

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

GALLINA CIEGA (Phyllophaga sp.) (Coleóptera: Scarabaeidae),
SU RELACION CON EL AMBIENTE: UN MODELO ESTADISTICO



EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1989

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(1299)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

Lic. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal Bartolomé Martínez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge E. Sandoval I.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Wotzbeli Méndez
VOCAL CUARTO	P. A. Hernán Perla
VOCAL QUINTO	P. A. Julio López Maldonado
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO.

DECANO	Ing. Agr. Aníbal Bartolomé Martínez
EXAMINADOR	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Mynor Estrada Rosales
EXAMINADOR	Ing. Agr. Sergio Velásquez
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
7

3 de octubre de 1989

Ingeniero Agrónomo
Hugo A. Tobías Vásquez
Director del IIA
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

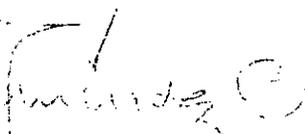
En atención a la designación que el Instituto nos hiciera, comunicamos a usted que hemos asesorado al estudiante MIGUEL ANGEL OSORIO GALVEZ, en la ejecución del trabajo de tesis titulado:

"GALLINA CIEGA (Phyllophaga sp.) (Coleóptera: Scarabaeidae).
SU RELACION CON EL AMBIENTE: UN MODELO ESTADISTICO"

Consideramos que dicho trabajo es un aporte sumamente importante en la investigación del género Phyllophaga en Guatemala. En tal sentido recomendamos el mencionado trabajo para su aprobación e impresión, ya que cumple con los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala:

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. MSc. Juan C. Méndez


Ing. Agr. MSc. Ariel Ortiz L.

JCM/AOL.

Guatemala, octubre de 1989

Señores
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

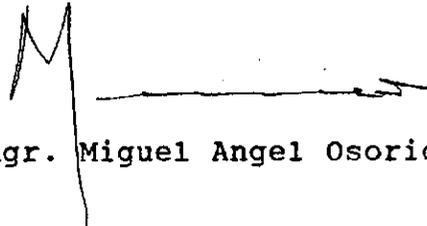
Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

**"GALLINA CIEGA (Phyllophaga sp.) (Coleóptera: Scarabaeidae),
SU RELACION CON EL AMBIENTE: UN MODELO ESTADISTICO".**

Como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



P. Agr. Miguel Angel Osorio G.

EL PRESENTE TRABAJO ESTA DEDICADO A

LAS BODAS DE ORO DE MIS PADRES

DON ALBERTO DIEGO OSORIO MEJIA

Y

DOÑA MARIA GUILLERMINA GALVEZ GARCIA DE OSORIO

A R I S H I J O S

AGRADECIMIENTOS

En forma especial lleva este trabajo el profundo agradecimiento del autor para mis asesores Ing. Agr. Msc. Ariel Ortiz López e Ing. Agr. Msc. Juan Carlos Méndez, quienes con su continuo interés y estímulo permitieron la realización del presente trabajo.

Muy particularmente deseo expresar mi gratitud a los Ing. Agrónomos Msc. Mynor Estrada, Rolando Aguilera, Marino Barrientos, Víctor Cajas, Sergio Velasquez, Luis Reyes y Efraín Medina por su ayuda, la cual permitió preparar este trabajo.

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN	i
I INTRODUCCION	1
II HIPOTESIS	3
III OBJETIVOS	4
IV REVISION DE LITERATURA	5
A. Morfología del Imago o Adulto	5
B. Morfología de las formas inmaduras	7
C. Biología y Ecología	7
1. Ciclo de vida	7
2. Hospederos	10
3. Enemigos naturales	10
D. El análisis de regresión	11
V MATERIALES Y METODOS	15
A. Localización del área de estudio	15
B. Metodología	15
1. Selección de las localidades a estudiar	15
2. Muestreo estadístico utilizado	16
3. Muestreo del estado larval	16
a. Tamaño y localización de la unidad de muestreo	16
b. Obtención de los estados inmaduros	18
c. Muestreo del suelo	18
d. Temperatura (° C) de la unidad de muestreo	18

	e. Pendiente (%) de la unidad de muestreo	19
	f. Profundidad de la capa arable (m)	19
	4. Análisis de la información	19
VI	RESULTADOS Y DISCUSION	21
	A. El modelo estadístico general	21
	B. Los modelos estadísticos reducidos	23
	B.1 Modelo estadístico reducido 7	23
	B.2 Modelo estadístico reducido 8	25
	B.3 Modelo estadístico reducido 9	27
VII	CONCLUSIONES	29
VIII	RECOMENDACION	30
IX	BIBLIOGRAFIA	31
X	ANEXOS	32

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Adulto de <u>Phyllophaga blanchardi</u> (Arrow)	6
2	Tercer estadio larval de <u>Phyllophaga brevidens</u> (Bates)	8
3	Sección utilizada para el muestreo de <u>Phyllophaga</u> sp.	17

GALLINA CIEGA (Phyllophaga sp.) (Coleóptera: Scarabaeidae),
SU RELACION CON EL AMBIENTE: UN MODELO ESTADISTICO.

WHITE GRUB (Phyllophaga sp.) (Coleóptera: Scarabaeidae), ITS
RELATIONSHIP WITH THE ENVIROMENT: A STATISTICAL MODEL.

R E S U M E N

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar la relación existente entre el nivel poblacional de larvas de gallina ciega y las características físico-químicas del suelo, así como distintas alturas sobre el nivel del mar.

La fase de campo se realizó en tres localidades del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso, Guastatoya. Se muestreó un grupo de 20 fincas en cada localidad, utilizándose una sección de 0.09 m² y 0.30 m. de profundidad. El suelo contenido en la muestra se tamizó, para aislar larvas de Phyllophaga sp. de las que se registró el número encontrado. En la misma sección muestreada se tomaron datos de temperatura (°C), profundidad efectiva del suelo (m), porcentaje de desnivel y muestras de suelo para determinar la humedad presente y sus características físico-químicas.

La información obtenida se procesó con el programa SAS versión 76 (Sistema de Análisis Estadístico); se usó el modelo lineal de regresión múltiple, estimándose sus parámetros por el método de cuadrados mínimos ordinarios. Al mode

lo estadístico general obtenido se le aplicó el procedimiento de regresión denominado STEPWISE-BACKWARD, obteniéndose 9 modelos estadísticos reducidos, de los cuales, los últimos tres, presentan un grado aceptable de significancia.

Los resultados indican que el modelo estadístico general no es significativo en conjunto, pues presenta una probabilidad $\chi^2 F = 0.2138$. De los nueve modelos estadísticos reducidos, los últimos tres (7, 8 y 9) presentan en conjunto una significancia aceptable al 5% (probabilidad $\chi^2 F = 0.0296$; probabilidad $\chi^2 F = 0.0239$ y probabilidad $\chi^2 F = 0.022$).

El modelo estadístico reducido 9, es el que mejor explica estadísticamente la relación entre el nivel poblacional de larvas de gallina ciega en el suelo, de la forma siguiente: Por cada 10% que aumente la pendiente, el número de larvas disminuye en $5.3/m^2$, por cada grado centígrado que aumente la temperatura en los primeros 0.15 mt. de profundidad del suelo, el número de larvas disminuye en $2.51/m^2$ y en la altura de 1012 msnm, se tiene un promedio de 29.88 larvas $/m^2$ más que en las otras alturas consideradas (1750 y 1550 msnm).

I. INTRODUCCION

Las larvas de Phyllophaga sp. (Coleóptera: Scarabaeidae), conocidas como gallinas ciegas, causan pérdidas considerables a nivel nacional y a lo largo de América Central, existiendo especies diferentes según las regiones agroclimáticas (1).

