orgánica y altura sobre el nivel del mar tienen relación directa o indirecta en el comportamiento de las poblaciones de gallina ciega, al haber una alteración en una de ellas puede existir aumento o disminución en las poblaciones de gallina ciega.

El conocimiento del patrón de dispersión de los insectos de gallina ciega en el suelo es de utilidad para realizar investigaciones y prácticas de control adecuadas para reducir las poblaciones de gallina ciega.

### 3. MARCO TEORICO.

#### 3.1 Marco conceptual.

##### 3.1.1 Importancia de la gallina ciega en Guatemala:

Hernández (7) menciona que actualmente se ha venido observando un incremento de los daños a los cultivos por plagas insectiles especialmente gallina ciega, en las regiones agrícolas del altiplano.

Los cultivos de granos básicos: maíz, trigo y frijol han sido los más afectados. Los departamentos donde más se ha intensificado el daño por esta plaga son: San Marcos, municipio de Tejutla en cultivo de trigo. Ministerio de Agricultura Ganaderia y Alimentación (MAGA) (6), Chimaltenango, los municipios de Tecpán Guatemala, Santa Apolonia, San José Poaquil, San Martín Jilotepeque, San Juan Comalapa, en el departamento de El Progreso: los municipios de Morazán y San Antonio la Paz, en el departamento de Baja Verapaz en el municipio de Cubulco, en el departamento de El Quiché los municipios de Estanzuela y Joyabay, también se reportan daños en los departamentos de Chiquimula, Alta Verapaz, Jutiapa y la Costa del Pacífico, Hernández (7).

##### 3.1.2 Cultivos dañados por la Gallina ciega

Metcalf y Flint (11) mencionan que la gallina ciega daña los siguientes cultivos: todos los pastos y granos básicos, papa, frijol, maní, fresa, rosas. Además daña material vegetal de vivero y otras plantas cultivadas. Moron (12) define que el complejo *Phyllophaga* tienen mayor incidencia sobre las especies de variedades de gramíneas.



### 3.1.3 Patrones típicos de daño causados por la gallina ciega

Metcalf y Flint (11) indican que los primeros síntomas del daño causado por la gallina ciega se pueden observar cuando dejan de crecer las plantas después de alcanzar una altura de 20 a 60 cm para el maíz. Los campos sembrados de maíz mostrarán un crecimiento poco uniforme con áreas de tamaño variable, donde las plantas están muertas o secándose. Para el cultivo de trigo el daño presenta una apariencia de manchones amarillentos de plantas raquíticas, en algunos casos plantas muertas, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA (6). Según Moron (12), el daño no se manifiesta visualmente y ocurre fenómeno de acamamiento de las plantas, esto por consecuencia del mutilamiento del sistema radicular.

### 3.1.4 Morfología del insecto de gallina ciega en su ciclo de vida.

Metcalf y Flint (11) mencionan las siguientes características: Los huevos son blancos pardados, inicialmente elongados, ovoides de 2.5 mm de largo para la mayoría de las especies, luego se vuelven esféricos, los ponen de uno en uno o en pequeños grupos, bajo el suelo o bien en la maleza y más a menudo cerca de los huéspedes de los adultos.

Las larvas completamente desarrolladas varían considerablemente de tamaño. La longitud de la superficie curvada del cuerpo pueden ser de 10 a 125 mm. ó más grandes.

Practicamente todas las especies se distinguen por su forma curvada, subcilíndricas y carnosas. La cubierta del cuerpo es poco esclerotizada y la coloración es generalmente cercana al blanco o amarillo, excepto la porción caudal, que puede ser oscura, debido a la acumulación interna de heces, que pueden verse a través del exoesqueleto

transparente. Numerosas setas cortas se pueden encontrar en la mayoría de los segmentos de las larvas.

Moron (12) menciona que los adultos del ronron de mayo emergen desde mediados de Abril y Mayo, muy pocas especies lo hacen en Junio. Los adultos del ronron de mayo se alimentan principalmente del follaje de los árboles y arbustos.

Los adultos son de coloración oscura o café rojizo, cubiertos de pelos finos y cortos sobre los élitros, otras especies sin embargo no presentan vellosidades.

Según Campos (2) las pupas en la mayoría de las especies de gallina ciega, la última exuvia larval es empujada hasta el fondo de la celda pupal. En condiciones de campo la pupación dura en promedio un mínimo de 14 días, pero puede alargarse en función de la fluctuación de temperatura que se presenta en una localidad determinada.

El ciclo biológico, varía con el clima, es más largo en las regiones frías y templadas y corto en las regiones tropicales. También varía en función de las condiciones climatológicas locales, ya que en regiones secas con estación caliente, las larvas pueden estar por varios meses y reiniciar su actividad durante la época de lluvias. Otro factor que influye en la duración del ciclo biológico es la latitud.

### 3.1.5 *Enemigos naturales*

Campos (2) enumera que las larvas y adultos de gallina ciega, tienen agentes de control biológico como las aves, batraceos, insectos entomófagos y entomopatógenos. Los parásitos pueden ser moscas tachinidos o bombilidos. Los depredadores principales son aves, batraceos y algunas especies de insectos como las avispas. Los entomopatógenos corresponden a hongos, bacterias y virus. Dentro de las

bacterias se han detectado *Bacillus popilliae*, *B. lentimorbus*, *B. euloomarahaе*, *Micrococcus nigrofaeciens* y dentro de los hongos *Metarhizium anisopliae*. Moron (12).

**3.1.6 Algunas especies de *Phyllophaga* sp. clasificadas en Guatemala y su importancia.**

Las pocas especies identificadas fueron realizadas por King (9), King y Saunders (10), entre las cuales se incluyen:

*P. dasypoda*: Localizada en México, Guatemala y el Salvador. De importancia económica.

*P. elenans*: Guatemala, El Salvador, Honduras, hasta el norte de Costa Rica. Ataca los cultivos de Agosto a Septiembre.

*P. menetriesi*: Distribución Guatemala a Panamá y América del sur. Es de importancia económica.

*P. parvisetis*: Distribución Guatemala, Belice, El Salvador, Nicaragua. Se desconoce su intensidad de daño.

*P. tumulosa*: Es una plaga que causa severos daños en los cultivos y se presenta con mayor intensidad en los campos de cultivos, Pérez(16).

**3.1.7 Muestreo de insectos del suelo.**

Rojas (20) estima que el conocimiento de insectos y otras especies de animales que viven en el suelo es de suma importancia para la entomología económica y científica. Dicho conocimiento nos permite lo siguiente:

A) Tomar en cuenta la necesidad de establecer el control de una especie perjudicial al cultivo.

B) Valorizar la eficacia del método de control.

C) Correlacionar las poblaciones de insectos de una especie con el grado de daño ocasionado.

D) Correlacionar las poblaciones de insectos con características ecológicas o agrícolas; cubierta vegetal, humedad, acidez o alcalinidad, textura del suelo, estructura del suelo, sistema de rotación de cultivos, temperatura, precipitación pluvial, etc.

E) Determinar tendencias de las poblaciones a aumentar o disminuir con los años.

F) Estimar niveles críticos de población.

### 3.1.8 Patrones de dispersión de las poblaciones de insectos del suelo.

Barfield (1) estima que las poblaciones de insectos exhiben varios patrones de dispersión en espacio y tiempo. Por ejemplo, algunas pueden ser agregadas, mientras otras se distribuyen en forma más o menos uniforme. El comportamiento social, los factores edáficos, los gradientes de temperatura y mortalidad diferencial, son algunas de las razones por las que los organismos se encuentran en variados arreglos espaciales. El conocimiento de los patrones espaciales de distribución de las poblaciones de plagas, puede tener impacto decisivo en las estrategias del muestreo. Tanto el número de muestras a tomar, como los puntos del campo en donde se efectúen, estarán determinados por el patrón de dispersión de las plagas que se están muestreando

Los patrones más comunes de distribución son: al azar, uniforme y agregada. En cada caso se puede adquirir una percepción de como se encuentran dispersas las poblaciones de la plaga al hacer un análisis de las relaciones entre la media y la varianza de la muestra. Se toma una muestra y se computan la media y la varianza Barfield (1). Si la proporción de media a varianza es 1, se considera que la población tiene dispersión al azar; mayor que 1, es uniforme y menor que 1 agregada. Barfield (1). Cuando las condiciones en que las poblaciones se

encuentran agregadas, la varianza asociada con el estimado de la densidad media resultará un tanto alta. El único modo de compensar esta situación es el de tomar más muestras y el número necesario para obtener estimados más exáctos es a menudo mayor de lo que puede humanamente hacerse. Conocer el patrón de dispersión que existe es de vital importancia para diseñar una estrategia total de muestreo y control de la plaga.

### 3.1.9 Estimación de la población de insectos en el suelo:

Rojas (20) afirma que la estimación de la población o número de insectos que se encuentran en el suelo puede lograrse en forma eficiente y económica utilizando un método de muestreo adecuado. Supongamos que tenemos un campo de área "A" y se desea conocer la población de insectos de una especie determinada. Para conocer la población elegimos un número de muestras "n" de sitios dentro del campo. En cada sitio la unidad de observación o de muestreo será un volumen de suelo que tiene un área "a" y una profundidad "h".

En cada unidad de muestreo se determina el número de insectos. Se calcula el promedio aritmético de insectos de todas las unidades de muestreo. Si  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  representan los números de insectos en las unidades de muestreo 1, 2, 3, ..., n, respectivamente. Así el promedio de insectos por unidad de muestreo será:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

(ECUACION 1)

La estimación de la población "I" de insectos en el área será:

$$I = \frac{A}{a} \bar{X}$$

## (ECUACION 2)

Donde:  $I$ =Estimación de la población.

$A$ =Area total de la parcela.

$a$ =Area de la unidad de muestreo.

$\bar{x}$ =media.

El valor así estimado tiene una aproximación que depende del diseño de la muestra es decir, tanto del número de muestras y localización de las unidades de muestreo como del tamaño y forma (sección y profundidad) de estas últimas. En otras palabras: La aproximación de " $I$ " depende de la variabilidad que presente el número de insectos de una unidad de muestreo a otra, es decir de la variación de los valores de  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ . Esta variación sigue una ley que está de acuerdo con la biología y hábitos del insecto. La estadística a desarrollado modelos matemáticos que se apegan satisfactoriamente a la distribución real de los insectos en las unidades de muestreo. Los modelos más aplicados para el estudio de insectos y estimados de poblaciones son: la distribución binomial negativa y la distribución de Poisson.

### 3.1.10 La distribución de Poisson.

Según Rojas (20) esta distribución se fundamenta en los siguientes enunciados biológicos: La probabilidad que un insecto se encuentre presente en un pequeño volumen de suelo es proporcional a dicho volumen. La existencia de un insecto en una porción de suelo no afecta la existencia o inexistencia de otro insecto en otra porción contigua. La distribución estadística de Poisson tiene la siguiente expresión matemática:

## (ECUACION 3)

$P(x)$  es la probabilidad de encontrar " $x$ " insectos en el volumen de

$$P(x) = e^{-\lambda V} \frac{(\lambda V)^x}{x!}, \quad x=0, 1, 2, \dots, \infty$$

suelo  $V$ . " $\lambda V$ " es el número medio de insectos en el volumen " $V$ " y es la constante o parámetro único que define a la distribución de Poisson y por ello lo podemos representar con " $m$ " es decir  $\lambda V = "m"$ . Este parámetro " $m$ " puede tener cualquier valor positivo entero o decimal; " $x$ " en cambio solo puede tener valores enteros positivos.

Substituyendo " $V$ " por " $m$ " tenemos:

$$P(x) = e^{-m} \frac{m^x}{x!}$$

(ECUACION 4)

Si en la expresión anterior hacemos " $x$ "=0 obtenemos la probabilidad de no encontrar ningún insecto en el volumen " $V$ ".

$$P(0) = e^{-m}$$

(ECUACION 5)

En forma semejante podemos encontrar la probabilidad para otros valores de " $x$ ".

La descripción de las distribuciones estadísticas es completa con el conocimiento del o de los parámetros que entran en las fórmulas matemáticas de ellas. La distribución de Poisson queda plenamente definida sabiendo el parámetro " $m$ " (media). Sin embargo es de interés práctico y teórico el conocimiento de las medidas de posición y de dispersión de las distribuciones. Las más empleadas son la media aritmética " $x$ " como medida de posición y la desviación estandar  $\sigma$  como medida de dispersión. Al cuadrado de la desviación estandar ( $\sigma^2$ ), se le llama varianza. Se puede demostrar fácilmente que para la distribución

de Poisson.

$$\mu=m \text{ y } \sigma^2=m$$

En este caso la varianza es igual a la media.

### 3.1.11 El muestreo según la ley de Poisson.

Rojas (20) define que si el número de insectos en las unidades de muestreo de sección "a" y de profundidad "h" sigue la distribución de Poisson y tomamos "n" muestras al azar dentro del área "A" la estimación de la población de insectos en ese campo será:

$$I = \frac{A}{a} \bar{X}$$

(ECUACION 6)

Ahora la varianza de I, V(I) es:

$$V(I) = \left(\frac{A}{a}\right)^2 V(X), V(X)$$

(ECUACION 7)

en la que "m" es el parámetro de la distribución de Poisson.

El error estandar de la media es:

$$\sigma^2_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{m}{n}}$$

(ECUACION 8)

La aproximación "a" en la estimación de "m" podemos expresarla como sigue:

$$a = \frac{1}{\sqrt{mn}} \therefore n = \frac{1}{a^2 m}$$

(ECUACION 9)

### 3.1.12 Prueba de ajuste de la ley de Poisson.



Rojas (20) afirma que para poder utilizar la ley de Poisson en el cálculo de las muestras de insectos es necesario comprobar que la distribución de insectos sigue realmente esa ley. Hemos visto que en la distribución de Poisson la varianza es igual a la media "m". Si en un muestreo tenemos los valores observados de  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ . el valor de "m" se estima con la media aritmética "x". La varianza se estima con  $S^2$  que es igual a:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

(ECUACION 10)

Donde:

S=Varianza

n=Número de muestras

$x_i$ =Número de insectos encontrados.

$\bar{x}$ =media.

Esperamos que el cociente  $S^2 / \bar{x}$  sea aproximadamente a 1. Desviaciones grandes de 1 indican que la ley de Poisson no se ajusta a los datos. La prueba de ajuste es:

$$\chi^2 = \frac{(n-1) S^2}{\bar{X}}$$

(ECUACION 11)

Donde:

$\chi^2$ =Prueba de bondad de ajuste.

n=Número de muestras

$S^2$ =Varianza, con n-1 grados de libertad.

