

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

EVALUACION DEL EFECTO DE TRES PERIODOS DE SOLARIZADO EN EL CONTROL DE LARVAS DE GALLINA CIEGA *Phyllophaga* spp., (COLEOPTERA : SCARABAEIDAE), EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* Linneo), EN SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA

TESIS

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

POR

EDGAR ENRIQUE RIOS RECINOS

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO DE 1,999

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Walter García Tello
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO:	Br. Oscar Javier Guevara Pineda
VOCAL QUINTO:	Br. José Domingo Mendoza Cipriano
SECRETARIO:	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quiñonez

Guatemala, agosto de 1,999

SEÑORES
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Con base en las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos, tengo el agrado de someter a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado :

"EVALUACION DEL EFECTO DE TRES PERIODOS DE SOLARIZADO EN EL CONTROL DE LARVAS DE GALLINA CIEGA Phyllophaga spp., (COLEOPTERA : SCARABAEIDAE), EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays Linneo), EN SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA"

Presentado como requisito previo a optar el titulo de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado.

Con un cordial saludo,

Atentamente,



Edgar Enrique Ríos Recinos.

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: CREADOR DEL UNIVERSO Y GUIA DE NUESTRO CAMINO.

MI PADRE: EDGAR ENRIQUE RIOS MUÑOZ
Por su sacrificio para hacer de mi un profesional.

MI MADRE: ELVIRA ARACELY RECINOS MARTINEZ DE RIOS
Por dirigir mi vida por un buen camino.

MIS HERMANOS: MIGUEL ANGEL RAFAEL, FABIOLA DENISSE, KANNDY
ARACELY
Por el apoyo que me brindaron.

ALGUIEN ESPECIAL: GILDA MARIA RUIZ SETT
Por su ayuda y apoyo en mi vida.

A MIS ABUELAS: Aracely Martínez de Recinos[†] y
Candida Muñoz vda. de Rios.

MI FAMILIA: Por el apoyo y entusiasmo que me brindaron.

MIS AMIGOS: Por su ayuda y apoyo en la Facultad de Agronomía.

MI PATRIA GUATEMALA: Para servirle a ella como todo un profesional.

AGRADECIMIENTOS

A: LA INMACULADA VIRGEN MARIA
Por velar y guiar mi vida.

MIS PADRES

MIS HERMANOS

GILDA MARIA RUIZ SETT

MI FAMILIA

FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Ing. Agr. GUSTAVO ALVAREZ
Por la asesoría de este documento.

Ing. Agr. EDGAR RIOS MUÑOZ
Quien me asesoró este documento.

Ing. Agr. ALVARO HERNANDEZ
Por su valiosa evaluación.

Ing. Agr. LUIS MORAN
Por su valiosa evaluación.

Ing. Agr. MARINO BARRIENTOS
Por su asesoría en el análisis estadístico de este documento.

Sr. FERMIN RAMOS
Por su colaboración en la fase de campo de este documento.

FINCA LOS ENCINOS
Por brindarme el apoyo para la elaboración de este documento.