La gallina ciega o ronrón de mayo (adulto), se alimenta de una amplia variedad de plantas; interesándonos su presencia en cultivos alimenticios como trigo, maíz, maicillo, arroz, haba, arveja, coles, tomate y otras hortalizas en las cuales no se tiene dato exacto de las pérdidas que causa (3, 5).

Michel (1978), indica la destrucción de 13,784 hectáreas sembradas de maíz, trigo y sorgo en el estado de Jalisco, México; Rios y Romero (1982), indican también para el estado de Jalisco, pérdidas en plántulas de maíz cercanas al 50% atribuidas a P. dentex (Bates), P. ravidá (Blanch). También se observó en 1977 una disminución en el rendimiento de granos de maíz B-666 equivalente a 2,769 Kg/ha, ocasionado por el complejo de plagas del suelo integrado por Phyllophaga, Diabrotica y Colapsis, del cual un 47% (1,314 Kg/ha) fue causado por las especies de Phyllophaga citadas (7).

En los últimos años, se ha venido observando un incremento progresivo en los daños que causa en las regiones agrícolas guatemaltecas, reportándose casos de pérdidas totales de las cosechas (3).

Con el presente trabajo se pretende estimar un modelo estadístico que explique la relación entre el número de larvas de gallina ciega (Phyllophaga sp.) y las características físico-químicas del suelo y la altura en metros sobre el nivel del mar, como primer paso en una serie de estudios básicos cuyo fin es entender el comportamiento de esta plaga insectil para relacionarlo con otras variables y generar recomendaciones para su combate.

II. HIPOTESIS

Las características físicas y químicas del suelo, así como la altura sobre el nivel del mar, influyen significativamente sobre el número de larvas de gallina ciega (Phyllophaga sp.).

III. O B J E T I V O

Desarrollar un modelo estadístico que explique la relación entre el número de larvas de gallina ciega (Phylliphaga sp.), y las características físico-químicas del suelo y la altura en metros sobre el nivel del mar.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

A continuación se expone una síntesis de los escasos conocimientos acumulados hasta la fecha sobre la Biología y la Ecología del género Phyllophaga.

A. MORFOLOGIA DEL IMAGO O ADULTO

La forma del cuerpo en Phyllophaga sp. varía en proporciones dentro de un contorno ovalado alargado, con sección sub-cilíndrica.

La relación de proporción largo-ancho obtenida para los machos y hembras de 50 especies mexicanas, ofrece un valor medio de 2.27; ésto es, que en la mayoría de las especies la longitud total del cuerpo es un poco mayor del doble del ancho humeral.

Las medidas extremas de las especies mexicanas se encuentran entre 28.1 y 9.2 mm. de longitud total y entre 1.3 y 3.4 mm. de ancho humeral.

La coloración generalmente es pardo-amarillenta o pardo-rojiza, aunque incluye toda una gama de tonos que abarcan el castaño oscuro, el castaño rojizo, pardo acanelado; algunas especies son negras (v. g. P. nigerrima) e incluso existen otras que ofrecen coloración metálica iridiscente tenue, bronce-verdosa (v. g. P. rugulosa Blanch). (Fig.1) (7).

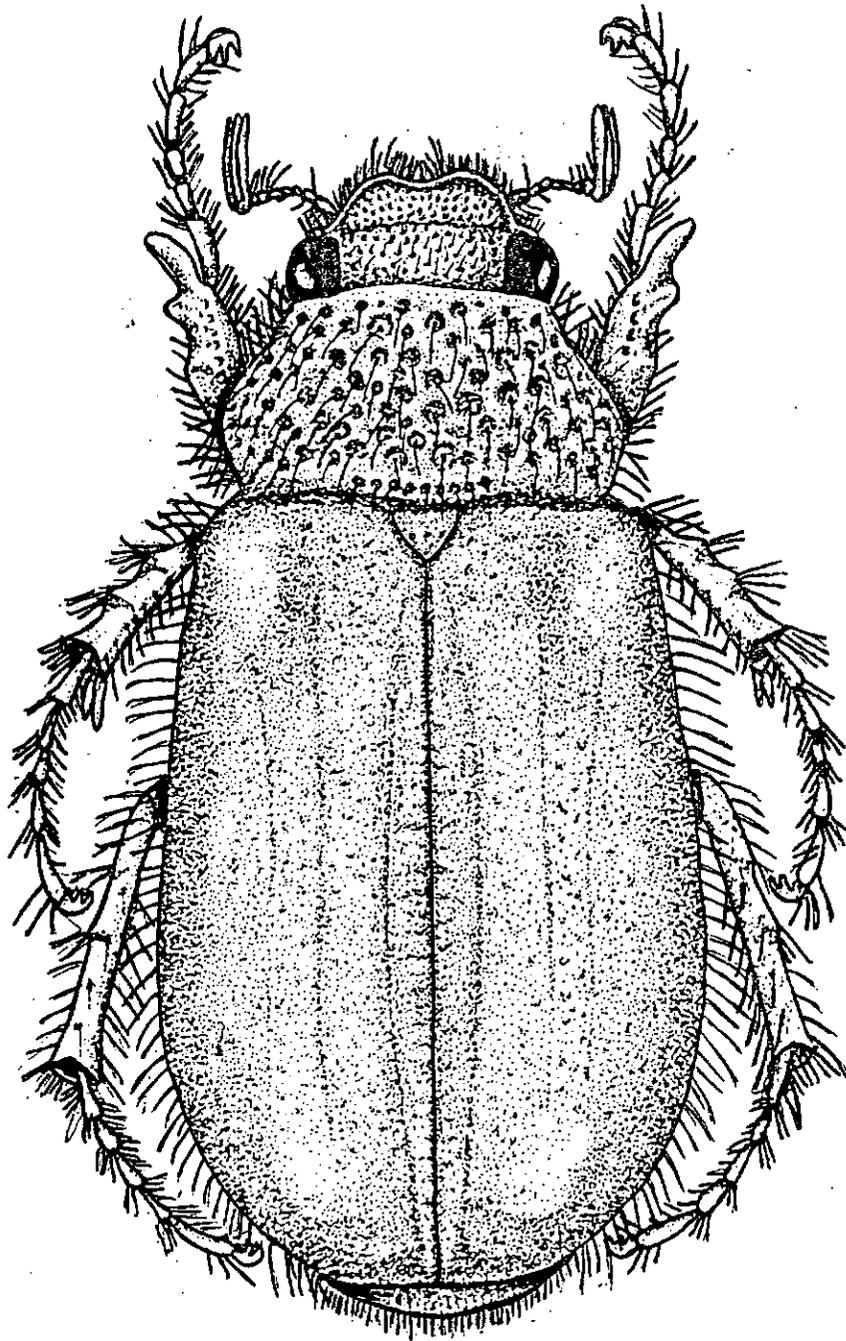


Figura 1

Adulto de Phyllophaga blanchardi (Arrow)

Fuente: Miguel Angel Morón, El género Phyllophaga en México

B. MORFOLOGIA DE LAS FORMAS INMADURAS

A pesar que los estados larvales son los principales responsables del daño económico causado por Phyllophaga sp. no se tiene una descripción completa para la mayor parte de las especies.

Richter (1966), considera que de los tres estadios larvales presentes en estas especies, el que reúne los caracteres taxonómicos más confiables es el tercero.

En virtud de lo expresado anteriormente, se tomará como referencia la morfología del tercer estadio larval de Phyllophaga brevidens (Bates):

Son típicas larvas escarabiformes de color blanco cremoso, blanco amarillento o blanco grisáceo, con la cabeza de color amarillo, anaranjado o castaño-rojizo y las patas amarillentas, cuya longitud varía entre 15 y 70 mm., con ancho torácico de 3 a 10 mm. (fig. 2) (7).