El resultado de  $\chi^2$  se compara con los valores tabulados en las

tablas de  $\chi^2$  Downie y Heart (4) a un nivel de probabilidad de 0.05 y si es menor que el calculado se ajusta a la ley de Poisson.

### 3.1.13 Las Distribuciones de Contagio.

Rojas (20) concluye que una de las condiciones para que se cumpla la ley de Poisson en la distribución de los insectos es la probabilidad de encontrar un insecto en una porción de suelo sea independiente de la presencia o ausencia de insectos en una porción vecina del suelo. Dicha condición es vista con recelo y desconfianza por los biólogos pues podemos decir que los seres vivos tienden en general a asociarse con los mismos de su especie de tal manera que la presencia de un insecto en un volumen de suelo dado aumenta la probabilidad de encontrar a otro vecino. Este principio de asociación de sucesos ha producido las llamadas Distribuciones de Contagio en la teoría estadística. Las investigaciones entomológicas han demostrado que las distribuciones de los insectos no siguen en general la ley de Poisson y que ellas quedan descritas con mayor precisión por alguna de las distribuciones de contagio. La binomial negativa debe su nombre a que la probabilidad de tener "x" sucesos (insectos por ejemplo),  $X=0, 1, 2, \dots$  hasta el infinito, se obtienen al desarrollar el binomio:  $(q-p)^{-k}$  en el que  $(q-p)=1$  y  $p=m/k$  mayor que 0 y "k" mayor que 0.

La expresión matemática de esta distribución es:

$$P(x) = k^k \frac{(k+x-1)!}{x! (k-1)!} \frac{m^x}{(m+k)^{k+x}}$$

para  $x=0, 1, 2, \dots$  infinito.

Para citar un ejemplo, la probabilidad de tener cero insectos en una unidad de muestreo es:

$$P(0) = \left( \frac{k}{m+k} \right)^k$$

(ECUACION 13)

La binomial negativa tiene dos parametros "m" y "k"; "m", es la media y por lo tanto es el número de insectos existentes en las unidades de muestreo; "k", es el parámetro de contagio. Si "k" es infinito el contagio es cero y la binomial negativa se transforma en Poisson. Si "k" es cero y se elimina la frecuencia para x=0 obtenemos la distribución logarítmica de gran importancia en las distribuciones de especies vegetales y animales. Por lo anterior Ascombe citado por Rojas, (20) atribuye gran importancia biológica a los parámetros "m" y "k"; según él, "m" depende de factores externos y "k" caracteriza al poder reproductivo de la especie animal.

En los conteos de poblaciones de insectos de una misma especie en diversos campos o parcelas experimentales con diferentes tratamientos de control, se han encontrado que los valores de números medios de insectos cambian de campo en campo, o de parcela a parcela. Sin embargo el parámetro "k" se mantiene constante. Esta clase de evidencia refuerza la idea de que "m" depende de factores externos mientras que "k" es cualidad de la especie. Pero también dicha evidencia confirma la buena adaptación que representan las distribuciones de insectos a la ley binomial negativa ya que su derivación se postulan esas condiciones.

La distribución binomial negativa se puede deducir haciendo las siguientes consideraciones: Sea "x" la variable aleatoria que representa el número de insectos en un campo, o en una parcela, o también en una

unidad de muestreo. "x" está distribuida conforme a la ley de Poisson con un parámetro " $m_i$ ", correspondiendo el índice "i" al campo, a la parcela o a la unidad de muestreo. Observemos que estamos asumiendo que el parámetro "m", no es constante sino que también varía de lugar a lugar. Si suponemos que las " $m_i$ " están distribuidas conforme a la ley Gamma con parámetros  $k/m$  y "k" podemos demostrar que "x" sigue la distribución Binomial Negativa; "m" es el promedio de las " $m_i$ ".

La media ( $\mu$ ) y la varianza ( $\sigma^2$ ) para la binomial negativa son:

$$\mu = m \quad \text{y} \quad \sigma^2 = m + \frac{m^2}{k}.$$

Observemos que para la binomial negativa la varianza es mayor que la media; se vuelve varianza infinita para " $k$ " = 0 e igual a "m" cuando "k" es infinita. La varianza de la binomial negativa es mayor que la de Poisson. El parámetro "m" de la binomial negativa se estima eficientemente el con promedio aritmético de las observaciones.

La estimación del parámetro "k" puede hacerse por medio de la ecuación:

$$k = \frac{\overline{X^2}}{S^2 - m}$$

(ECUACION 14)

Donde:

$\bar{x}$  = media.

$S^2$  = Varianza.

m = media.

### 3.1.14 El muestreo según la binomial negativa

Rojas (20) afirma que si el número de insectos en las unidades de muestreo de sección con área "a" y profundidad "h" sigue la distribución binomial negativa y tomamos "n" muestras situadas al azar

dentro del campo de área "A", la estimación de la población de insectos en el campo se estima con la misma fórmula escrita en el caso de la ley de Poisson.

La aproximación "a" en la estimación de "m" es:

$$a = \sqrt{\frac{1}{nm} + \frac{1}{nk}}$$

$$n = \frac{\frac{1}{m} + \frac{1}{k}}{a^2}$$

(ECUACION 15)

(ECUACION 16)

Donde:

n= número de muestras.

m= media.

k= parámetro de contagio.

a= área de la unidad de muestreo.

Con estas fórmulas se puede obtener el número de unidades de muestreo y la aproximación de "a" deseada.

La prueba de bondad de ajuste para la binomial negativa se estima por medio de:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (P_o - P_e)^2}{P_e}$$

(ECUACION 17)

Donde:

Po=Población observada.

Pe=Población estimada.

$$P_e = P(x) * n$$

(ECUACION 18)

### 3.1.15 Localización espacial de las muestras.

Barfield (1) estima que la manera como el investigador se conduce en el campo para tomar una muestra puede tener un tremendo impacto en la estimación estadística como son la densidad media de la plaga. La localización espacial de las muestras según Barfield (1) puede tomar varias formas: Azar simple, Azar estratificada y Sistemática.

Muestreo al azar simple : Se toma una cantidad de muestras "x" de una población determinada. La forma de realizarlo consiste en dividir el campo en cuadrantes imaginarios o bien definirlos con banderillas o estacas. Se debe usar también una tabla de números aleatorios para seleccionar coordenadas del campo de donde se tomarán las muestras, que permiten la identificación de cualquier punto en el campo. Una vez seleccionado un juego de coordenadas el muestreador toma la muestra y cuenta el número de individuos por muestra encontrados.

Muestreo al azar estratificado: Consiste en dividir el universo o el campo de donde se tomarán las muestras en estratos. La división en estratos es para agrupar unidades homogéneas y las variaciones entre unidades de muestreo queden minimizadas. Una vez que se delimitan los estratos el muestreo se realiza en forma de muestreo al azar simple. Esto se hace para cada estrato. Las razones para estratificar pueden ser accidentes geográficos del terreno, factores edáficos, etc.

Muestreo sistemático: Consiste en caminar sobre una ruta establecida en el campo donde se tomarán las muestras a distancias especificadas, según el número de muestras a tomar que se tienen

previamente determinadas. Distribuyendo todas las unidades de muestreo en el campo de la mejor manera posible y de forma uniforme.

### 3.1.16. Tamaño de la unidad de muestreo.

Ives y Warren citados por Campos (2) mencionan que los métodos que se han utilizado para estimar las poblaciones de larvas de gallina ciega consisten en:

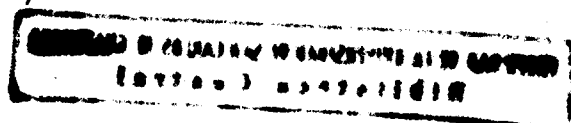
A) El conteo del número de larvas de *Phyllophaga spp.* por metro lineal de surco.

B) Conteo del número de larvas de *Popilla japonica* en la parte superior de un cubo de 30 cm. por lado. Al mismo tiempo cuando se muestreaban poblaciones de insectos, un número grande de unidades pequeñas tomadas al azar, es más eficiente que un número pequeño de unidades grandes. Granovsky citado por Campos (2) encontró que las larvas de *Phyllophaga spp.* se mueven en el perfil del suelo de arriba hacia abajo y durante los meses de verano se encuentran a 30 cm. de profundidad, pero cuando las condiciones son secas se pueden encontrar a 60 cm.

Burrage y Gyrisco citados por Campos (2) comparando la eficiencia de las unidades de muestreo de 1,4 y 9 pies cuadrados de suelo como unidades de muestreo, encontraron que unidades de 0.30m x 0.30 m (1 pie cuadrado) son más eficientes.

En los Estados Unidos para inspeccionar campos o cultivos infestados con larvas de *Phyllophaga spp.* se utilizó 1 pié cubico de suelo como unidad de muestreo que contiene todos los estados inmaduros y además los preimagos (Guppy y Harcourt) citados por Campos (2).

Osorio (15) en su estudio sobre La Gallina ciega, Un modelo



estadístico, realizado en el departamento El Progreso, Guatemala, utilizó como unidad de muestreo 0.30 m. x 0.30 m.

### 3.1.17 Modelo estadístico:

Graybill, citado por Reyes (19) define el modelo estadístico como una expresión matemática que contiene variables aleatorias, matemáticas y parámetros.

### 3.1.18 Modelos de Regresión Múltiple:

Reyes (19) expresa que el modelo de regresión múltiple en términos generales toma la siguiente forma:

$$Y_i = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \dots + B_kX_k + E_i$$

donde:

$Y_i$  = es una variable aleatoria.

$B_0, \dots, B_k$  = son parámetros desconocidos.

$X_1, X_2, \dots, X_k$  = son variables matemáticas.

$E_i$  = .Es un error aleatorio, asociado no observable.

Para la estimación de los parámetros de puede aplicar el principio de mínimos cuadrados.

### 3.1.19 Evaluación de un modelo de regresión múltiple.

La evaluación de un modelo de regresión múltiple, se efectúa a través de la descomposición de la varianza total, en su componente explicada y no explicada; mediante el análisis de varianza Reyes (19).



Cuadro 1.

Análisis de varianza para un modelo de regresión múltiple.

FV	GL	SC	CM	Fc
Regresión	k	SCreg	SCreg/k	$\frac{CMreg}{CMer}$
Error	n-1-k	SCT-SCreg	SCer/n-1-k	
Total	n-1	SCT		

$$SCreg = b_1 \left[ \left( \sum X_{1i} Y_i \right) - \frac{\left( \sum X_{1i} \right) \left( \sum Y_i \right)}{n} \right] + \dots + b_k \left[ \left( \sum X_{ki} Y_i \right) - \frac{\left( \sum X_{ki} \right) \left( \sum Y_i \right)}{n} \right]$$

$$SCT = \sum Y_i^2 - \frac{\left( \sum Y_i \right)^2}{n}$$

### 3.1.20 Sistema de análisis estadístico: (S.A.S).

Según Reyes (19), el S.A.S. fué generado en 1972 en la Universidad de Ralheigh, N.C. por Barr y otros. S.A.S puede realizar las mismas tareas básicas de manejo de archivo y análisis de varianza, discriminante, Probit, Gráficas, Modelos lineales. estos son los más conocidos en nuestro medio. Las ventajas del Análisis de regresión con S.A.S. son: El sistema es poderoso para analizar una gran cantidad de datos y variables, el análisis es completo y garantizado, su utilización es fácil aún para principiantes y puede producir mucha información como sea requerida. Las desventajas son: Necesita un computador de 120 K-bytes mínimo, las salidas son en inglés, lo cual dificulta la interpretación cuando los usuarios no dominan el idioma.

### 3.1.21 Procedimiento para eliminación de variables no significativas:

Reyes (19) afirma que otro método que S.A.S presenta es el análisis por pasos, en cualquiera de las modalidades existentes; hacia adelante, hacia atrás, paso a paso, por máximo  $R^2$ . Los procedimientos pueden ser: STEPWISE realiza el procedimiento paso a paso, FORWARD determina un análisis hacia adelante, o sea incluyendo variables una a una. BACKWARD incluye al principio todas las variables y luego las elimina una en una.

### 3.1.22 Investigaciones realizadas sobre *Phyllophaga* spp. utilizando modelos estadísticos:

Osorio (15) en su estudio Gallina Ciega *Phyllophaga* sp., un modelo estadístico, realizado en San Antonio La Paz, El Progreso Guatemala, relacionó variables climáticas y edáficas del suelo, con el número de larvas de gallina ciega, en tres localidades con alturas de 1,012, 1,550 y 1,750 msnm, al computar el modelo general no fué significativo, por lo que generó nueve modelos reducidos.

Dos modelos reducidos fueron aceptables, donde las variables altitud de 1,750 msnm, temperatura en el estrato de 0.00 a 0.15 m de profundidad del suelo y la pendiente, ejercieron un efecto negativo en cuanto a la población de larvas. La variable altura (1,750 msnm) fué la más importante disminuyendo la población en 30 larvas con relación a las altitudes menores.

### 3.2 Marco referencial

#### 3.2.1 Descripción de la aldea de Panatzán

La aldea de Panatzán se encuentra ubicada en la parte norte de la cabecera municipal de Santa Apolonia, en el departamento de Chimaltenango. Según el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (5) se ubica en las coordenadas  $14^{\circ} 52' 43''$  de latitud norte y  $90^{\circ} 56' 41''$  de longitud este. La elevación es de 1,600 msnm. Los límites de la aldea son: Noroeste aldea de la Garrucha y Hacienda Vieja, de San José Poaquil, Noroeste aldea de Paquip, Tecpán Guatemala y al sur con aldea de Parajbey del mismo municipio. Según De la Cruz (3), en sus especificaciones sobre zonas de vida basadas en el sistema de clasificación de Holdridge, la aldea puede clasificarse dentro de la descripción de Bosque Húmedo Subtropical, temperatura en promedio de 20 C, clima templado con un promedio de 1,344 mm. anuales. Según Simmons, citado por Ortiz (14) los suelos son de textura arcillosa y franco arcillosa, en muy pocas zonas es arenosa, clasificadas dentro de la serie de Suelos Quiché, de coloración oscura, estructura granular y clases agrológicas de la II a la IX. Una pequeña porción de los suelos cercana al río Motagua pertenece a la serie de suelos Zacualpa.

#### 3.2.2 Descripción de la aldea de Parajbey:

La aldea se encuentra ubicada en la parte norte de la cabecera municipal de Santa Apolonia, departamento de Chimaltenango, según el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (5) en las coordenadas  $14^{\circ} 50' 50''$  de latitud norte y en  $90^{\circ} 56' 38''$  de longitud este. Su elevación es de 2,179 msnm. Los límites son: Norte aldea de Panatzán, sur aldea de Xepanil; (Santa Apolonia), este con San José Poaquil y oeste con

Tecpán Guatemala.