INDICE

Indice de cuadros.....	iii
Indice de figuras.....	iv
Resumen.....	v
1. Introducción.....	1
2. Definición del problema.....	2
3. Marco teórico.....	3
3.1 Marco conceptual.....	3
3.1.1 La gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> spp.).....	3
3.1.1.1 Generalidades de la plaga.....	3
3.1.1.2 Ciclo de vida.....	3
3.1.1.3 Cultivos dañados por larvas de gallina ciega en Guatemala.....	5
3.1.1.4 Daños causados por larvas de gallina ciega y síntomas de las plantas.....	5
3.1.1.5 Formas de control de larvas de gallina ciega.....	5
3.1.2 Solarización.....	7
3.1.2.1 El solarizado.....	7
3.1.2.2 Antecedentes del solarizado.....	7
3.1.2.3 Requerimientos para la solarización.....	8
3.1.2.4 Principios del solarizado.....	8
3.1.2.5 Características del polietileno transparente.....	9
3.1.2.6 Producción de calor.....	10
3.1.2.7 Temperaturas y profundidades de desinfección.....	10
3.1.2.8 Ventajas y limitaciones del solarizado.....	11
3.1.2.9 Cultivos en que se ha utilizado el solarizado.....	11
3.1.2.10 Efecto sobre algunas malezas.....	12
3.1.3 Maíz híbrido.....	12
3.1.3.1 Nombre comercial del híbrido utilizado.....	12
3.1.3.2 Características principales.....	12
3.1.3.3 Características agronómicas.....	13
3.1.3.4 Resistencia ó tolerancia a.....	13
3.2 Marco referencial.....	14
3.2.1 Generalidades del solarizado a nivel internacional y nacional.....	14
3.2.2 Localización y características del área de estudio.....	16
3.2.2.1 Clima y altitud sobre el nivel del mar.....	16
3.2.2.2 Suelo.....	16
4. Objetivos.....	18
4.1 Objetivo general.....	18
4.2 Objetivos específicos.....	18
5. Hipótesis.....	19
6. Metodología y material experimental.....	20
6.1 Material experimental.....	20
6.2 Metodología experimental.....	20
6.2.1 Diseño experimental.....	20
6.2.2 Descripción de los tratamientos.....	20
6.2.2.1 Solarizado.....	21
6.2.2.2 Testigo absoluto.....	21
6.2.3 Variables respuesta.....	21
6.2.3.1 Número de larvas de gallina ciega.....	21
6.2.3.2 Porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega (%).....	22
6.2.3.3 Altura promedio de plantas.....	22
6.2.3.4 Número de larvas de gallina ciega promedio por cada 10 plantas.....	22

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	Cultivos dañados por larvas de gallina ciega en Guatemala.....	5
CUADRO 2.	Descripción de los tratamientos.....	21
CUADRO 3.	Resumen de la prueba de TUKEY, para el número de larvas de gallina ciega promedio por hectárea, a una profundidad de 0.30 metros, después de levantar las láminas de polietileno	27
CUADRO 4.	Resumen de la prueba de TUKEY, para el porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega por hectárea, 5 semanas después de sembrar el maíz.....	28
CUADRO 5.	Resumen de la prueba de TUKEY, para la altura promedio de plantas.....	30
CUADRO 6.	Resumen de la prueba de TUKEY, para el número de larvas de gallina ciega promedio en las raíces de 10 plantas.....	31
CUADRO 7"A".	Condiciones climáticas durante la exposición de las láminas de polietileno de los tres períodos de solarizado, en los meses de mayo y junio del año 1,998, según el INSIVUMEH, sección de climatología.....	47
CUADRO 8"A".	Número de larvas de gallina ciega promedio en 0.45 m ² , después de levantar las láminas de polietileno.....	48
CUADRO 9"A".	Resumen del análisis de varianza, para el número de larvas de gallina ciega promedio en 0.45 m ² , después de levantar las láminas de polietileno.....	48
CUADRO 10"A".	Porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega en 9 m ²	48
CUADRO 11"A".	Resumen del análisis de varianza, para el porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega en 9 m ²	48
CUADRO 12"A".	Altura promedio de plantas (metros).....	49
CUADRO 13"A".	Resumen del análisis de varianza, para la altura promedio de plantas (metros).....	49
CUADRO 14"A".	Número de larvas de gallina ciega promedio en 10 plantas.....	49
CUADRO 15"A".	Resumen del análisis de varianza, para el número de larvas de gallina ciega promedio en 10 plantas.....	49
CUADRO 16"A".	Peso seco promedio de raíces por planta (gramos).....	50
CUADRO 17"A".	Resumen del análisis de varianza, para el peso seco promedio de raíces por planta (gramos).....	50