C. BIOLOGIA Y ECOLOGIA

1. Ciclo de Vida:

El ciclo vital completo de las especies de este género puede tener una duración de un año (P. lanceolata, P. crinitia, P. brevidens, P. ravidia, P. rubella); o de dos años (P. submucida, P. farcta, P. cribosa, P. trichodes).

En algunas especies se completa con seis meses, pero se observa el ciclo univoltino (P. tristis) y en otras puede extenderse durante tres años, especialmente en climas fríos extremos, ya que el

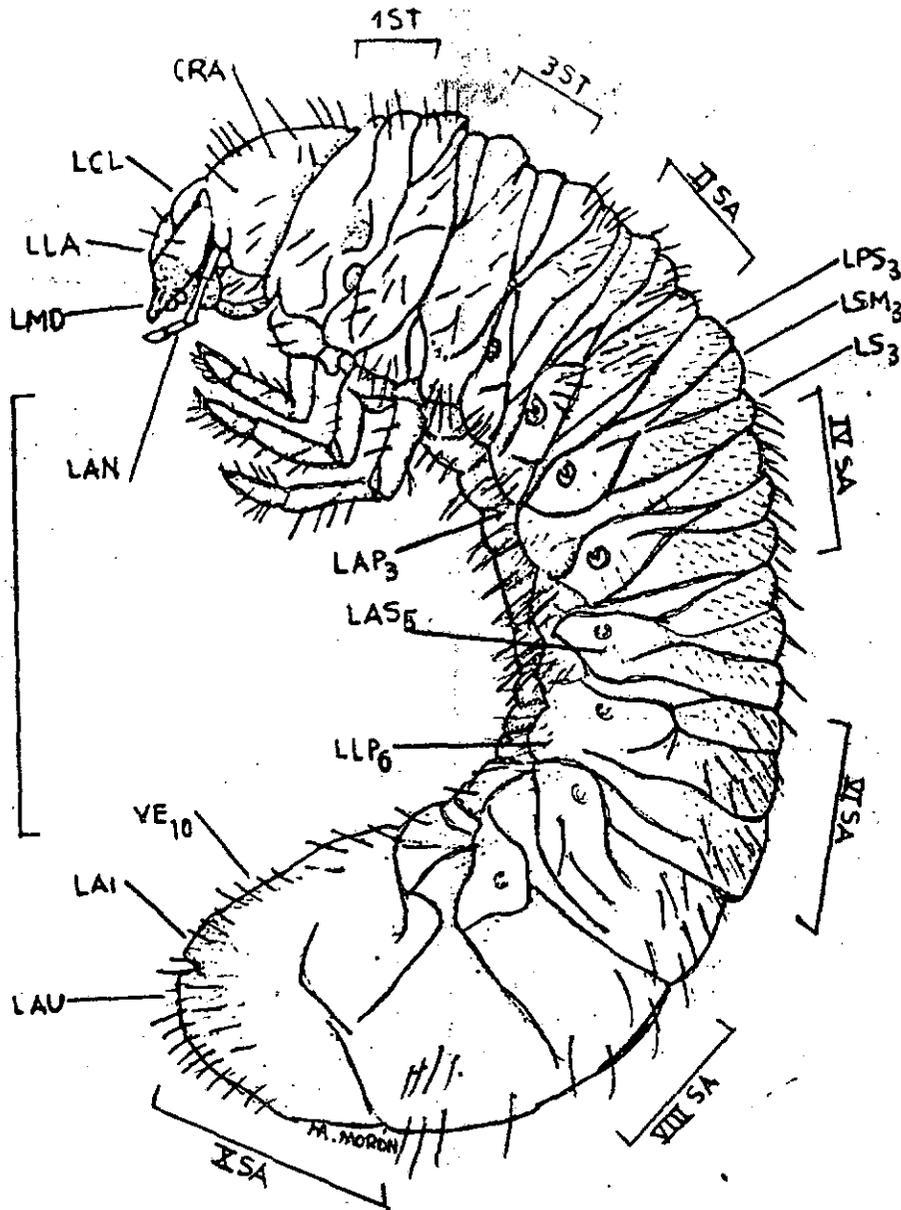


Figura 2

Tercer estadio larval de Phyllophaga brevidens (Bates)

Línea= 1 cm; CRA= cráneo; LCL= clipeo; LLA= labro; LMD=
 madíbula; LAN= antena; LAP3= área pedal; LAS5= área estig-
 mal; LLP= lóbulo pleural; LAI= labio anal inferior; LAU=
 labio anal superior; LPS= prescudo; LSM= metascudo; LS=
 metascutelo; ST= segmento torácico; SA= segmento abdominal.

Fuente: Miguel Angel Morón, El género Phyllophaga en México.

factor temperatura es uno de los determinantes principales para la duración del ciclo vital. Los huevecillos son depositados en el suelo húmedo, normalmente durante el final de la primavera o principio del verano, a la sombra de la planta huésped o en zonas con alta concentración de materia orgánica, a una profundidad de 10 a 20 cm, esparcidos en un área aproximada de 20 cm². El número promedio de estos huevos en algunas especies estudiadas es de 7 en P. rubella (islas, Loc. Cit.) 14 en P. stormi; 23 para P. obsoleta y 28 para P. blanchardi. La eclosión ocurre de dos a seis semanas después, dando lugar a las pequeñas larvas de primer estadio, las cuales se alimentan activamente con raíces finas, tallos subterráneos blandos, bulbos o materia orgánica durante un período que varía entre 20 y 60 días, hasta aumentar de 15 a 20 veces su peso inicial antes de la ecdicis para el segundo estadio, durante el cual incrementan de 5 a 7 veces su biomasa en el transcurso de 30 a 60 días (7).

La etapa de pupa transcurre durante 30-45 días; en algunas especies en el otoño (P. cribosa, P. farcta, P. tristis), o en la primavera (P. lanceolata, P. torta, P. submucida, P. crinita, P. brevidens, P. rubella), para dar lugar al imago, el cual permanece dentro de su celda a 15-20 cm, de profundidad, mientras madura su aparato reproductor, y se incrementa la humedad y la temperatura para realizar sus primeras actividades al exterior. En condiciones naturales la longevidad del adulto varía entre 8 y 30 días aún cuando las hembras (relación 15:1) de algunas especies pueden sobrevivir más de dos meses (7).

2. Hospederos

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

Por otra parte, es probable que las larvas de varias especies se encuentran adaptadas al consumo de materia orgánica de origen vegetal acumulada en el suelo (7).

3. Enemigos naturales

Los adultos de *Phyllophaga* sp. son depredados por una gran cantidad de especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Coleópteros Carabidae del género *Calosoma* (Allen, 1975), hormigas, arácnidos aranea de las familias Thomisidae y Agelenidae.

Las larvas pueden ser atacadas por coleópteros Carabidae de los géneros *Chlaenius*, *Scaphinotus*, *Harpalus*, *Carabus*, *Agonum*, *Evarthrus* y *Pterostichus*, entre otros (Allen, 1975; Jim. et al., 1981).

Entre los insectos parasitoides de las larvas de *Phyllophaga* se han citado los Himenópteros de las familias Tiphidae, Scolidae y Pelecinidae, de los géneros *Tiphia*, *Campsomeria*, *Scolia* y *Pelecinus* (Berberet y Helms, 1970; Richards y Davies, 1977).