Los suelos según Simons (21) pertenecen a la serie de suelos Quiché, suelos profundos , bien drenados desarrollados sobre ceniza volcánica clima húmedo seco relativamente templado, relieve inclinado y ondulado, textura franco arcillosa arenosa, coloración café oscuro. Holdrige (8) determina la zona de vida como Bosque Húmedo Subtropical, con temperatura en promedio 16°C y precipitación pluvial 1,400 mm. anuales.

#### 4. OBJETIVOS

4.1. Estimar y evaluar modelos estadísticos de población de larvas de gallinas ciegas (*Phyllophaga sp*) en relación con el ambiente.

4.2. Determinar preliminarmente géneros y especies de gallina ciega presentes en la zona de estudio.

#### 5. HIPOTESIS

5.1. Las variables climáticas y edáficas (% de arcilla, % de limo, % de arena, temperatura, profundidad efectiva del suelo, pendiente, humedad,  $p^H$ , % de materia orgánica, altura msnm), no influyen en el número de larvas de gallina ciega presentes dentro del suelo.

5.2. Existe sólo una especie de *Phyllophaga sp.* en las localidades de estudio.

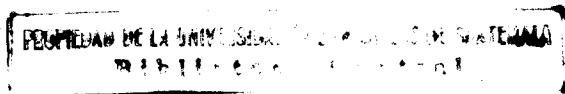
## 6. METODOLOGIA

### 6.1. Metodología para determinar el patrón de dispersión.

La actividad se desarrolló en la aldea de Panatzán, del municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango, en dos parcelas de 20 m. x 20 m. (400 m<sup>2</sup>), la primera con una pendiente del 17% y la segunda con un 25% de pendiente respectivamente.

#### 6..1.1 Metodología de campo:

- A) Selección de las parcelas de 20m. x 20 m. (400 m<sup>2</sup>)
- B) Las dos parcelas se cuadrícularon, haciendo uso de rafia, estacas de madera, cinta métrica y cuatro banderolas para identificar las esquinas de ambas parcelas. El área de cada cuadrícula fué de 4 m<sup>2</sup> para tener 100 puntos de muestreo por cada parcela, que totalizó un área de 400 m<sup>2</sup>.
- C) Dentro del área de la cuadrícula se seleccionó un punto al azar para realizar la muestra, de dimensiones 0.30 m. x 0.30 m. por profundidad efectiva del suelo. Campos (2) y Osorio (15).
- D) Al realizar la escavación el suelo extraído fué extendido sobre una tela plástica para observar y contar los insectos encontrados.
- E) En la libreta de campo se anotó el número correlativo de la muestra, seguido de número de larvas encontradas, número de pupas y número de preimagos.
- F) Finalmente se procedió a tapar el agujero de la muestra y trasladar las muestras al laboratorio.



### 6.1.2 Metodología estadística para determinar el patrón de dispersión:

Los datos obtenidos de las 100 unidades de muestreo de cada una de las parcelas, se ordenaron en tablas de frecuencias para obtener la media y la varianza, parámetros que fueron utilizados para estimar la población, patrón de dispersión de los insectos de gallina ciega en el suelo.

A) La representación del patrón de dispersión para las dos parcelas con 25% y 17% de pendiente se representaron en diagramas tal como se obtuvieron los datos en el campo.

B) La estimación de la población se obtuvo con la ecuación 2.

C) La estimación de los patrones de dispersión de *Phyllophaga spp.* se hizo mediante la relación de varianza sobre la media. Para la parcela con 17% de pendiente la relación fué de: 1.52 Y para la parcela de 25% de pendiente la relación fue: 0.8678. Rojas (20).

D) La prueba de bondad de ajuste se estimó con las ecuaciones 10 y 11, para la parcela con 25% de pendiente y con las ecuaciones 17 y 18 para la parcela con 17% de pendiente. Rojas (20).

E) Los resultados de  $\chi^2$  se compararon con los valores de las tablas de  $\chi^2$ , con 99 grados de libertad y a un nivel de significancia de 0.05 Downie y Heart (4).

F) El valor de "K" para la distribución binomial negativa se estimó con la ecuación 14.

## 6.2 Metodología para la identificación de Géneros y Especies de Gallina Ciega.

### 6.2.1. Metodología de campo para la captura de ronrones de mayo:

A) Las trampas utilizadas fueron de pantalla de nylon transparente y fuente luminosa. Utilizando para el efecto una trampa de forma cuadrangular. Estudios realizados sobre uso de pantallas en trampas de luz reportaron que los mejores tratamientos en la atracción de ronrones son las pantallas de nylon transparente. Pappa (16), Pérez (17), Pivaral (18).

B) Las trampas se hicieron con cuatro estacas de madera, forro de nylon transparente, recipiente con agua para retener los ronrones y fuente luminosa candil de kerosene. Pérez (17). (Apendice 4)

C) Las trampas se colocaron en campos de la aldea de Panatzán distribuidas al azar dentro del área plana de la misma. Se colocaron quince trampas.

D) Las trampas se encendieron de las cinco y media de la tarde a las ocho de la noche. En este período los ronrones presentan la mayor actividad de vuelo, con el fin de apareamiento, disminuyendo progresivamente su presencia en el campo a manera que las horas de la noche avanzan. Pérez (17).

E) La captura de ronrones se realizó durante 8 días consecutivos con la finalidad de obtener el mayor número de especímenes para su identificación.

F) Cada día se recogían los ronrones de las trampas, se separaron en tres grupos según su apariencia morfológica y se guardaron en frascos de vidrio con alcohol al 70%. Posteriormente se identificaron los frascos y se trasladaron a la FAUSAC.



### **6.2.2 Metodología para la identificación de géneros y especies de gallina ciega en el laboratorio.**

- A) Se separaron los ronrones en tres grupos según su apariencia morfológica y características particulares.
- B) Se separaron los machos y las hembras de cada grupo.
- C) Se extrajo la genitalia de los machos haciendo uso de estereoscopio, pinzas y agujas de disección.
- D) Se observó la genitalia en el estereoscopio.
- E) Se comparó la genitalia observada con fotografías y diagramas de géneros y especies de gallina ciega con las claves de King. A.B.C. (9), King, A.B.C.; Saunders, J.L. (10) y Morón (12).
- F) Las genitalias de las tres especies identificadas se guardaron en frascos pequeños con el adulto al que se le extrajo la genitalia.
- G) Se fotografiaron las genitalias y los machos de las tres especies identificadas.
- H) Un grupo de los insectos recolectados fueron enviados al laboratorio de CATIE, Costa Rica, para su identificación.

### **6.3 Metodología para determinar los modelos estadísticos de la población de larvas y su ambiente.**

#### **6.3.1 Metodología de Campo.**

- A) Se tomaron dos localidades, aldea de Panatzán con 1,600 msnm y la aldea Parajbey con 2,179 msnm con el objeto de evaluar el efecto de la variable altura.
- B) Localización espacial de las muestras:  
Se hizo por el método del muestreo sistemático, Rojas (20), tomando muestras a distancias específicas, cuyo principio se base en el ahorro de tiempo y hacer máximo uso de un número fijo de muestras.
- C) El número de muestras:  
Se estimó en base a los resultados obtenidos en el muestreo para

realizar el patrón de dispersión. Siguiendo el criterio de los modelos de dispersión de los insectos del suelo, de la parcela con 17% de pendiente, dispersión Agregada. La cantidad de muestras  $n=257$ , se calculó con la ecuación 15.

Con el número de muestras y el listado de agricultores que cultivan maíz, en Panatzán se tomó aproximadamente un 50% de las muestras calculadas tomando tres muestras por parcela y en Parajbey se tomó la misma proporción aumentando una muestra por parcela debido a que el número de agricultores fué menor.

D) Tamaño de la unidad de muestreo:

El muestreo fué definido según las recomendaciones sobre el tamaño óptimo de muestras realizadas tanto en investigaciones a nivel nacional, como internacional, en estudios sobre la gallina ciega, siguiendo los criterios de Campos (2) y Osorio (15) quedando estimada en:  $0.30 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$  por la profundidad efectiva del suelo o profundidad radicular promedio del cultivo del maíz.

E) Localización de la sección de muestreo:

El sitio para ubicar la muestra se hizo donde existía una postura de maíz considerando que la zona radicular es el lugar propicio para que las larvas se alimenten. Una vez localizada la sección de muestreo se eliminó la planta. Asimismo se procedió a contar el número de larvas en cada punto.

F) Observación del número de larvas por muestra:

El suelo que se extrajo de la muestra se extendió sobre una tela plástica de color osbcuro para facilitar la observación de las larvas blanquecinas y de esta forma manual y visual se contaron las larvas que se encontraron, anotándose en la libreta de campo.

G) Muestra de suelo en la unidad de muestreo:

Se tomó una parte del suelo, según la profundidad de la muestra para obtener 0.5 kg. de suelo. Las muestras envasadas en cajas de carton con su respectiva identificación fueron enviadas al Laboratorio de suelos de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento DIRYA para realizar el análisis de textura, pH, Humedad y contenido de Materia orgánica.

H) Temperatura de la sección de muestreo:

La temperatura se estimó en grados centígrados, con un termómetro de suelo graduado, se obtuvieron dos lecturas: de 0.00 a 0.15 m. y de 0.15m. a 0.30m. Para estimar el efecto de esta variable en los dos rangos.

I) Pendiente:

Fué estimada para cada unidad de muestreo, utilizando un nivel de caballete.

J) Profundidad del punto de muestreo:

En cada sección se midió la profundidad promedio de la zona radicular de la planta de maíz en todos los puntos muestreados.

**6.3.2 Metodología estadística para el análisis de la información obtenida en el campo.**

Para analizar la información obtenida se hizo en base al modelo de regresión múltiple, cuya forma teórica siguiente es:

$$N.L. = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + \dots + b_n X_n + E$$

NL = Número de larvas/m<sup>2</sup>

b<sub>0</sub> = Intercepto:

b<sub>n</sub> = Coeficientes de regresión lineal

X<sub>1</sub> = Porcentaje de arena (A)

- X2 = Por ciento de limo (L)
- X3 = Por ciento de arcilla (ARC)
- X4 = Temperatura del suelo a profundidad de 0 a 15 cm. (Temp. 1).
- X5 = Temperatura del suelo a profundidad de 15 a 30 cm. (Temp. 2).
- X6 = Profundidad efectiva del suelo en metros (Pro).
- X7 = Pendiente (Pen)
- X8 = Por ciento de humedad del suelo (H)
- X9 = Reacción del suelo (pH)
- X10 = Por ciento de materia orgánica (MO)
- X11 = Altura.
- E = Error.

El número de larvas/m<sup>2</sup> es la variable dependiente, en tanto las variables del ambiente son las variables independientes.

Al computar los datos de las variables del modelo general y realizar el análisis de varianza, se estimó la probabilidad de F para el mismo. Se aplicó la prueba de "t" para cada uno de los coeficientes de todas las variables del modelo estudiado, Nenderhall (13).

El modelo general fué significativo según la probabilidad de F, sin embargo no todos los coeficientes individualmente evaluados lo fueron. Entonces fué aplicado procedimiento de STEPWISE y FORWARD del Sistema de Análisis Estadístico (S.A.S), para eliminar variables no significativas y reducir progresivamente el modelo general, Reyes (19).

Con ello se logró entender y analizar mejor los resultados del número de larvas.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

En base a los datos obtenidos en las etapas de campo y laboratorio, siguiendo la metodología planteada para el desarrollo del presente estudio se obtuvieron los resultados siguientes:

### 7.1 Resultados y discusión patrón de dispersión.

Cuadro 2.

Número de ronrones de mayo en 100 unidades de muestreo (0.09 m<sup>2</sup>), parcela con 17% de pendiente, aldea Panatzán, Santa Apolonia, Chimaltenango, 1991.

RONRONES DE MAYO POR UNIDAD DE MUESTREO X	FRECUENCIAS		
	f	f x	x <sup>2</sup> f
0	33	0	0
1	28	28	28
2	20	40	80
3	10	30	90
4	5	20	80
5	2	10	50
6	1	6	36
7	1	7	49
SUMA	100	141	413

Cuadro 3.  
Número de ronrones de mayo en 100 unidades de muestreo (0.09 m<sup>2</sup>),  
parcela con 25% de pendiente, aldea Panatzán, Santa Apolonia  
Chimaltenango, 1991.

RONRONES DE MAYO POR UNIDAD DE MUESTREO	FRECUENCIAS		
	X	f	f x
0	71	0	0
1	26	26	26
2	3	6	12
SUMA	100	32	38

De los cuadros 2 y 3 se obtuvieron los valores de la media, la varianza y se realizó la prueba de bondad de ajuste.

Para determinar el patrón de dispersión en la parcela con 17% de pendiente, se obtuvo la varianza =2.1419, la media  $\bar{x}=1.41$ , la relación varianza sobre media es:=1.52, el estimador  $S^2= 4.1516$ .

El valor de "K" se estimó con la ecuación 14.

$$K = 0.725151$$

El resultado de X<sup>2</sup> calculado, se estimó por medio de las ecuaciones 17 y 18, cuyo valor es= 10.68, Rojas (20). y el de X<sup>2</sup> tabulado a 99 grados de libertad fué de 123. Downie, N.M.; Hearth, R.W.(4).

Los resultados de la relación varianza sobre media como la prueba de X<sup>2</sup> indican que la dispersión de los ronrones de mayo en esta parcela con 17% de pendiente es Agregada. (Binomial Negativa)

Para determinar el patrón de dispersión en la parcela con 25% de pendiente se obtuvo la varianza =0.2777, la media  $\bar{x} =0.32$ , la relación varianza sobre media es =0.86781, el estimador  $S^2=0.2808$  (Ecuación 10), X<sup>2</sup> Calculado =118 (Ecuación 11) y X<sup>2</sup> tabulado a 99 grados de libertad=123, Downie, N.M.; Hearth, R.W.(4).

Los resultados tanto de la relación de varianza sobre media y

comparación de  $\chi^2$  calculado contra  $\chi^2$  tabulado indican que la dispersión de los ronrones de mayo en la parcela con 25% de pendiente es al Azar. (Poisson).

Cuadro 4

Comparación de  $\chi^2$  calculado contra  $\chi^2$  tabulado y Patrón de dispersión de preimagos de Gallina Ciega. Santa Apolonia, 1991.

	$\chi^2$ Calculado	$\chi^2$ tabulado.	Patrón Dispersión.
Parcela 17%	10.68	123	Agregada
Parcela 25%	118.00	123	Al Azar

Para la parcela 17% de pendiente:

$H_0 =$  Población observada = Población esperada.

Como  $\chi^2$  calculado es menor que  $\chi^2$  tabulado se acepta la hipótesis planteada, por lo tanto la dispersión de los ronrones de gallina ciega se ajustan al modelo de distribución Agregada (Binomial Negativa).