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Población de larvas de gallina ciega promedio por hectárea después de levantar el solarizado, según el efecto de los tratamientos.....	27
FIGURA 2.	Porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega después de 5 semanas de sembrar el maíz, según el efecto de los tratamientos.....	29
FIGURA 3.	Altura promedio de las plantas (metros), según el efecto de los tratamientos.....	30
FIGURA 4.	Número de larvas de gallina ciega promedio en las raíces de 10 plantas, según el efecto de los tratamientos.....	32
FIGURA 5.	Peso seco promedio de raíces, por planta, según el efecto de los tratamiento.....	33
FIGURA 6.	Comparación entre el número de larvas de gallina ciega promedio en 10 plantas y el porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega.....	34
FIGURA 7"A".	Ubicación del departamento de Santa Rosa en Guatemala.....	40
FIGURA 8"A".	Ubicación del municipio de Santa Rosa de Lima y del área experimental en el departamento de Santa Rosa.....	41
FIGURA 9"A".	División Fisiográfica del departamento de Santa Rosa y ubicación de la estación meteorológica "Cuilapa", Santa Rosa.....	42
FIGURA 10"A".	Localización de los diferentes grupos de suelos del departamento de Santa Rosa.....	43
FIGURA 11"A".	Dirección y dimensión del área experimental.....	44
FIGURA 12"A".	Ubicación de los bloque y tratamientos en el área experimental.....	44
FIGURA 13"A".	Ubicación de los puntos de muestreo en cada unidad experimental para determinar el número de larvas de gallina ciega en 0.45 m ²	45
FIGURA 14"A".	Siembra de maíz en cada unidad experimental.....	45
FIGURA 15"A".	Comparación de la insolación promedio al día, con el número de larvas de gallina ciega promedio en 0.45m ² , según el efecto de los tres períodos de solarizado.....	46
FIGURA 16"A".	Comparación de la radiación solar promedio al día, con el número de larvas de gallina ciega promedio en 0.45 m ² , según el efecto de los tres períodos de solarizado.....	46

v

"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES PERIODOS DE SOLARIZADO EN EL CONTROL DE LARVAS DE GALLINA CIEGA, *Phyllophaga* spp., (COLEOPTERA : SCARABAEIDAE), EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* Linneo), EN SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA."

"EVALUATION OF THE EFFECT OF THREE PERIODS OF SOIL SOLARIZATION FOR THE CONTROL OF WHITE GRUB, *Phyllophaga* spp., (COLEOPTERA : SCARABAEIDAE), IN THE CORN CULTIVATION (*Zea mays* Linneo), IN SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA."

RESUMEN

En el Municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, Guatemala, la "Gallina Ciega" (*Phyllophaga* spp.) es una de las plagas importantes ya que disminuye la producción de diversos cultivos como tomate, café, brócoli, entre otros, lo que conlleva a la baja rentabilidad de cultivos tanto de exportación como de consumo interno. Para el control de las larvas de gallina ciega, se tiene la alternativa química, pero esta en muchos casos dificulta la rentabilidad y la exportación de estos productos, debido a la contaminación y residuos químicos. El solarizado se convierte en una nueva alternativa, ya que como en otros países, esta práctica está siendo muy factible y rentable.

El propósito de esta investigación fue determinar el efecto de tres diferentes periodos de solarizado, (4 semanas, 6 semanas y 8 semanas), sobre las poblaciones de larvas de gallina ciega en el suelo, en el porcentaje de posturas dañadas por larvas de gallina ciega y en la cantidad de larvas de gallina ciega encontradas en las raíces de las plantas. Para ello se utilizó : láminas de polietileno (calibre de 3.175 milésimas de centímetro), y como planta indicadora el maíz (*Zea mays* Linneo). El ensayo se realizó con un diseño de bloques al azar con 8 repeticiones, y las variables respuestas evaluadas fueron a) número de larvas de gallina ciega después de levantar las láminas de polietileno, b) porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega, c) Altura promedio de plantas, d) número de larvas de gallina ciega promedio por cada 10 plantas, y e) peso seco promedio de raíces.