Se han registrado varias especies de hongos parásitos de estos coleópteros, entre los que destacan los deuteromicetos Beauveria sp. (muscardina blanca), Metarhizium sp. (muscardina verde) y el Ascomiceto Cordyceps ravenelli (Hammond, 1961; Weiser, 1977) que inclusive han sido empleados como elementos de control biológicos para gallina ciega, al igual que las bacterias Bacillus popilliae, B. fribourgensis y B. lentimorbus que ocasionan la enfermedad lechosa (Milky disease), de gran éxito en el control del escarabajo japonés (Popillia japonica). También se han encontrado rickettsias y virus patógenos para estos escarabajos como Rickettsiella melolonthae y las vagoiavirus que ocupan y distribuyen principalmente las células del cuerpo graso, causando la muerte de las larvas (Weiser, 1977; Coppel y Mertins, 1977).

Como en otros casos, este campo de estudio prácticamente no ha sido cultivado en México y resulta evidente que puede ser de gran interés, tanto desde el punto de vista biológico, como del económico (7).

D. EL ANALISIS DE REGRESION

El análisis de regresión permite expresar una variable dependiente como una función continua de una o más variables independientes. Esta relación se expresa en forma de un modelo estadístico (4).

El modelo lineal de regresión múltiple, en términos generales toma la siguiente forma:

$$D.1) Y_i = B_1 + B_2 X_{i2} + B_3 X_{i3} + \dots B_K X_{iK} + E_i$$

En la que "Y" representa la variable dependiente, las "X" indican las variables explicativas, y "E" es una perturbación estocástica. El subíndice "i" hace referencia a la observación i-ésima, y el segundo subíndice utilizado en la descripción de las variables explicativas, sirve para identificar a las variables en cuestión. El número de variables explicativas es K-1.

B_1 recibe el nombre de ordenada en el origen (constantes de regresión) y $B_2, B_3 \dots B_K$ se denominan pendientes de regresión (o coeficientes de regresión parcial).

La naturaleza estocástica del modelo de regresión implica que para cada valor de X existe una distribución de probabilidad completa de valores de "Y". Esto significa que el valor de "Y" no se puede predecir en ningún caso con toda exactitud; la incertidumbre con respecto a "Y" aparece como consecuencia del término de perturbación estocástica "E" el cual al ser aleatorio hace que "Y" también lo sea (6).

Puede observarse, pues que la especificación completa del modelo de regresión no incluye sólo la forma de la educación, sino también la especificación de la distribución de probabilidad de perturbación y una indicación de cómo se han obtenido los valores de la variable explicativa. Esta información viene dada por lo que llamaremos supuestos básicos, los cuales completan el modelo de regresión:

D.2) Normalidad: E_i se distribuye normalmente.

D.3) Media cero: $E(E_i) = 0$

- D.4) Homoscedasticidad: $E(E_i^2) = \sigma^2$
- D.5) No autorregresión: $E(E_i E_j) = 0$ ($i \neq j$).
- D.6) Todas las variables explicativas son, no estocásticas, con valores fijos en repetidas muestras y tales que, para todo tamaño muestral $\sum_{i=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_k)^2 / n$ es un número finito distinto de cero para todos los valores de $k = 2, 3, \dots, k$
- D.7) El número de observaciones es mayor que el número de coeficientes a estimar.
- D.8) No existe ninguna relación lineal exacta entre las variables explicativas (multicolinealidad).

La especificación completa del modelo indicado en (D.1) a (D.8) describe el llamado "Modelo Clásico de Regresión Normal Lineal" en el contexto de la regresión múltiple. Los supuestos (D.2) a (D.5) se refieren al término de perturbación, y son exactamente los mismos supuestos correspondientes al modelo de regresión simple, mientras que los 3 últimos (D.6, D.7, D.8) se refieren a las variables explicativas (6).

Debido a su flexibilidad, la regresión múltiple constituye un instrumento analítico adecuado para los problemas de la inferencia estadística en que la imposición de determinados conocimientos previos acerca de la ecuación de regresión, hace abandonar el modelo ordinario de regresión lineal.

Algunos de los fenómenos que observamos no los podemos medir, y lo único que podemos hacer es contarlos. Esto ocurre con todas las características cualitativas de los objetos de las personas, de los períodos de tiempo, etc., en estos casos la observación consiste en señalar si una característica determinada se halla presente o no. Los valores que comúnmente se utilizan son de 0 y 1. Este tipo de variables se denominan "Binarias o Ficticias" (6).

Podemos considerar el problema de la estimación de los parámetros del modelo de regresión como si se trata se de estimar los parámetros de la distribución de probabilidad de la variable dependiente "Y_i" como ya hemos indicado; bajo los supuestos efectuados en el modelo, la variable "Y_i" se distribuye normalmente $E(Y_i) = B_1 + B_2 X_{i2} \dots + B_k X_{ik}$ y varianza $Var(Y_i) = \sigma^2$. El problema de estimar los parámetros de la regresión (B) equivale pues, a la estimación de la media de "Y_i", y puede resolverse a través de varios métodos distintos de estimación, utilizando para el caso de investigación presente el de mínimos cuadrados, el cual se ha utilizado para estimar los momentos respecto al origen de la distribución de una población (6).

V. MATERIALES Y METODOS

A. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en tres localidades del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso Guastatoya (1,750, 1,550 y 1.012 msnm), a una altitud norte de $14^{\circ} 45' 18''$, y una longitud este de $90^{\circ} 17' 18''$. La precipitación media anual de 500 mm, una temperatura de 20°C . Suelos, desarrollados sobre cenizas volcánicas a elevaciones medianas, poco profundos; franco y franco arcillosos, hasta profundidades de 26 cm variando de planos a severamente ondulados. La zona de vida según Holdridge: subtropical seca.

El municipio tiene una división administrativa en 15 aldeas y 28 caseríos, dedicándose la mayoría de agricultores al cultivo de maíz, seguido del frijol y en menor escala café, papa y tomate (2).

B. METODOLOGIA

Para realizar el trabajo, se procedió de la forma siguiente:

1. Selección de las localidades:

En el municipio de San Antonio La Paz, se tomaron tres aldeas: Las Moritas, con una altura de 1,750 msnm; Los Planes con 1,550 msnm y Santo Domingo Los Ocotes con 1,012 msnm. Básicamente se seleccionaron estas localidades con diferente altitud sobre el nivel del mar, para evaluar el efecto de esta variable.

2. Muestreo estadístico utilizado:

La construcción del marco de muestreo, se hizo en base al número de agricultores y productores de maíz que en su conjunto totalizaron 150. El tamaño de la muestra se determinó por medio de la fórmula:

$$M = \frac{N}{Nd^2 + 1}$$

En la cual:

M = Tamaño de la muestra
 N = Tamaño de la población
 d² = Precisión requerida al 10%

La fórmula anterior, nos permitió establecer el tamaño de la muestra en 60 agricultores que se distribuyeron proporcionalmente en cada una de las localidades.

Para seleccionar a los agricultores se utilizó el método de muestreo completamente aleatorio o al azar, utilizando el marco-lista.