Para la parcela con 25% de pendiente:

$H_0 =$  Población observada = Población esperada.

Como  $\chi^2$  calculado es menor que  $\chi^2$  tabulado la dispersión es al Azar (Poisson).

Según los resultados obtenidos del patrón de dispersión, el hecho que en las dos parcelas estudiadas indique patrones de distribución diferente, puede atribuirse a la menor cantidad de insectos encontrados en la parcela con 25% de pendiente, en relación a la parcela de 17% de pendiente donde se presentó la plaga con mayor intensidad. El resultado del patrón de dispersión Agregado, en la parcela con 17% de pendiente, viene a confirmar lo atribuido por Morón

(12), que la dispersión de la gallina ciega se presenta en manchones en los campos infestados.

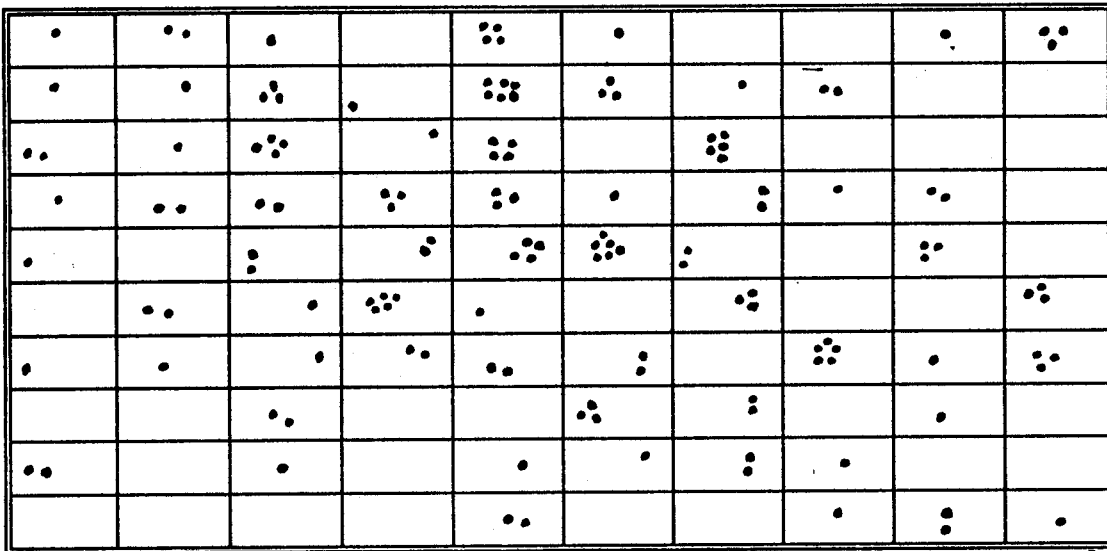


FIGURA 1. Distribución gráfica de *Phyllophaga* spp. parcela 17% de pendiente, aldea Panatzan, Santa Apolonia Chimaltenango. 1991.

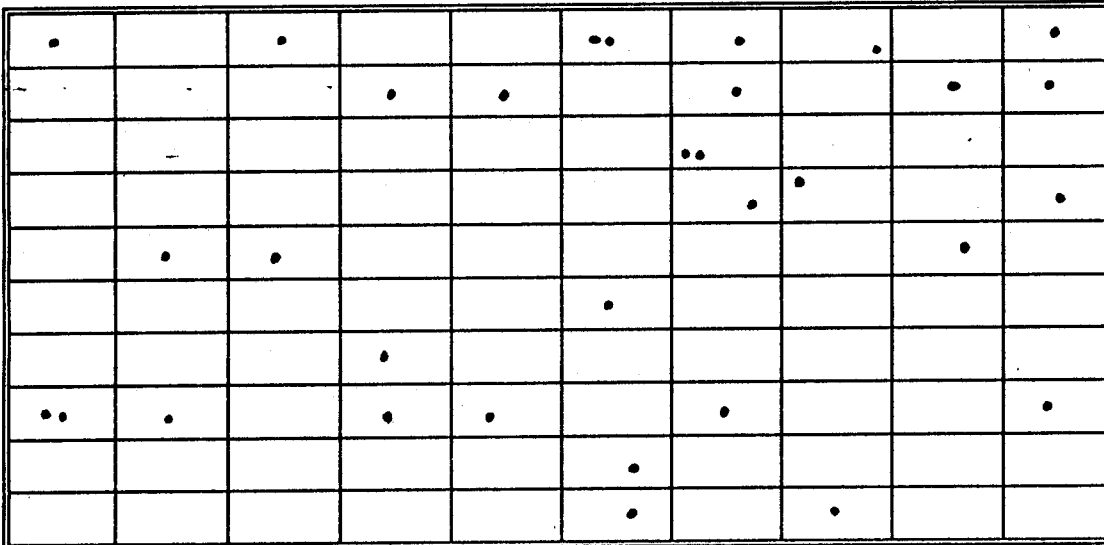


FIGURA 2. Distribución gráfica de *Phyllophaga* spp. parcela con 25% de pendiente, Panatzan, Santa Apolonia, Chimaltenango. 1991.



### 7.1.1 Estimación de la población de Ronrones de mayo *Phyllophaga* spp.

En la parcela con 17% de pendiente, la población de ronrones de mayo se estimó con la ecuación 6, cuyo valor fué de: 6,267 ronrones de mayo por parcela de 400m<sup>2</sup>. Equivalente a 156,675 ronrones de mayo por Ha. Puede observarse que a mayor cantidad de ronrones de mayo, su dispersión tiende a ser Agregada.

Parcela con 25% de pendiente: La población obtenida según la ecuación 6, cuyo valor fué = 1,422 ronrones de mayo por parcela de 400 m<sup>2</sup>, equivalente a 35,550 ronrones de mayo por Ha., y su dispersión tiende a ser al Azar.

Los datos anteriores nos indican que las mayores densidades de población de gallinas ciegas se presentan en terrenos con topografía plana. A medida que la pendiente aumenta la población de larvas disminuye Osorio (15).

Esto se confirmó nuevamente al analizar el modelo estadístico general donde la pendiente aunque no es significativa para este estudio, indica una disminución de la población de larvas de gallina ciega conforme esta va en aumento, la no significancia de esta variable probablemente se deba al número de muestras tomadas u otros factores no estimados en el modelo.

### 7.2. Identificación de especies de gallina ciega.

Se identificaron tres especies de gallina ciega, muestreadas en la aldea de Panatzan, Santa Apolonia, Chimaltenango. Siendo estas: *Phyllophaga menetriesi* (Blandchard) King (9), King y Saunders (10)

Es una plaga de cultivos anuales, pertenece al grupo *menetriesi*. El largo del adulto de 16-22 mm y el ancho de 9-11 mm. Pronoto y élitros del adulto de color entre obscuro y rojo café medio, con aspectos mate,

con puntuaciones y cubiertos de pelos cortos, finos y palidos.

*Phyllophaga tumulosa* (Bates) King (9), King y Saunders (10).

El largo del adulto es de 11-15 mm. y el ancho es de 5-6 mm. el pronoto igual de ancho que los élitros y son de color amarillo café pálido; los élitros son alargados y los bordes laterales son paralelos, las patas son alargadas.

*Phyllophaga fulviventris* King (9), King y Saunders (10). El largo del adulto es de 18 a 20 mm. el pronoto es de color rojo café brillante, élitros de color amarillo café. Las uñas del segundo par de patas, a diferencia de los otros dos pares, no tiene diente basal. La genitalia del macho con parámetros separados abajo.

Las especies de gallina ciega identificadas en la FAUSAC, Guatemala, coinciden con las especies identificadas para Guatemala por autores como King (9), King y Saunders (10) y Morón(12) en la identificación de especies de gallina ciega en Centro América y México. Así mismo las especies *Phyllophaga tumulosa* y *Phyllophaga menetriesi* fueron corroboradas en su identificación por personal del Centro de Diagnóstico Entomológico del Proyecto de Manejo Integrado del CATIE, Turrialba Costa Rica, al habérseles enviado un grupo de especímenes recolectados en la zona de estudio. (Apendice 1) La especie que tiene mayor abundancia en la zona de Panatzan es *Phyllophaga tumulosa*, seguida de *Phyllophaga menetriesi* y probablemente son las que causan mayor daño.

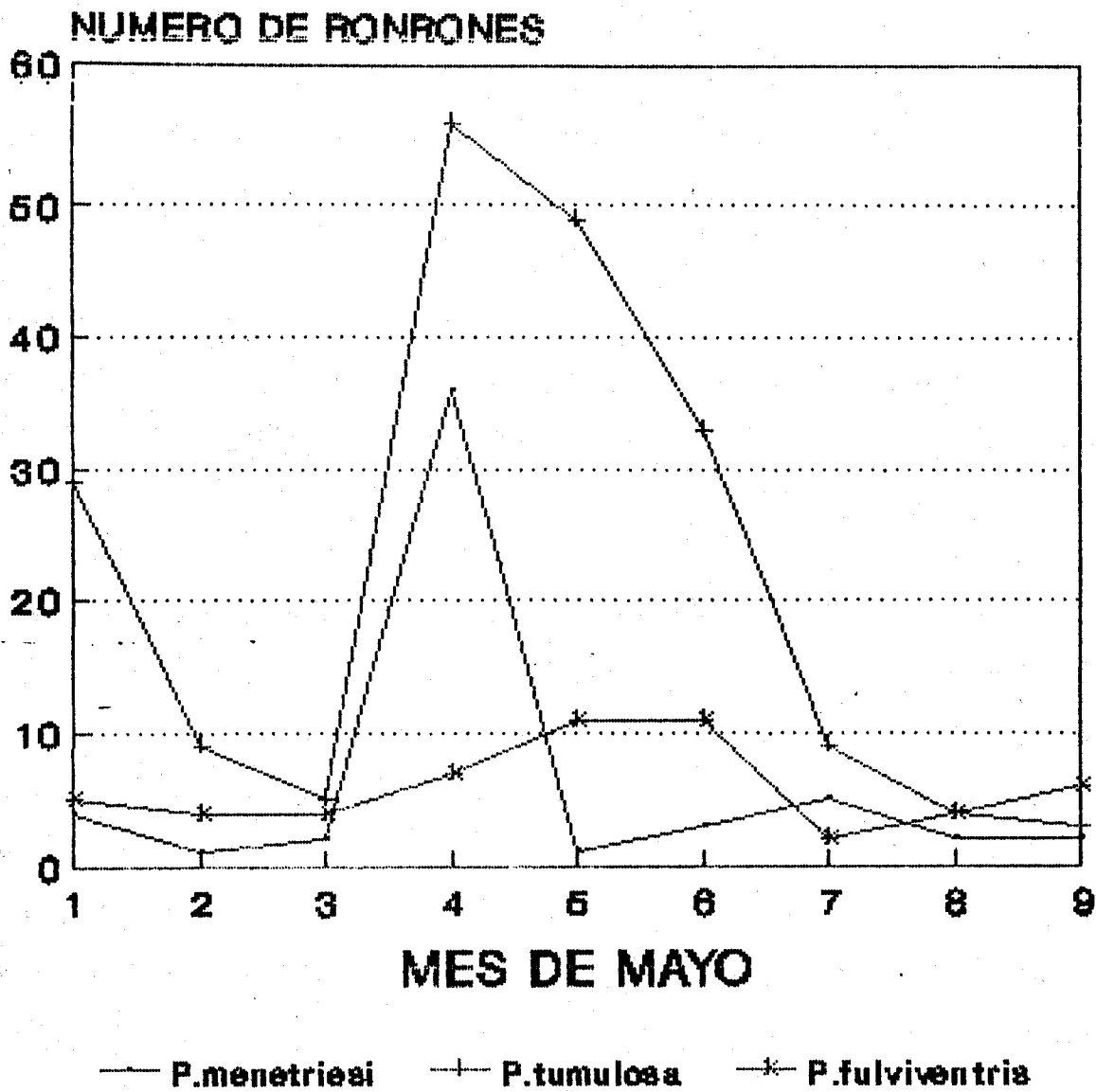


Figura 3. Ronrones de mayo capturados del 8-16 Mayo, en la aldea Panatzan, Santa Apolonia, Chimaltenango, 1991.



FIGURA 4. Genitalia de Phyllophaga menetriesi, Sta. Apolonia, 1991. Aumentado aproximadamente 18 veces su tamaño natural



FIGURA 5. Ronrones de mayo, machos de Phyllophaga menetriesi, Sta. Apolonia, 1991. Aumentados aproximadamente el doble de su tamaño natural.



Figura 6. Genitalia de Phyllophaga tumulosa, Sta. Apolonia 1991.  
Aumentado aproximadamente 20 veces su tamaño natural.

---

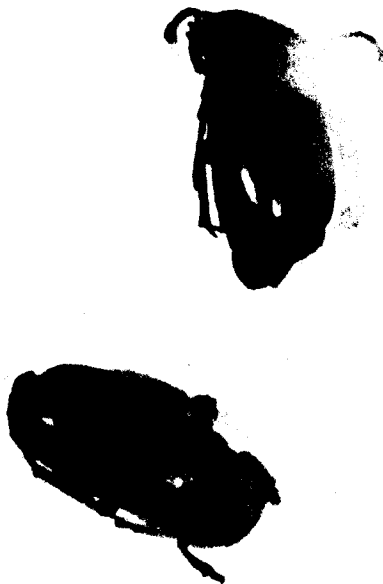


Figura 7. Ronrones de mayo machos de Phyllophaga tumulosa Sta. Apolonia, 1991. Aumentados aproximadamente el doble de su tamaño natural.



Figura 8 Genitalia de Phyllophaga fulviventris, Sta. Apolonia, 1991.  
Aumentado aproximadamente 18 veces su tamaño natural.

---



Figura 9. Ronrones de mayo machos de Phyllophaga fulviventris, Sta. Apolonia 1991.  
Aumentados aproximadamente el doble de su tamaño natural.

---

7.3. Resultados de los modelos estadísticos en el  
muestreo de larvas de gallina ciega. (Apendice 2 y 3)

Cuadro 5.

Análisis de varianza para el **MODELO GENERAL DE REGRESION** estimado.

Vrs. totalidad de variables de Regresión. Santa Apolonia 1991.

Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Prob. de F
Regresión	11	609.8979	55.4452	7.096	0.0001
Error	339	2648.9624	7.8140		
Total	350	3258.8604			

R<sup>2</sup>. Cuadrado 18.72%      C.V.    93.80%.

Cuadro 6.

Coefficientes estimados para el **MODELO GENERAL** estimado.