Después de montar el ensayo, recopilar la información y analizar tanto estadísticamente como gráficamente, se llegó a determinar que : a) Para el caso del número de larvas de gallina ciega encontradas después del solarizado, no existieron diferencia significativas, el mejor tratamiento fue el solarizado de 8 semanas, seguido por el de 4 semanas y luego por el de 6 semanas; así mismo se observó

que hay una clara diferencia en el número de gallinas ciegas por hectárea al haber solarizado el suelo con un rango entre 0 y 11,111 gallinas ciegas por hectárea y al no haberlo hecho con un rango entre 86,000 y 102,000 gallinas ciegas por hectárea. b) En cuanto al porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega, se observó que hay diferencias significativas entre el solarizado y el testigo absoluto, siendo el mejor tratamiento, el solarizado de 8 semanas, y en último lugar el testigo absoluto. c) En la variable altura promedio de plantas no se encontró diferencias entre los tratamientos con solarizado, pero sí las hubo entre los tratamientos con solarizado y el testigo absoluto, siendo el mejor tratamiento el solarizado de 4 semanas. d) En cuanto al número de larvas de gallina ciega por cada 10 plantas, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con solarizado, pero sí entre los tratamientos con solarizado con respecto al testigo absoluto, siendo el mejor tratamiento el solarizado de 6 semanas seguido por el de 8 y 4 semanas sucesivamente. e) En cuanto al peso seco promedio de raíces, no se encontró diferencias significativas entre los 4 tratamientos, pero el mejor tratamiento fue el solarizado de 8 semanas al tener la planta una mayor cantidad de raíces, seguido por el testigo absoluto, por lo tanto podría decirse que las raíces muestreadas no estaban afectadas considerablemente por la gallina ciega.

Por lo tanto el solarizado tiene un efecto positivo al disminuir la población de larvas de gallina ciega del suelo, al ser menor el porcentaje de posturas dañadas por gallina ciega y al haber menor número de larvas de gallina ciega por planta. Así mismo es importante mencionar que el solarizado tiene sus desventajas como lo es en terrenos inclinados o con problemas de anegamiento, el número de posturas con plantas y sanas disminuye ya que estas se pierden por erosión y por marchitez debido al anegamiento al no haber malezas a la hora de la siembra y permitir la filtración del agua.

1. INTRODUCCION

La "Gallina Ciega" *Phyllophaga* spp., (Coleóptera : Scarabaeidae), es una de las plagas del suelo más comunes y de importancia económica que causa daño a los cultivos agrícolas, no solo en Guatemala, sino también en diversas regiones del mundo.

Para controlar esta plaga se han generado productos químicos con los cuales disminuye la población de las mismas, pero se incurre en la contaminación del ambiente y en la acumulación de residuos químicos principalmente en el hombre, el suelo y en los productos de cosecha, a la vez muchos de estos productos químicos están fuera del alcance de los agricultores debido a sus altos costos o a la relativa baja rentabilidad de ciertos cultivos.

Una nueva alternativa para el control de larvas de "Gallina Ciega" (*Phyllophaga* spp.) podría ser el uso de métodos físicos, como lo es el caso del solarizado del suelo durante periodos de tiempo determinados, previos a la siembra del cultivo, el cual no contamina ya que después de levantar las láminas de plástico estas se usan para la elaboración de aboneras.

Santa Rosa de Lima es una región con alta incidencia de "Gallina Ciega". Los agricultores se dedican a cultivos como maíz, café, tomate, frijol y otros, y manifiestan la presencia y daño que esta plaga les causa en la temporada de invierno.

En la investigación se evaluaron tres periodos de solarizado, de 4, 6 y 8 semanas de exposición previos al establecimiento del cultivo de maíz, para determinar la eficiencia del método para controlar a la "Gallina Ciega". La planta de maíz, (*Zea mays* Linneo), se utilizó solo como planta indicadora.

Al final del estudio se estableció que los tratamientos con solarizado sí tienen efecto sobre las poblaciones de larvas de gallina ciega, al disminuir las mismas, en comparación con el testigo absoluto donde no hubo control.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Santa Rosa de Lima es un área en donde se están cultivando algunos productos de exportación y dicha región se ve afectada por una de las plagas del suelo más importante, que es la "Gallina Ciega" *Phyllophaga spp.*, debido al daño que esta le causa a las raíces al alimentarse de ellas, a inicio de la época de invierno (durante los meses de mayo, junio y julio).