3. Muestreo del estado larval:

a. Tamaño y localización de la sección de muestreo:

Se localizó la sección a muestrear al azar dentro del campo cultivado con maíz. El tamaño de la sección de muestreo, se tomó procurando mantener el suelo contenido en un área de 0.09 m², con 0.30 m. de profundidad, tomando en cuenta el movimiento vertical de las larvas de gallina

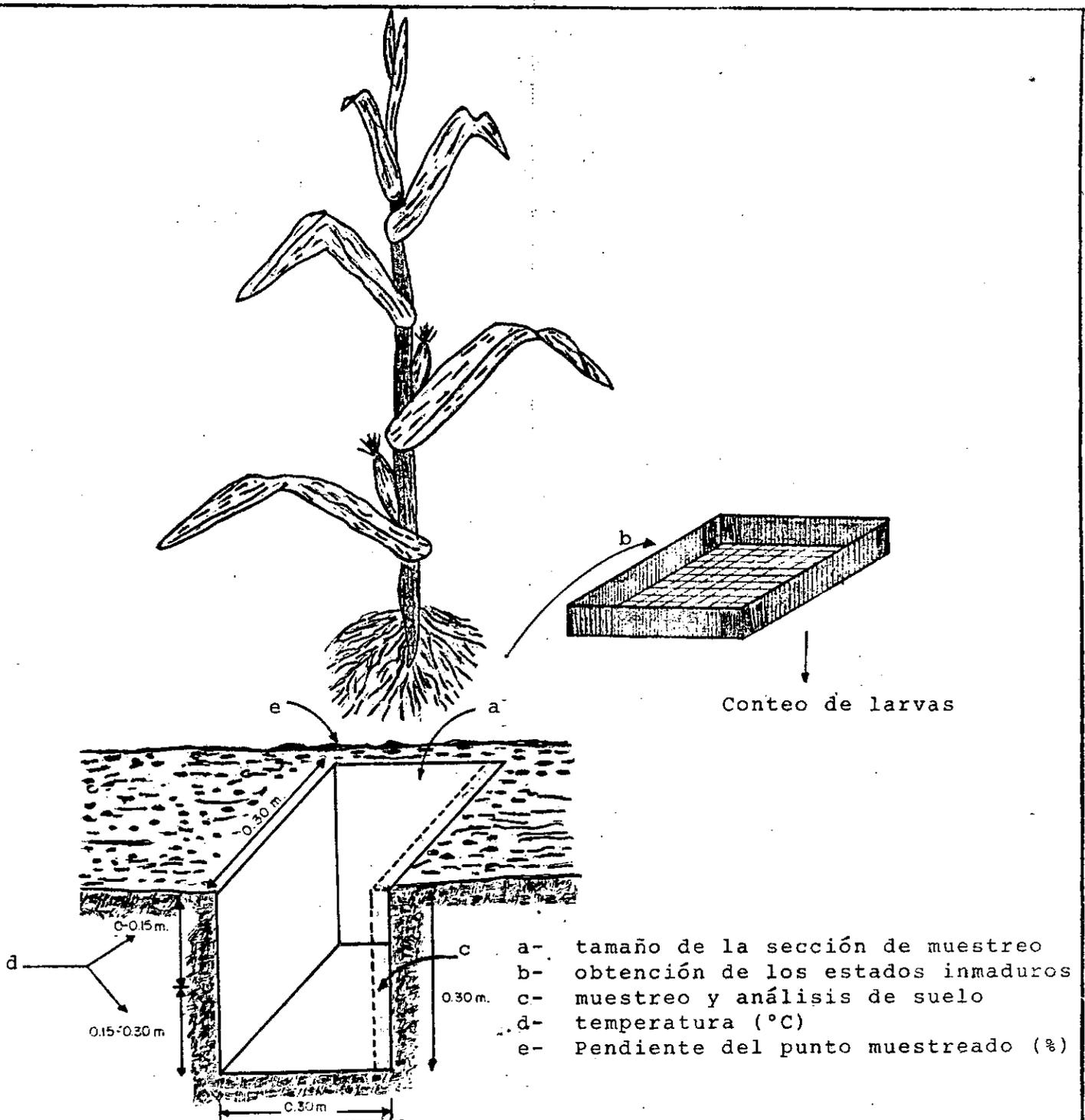


Figura 3

Sección utilizada para el muestreo de *Phyllophaga* sp.

ciega (Phyllophaga sp.). Se tuvo el cuidado de que en cada sección existiera una postura de maíz.

Una vez localizada la sección, se eliminó la planta de maíz para realizar el muestreo respectivo (Fig. 3).

b. Obtención de los estados inmaduros (larvas):

Para obtener los estados inmaduros, se procedió a tamizar el suelo contenido en la sección de muestreo, utilizando una malla número 6 (abertura 3.03 mm), con el propósito de separar y contar el número de larvas de Phyllophaga sp.

c. Muestreo del suelo:

Se tomó una tajada delgada de suelo hasta los 0.30 m. de profundidad. La cual se depositó en los envases respectivos (bolsas plásticas y cajas de aluminio) con la información debida, las cuales se trasladaron al laboratorio de suelos de la Dirección de Riego y Avenamiento del Ministerio de Agricultura, con el fin de efectuar el análisis físico-químico y de humedad.

d. Temperatura (°C) de la sección de muestreo

Se utilizó un termómetro de suelo graduado en grados centígrados. Las profundidades fueron de: 0.00 a 0.15 m. y de 0.15 a 0.30 m., con el fin de relacionar el grado de insolación en el suelo y su efecto sobre el número de larvas en el suelo (7).

e. Pendiente (%) de la sección de muestreo:

Se tomaron lecturas del % de pendiente de la sección, utilizando un nivel de caballete, la fórmula utilizada fue:

$$S = \frac{100 d}{l}$$

Donde:

S = Pendiente en %

d = Desplazamiento del pie deslizante (m)

l = Separación entre los pies del caballete (m)

f. Profundidad efectiva en (m)

En cada sección muestreada, se midió la profundidad efectiva del suelo con el propósito de relacionarlo con el movimiento vertical de las larvas de gallina ciega (7).

4. **Análisis de la información:**

Para analizar la información colectada, se estimó un modelo de regresión múltiple, en donde las características físico-químicas y la altura (msnm) son las variables independientes y el número de larvas de gallina ciega es la variable dependiente.

El modelo teórico es:

$$N.L = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + B_6X_6 + B_7X_7 + B_8X_8 + B_9X_9 + B_{10}X_{10} + B_{11}X_{11} + B_{12}X_{12} + E \quad (4, 6).$$

Donde:

- N.L. = Número de larvas/m²
 B_0 = Intercepto; $B_1 \dots B_{12}$ = Coeficiente de regresión parcial.
 X_1 = Tex = arcilla en %
 X_2 = Temp = Temperatura en °C de 0.00 a 0.15 m.
 X_3 = Temp = Temperatura en °C de 0.15 a 0.30 m.
 X_4 = Prof = Profundidad efectiva del suelo (m).
 X_5 = Pen. = Pendiente en (%).
 X_6 = Ar. = Arena en (%).
 X_7 = Hu. = Humedad en (%).
 X_8 = Limo = Limo en (%).
 X_9 = pH = Reacción del suelo.
 X_{10} = M.O. = Materia orgánica en (%)

Variable altura:

- X_{11} = 1,550 msnm
 X_{12} = 1,012 msnm
 E = Perturbación

La estimación del modelo se hizo por cuadrados mínimos ordinarios, utilizando el paquete SAS versión 36 (Statistical Analysis System) instalado en el Centro de Estadística de la Facultad de Agronomía. Posteriormente se utilizó el procedimiento Stepwise Backward para eliminar variables no significativas y reducir progresivamente el modelo general (8).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados de la estimación del modelo estadístico general y de los modelos estadísticos reducidos; 7, 8 y 9. Esta estimación se basó en los datos que se presentan en el cuadro 1 del anexo.

A. EL MODELO ESTADISTICO GENERAL

Parámetros Estimados:

$$N.L = 10.50 + 0.02 \text{ Tex} - 0.25 \text{ Tem}_1 - 0.11 \text{ Tem}_2 - 0.07 \text{ Prof} -$$

(0.96) (0.21) (0.69) (0.20)

$$0.05 \text{ Pen} - 0.01 \text{ Ar} + 0.01 \text{ Hu} + 0.03 \text{ Limo} - 0.64 \text{ pH} +$$

(0.03) (0.98) (0.95) (0.94) (0.21)

$$0.54 \text{ M.O.} + 2.2 \text{ D}_1 + 5.23 \text{ D}_2 \quad (\text{cuadro 2 de anexos}).$$

(0.18) (0.21) (0.07)

Donde

N.L = Número de larvas/m²; Tex = arcilla en %; Temp₁ = temperatura (°C) en los primeros 0.15 m. de profundidad; Temp₂ = temperatura (°C) de 0.15 a 0.30 m. de profundidad; Prof = profundidad de la capa afectiva del suelo en m.; Pen = pendiente en %; Ar = % de arena; Hu = humedad del suelo (%); Limo = limo en %; pH = reacción del suelo; M.O. = % de materia orgánica; D₁ = altura de 1,550 msnm; y D₂ = altura de 1,012 msnm. Entre paréntesis se presenta el valor de Prob > t.