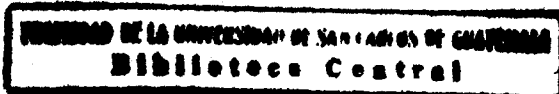
Santa Apolonia 1991.

Variable	Parametro	Prob > T	Sig.
Intercepto	0.08634	0.9987	N.S.
Arena (A)	0.03041	0.9524	N.S.
Limo (L)	0.1069	0.8330	N.S.
Arcilla (ARC)	0.0643	0.8993	N.S.
Temperatura 1 (T1)	-0.0527	0.5704	N.S.
Temperatura 2 (T2)	-0.1347	0.2348	N.S.
Profundidad (PRO)	0.1047	0.0072	**
Pendiente (PEN)	-0.0097	0.6125	N.S.
Humedad-suelo (H)	-0.0240	0.3366	N.S.
pH	0.3134	0.3490	N.S.
Materia Orgánica (MO)	0.0365	0.7888	N.S.
D1 Alturā	-2.7181	0.0001	**

El análisis de varianza indica lo siguiente.

Prob. de F: 0.0001 que hace al modelo significativo.

R<sup>2</sup> cuadrado: 18.72%.      C.V.= 93.80%



El modelo estadístico general explica la relación entre el número de larvas de *Phyllophaga sp.* en el suelo y las variables dependientes que forman parte del mismo.

La probabilidad de "t" aplicada a cada una de las variables independientes indica lo siguiente: la profundidad del suelo (prob "t" $\geq$ 0.0072) y altura D1 (prob "t" $\geq$ 0.0001) son las únicas que tienen efecto significativo sobre el número de larvas de gallina ciega.

Sin embargo otras variables como: Temperatura T1 y T2, pendiente y humedad del suelo producen un efecto negativo, disminuyendo la población de larvas, según indica el signo negativo de su respectivo parametro. La textura, pH y materia orgánica denotan que favorecen el incremento de las poblaciones de larvas.

Esto se confirma con lo expuesto por Moron (12), que las larvas de gallina ciega se ven atraídas hacia sitios determinados donde puede haber acumulaciones fortuitas de materia orgánica y al mismo tiempo pueden darse pequeñas modificaciones en la textura del suelo.

El coeficiente  $R^2$  de 18.72% indica la proporción de la variabilidad de la población de larvas que es explicada por las variables incluidas en el modelo.

El valor de  $R^2$  de 18.72% aunque se considera bajo, esto se debe posiblemente a que existen otras variables que no se tomaron en cuenta en el estudio y por tanto forman parte del modelo estimado y que tienen influencia en la estimación de la población de larvas de gallinas ciegas.

El coeficiente de variación de 93.80% se considera un valor alto, esto se debe fundamentalmente a la alta variación del número de larvas de gallina ciega encontradas en el muestreo, cuya variación oscila entre 0 y 20 larvas por muestra.



El modelo general es significativo según la Probabilidad de  $F=0.0001$ , si se comparan los resultados obtenidos por Osorio (15), el modelo obtenido en su estudio no fué significativo según la prob. de  $F$ .

El coeficiente  $R^2$  cuadrado obtenido en el presente estudio es inferior y coincidió nuevamente que la variable que presenta el mayor efecto significativo es la altura. Por lo tanto a manera que la altitud aumenta la población de gallina ciega disminuye.

#### Modelo reducido 1.

Cuadro 7

Análisis de varianza para el modelo 1: Número de larvas de gallina ciega en función de altitud sobre el nivel del mar. Sta. Apolonia, 1991.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Prob F	Sig.
Regresion	1	328.59	328.59	39.14	0.0001	**
Error	349	2930.27	8.40			
Total	350	3250.86				

R cuadrado= 10.0829%

Cuadro 8.

Coefficientes estimados para el modelo 1: Número de larvas de gallina ciega en función de altitud sobre el nivel del mar. Santa Apolonia, 1991.

Variable	Parametro estimado	F	Prob. de F	Sig.
Intercepto	3.9071	332.72	0.0001	**
D1	-1.9368	39.14	0.0001	**

El modelo indica que en la altura de 2,100 msnm, aldea de Parajbey, el número de gallinas ciegas disminuye en 1.94 larvas con relación a la altura de 1,600 msnm en la aldea de Panatzan.

*Modelo reducido 2.*

Cuadro 9.

Análisis de varianza para el modelo 2. Número de larvas de gallina ciega en función de altura y T2.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Prob.de F	Sig.
Regresión	2	497.599	248.299	31.28	0.0001	**
Error	348	2762.261	7.937			
Total	350	3258.860				

R cuadrado: 15.23%

Cuadro 10.

Coefficientes estimados para el modelo 2. Número de larvas de gallina ciega en función de Altura y T2.

Variable	Parametro estimado	F	Prob. de F	Sig.
Intercepto	9.676	57.94	0.0001	**
T2	-0.205	21.17	0.000	**
D1	-3.288	61.12	0.0001	**

Este modelo indica lo siguiente: La altura de 2,100 metros sobre el nivel del mar hace disminuir el número de larvas de gallina ciega en 3.288 con relación a la altura de 1,600 msnm. Y por cada grado centígrado que la temperatura aumenta en el estrato de suelo de 0.15 a 0.30 m. la población de larvas disminuye en 0.205.

Modelo reducido 3.

Cuadro 11.

Análisis de varianza para el modelo reducido 3. Número de larvas de gallina ciega en función de T2 Profundidad radicular y Altura.

Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Prob. de F	Sig.
Regresión	3	542.116	180.705	23.08	0.0001	**
Error	347	2716.743	7.829			
Total	350	3258.860				

$R^2$  . Cuadrado: 16.63%

Cuadro 12.

Coefficientes estimados para el modelo 3. Número de larvas de gallina ciega en función de T2, Profundidad radicular y Altura.

Variable	Parametro estimado	F	Prob. de F	Sig.
Intercepto	7.487	23.17	0.0001	**
T2	-0.197	19.63	0.0001	**
PRO	0.084	5.81	0.0164	**
D1	-2.792	35.93	0.0001	**

Los resultados del modelo indican lo siguiente:

La temperatura T2 en el estrato de 0.15 a 0.30 m. afecta la cantidad de larvas de gallina ciega en en 0.197 larvas menos por cada grado centígrado que esta aumenta.

La profundidad radicular del suelo incrementa la población de larvas en 0.084, por cada centímetro que esta aumenta. Esto puede relacionarse como a mayor profundidad radicular hay mayor espacio vital para las larvas.

La altura de 2,100 msnm. hace disminuir la población de larvas en 2.79, con relación a la altura de 1,600 msnm.

**Modelo Reducido 4.**

Cuadro 13.

Análisis de varianza para el modelo reducido 4. Número de larvas de gallina ciega en función de % de Arena, T2, Profundidad Radicular y Altura.

Variable	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Prob F	Sig.
Regresión	4	583.2187	145.8046	18.85	0.0001	**
Error	346	2675.6416	7.7330			
Total	350	3258.8604				

$R^2$ . cuadrado=17.89%

Cuadro 14

Coefficientes estimados para el modelo reducido 4. Número de larvas de gallina ciega en función de % de Arena, T2, Profundidad radicular y Altura.

Variable	Parámetro estimado	F	Prob. F.	Sig.
Intercepto	8.5589	28.12	0.0001	**
Arena	-0.0347	5.32	0.0217	*
T2	-0.1823	16.68	0.0001	**
PRO	0.1039	8.44	0.0039	**
D1	-3.1405	41.59	0.0001	**

Los coeficientes de este modelo indican lo siguiente: Cuando las partículas de arena aumentan en 1% la población de larvas disminuye en 0.035 larvas, esto puede deberse al mayor diámetro de las partículas de arena con relación a la arcilla y limo. Que a la vez puede impedir la formación de la celda de la larva dentro del suelo.

La temperatura en el estrato de 0.15 m. a 0.30 m. del suelo, disminuye la población de gallina ciega en 0.1822 larvas, por cada grado centígrado de aumento en la misma. Esta disminución puede deberse a la preferencia de las larvas a la temperatura superficial del suelo.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

La profundidad radicular a medida que aumenta en un centímetro hace aumentar la población en 0.1038. Esto nos puede indicar que suelos con mayor profundidad radicular presentarán mayores poblaciones de gallina ciega.

Finalmente la altura de 2,100 msnm. hace disminuir la población de larvas de gallina ciega en 3.180 larvas, con relación a la altura de 1,600 msnm. Por lo tanto las especies de gallinas ciegas presentes en la zona se ven reducidas cuando la altitud aumenta.

Estos resultados obtenidos de los modelos explican el comportamiento de la población de larvas de Gallina ciega en diferentes ambientes. Los datos obtenidos coinciden con datos de Moron (12), Osorio, (15), King, (9) entre otros. Debido a que en Guatemala contamos con pocos estudios y poca información bibliográfica es necesario que este tipo de investigación sea desarrollada para esta plaga y otras plagas del suelo.

## 8 CONCLUSIONES

8.1 El modelo estadístico general para la variable Número de larvas y el ambiente es altamente significativo en su conjunto. Sin embargo, solo explica el comportamiento de la población de *Phyllophaga spp.* con relación a las variables climáticas y edáficas, en una proporción de 18.72%. Esto indica que existen otras variables del ambiente que influyen sobre la población de larvas y no fueron incluidas dentro del modelo.

8.2. De los modelos estadísticos reducidos, el modelo reducido cuatro es el que presenta la mejor interpretación del análisis de las variables que lo forman. Así las variables % de Arena, Temperatura en el estrato de 0.15 a 0.30 m. del suelo, y altitud msnm., disminuyen la población de larvas de gallina ciega. La profundidad radicular favorece el incremento de la población.

8.3. El patrón de dispersión de la gallina ciega en terrenos con pendiente 17% grafica y matemáticamente es Agregada y en la parcela con 25% de pendiente es al Azar.

8.4. Se identificaron tres especies de gallina ciega para la zona: *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard), *Phyllophaga tumulosa* (Bates) y *Phyllophaga fulviventris*.

## 9. RECOMENDACIONES

9.1. Iniciar investigaciones tendientes a generar metodologías de control de la gallina ciega, tomando como referencia que textura arenosa del suelo, la temperatura y el aumento de la altura sobre el nivel del mar, denotan disminución de la población de larvas.

9.2. Realizar estudios tendientes a establecer si los daños que los agricultores atribuyen a gallina ciega se deben únicamente a esta plaga o actúan interrelacionados con otras plagas, enfermedades y prácticas de manejo de los cultivos.

9.3. Realizar investigaciones similares, en otras áreas del país donde se presenta el problema de la gallina ciega, para reforzar los criterios aquí establecidos.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. BARFIELD, C.S. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en Centro América; estado actual y futuro. Editado por K.L. Andrews y José Rutilio Quezada. Honduras, Escuela Agrícola El Zamorano. p. 46-67.
2. CAMPOS, R. 1983. Las gallinas ciegas como plagas del suelo. In Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo (2., 1983, México). Chapingo, México, Sociedad Mejicana de Entomología. p. 15-40
3. CRUZ S., J.R. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida en Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
4. DOWNIE, N.M.; HEARTH, R.W. 1979. Métodos estadísticos aplicados. Trad. J.P. Vilaplana. 3 ed. México, Harla. 373 p.
5. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Joyabaj; no.2060 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
6. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION. 1986. Acciones para el control y desarrollo sobre manejo integrado de la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) en el cultivo de trigo en Tejutla, San Marcos y otras regiones agrícolas de Guatemala. Guatemala. 26 p.
7. HERNANDEZ, D.A.G.; MONTERROSO, D. 1990. El sistema de alarma, un componente del manejo integrado de plagas Guatemala. Tikalia (Gua) 3(1-2):18-28.
8. HOLDRIDGE, L. 1975. Taller sobre mapificación ecológica a nivel de reconocimientos de zonas de vida de Guatemala. Guatemala. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 21 p.



9. KING, A.B.C. 1984. Biology and identification of White Grubs (*Phyllophaga* spp.) of economic importance in America Central. *Tropical Pest Management* (Londres) 30(1):36-50.
10. KING, A.B.C.; SAUNDERS, J.L. 1979. El control de la gallina ciega e identificación de especies (*Phyllophaga* sp) en cultivo de maíz; control por métodos sencillos. *Turrialba* (C.R.) 29(1):17-19.
11. METCALF, C.L.; FLINT, J.L. 1984. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. 4 ed. México, CECSA. 1208. p.
12. MORON, M.A. 1983. Introducción a la biosistemática y ecología de los coleopteros Melolonthidae edafícolas de México. In Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo (2., 1983, Chapingo, México). Chapingo, México, Sociedad Mejicana de Entomología. p. 41-55.
13. NENDERHALL, W. 1987. Introducción a la probabilidad y a la estadística. México, Ed. Iberoamericano. 619 p.
14. ORTIZ, A.A. 1982. Monografía del municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango. Monografía EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 23 p.
15. OSORIO, M.A. 1989. Gallina ciega (*Phyllophaga* sp, Coleoptera Scarabaeidae) su relación con el ambiente, un modelo estadístico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.