Para el control de esta plaga, los agricultores hacen uso de plaguicidas químicos, estos desafortunadamente, contaminan el suelo por su residualidad, matando así organismos que participan en la formación de la materia orgánica, así mismo afectan al hombre y dejan residuos en los productos de cosecha, y entre las normas de exportación no se permite la presencia de dichos residuos, a menos que tengan tolerancia autorizada por la E.P.A, Agencia de Protección Ambiental de Los Estados Unidos, (por sus siglas en ingles), además muchos de los productos químicos recomendados para su control resultan muchas veces deficientes, debido a varios factores como lo son el manejo, la época de aplicación, y la dosificación entre otros.

Por lo tanto, es necesario evaluar nuevas prácticas para el control de larvas de "Gallina Ciega", una de estas es el solarizado del suelo, la cual ha dado buenos resultados, controlando diversos insectos y patógenos del suelo.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL.

3.1.1 La gallina ciega (*Phyllophaga* spp.).

3.1.1.1 Generalidades de la plaga.

La gallina ciega, es una plaga del suelo que pertenece al orden Coleóptera, familia Scarabaeidae y a los géneros *Phyllophaga* y *Melolontha*, los cuales cuentan con más de 20,000 especies y las cuales en su mayoría son fitófagas en más de alguna fase de su ciclo de vida (12).

Entre las especies de importancia económica en Guatemala y otros países de Centro América, Estados Unidos y América del Sur tenemos a *P. aequata*, *P. dasypoda*, *P. elenans*, *P. menetriesi*, *P. obsoleta*, *P. parvisetis*, *P. tumulosa* y *P. yucateca*, entre otras (9).

La gallina ciega, también es conocida cómo jogoto, oruga, chobote, orontoco, chorontoco; los adultos son llamados abejón de mayo, chicote, mayate, ronrón de mayo, esto dependiendo del país donde se encuentre (9).

La distribución de las larvas de gallina ciega a grandes rasgos va desde Estados Unidos de Norte América hasta América del Sur (9). En el caso de Guatemala, la gallina ciega a partir de 1,962 constituyó un problema agrícola, principalmente en los departamentos de San Marcos, Chimaltenango, Jutiapa, Progreso, Cobán, Guatemala, Baja Verapaz y Chiquimula (15).

3.1.1.2 Ciclo de vida.

El ciclo de vida de la gallina ciega varía según la especie y las condiciones climáticas que prevalezcan en la región donde se encuentra la misma (2).

A. Huevo.

Los huevos son colocados en el suelo, desde profundidades de 2 centímetros hasta los 20 centímetros, generalmente cuando este está húmedo. Comúnmente lo hacen a principios de verano y la

incubación dura entre 12 a 26 días; estos son de color blanco, inicialmente elongados, luego se vuelven esféricos (9,10).

B. Larva.

Las larvas (Gallina Ciega), cuando las condiciones no son favorables, es decir a temperaturas bajas y lluvias pronunciadas, se profundizan en el suelo a manera de pasar la zona de congelamiento, mientras que en condiciones favorables, donde las temperaturas empiezan a aumentar y el invierno a pasado, emergen del suelo y se alimentan de raíces y materia orgánica en descomposición (2).

Dependiendo de las condiciones climáticas (temperatura y humedad) el estado larval se puede reducir o prolongar; a condiciones semi-húmedas, estas se encuentran a una profundidad de 30 centímetros y en condiciones secas se pueden hallar hasta 60 centímetros de profundidad, esto se da mediante la construcción de una cámara ovoide o celda, haciendo uso de su excremento para compactar las partículas de suelo que le rodean. Las larvas presentan a su vez 3 instares larvales, (es decir que mudan tres veces), y la tercera ecdisis da lugar a la pupa (15).