El análisis de varianza indica lo siguiente:

Probabilidad $\chi^2 F = 0.2138 = 21.38\%$, que hace al modelo no significativo, incluso al 10% de probabilidad de cometer error tipo I.

$$R^2 = 25.92\%$$

$$C.V. = 78.72\%$$

El modelo estadístico general no explica satisfactoriamente la relación entre el número de larvas de gallina ciega en el suelo y las variables independientes (físico-químicas) y la altura en msnm consideradas (1,750, 1,550 y 1012), pues en conjunto no es significativo por tener una probabilidad $\chi^2 F = 0.2138$. La prueba de "t" aplicada a cada una de las variables independientes indican que la pendiente (%) (Probabilidad $\chi^2 t = 0.03$) y la altura de 1012 msnm (D_2) (Probabilidad $\chi^2 t = 0.07$) son las únicas que tienen un efecto significativo sobre el número de larvas de gallina ciega.

El $R^2 = 25.92\%$ obtenido indica el porcentaje en que las variables independiente utilizadas en el presente estudio, explican la variabilidad del número de larvas de gallina ciega en el suelo.

De acuerdo con Morón (7), el número de larvas de Phyllophaga sp. en el suelo depende de toda una gama de variaciones, cuyos factores determinantes aún son desconocidos. Por principio se puede decir que la distribución en terrenos con condiciones aparentemente uniformes no es homogéneo, sino que se distribuye en "manchones", con extensión variable que talvez deriven de sitios atractivos para la oviposición, producto de acumulaciones fortuitas de materia orgánica que, de acuerdo con King (1977) actúa como fago estimulante para las larvas rizófagas estrictas y talvez funciona como atrayente para las especies rizófagas facultativas (7).

Lo anterior se puede comprobar en el presente trabajo donde la variable independiente "Materia Orgánica" presenta una probabilidad $> "t" = 0.18$.

Estudios posteriores indican también que el número de larvas por unidad de superficie también depende del tipo de suelo, su profundidad efectiva, humedad y cantidad de fragmentos de roca presente, así como de la insolación que recibe el piso (7).

B. LOS MODELOS ESTADÍSTICOS REDUCIDOS

Al modelo estadístico general se le aplicó el procedimiento de regresión STEPWISE-BACKWARD, obteniéndose nueve modelos reducidos, de los cuales los tres últimos (7, 8 y 9), presentaron las características estadísticas más aceptables. Esos modelos se probaron por autocorrelación a través de la prueba Durbin-Watson; por heteroscedasticidad con la prueba de Park y por multicolinealidad utilizando las matrices de varianza-covarianza. Las mencionadas pruebas resultaron negativas para los tres modelos

B.1 Modelo Estadístico Reducido 7

El modelo presenta cinco coeficientes de regresión.

Parámetros estimados:

$$N.L = 68.07 - 3.15 \text{ Tem}_1 - 0.46 \text{ pen.} + 6.47 \text{ M.O.} +$$

(0.01) (0.04) (0.10)

$$14.41 D_1 + 52.86 D_2$$

(0.27) (0.01) (cuadro 3 de anexos).

Donde:

N.L. = Número de larvas/m²; Temp₁ = temperatura (°C) en los primeros 0.15 m. de profundidad; Pen = pendiente de la sección muestreada en %; M.O. = % de materia orgánica; D₁ = altura de 1550 msnm y D₂ = altura de 1012 msnm. Entre paréntesis aparece el valor de Prob > T.

El análisis de varianza indica lo siguiente:

Probabilidad > F = 0.0296 = 2.96%

* = Significativo al 5%

C.V. = 76.29%

R² = 20.05%

Se puede observar que el modelo en conjunto es significativo al 5% mediante la prueba de "F" (probabilidad > F = 0.0296). Ello significa que al menos uno de los coeficientes estimados es diferente de cero.

La prueba de "t" aplicada a cada uno de los coeficientes estimados, indica que únicamente la altura de 1550 msnm no es significativa al 10% (probabilidad > "t" = 0.27), indicando con esto que tiene el mismo efecto que la altura de 1,750 msnm, las otras variables sí presentan un efecto significativo sobre el número de larvas de gallina ciega de la siguiente manera:

Por cada grado centígrado (°C) que aumente la temperatura en los primeros 0.15 m de profundidad en la sección de muestreo, ocurre una disminución de 3.15 larvas/m². Por cada 10% que aumente la pendiente del terreno, habrá una disminución de 4.6

larvas/m². Cuando la materia orgánica aumenta en 1% en la sección muestreada, aumenta el número de larvas en 6.47/m² y finalmente a una altura de 1,012 msnm (D) existirá en promedio 52.86 larvas/m², más que en las otras alturas consideradas de 1,750 y 1,550 msnm.

Podemos observar especialmente en este modelo que la materia orgánica (probabilidad $\alpha = 0.10$), da a entender que es una variable que parece ejercer alguna influencia sobre el número de larvas/m presentes en el suelo, confirmándose con esto lo que Moron indica (7).

En este modelo el porcentaje en que las variables independientes explican la variabilidad de la variable dependiente, según el coeficiente de determinación (R^2), es de 20.05%.

B.2 Modelo Estadístico Reducido 8

En este modelo el efecto de la altitud de 1,550 msnm ha sido eliminado por ser no significativo. El modelo entonces, cuenta sólo de cuatro coeficientes estimados.

Parámetros estimados:

$$N.L. = 63.81 - 2.19 \text{ Temp}_1 - 0.49 \text{ pen} + 4.46 \text{ M.O.} + 33.91 D_2^2 \quad (\text{cuadro 4 de anexos}).$$

(0.01) (0.04) (0.20)
(0.003)

Donde:

N.L. = Número de larva/m² ; Temp₁ = temperatura (°C) en los primeros 0.15 m de profundidad; pen = pendiente en %; M.O. = % de Materia Orgánica; D₂ = Altura de 1,012 msnm. Entre paréntesis se reporta la Probabilidad > t

El análisis de varianza indica lo siguiente:

Probabilidad > F = 0.0239

* = Significativo al 5%

C.V. = 76.5%

R² = 18.20

El modelo obtenido es significativo en conjunto a un 5% mediante la prueba de "F", entonces al menos uno de los estimados es diferente de cero pues presenta una probabilidad > F = 0.0239. La prueba de "t" aplicada a cada coeficiente estimado, indica que la materia orgánica no presenta efecto alguno a un nivel de significancia razonable sobre el número de larvas de gallina ciega en el suelo, lo que sugiere que no hay evidencia contundente de una relación fuerte entre ambas variables. El valor de R² = 18.20% es menor que en el modelo reducido siete, debido a que se ha eliminado una variable explicatoria.

Las otras variables indican lo siguiente:

Por cada grado centígrado en que aumente la temperatura en los primeros 0.15 m. de profundidad en la sección muestreada, se tiene una disminución de larvas de 2.19 larvas/m². Al aumentar la pendiente en un 10%. el número de larvas disminuye en 4.9/m²,

mientras que en la altura de 1,012 msnm (D_2), se tiene un promedio de 33.91 larvas/m² más que en las otras alturas consideradas.