16. PAPPA, J.L. 1990. Determinación de las especies predominantes de gallina ciega (Coleoptera, Scarabaeidae) y evaluación preliminar de siete tipos de trampas para atracción de adultos, en el caserío Cienaga Grande, Chimaltenango. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
17. PEREZ, R.P. 1990. Identificación de las especies de gallina ciega y evaluación de seis colores de pantalla en trampas de luz en Panatzán, Santa Apolonia, Chimaltenango. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
18. PIVARAL, E.B. 1990. Evaluación de seis colores de pantallas en trampas de luz, para captura de ronrones de gallina ciega, en aldea La Fuente, Jalapa. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
19. REYES, L.M. 1981. El análisis de regresión y sus métodos de computo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 149 p.
20. ROJAS, B.A. 1964. La binomial negativa y la intensidad de plagas en el suelo. Fitotecnia Latinoamericana (Méx.) 1: 27-36.
21. SIMMONS, Ch.; TARAMO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

*Petualle*

10. 30



## 11. APENDICE

1. Boletas de identificación de las especies de Phyllophagas spp.
2. Cuadro 15A. Resumen del análisis de las muestras de suelo.
3. Cuadro 16A. Programa para la generación de los modelos estadísticos de Regresión múltiple, utilizando S.A.S.
4. Figura 10A. Fotografía de trampa utilizada para la captura de ronrones de mayo.
5. Figura 11A. Diseño de trampa para la captura de ronrones de mayo.
6. Figura 12A. Mapa de ubicación del área donde se ejecutó el estudio. Municipio de Santa Apolonia, aldeas de Panatzan y Parajbey.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

APENDICE 1-

PROYECTO MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS - CATIE/ROCAP

SERVICIO DE DIAGNOSTICO

FORMULARIO DE RESPUESTAS

Servicio del interesado: Pabl. Pérez y Alvaro Hernández  
 Dirección: Facultad de Agronomía U. San Carlos Ciudad: Guatemala  
 Cultivo afectado: \_\_\_\_\_ Localización: Panatzán

Análisis	Síntomas + Signos	( )	Centrifugación	( )
	Medio de cultivo	( )	Bioensayo	( )
	Plantas indicadoras	( )	Taxonómico	(X)
	Serología	( )	Ecológico	( )
	Tamizado	( )	Económico	( )
	Embudo de Baerman	( )	Reaislamiento	( )

Resultados: Phyllophaga menetriesi (Blanchard), plaga de cultivos anuales.  
Phyllophaga tumulosa (Bates)

RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL POSIBLE MANEJO

Responsable: Daniel Coto A. Fecha: 6/8/91

SOLICITUD DE DIAGNOSTICO ENTOMOLOGICO

1. Nombre del interesado: PABLO PEREZ Y PEREZ
2. Dirección Guatemala, 50 Calle 16-02, zona 12.
3. Nombre de la planta Maíz
4. Muestra No. 1,2y3 código \_\_\_\_\_ fecha Mayo, 1991.
5. Procedencia Aldea Panatzam, Santa Apolonia Chimaltenango.
6. Municipio Santa Apolonia Departamento Chimaltenango.
7. Area afectada total (has.) 1 manzana
8. Sintomatología presentada (descripción) -----

9. Distribución de la plaga Aleatoria.

10. Edad del cultivo o planta ----- fecha de aparición de la plaga mayo de 1991.

11. Datos de manejo: Fertiliza ----- Tipo y cantidad -----  
Pesticidas que usa -----  
Epoca de uso ----- Dosis -----  
Tiene riego No Tipo de riego -----

12. Ha existido influencia de algún factor climático extremo: (inundación, heladas, sequías, viento, etc.) Ninguno

13. Algunos tratamientos que ha usado -----

14. Resultados obtenidos: Se elaboró el diagnóstico de especies de adultos del insecto Ron Ron de Mayo, de la misma localidad; se encontraron las siguientes especies: 1. Phyllophaga menetriesi, 2. Phyllophaga tumulosa, 3. Phyllophaga fulviventris.

Alvaro Gustavo Hernández Dávila  
Ing. Agr. Ing. So. Agr. Alvaro Hernández  
Colegiado 608 Responsable.

APENDICE "2"

CUADRO 15A.

RESULTDOS DEL ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELO.

No.	N.L.	A	L	ARC.	T1	T2	PRO	PEN	H	pH	MO	D1
1	0	49.87	21.04	29.09	19	24	30	15	22.57	5.7	4.2	0
2	6	59.09	15.87	25.04	19	23	25	14	13.64	5.7	2.94	0
3	3	55.03	19.33	25.64	19	23	20	14	15.08	5.9	4.29	0
4	4	61.58	17.54	20.88	19	23	30	14	15.88	6.3	2.51	0
5	1	48.82	23.36	27.82	19	20	30	12	12.26	5.4	3.7	0
6	7	54.72	18.03	27.25	19	21	30	13	18.2	5	2.67	0
7	5	50.35	20.85	28.8	20	23	28	7	15.08	5.4	3.1	0
8	3	58.18	14.36	27.46	20	22	25	7	13.12	5.2	1.95	0
9	1	55.07	19.97	24.96	20	22	30	7	16.28	5.1	2.51	0
10	2	55.07	19.11	25.82	19	23	30	7	16.41	5.1	2.55	0
11	6	60.18	16.47	23.35	20	22	30	6	17.37	5.6	2.44	0
12	20	54.87	19.01	26.12	21	22	30	6	12.61	5.3	2.94	0
13	5	54.29	19.42	26.39	24	24	25	4	16.28	4.9	1.84	0
14	7	68.01	13.29	18.7	24	24	30	4	14.94	5.5	1.95	0
15	4	62.44	18.88	18.68	24	24	25	5	10.49	5.3	2.92	0
16	1	65.66	12.62	21.72	24	24	26	5	9.65	5.7	1.94	0
17	0	61.57	16.74	21.69	23	24	31	5	12.23	5.7	3.18	0
18	2	60.96	13.43	25.61	26	26	30	5	14.94	5.6	3.66	0
19	7	68.15	16.54	15.31	24	25	30	10	12.36	4.8	1.71	0
20	1	65.74	17.34	16.92	29	25	19	10	9.89	5	2.21	0
21	3	71.53	13.72	14.75	26	25	29	18	10.5	5	1.92	0
22	2	73.05	12.14	14.81	27	26	26	17	8.89	5.8	2.27	0
23	3	71.19	19.48	9.33	28	25	28	5	17.1	5.3	3.06	0
24	0	74.28	16.53	9.19	28	27	24	8	7.64	5.5	2.43	0
25	3	65.08	17.98	16.94	24	25	30	21	6.95	4.8	2.28	0
26	4	54.29	19.89	25.82	26	24	30	18	4.62	5	3.54	0
27	18	71.03	16.23	12.74	27	24	32	19	14.94	4.9	2.07	0
28	4	53.48	21.26	21.26	26	25	23	12	16.44	4.7	6.29	0
29	2	61.94	19.04	19.03	32	26	25	12	13.89	5.1	3.05	0
30	4	51.68	22.8	25.52	26	25	19	10	15.07	4.6	2.31	0
31	5	51.62	19.86	28.51	25	24	29	10	22.1	5.6	3.18	0
32	6	44.93	22.11	32.96	25	24	28	10	19.05	5.8	2.9	0
33	8	46.59	17.36	36.06	28	29	19	12	13.77	5.5	3.14	0
34	3	54.66	21.83	23.51	28	27	18	12	15.34	5.7	2.53	0
35	3	58.72	19.8	21.48	31	29	25	12	13.89	5.2	2.41	0

36	2	57.06	23.76	19.18	26	25	26	7	15.07	5.4	2.93	0
37	4	60.82	21.91	17.27	27	25	29	8	10.86	5.3	1.27	0
38	3	57.2	20.57	22.23	26	27	26	12	10.13	5.3	2.51	0
39	8	52.17	22.01	25.82	28	26	18	12	15.61	6.3	2.69	0
40	0	51.18	22.47	26.35	28	25	19	12	14.29	7	2.89	0
41	7	47.12	24.51	28.37	29	26	23	14	17.51	6.1	3.67	0
42	0	50.52	21.57	27.91	33	32	14	23	10.74	6.2	2.41	0
43	1	47.88	21.41	30.71	30	27	19	23	21.51	5.7	2.39	0
44	4	48.25	23.76	27.95	31	31	15	12	16.28	6.6	3.34	0
45	3	59.94	20.77	19.29	30	29	15	24	11.11	5.9	2.53	0
46	2	62.4	20.57	17.03	31	28	15	21	10.92	5.4	2.5	0
47	4	53.98	20.38	25.64	29	27	19	9	14.81	5.6	2.53	0
48	2	38.84	21.55	39.61	30	30	12	-16	29.95	6.1	3.35	0
49	2	34.74	16.31	48.95	29	30	15	15	25.47	5.7	2.51	0
50	3	41.46	19.23	39.31	30	31	19	14	13.89	6	3.04	0
51	9	46.11	14.82	39.07	32	32	16	14	15.6	5.9	3.31	0
52	4	61.18	15.46	23.37	30	29	24	12	17.23	7.4	3.92	0
53	1	54.13	19.96	25.91	30	29	25	12	20.63	5.5	2.26	0
54	2	58.05	20.66	21.29	35	32	24	10	14.68	6	2.52	0
55	3	63.31	16.47	20.22	35	33	26	10	13.64	6.1	2.93	0
56	2	43.16	17.1	39.74	31	32	26	10	14.81	5.9	2.66	0
57	10	61.14	19.64	19.22	24	24	26	10	11.11	5.5	2.1	0
58	9	59.32	17.47	23.24	25	25	26	10	15.34	5	2.08	0
59	7	62.52	16.36	21.12	26	25	23	10	14.16	4.9	2.22	0
60	0	52.29	17.73	29.98	30	29	14	15	11.23	5.7	2.4	0
61	9	58.67	17.71	23.62	26	25	30	14	17.37	5.7	2.4	0
62	6	62.89	16.38	20.73	25	24	26	15	11.73	5.6	2.36	0
63	5	61.27	19.99	18.74	25	25	26	10	12.96	5.2	2.51	0
64	5	63.06	18.37	18.57	27	26	25	10	14.03	5.3	2.49	0
65	2	56.08	17.65	26.27	28	28	14	10	13	5.5	2.6	0
66	1	47.45	18.37	34.18	30	29	20	10	20.63	5.2	2.86	0
67	8	48.78	13.87	37.35	30	28	22	10	21.95	5	2.43	0
68	10	53.15	18.61	28.24	31	30	20	13	15.34	5	2.8	0
69	0	43.26	13.32	43.42	34	32	16	15	20.92	5.1	1.73	0
70	0	61.25	15.58	23.17	33	32	22	14	16.14	5.5	2.54	0
71	0	52.73	18.12	29.15	33	31	24	14	11.73	5.8	2.09	0
72	7	55.08	19.37	25.19	30	27	24	9	13.75	5.3	3.09	0
73	2	50.63	23.06	26.29	31	28	26	9	19.62	5.9	2.44	0
74	3	48.43	21.56	30.01	29	27	26	10	17.65	5.5	2.97	0
75	6	69.45	14.52	16.93	27	27	17	15	7.64	5.8	3.28	0
76	0	62.39	19.23	18.39	27	27	18	15	8.69	5.9	3.01	0
77	5	72.43	17.33	10.54	26	27	18	16	4.93	6.1	2.86	0

78	4	74.41	15.03	10.56	27	26	17	12	8.11	6.1	2.45	0
79	5	76.37	15.28	8.35	25	26	19	12	9.11	5.9	2.32	0
80	0	73.91	9.32	16.77	24	25	17	12	8.59	6	2.87	0
81	2	65.32	12.53	22.15	25	26	17	12	9.89	5.3	3	0
82	3	69.87	15.48	14.65	24	25	16	12	7.64	5.9	2.63	0
83	6	69.49	12.78	17.73	25	24	30	10	17.23	6.1	1.94	0
84	8	51.68	17.23	31.09	25	24	29	11	21.51	6.1	3.24	0
85	10	38.47	22.86	38.67	25	24	25	10	30.38	6	2.36	0
86	12	59.26	15.05	25.69	26	25	19	20	24.39	5.7	2.52	0
87	10	35.78	25.42	38.8	26	26	18	22	40.86	6	4.56	0
88	14	26.61	14.68	58.71	26	25	20	21	35.14	6	2.5	0
89	12	29.71	34.39	35.9	26	25	18	24	29.7	5.8	2.03	0
90	10	26.18	38.13	35.69	26	26	19	23	39.86	5.8	5.6	0
91	15	31.91	28.06	40.01	26	25	21	25	29.03	5.9	5.48	0
92	6	41.67	23.81	34.52	15	17	23	17	27.88	5.3	4.1	1
93	5	42.9	26.67	30.43	16	18	24	17	32.63	5	4	1
94	4	39.24	24.81	35.95	16	19	24	16	34.41	5.4	5.34	1
95	5	37.49	23.05	39.46	18	19	20	20	34.59	5.6	4.9	1
96	0	31.78	39.16	29.06	19	20	22	45	34.31	5	3.96	1
97	0	38.53	35.66	25.81	19	19	18	45	33.16	4.8	4.25	1
98	3	45.48	32.44	22.08	19	20	15	45	37.74	4.8	3.62	1
99	0	41.13	35.06	23.81	19	20	15	45	36.61	4.8	4.73	1
100	1	39.79	31.88	28.33	20	20	17	45	41.64	5.4	4.89	1
101	0	43.7	32.34	23.96	19	20	18	45	42.85	5.4	5.07	1
102	0	41.62	29.91	28.47	19	20	17	45	56.25	5.5	6.3	1
103	1	45.93	29.74	24.33	19	20	15	46	47.49	5.5	5.28	1
104	1	38.4	27.98	33.63	20	21	17	60	45.34	5.5	7.1	1
105	1	36.53	24.27	39.2	20	20	16	45	45.34	4.7	4.53	1
106	1	37.57	26.16	36.28	20	21	19	55	40.64	5.6	5.54	1
107	0	37.66	21.54	40.8	20	24	19	50	37.17	5.4	4.91	1
108	2	30.77	17.89	51.34	21	21	17	38	41.24	5	3.16	1
109	3	32.52	18.57	48.91	21	22	16	38	38.69	5.2	5.04	1
110	1	33.89	24.09	42.02	21	22	19	36	42.85	4.6	6	1
111	0	31.39	22.87	45.74	21	21	16	20	44.09	5.3	4.4	1
112	1	46.16	21.15	32.69	20	20	15	45	35	5.2	4.15	1
113	5	42.67	21.25	36.08	20	20	17	45	28.36	5.5	4.6	1
114	0	50.44	20.08	29.48	20	21	16	50	13.25	5	4.44	1
115	2	47.79	22.44	29.77	20	20	15	49	28.7	5.3	3.04	1
116	0	47.79	9.63	42.59	20	21	15	55	34.95	5.8	4.55	1
117	0	29.71	27.17	43.12	20	21	15	50	46.84	5.9	8.35	1
118	0	30.14	20.09	49.77	20	20	18	29	40.25	5.4	4	1
119	1	44.89	14.37	40.74	20	21	18	28	37.17	5.2	4.5	1