B.3 Modelo Estadístico Reducido 9

En este modelo la variable Materia Orgánica ha sido eliminada dada la baja significancia de su efecto. El modelo estimado consta de tres coeficientes de regresión.

Parámetros estimados:

$$N.L. = 86.34 - 2.51 \text{ Temp}_1 - 0.53 \text{ pen.} + 29.88 D_2.$$

(0.004) (0.02) (0.007)

(cuadro 5 de anexos).

Donde:

N.L. = Número de larvas/m²; Temp_1 = temperatura (°C) en los primeros 0.15 m. de profundidad; pen = pendiente en %; y D_2 = Altura de 1012 msnm. Entre paréntesis aparece el valor de Probabilidad > t.

El análisis de varianza indica:

Probabilidad > F = 0.0220

* = Significativo al 5%

C.V. = 76.94%

R² = 15.68%

Estadísticamente este modelo es significativo en conjunto, pues la prueba de "F" presenta una probabilidad > F = 0.0220. La prueba de "t" aplicada a cada uno de los coeficientes estimados del

modelo, indica que éstos presentan un efecto significativo para con el número de larvas, de la siguiente manera:

Por cada grado centígrado que aumente la temperatura en los primeros 0.15 m. de profundidad en la sección muestreada, el número de larvas disminuye en $2.51/m^2$, lo anterior puede ser por causa del grado de insolación que recibe el piso (7). Por cada 10% que la pendiente en la sección muestreada aumente, el número de larvas, disminuye en $5.3/m^2$. La altura de 1,012 msnm (D_2) presenta en promedio, 29.88 larvas/m , más que las otras alturas consideradas.

VII. CONCLUSIONES

1. El modelo estadístico general no es significativo en conjunto, por lo que no es útil para explicar los niveles de población de larvas de Phyllophaga sp. en el suelo.
2. De los modelos estadísticos reducidos, el noveno es el que mejor se ajusta. Este indica que únicamente la temperatura en los primeros 15 cm. del suelo, la pendiente y la altura sobre el nivel del mar, explican significativamente el número de larvas de Phyllophaga sp. en el suelo.
3. El efecto del contenido de materia orgánica sobre el número de larvas de Phyllophaga sp. presente en el suelo, no está claramente definido, pues esta variable fue eliminada del modelo reducido final.

VIII. RECOMENDACION

Que el horizonte del estudio en el tiempo y el espacio, sea ampliado para que la estimación de los modelos sea más consistente. La ampliación en el tiempo es necesaria porque hay especies cuyo estadio larval dura más de dos años. Con la ampliación en el espacio se logrará mayor variabilidad de las características del suelo y altitud sobre el nivel del mar, también probablemente en el número de larvas/m². Además se considera pertinente, que se realice un estudio de identificación de especies ya que el comportamiento de ellas es diferente.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ANDREWS, K.L. et al. 1979. Gallina ciega en El Salvador: identificación de especies y determinación de la relación entre densidad y daño en el cultivo. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (25, 1979, Tegucigalpa, Hond.). 1979. Resúmenes. Tegucigalpa, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales. p. 1-9, 57.
2. COLINDRES LIMA, D.A. 1981. Monografía del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso. Monografía E.P.S. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
3. GUATEMALA. 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.
4. GUJARATI, D. 1981. Econometría básica. México, Graw Hill. 425 p.
5. KING, A.B.; SAUNDERS, J.L. 1979. El control de la gallina ciega (Phyllophaga sp.) en maíz con insecticidas aplicados por métodos sencillo. Turrialba (C.R.) 29(1):17-19.
6. KMENTA, J. 1977. Elementos de econometría. España, Vicens-Vives. 530 p.
7. MORON, M.A. 1986. El género Phyllophaga en México, morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta, Coleóptera). México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto de Ecología. 300 p.
8. UNITED STATES OF AMERICA. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. 1980. SAS/ETS user's guide. North Caroline, Unite States of America. 730 p.

Vo. Bo.

Petrucci



X. ANEXOS

- CUADRO 1 - Características Físico-químicas de los suelos muestreados y número de larvas de Phyllophaga sp.
- CUADRO 2 - Análisis de varianza y parámetros estimados del modelo estadístico general.
- CUADRO 3 - Análisis de varianza y parámetros estimados del modelo estadístico reducido 7.
- CUADRO 4 - Análisis de varianza y parámetros estimados del modelo estadístico reducido 8.
- CUADRO 5 - Análisis de varianza y parámetros estimados del modelo estadístico reducido 9.

CUADRO 1

Características físico-químicas de los suelos muestreados
y número de larvas de Phyllophaga sp.

Larvas/0.09 m ²	Larvas/m ²	TEX	TEMP ₁	TEMP ₂	PROF.	PEND.	AR	HU	LIMO	PH	M.O.	D ₁	D ₂
1	11	54.2	13.0	12.0	17.0	36.0	23.9	22.1	21.9	5.0	3.9	0	0
1	11	59.0	13.0	10.0	16.0	44.0	20.4	18.2	20.6	4.7	1.7	0	0
3	33	43.2	14.0	13.0	26.0	36.0	24.4	28.6	27.3	4.6	4.3	0	0
2	22	48.5	14.0	13.0	19.0	20.0	26.8	26.2	24.7	4.1	3.1	0	0
4	44	43.9	12.0	12.0	19.0	19.0	28.9	28.2	27.2	4.4	4.0	0	0
15	165	50.4	14.0	11.0	15.0	10.0	22.0	24.3	27.6	4.5	4.3	0	0
4	44	27.0	14.0	13.0	16.0	2.0	42.8	34.5	30.2	4.7	5.6	0	0
3	33	34.2	17.0	16.0	13.0	17.0	33.3	28.2	32.5	4.9	6.4	0	0
2	22	18.4	15.0	15.0	21.0	13.0	56.6	34.8	25.0	4.3	3.0	0	0
1	11	29.2	21.0	17.0	14.0	19.0	46.2	35.0	24.6	4.7	4.7	0	0
4	44	19.1	11.0	10.0	18.0	24.0	56.9	41.6	24.0	5.0	4.3	0	0
2	22	29.4	17.0	16.0	13.0	25.0	42.7	57.5	27.8	4.7	4.3	0	0
1	11	28.6	19.0	17.0	20.0	31.0	37.8	35.2	33.5	4.9	4.1	0	0
2	22	28.6	19.0	17.0	15.0	28.0	39.4	32.2	32.0	4.9	3.4	0	0
3	33	17.2	18.0	16.0	18.0	20.0	66.7	43.2	16.1	4.6	3.5	0	0
4	44	26.9	17.0	16.0	20.0	19.0	45.4	37.8	27.7	4.9	4.3	0	0
2	22	36.7	19.0	14.0	12.0	10.0	34.7	31.1	28.6	5.1	4.5	0	0
3	33	36.6	16.0	15.0	20.0	17.0	37.0	34.5	26.4	5.2	3.2	0	0
2	22	32.2	16.0	15.0	20.0	19.0	37.1	33.1	30.7	5.1	4.1	0	0
3	33	23.6	15.0	14.0	15.0	44.0	51.8	39.0	24.6	5.1	3.5	0	0
1	11	33.7	22.0	21.0	30.0	12.0	35.5	24.1	30.8	4.7	3.8	1	0
5	55	33.4	21.0	21.0	30.0	11.5	38.9	24.9	27.7	4.6	2.5	1	0
2	22	29.8	22.0	21.0	18.0	21.0	39.6	24.6	30.6	4.4	2.7	1	0
2	22	33.3	23.0	22.0	18.0	23.0	38.8	22.9	27.8	4.6	3.1	1	0
2	22	33.3	21.5	21.0	20.0	21.0	38.5	27.6	28.2	4.6	3.5	1	0
3	33	32.9	22.0	21.0	18.0	20.0	38.4	24.9	28.7	4.7	3.0	1	0
3	33	19.6	21.0	21.0	10.0	15.0	60.7	32.7	19.8	4.6	2.8	1	0
2	22	21.0	22.0	21.0	28.0	7.5	41.7	27.3	37.4	4.6	2.8	1	0

Continúa...