120	1	32.49	12.47	55.04	19	20	19	5	36.42	5	2.06	1
121	0	34.39	8.68	56.93	19	21	18	5	45.34	6.1	1.54	1
122	0	34.54	10.99	54.47	20	21	17	5	35.31	5.9	1.6	1
123	0	21.16	21.59	57.25	20	21	16	5	43.06	4.7	1.18	1
124	1	61.1	19.66	19.24	26	21	20	25	34.95	5.6	4.06	1
125	0	52.21	25.01	22.78	21	20	20	24	40.25	4.6	2.6	1
126	0	25.42	23.55	51.03	21	21	19	26	36.98	4.6	4.93	1
127	2	37.63	22.68	39.69	20	20	20	30	30.03	4.5	5.54	1
128	0	53.48	17.61	28.91	20	20	20	34	27.38	5.6	3.64	1
129	3	35.93	18.79	45.28	19	20	21	35	25.15	5.2	6.13	1
130	5	31.72	20.68	47.6	19	20	26	36	40.44	5.2	5.64	1
131	1	30.33	15.04	54.63	20	22	24	15	17.78	5	2.69	1
132	0	50.62	22.13	27.25	24	24	15	40	36.98	4.4	3.68	1
133	2	37.16	20.32	42.52	24	24	17	34	26.74	4.7	3.64	1
134	2	39.31	19.57	41.12	24	24	17	28	15.74	5	3.68	1
135	7	56.98	22.99	20.03	25	24	17	25	11.35	5	2.68	1
136	1	65.58	16.57	17.85	24	24	25	20	17.78	4.9	3.16	1
137	1	55.61	21.25	23.14	25	24	24	20	20.48	5.2	4.65	1
138	0	54.45	20.01	25.54	25	24	17	15	37.36	4.8	4.14	1
139	0	49.4	24.97	25.63	24	24	17	12	19.04	5.1	12.4	1
140	3	51.47	25.12	23.41	24	23	17	32	16.41	4.6	4.06	1
141	3	52.4	24.01	23.59	24	23	18	30	27.37	4.6	3.81	1
142	0	52.35	24.46	23.19	23	23	15	28	16.41	4.3	2.54	1
143	0	54.4	21.96	23.64	22	23	20	27	24.68	4.4	2.33	1
144	3	50.81	19.81	29.38	22	22	19	36	25.62	5.3	3.57	1
145	0	50.86	18.43	30.71	21	22	18	35	31.92	4.4	3.53	1
146	0	35.69	17.25	47.06	22	22	17	34	28.2	4.6	2.5	1
147	4	44.28	20.9	34.82	22	23	17	33	25.62	4.9	4.08	1
148	0	59.05	17.55	23.4	21	22	18	18	22.69	7.3	3.15	1
149	0	48.24	22.15	29.61	21	21	20	18	23.3	5.8	3.38	1
150	3	43.92	22.78	33.3	22	22	26	17	24.68	5.7	3.96	1
151	0	55.29	18.23	26.48	22	22	27	17	26.9	5.5	3.2	1
152	2	46.65	14.17	39.18	17	19	16	35	27.55	5.6	4.05	1
153	3	42.61	27.11	30.28	18	19	13	40	26.9	5.8	3.03	1
154	5	45.18	14.38	40.44	17	19	18	30	27.55	5.6	2.26	1
155	5	42.45	19.03	38.52	17	19	13	35	29.19	5.6	2.66	1
156	3	33.73	18.43	47.84	17	19	16	30	29.87	5.7	3.91	1
157	4	33.73	19.6	46.67	17	19	18	35	29.87	5.7	4.38	1
158	3	33.28	20.53	46.19	18	19	19	40	27.27	5.8	4.33	1
159	6	40.81	19.25	39.94	18	19	16	30	30.03	5.6	3.84	1
160	6	28.05	20.93	51.02	17	19	13	30	34.77	5.8	6.46	1
161	4	26.66	26.3	47.04	18	19	18	30	33.33	5.8	6.63	1

162	5	28.25	24.86	46.89	18	19	16	35	33.33	5.8	6.44	1
163	4	28.25	27.2	44.55	18	19	18	38	32.97	5.8	6.91	1
164	3	31.91	24.09	44	19	19	18	30	33.33	5.4	6.9	1
165	5	33.4	25.41	41.19	19	19	16	35	34.77	5.3	6.9	1
166	6	32.4	21.61	45.99	19	19	18	35	31.75	5.4	6.78	1
167	3	35.47	21.17	43.36	18	19	16	35	51.51	5.5	6.88	1
168	6	25.71	35.33	38.96	19	19	16	23	53.13	5.5	6.09	1
169	5	25.37	36.55	38.08	20	19	16	30	53.05	5.4	5.95	1
170	4	26.67	37.18	36.15	20	19	18	30	49.7	5.5	5.8	1
171	3	26.96	31.89	41.89	20	19	16	30	32.1	5.5	5.69	1
172	6	34.16	23.02	42.82	20	20	19	35	35.31	5.7	5.4	1
173	4	33.11	24.14	42.75	20	20	18	30	33.51	5.7	5.78	1
174	5	33.77	24.31	41.92	20	20	16	35	34.22	5.7	5.43	1
175	6	36.92	21.71	41.37	20	20	15	35	32.9	5.7	5.51	1
176	4	49.87	21.04	29.09	35	34	30	15	22.57	5.7	4.2	0
177	0	59.09	15.87	25.04	34	33	25	14	13.64	5.7	2.94	0
178	5	55.03	19.33	25.64	35	33	20	14	15.08	5.9	4.29	0
179	2	61.58	17.54	20.88	35	33	30	14	15.88	6.3	2.51	0
180	1	48.82	23.36	27.82	35	33	30	12	12.26	5.4	3.7	0
181	4	54.72	18.03	27.25	35	33	30	13	18.2	5	2.67	0
182	6	50.35	20.85	28.8	34	32	28	7	15.08	5.4	3.1	0
183	0	58.18	14.36	27.46	34	33	25	7	13.12	5.2	1.95	0
184	2	55.07	19.97	24.96	33	33	30	7	16.28	5.1	2.51	0
185	2	55.07	19.11	25.82	34	34	30	7	16.41	5.1	2.55	0
186	3	60.18	16.47	23.35	35	33	30	6	17.37	5.6	2.44	0
187	1	54.87	19.01	26.12	35	33	30	6	12.61	5.3	2.94	0
188	3	54.29	19.42	26.39	33	33	25	4	16.28	4.9	1.84	0
189	1	68.01	13.29	18.7	34	32	30	4	14.94	5.5	1.95	0
190	2	62.44	18.88	18.68	34	33	25	5	10.49	5.3	2.92	0
191	7	65.66	12.62	21.72	34	35	26	5	9.65	5.7	1.94	0
192	3	61.57	16.74	21.69	34	33	31	5	12.23	5.7	3.18	0
193	6	60.96	13.43	25.61	34	33	30	5	14.94	5.6	3.66	0
194	0	68.15	16.54	15.31	35	32	30	10	12.36	4.8	1.71	0
195	2	65.74	17.34	16.92	35	32	19	10	9.89	5	2.21	0
196	2	71.53	13.72	14.75	33	33	29	18	10.5	5	1.92	0
197	0	73.05	12.14	14.81	34	33	26	17	8.89	5.8	2.27	0
198	5	71.19	19.48	9.33	33	32	28	5	17.1	5.3	3.06	0
199	0	74.28	16.53	9.19	33	32	24	8	7.64	5.5	2.43	0
200	2	65.08	17.98	16.94	33	33	30	21	6.95	4.8	2.28	0
201	5	54.29	19.89	25.82	34	33	30	18	4.62	5	3.54	0
202	3	71.03	16.23	12.74	34	33	32	19	14.94	4.9	2.07	0
203	2	53.48	21.26	21.26	33	32	23	12	16.44	4.7	6.29	0

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

204	6	61.94	19.04	19.03	33	33	25	12	13.89	5.1	3.05	0
205	13	51.68	22.8	25.52	33	33	19	10	15.07	4.6	2.31	0
206	1	51.62	19.86	28.51	33	32	29	10	22.1	5.6	3.18	0
207	3	44.93	22.11	32.96	34	33	28	10	19.05	5.8	2.9	0
208	0	46.59	17.36	36.06	33	32	19	12	13.77	5.5	3.14	0
209	2	54.66	21.83	23.51	33	32	18	12	15.34	5.7	2.53	0
210	1	58.72	19.8	21.48	33	33	25	12	13.89	5.2	2.41	0
211	5	57.06	23.76	19.18	32	32	26	7	15.07	5.4	2.93	0
212	5	60.82	21.91	17.27	33	32	29	8	10.86	5.3	1.27	0
213	4	57.2	20.57	22.23	33	33	26	12	10.13	5.3	2.51	0
214	6	52.17	22.01	25.82	33	32	18	12	15.61	6.3	2.69	0
215	2	51.18	22.47	26.35	33	32	19	12	14.29	7	2.89	0
216	1	47.12	24.51	28.37	33	31	23	14	17.51	6.1	3.67	0
217	2	50.52	21.57	27.91	34	32	14	23	10.74	6.2	2.41	0
218	0	47.88	21.41	30.71	33	32	19	23	21.51	5.7	2.39	0
219	2	48.25	23.76	27.99	34	33	15	12	16.28	6.6	3.34	0
220	0	59.94	20.77	19.29	33	32	15	24	11.11	5.9	2.53	0
221	0	62.4	20.57	17.03	34	32	15	21	10.92	5.4	2.5	0
222	1	53.98	20.38	25.64	33	33	19	9	14.81	5.6	2.53	0
223	0	38.84	21.55	39.61	32	32	12	16	29.95	6.1	3.35	0
224	1	34.74	16.31	48.95	33	32	15	15	25.47	5.7	2.51	0
225	1	41.46	19.23	39.31	32	32	19	14	13.89	6	3.04	0
226	4	46.11	14.82	39.07	33	32	16	14	15.6	5.9	3.31	0
227	4	61.18	15.46	23.37	32	32	24	12	17.23	7.4	3.92	0
228	4	54.13	19.96	25.91	32	32	25	12	20.63	5.5	2.26	0
229	6	58.05	20.66	21.29	32	32	24	10	14.68	6	2.52	0
230	7	63.31	16.47	20.22	32	32	26	10	13.64	6.1	2.93	0
231	2	43.16	17.1	39.74	33	32	26	10	14.81	5.9	2.66	0
232	9	61.14	19.64	19.22	31	32	26	10	11.11	5.5	2.1	0
233	2	59.32	17.47	23.24	33	32	26	10	15.34	5	2.08	0
234	4	62.52	16.36	21.12	32	32	23	10	14.16	4.9	2.22	0
235	1	52.29	17.73	29.98	32	32	14	15	11.23	5.7	2.4	0
236	7	58.67	17.71	23.62	32	32	30	14	17.37	5.7	2.4	0
237	5	62.89	16.38	20.73	32	32	26	15	11.73	5.6	2.36	0
238	4	61.27	19.99	18.74	32	22	26	10	12.96	5.2	2.51	0
239	4	63.06	18.37	18.57	21	22	25	10	14.03	5.3	2.49	0
240	3	56.08	17.65	26.27	21	22	14	10	13	5.5	2.6	0
241	3	47.45	18.37	34.18	21	23	20	10	20.63	5.2	2.86	0
242	3	48.78	13.87	37.35	21	23	22	10	21.95	5	2.43	0
243	4	53.15	18.61	28.24	21	24	20	13	15.34	5	2.8	0
244	0	43.26	13.32	43.42	22	23	16	15	20.92	5.1	1.73	0
245	2	61.25	15.58	23.17	22	23	22	14	16.14	5.5	2.54	0

246	3	52.73	18.12	29.15	22	24	24	14	11.73	5.8	2.09	0
247	14	55.08	19.37	25.19	22	23	24	9	13.75	5.3	3.09	0
248	3	50.65	23.06	26.29	20	23	26	9	19.62	5.9	2.44	0
249	8	48.43	21.56	30.01	20	23	26	10	17.65	5.5	2.97	0
250	2	69.45	14.52	16.03	20	30	17	15	7.64	5.8	3.28	0
251	0	62.39	19.23	18.39	32	30	18	15	8.69	5.9	3.01	0
252	1	72.43	17.03	10.54	33	30	18	16	4.93	6.1	2.86	0
253	5	74.41	15.03	10.56	33	30	17	12	8.11	6.1	2.45	0
254	2	76.37	15.28	8.35	32	31	19	12	9.11	5.9	2.32	0
255	1	73.91	9.32	16.77	32	30	17	12	8.59	6	2.87	0
256	2	65.32	12.53	22.15	32	32	17	12	9.89	5.3	3	0
257	5	69.87	15.48	14.65	32	32	16	12	7.64	5.9	2.63	0
258	1	69.49	12.78	17.73	33	23	30	10	17.23	6.1	1.94	0
259	8	51.68	17.23	31.09	22	22	29	11	21.51	6.1	3.24	0
260	4	38.47	22.86	38.67	22	22	25	10	30.38	6	2.36	0
261	5	59.26	15.05	25.69	22	23	19	20	24.39	5.7	2.52	0
262	6	35.78	25.42	38.8	22	23	18	22	40.86	6	4.56	0
263	1	26.61	14.68	58.71	22	23	20	-21	35.14	6	2.5	0
264	4	29.71	34.39	35.9	22	22	18	24	29.7	5.8	2.03	0
265	4	26.18	38.13	35.69	22	22	19	23	39.86	5.8	5.6	0
266	4	31.91	28.06	40.01	22	23	21	25	29.03	5.9	5.48	0
267	0	41.67	23.81	34.52	22	23	23	17	27.88	5.3	4.1	0
268	7	42.9	26.67	30.43	19	20	24	17	32.63	5	4	1
269	5	39.24	24.81	35.95	19	19	24	16	34.41	5.4	5.34	1
270	0	37.49	23.05	39.46	20	19	20	20	34.59	5.6	4.9	1
271	4	31.78	39.16	29.06	19	19	22	45	34.31	5	3.96	1
272	0	38.53	35.66	25.81	20	19	18	45	33.16	4.8	4.25	1
273	0	45.48	32.44	22.08	19	19	15	45	37.74	4.8	3.62	1
274	1	41.13	35.06	23.81	20	20	15	45	36.61	4.8	4.73	1
275	0	39.79	31.88	28.33	21	20	17	45	41.64	5.4	4.89	1
276	0	43.7	32.34	23.96	20	19	18	45	42.85	5.4	5.07	1
277	0	41.62	29.91	28.47	20	19	17	45	56.25	5.5	6.3	1
278	0	45.93	29.74	24.33	19	19	15	46	47.49	5.5	5.28	1
279	1	38.4	27.98	33.63	19	19	17	60	45.34	5.5	7.1	1
280	3	36.53	24.27	39.2	19	19	16	45	45.34	4.7	4.53	1
281	0	37.57	26.16	36.28	20	20	19	55	40.64	5.6	5.54	1
282	1	37.66	21.54	40.8	20	20	19	50	37.17	5.4	4.91	1
283	1	30.77	17.89	51.34	20	20	17	38	41.24	5	3.16	1
284	4	32.52	18.57	48.91	20	20	16	38	38.69	5.2	5.04	1
285	1	33.89	24.09	42.02	20	20	19	36	42.85	4.6	6	1
286	1	31.39	22.87	45.74	21	20	16	20	44.09	5.3	4.4	1
287	0	46.16	21.15	32.69	21	20	15	45	35	5.2	4.15	1