Larvas/0.09 m ²	Larvas/m ²	TEX	TEMP ₁	TEMP ₂	PROF.	PEND.	AR	HU	LIMO	PH	M.O.	D ₁	D ₂
3	33	29.0	22.5	22.0	20.0	5.0	42.9	28.3	28.1	4.5	2.3	1	0
3	33	32.3	26.0	24.0	17.0	2.5	40.3	29.2	27.4	4.6	2.3	1	0
1	11	30.5	28.0	26.0	30.0	0.0	35.1	24.1	34.4	5.1	3.1	1	0
1	11	34.6	26.0	24.0	30.0	1.0	34.9	24.2	30.4	4.9	3.3	1	0
2	22	34.6	25.0	22.0	20.0	0.0	33.4	25.3	32.0	5.1	3.6	1	0
3	33	30.4	25.0	24.0	20.0	5.0	34.4	24.6	35.1	4.8	3.4	1	0
1	11	30.8	26.0	22.0	28.0	0.0	35.6	26.4	33.6	4.3	3.5	1	0
1	11	34.7	26.0	24.0	22.0	9.0	36.9	23.8	28.4	4.8	2.1	1	0
1	11	36.3	24.0	22.0	30.0	7.0	31.5	23.7	32.2	4.8	3.0	1	0
2	22	34.0	26.0	22.5	28.0	0.0	34.3	25.1	31.6	4.8	2.7	1	0
3	33	33.5	21.0	20.0	15.0	0.0	34.0	24.6	32.5	7.3	3.8	1	0
2	22	37.2	21.0	20.0	30.0	5.0	29.6	23.0	33.2	7.6	2.0	1	0
1	11	50.8	32.0	26.0	10.0	13.0	26.8	14.9	22.4	5.4	1.9	0	1
4	44	59.3	30.0	28.0	12.0	6.0	15.3	15.0	25.4	4.9	1.7	0	1
8	88	56.7	28.0	28.0	20.0	6.0	20.4	15.2	22.9	4.8	2.0	0	1
3	33	58.2	28.0	26.0	10.0	10.0	21.0	15.6	20.9	4.8	2.0	0	1
8	88	60.2	28.0	26.0	14.0	7.5	16.2	12.7	23.6	4.8	2.1	0	1
3	33	61.6	30.0	28.0	20.0	7.5	15.0	13.8	23.4	5.2	2.3	0	1
1	11	56.3	30.0	30.0	20.0	10.0	18.4	14.8	25.3	5.1	1.9	0	1
2	22	53.0	32.0	28.0	10.0	14.0	20.7	15.1	26.2	5.0	1.7	0	1
2	22	51.7	30.0	26.0	12.0	6.0	25.6	13.5	22.7	4.9	2.1	0	1
2	22	51.7	36.0	28.0	20.0	2.0	30.2	17.4	18.1	5.3	2.1	0	1
3	33	49.6	26.0	24.0	20.0	15.0	28.9	16.7	21.5	5.4	1.0	0	1
2	22	69.9	24.5	24.0	30.0	15.0	11.1	12.7	19.0	5.7	2.5	0	1
2	22	58.4	24.0	22.0	30.0	30.0	16.4	20.2	25.3	4.6	1.5	0	1
2	22	67.0	30.0	28.0	12.0	47.0	11.0	12.5	22.0	5.6	2.9	0	1
1	11	60.3	28.0	26.0	30.0	35.0	15.1	12.6	24.6	5.0	1.1	0	1
1	11	62.8	26.0	24.0	4.0	40.0	16.4	12.6	20.8	5.7	1.1	0	1
2	22	58.1	24.0	24.0	20.0	56.0	17.5	12.0	24.3	4.9	1.2	0	1
3	33	62.6	26.0	24.0	20.0	57.0	15.4	10.6	22.0	5.1	0.7	0	1
1	11	64.5	30.0	26.0	20.0	57.0	12.2	14.4	23.2	4.1	0.7	0	1
6	66	55.8	30.0	26.0	15.0	57.0	15.9	16.6	28.3	5.3	4.2	0	1

CUADRO 2

Análisis de varianza y parámetros estimados
del modelo estadístico general

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	5% Prob > F
Modelo	12	74.27619	6.18968	1.370 N.S.	0.2138
Error	47	212.32381	4.51753		
C Total	59	286.60000			

$R^2 = 25.92\%$

C.V. = 78.72028%

Parámetros Estimados

Variable	Parámetro Estimado.	Prob. > "T"
INTERCEP	10.504302	0.8178
TEX	0.020352	0.9644
TEMP ₁	-0.248097	0.2063
TEMP ₂	-0.109192	0.6864
PROF.	-0.068709	0.2005
PEN.	-0.050049	0.0273
AR	-0.011867	0.9790
HU	0.005520	0.9450
LIMO	0.031601	0.9448
PH	-0.644975	0.2077
M.O.	0.542413	0.1824
D ₁	2.203585	0.2069
D ₂	5.222981	0.0710

CUADRO 3

Análisis de varianza y parámetros estimados
del modelo estadístico reducido No. 7

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de "F"	5% Prob > F
Modelo	5	6953.89209	1390.77842	2.709 *	0.0296
Error	54	27724.70791	513.42052		
C Total	59	34678.60000			

$R^2 = 20.05\%$

C.V. = 76.29220%

Parámetros Estimados

Variable	Parámetro Estimado.	Prob. > "T"
INTERCEP	68.070692	0.0099
TEMP ₁	-3.146313	0.0120
PEN.	-0.463312	0.0454
M.O.	6.472826	0.0993
D ₁	14.414052	0.2686
D ₂	52.855371	0.0115

CUADRO 4

Análisis de varianza y parámetros estimados
del modelo estadístico reducido No. 8

Análisis de varianza

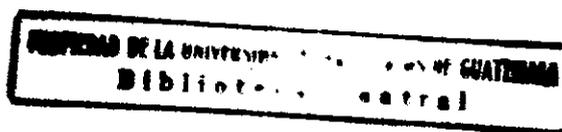
F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de "F"	5% Prob > F
Modelo	4	6312.45748	1578.11437	3.060 *	0.0239
Error	55	28366.14252	515.7485		
C Total	59	34678.60000			

$R^2 = 18.20\%$

C.V. = 76.46494%

Parámetros Estimados

Variable	Parámetro Estimado	Prob. > "T"
INTERCEP	63.811055	0.0143
TEM ₁	-2.187841	0.0133
PEN.	-0.485309	0.0361
M.O.	4.458816	0.1978
D ₂	33.909452	0.0032



CUADRO 5

Análisis de varianza y parámetros estimados
del modelo estadístico reducido No. 9

Análisis de varianza

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de "F"	5% Prob > F
Modelo	3	5435.93659	1811.97886	3.470 *	0.0220
Error	56	29242.66341	522.19042		
C Total	59	34678.60000			

$R^2 = 15.68\%$

C.V. = 76.94103%

Parámetros Estimados

Variable	Parámetro Estimado	Prob. > "T"
INTERCEP	86.341044	0.0001
TEM ₁	-2.513061	0.0035
PEN.	-0.526902	0.0228
D ₂	29.880770	0.0068



FACULTAD DE AGRONOMIA
GUATEMALA, C. A.

30/X/1989

"IMPRIMASE"



[Handwritten Signature]
ING. AGR. ANIBAL B. MARINEZ M.
DECANO