288	2	42.67	21.25	36.08	21	20	17	45	28.36	5.5	4.6	1
289	2	50.44	20.08	29.48	21	20	16	50	13.25	5	4.44	1
290	3	47.79	22.44	29.77	21	20	15	49	28.7	5.3	3.04	1
291	5	47.79	9.63	42.59	20	20	15	55	34.95	5.8	4.55	1
292	0	29.71	27.17	43.12	20	19	15	50	46.84	5.9	8.35	1
293	0	30.14	20.09	49.77	20	19	18	29	40.25	5.4	4	1
294	0	44.89	14.37	40.74	20	20	18	28	37.17	5.2	4.5	1
295	2	32.49	12.47	55.04	21	20	19	5	36.42	5	2.06	1
296	0	34.39	8.68	56.98	21	20	18	5	45.34	6.1	1.54	1
297	1	34.54	10.99	54.47	21	20	17	5	35.31	5.9	1.6	1
298	1	21.16	21.59	57.25	22	20	16	5	43.06	4.7	1.18	1
299	2	61.1	19.66	19.24	22	20	20	25	34.95	5.6	4.06	1
300	0	52.21	25.01	22.78	21	21	20	24	40.25	4.6	2.6	1
301	1	25.42	23.55	51.03	22	20	19	26	36.98	4.6	4.93	1
302	1	37.63	22.68	39.69	22	20	20	30	30.03	4.5	5.54	1
303	3	53.48	17.61	28.91	22	20	20	34	27.38	5.6	3.64	1
304	1	35.93	18.79	45.28	21	20	21	35	25.15	5.2	6.13	1
305	0	31.72	20.68	47.6	21	20	26	36	40.44	5.2	5.64	1
306	0	30.33	15.04	54.63	22	20	24	15	17.78	5	2.69	1
307	2	50.62	22.13	27.25	23	20	15	40	36.98	4.4	3.68	1
308	0	37.16	20.32	42.52	22	21	17	34	26.74	4.7	3.64	1
309	2	39.31	19.57	41.12	23	22	17	28	15.74	5	3.68	1
310	2	56.98	22.99	20.03	22	22	17	25	11.35	5	2.68	1
311	5	65.58	16.57	17.85	23	22	25	20	17.78	4.9	3.16	1
312	1	55.61	21.25	23.14	23	22	24	20	20.48	5.2	4.65	1
313	0	54.45	20.01	25.54	23	23	17	15	37.36	4.8	4.14	1
314	1	49.4	24.97	25.63	23	23	17	12	19.04	5.1	12.4	1
315	2	51.47	25.12	23.41	23	23	17	32	16.41	4.6	4.06	1
316	1	52.4	24.01	23.59	24	24	18	30	27.37	4.6	3.81	1
317	0	52.35	24.46	23.19	24	24	15	28	16.41	4.3	2.54	1
318	5	54.4	21.96	23.64	25	24	20	27	24.68	4.4	2.33	1
319	0	50.81	19.81	29.38	25	25	19	36	25.62	5.3	3.57	1
320	2	50.86	18.43	30.71	26	25	18	35	31.92	4.4	3.53	1
321	0	35.69	17.25	47.06	25	25	17	34	28.2	4.6	2.5	1
322	4	44.28	20.9	34.82	26	25	17	33	25.62	4.9	4.08	1
323	2	59.05	17.55	23.4	25	25	18	18	22.69	7.3	3.15	1
324	4	48.24	22.15	29.61	26	24	20	18	23.3	5.8	3.38	1
325	8	49.92	22.78	33.3	26	25	26	17	24.68	5.7	3.96	1
326	6	55.29	18.23	26.48	25	25	27	17	26.9	5.5	3.2	1
327	1	46.65	14.17	39.18	26	25	16	35	27.55	5.6	4.05	1
328	1	42.61	27.11	30.28	26	24	13	40	26.9	5.8	3.03	1
329	3	45.18	14.38	40.44	26	25	18	30	27.55	5.6	2.26	1

330	3	42.45	19.03	38.52	27	25	13	35	29.19	5.6	2.66	1
331	3	33.73	18.43	47.84	24	25	16	30	29.87	5.7	3.91	1
332	0	33.73	19.6	46.57	26	25	18	35	29.87	5.7	4.38	1
333	0	33.28	20.53	42.19	26	25	19	40	27.27	5.8	4.33	1
334	0	40.81	19.25	39.94	26	25	16	30	20.02	5.6	3.84	1
335	0	28.05	20.93	51.02	27	25	13	30	34.77	5.8	6.46	1
336	0	26.66	26.3	47.04	27	26	18	30	32.32	5.8	6.63	1
337	1	28.25	24.86	46.92	27	26	16	35	33.33	5.9	6.44	1
338	1	28.25	27.2	44.55	27	26	19	38	32.97	5.8	6.91	1
339	1	31.91	24.09	44	27	26	18	30	33.33	5.4	6.9	1
340	1	33.4	25.41	41.19	27	25	16	35	34.77	5.3	6.9	1
341	0	32.4	21.61	45.99	26	26	18	35	31.75	5.4	6.78	1
342	0	35.47	21.17	43.36	27	27	16	35	51.51	5.5	6.88	1
343	2	25.71	35.33	38.96	27	27	16	23	53.13	5.5	6.09	1
344	4	25.37	36.55	38.08	27	26	16	30	53.05	5.4	5.95	1
345	0	26.67	37.18	36.15	26	26	18	30	49.7	5.5	5.8	1
346	2	26.96	31.89	41.89	27	26	16	30	32.1	5.5	5.69	1
347	2	34.16	23.02	42.82	27	27	19	35	35.31	5.7	5.4	1
348	7	33.11	24.14	42.75	27	27	18	30	33.51	5.7	5.78	1
349	6	33.77	24.31	41.92	27	26	16	35	34.22	5.7	5.43	1
350	0	36.92	21.71	41.37	26	26	15	35	32.9	5.7	5.51	1
351	2	36.92	21.71	41.37	26	26	15	35	32.9	5.7	5.51	1

APENDICE 3.

CUADRO 16A.

PROGRAMA PARA LA GENERACION DE LOS MODELOS ESTADISTICOS DE  
REGRESION UTILIZANDO S.A.S.

```
options ps=66 nodate;  
data datos;  
infile 'a:datos.prn';  
input No NL A L ARC T1 T2 PRO PEN H PH MO D1;  
run;  
proc reg;  
model NL= A L ARC T1 T2 PRO PEN H PH MO D1/METHOD=STEPWISE;  
run;
```

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
Biblioteca Central



Figura 10A. Fotografía de una trampa para captura de ronro  
nes de mayo. Phyllophaga spp.



APENDICE 5

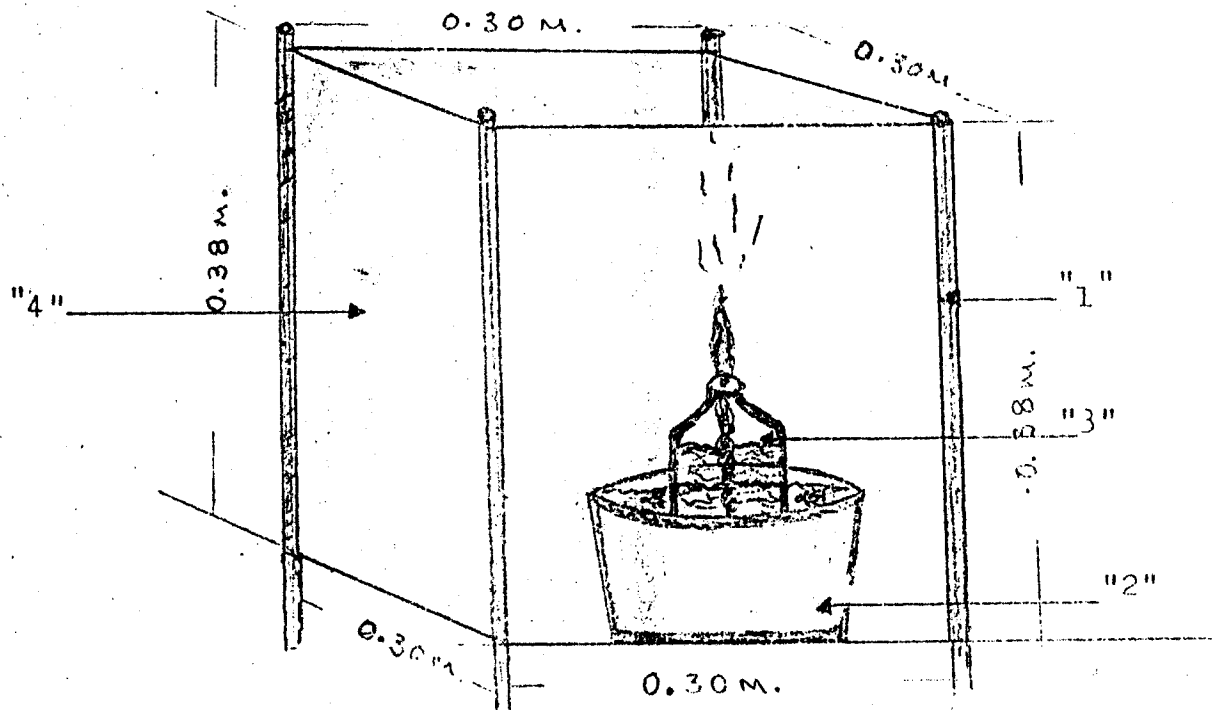


Figura 11A.

Diagrama de una trampa colocada en el campo, básicamente está formada de las siguientes partes:

1. Cuatro estacas de madera
2. Recipiente o guacal conteniendo agua.
3. Candil con kerosina.
4. Forro de nylon

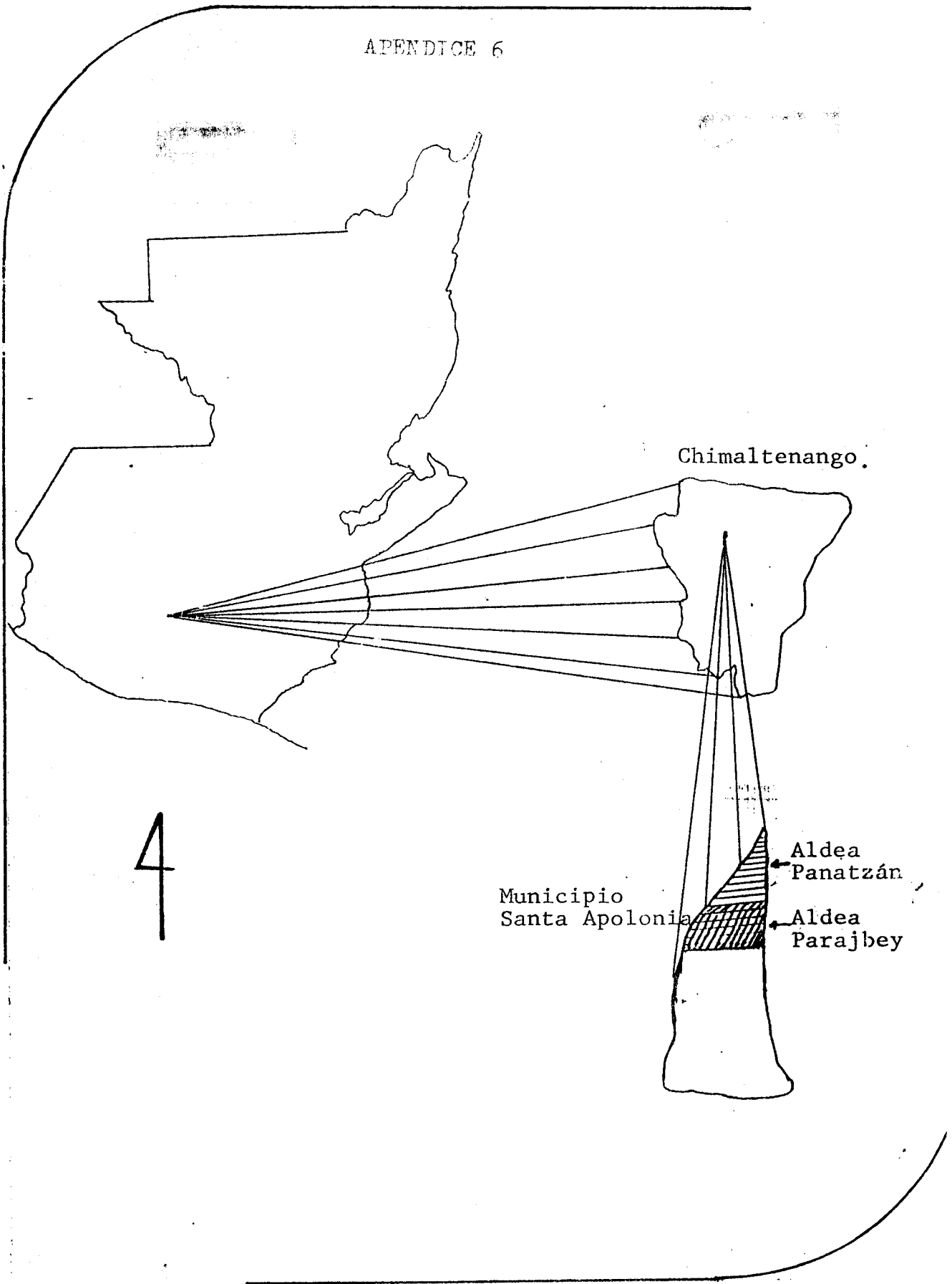


Figura 12A: Mapa de ubicación del área de estudio.



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

Ref. Sem. 034-92.

LA TESIS TITULADA: "ANALISIS DE MODELOS ESTADISTICOS PARA EL ESTUDIO DE GALLINA CIEGA (Phyllophaga sp.) Y SU RELACION CON EL AMBIENTE EN - SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: PABLO PEREZ Y PEREZ

CARNET No: 83-10128

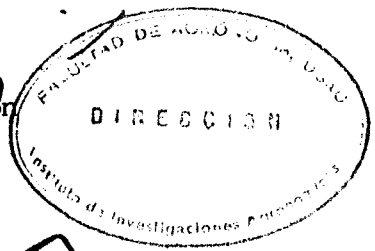
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. William Escobar  
 Ing. Agr. Edil Rodríguez

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.

Ing. Agr. Alvaro Hernández  
 ASESOR

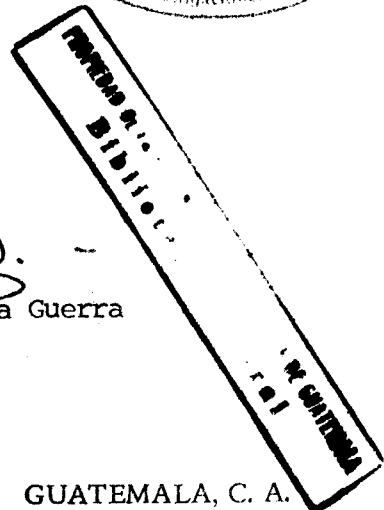
Ing. Agr. Ariel Ortíz  
 ASESOR

Dr. Luis Mejía de León  
 DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMASE

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
 DECANO



c.c. Control Académico  
 Exp. estudiante  
 Archivo.

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.  
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675