La larva es de color blanco con cabeza café y 6 patas prominentes. La parte posterior del cuerpo es tersa y brillante, con los contenidos oscuros del cuerpo mostrándose a través de la piel. Tiene dos hileras de pelos diminutos en la parte inferior del último segmento, que distingue a las verdaderas "Gallinas Ciegas" de las larvas de aspecto similar. El cuerpo es curvo y puede medir 1.5 centímetros hasta más de 2.5 centímetros (10).

C. Pupa.

La pupa se prepara para dar lugar al adulto, esto se da durante un período de 30 a 45 días, donde luego su aparato reproductor empieza a desarrollarse, mientras la humedad y la temperatura aumentan, para luego convertirse en adultos y emerger del suelo (11).

D. Adulto.

Los adultos emergen del suelo a finales de mayo y principios de junio, que es cuando empiezan a establecerse las primeras lluvias, estos se alimentan principalmente del follaje de árboles y arbustos; copulan durante el verano y por la noche, que es cuando las hembras se alimentan del follaje (2).

El adulto tiene una longevidad de 8 a 30 días, aunque algunas hembras pueden llegar a vivir hasta 60 días (11).

3.1.1.3 Cultivos dañados por larvas de gallina ciega en Guatemala.

La gallina ciega es una plaga que ataca y ocasiona daños a diferentes tipos de planta, que van desde gramíneas, leguminosas, cítricos, hasta especies forestales (9).

Los principales cultivos dañados por larvas de gallina ciega se observan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Cultivos dañados por larvas de gallina ciega en Guatemala.

GRANOS BÁSICOS	HORTALIZAS	INDUSTRIALES	PERENNES
Maíz	Cebolla	Tabaco	Cítricos
Frijol	Brócoli	Banano	Pastos
Sorgo	Fresa	Maní	Encino
Arroz	Coles	Caña de Azúcar	Pino
Trigo	Zanahoria	Fresa	Decíduos
	Cucúrbitas	Soja	

FUENTE : CONACOMIP, CATIE/RENERM-MIP, FAUSAC 1,990; Monterroso y Pareja, 1985.

3.1.1.4 Daños causados por larvas de gallina ciega y síntomas de las plantas.

La larva de gallina ciega se alimenta de las raíces de las plantas, estas son dañinas durante el tercer estadio. La distribución del daño se caracteriza en parches y generalmente durante los meses de junio a octubre (9). Si las plantas dañadas (tales como el maíz, brócoli, caña de azúcar, cítricos, etc.) son sacadas de la tierra, en el suelo donde estaba dicha planta, se encontrarán de 20 a 140 larvas de gallina ciega, más o menos a nivel de donde se encontraban las raíces (10).

Las plantas afectadas por la gallina ciega muestran raíces cortas y en ciertos casos destruidas casi totalmente, el crecimiento de la planta se detiene lo cual produce que estas se sequen y mueran (10).

3.1.1.5 Formas de control de larvas de gallina ciega.

A. Control Biológico.

- ◆ Mediante la utilización del sapo gigante, (*Bufo marinus*), se puede hacer un control efectivo de la larva de gallina ciega. Este sapo se encuentra en lugares donde hay reservas de agua y en ciertos

canales de irrigación. Efectos de este sapo sobre el control de la gallina ciega se han observado en lugares como Puerto Rico (5).

- ◆ Los adultos de los escolítidos, (*Tiphia sp.*), son parásitos de la gallina ciega que podrían ser utilizados para controlar a la misma. Para la proliferación de los escolítidos se necesita sembrar plantas que poseen un néctar que los atrae, muchas de éstas son malas hierbas. Algo de esto se ha observado en Puerto Rico, en los campos de caña de azúcar (5).
- ◆ Algunos ectoparasitoides larvales como *Campsomeris dorsata* y *Elis sp.*, también se pueden utilizar para controlar a la gallina ciega (9).
- ◆ Algunas bacterias patógenas como *Micrococcus nigrofasciens*, en condiciones húmedas, pueden controlar a la gallina ciega, cuando éstas están en un período de descanso prepupal y en estado de larvas pequeñas (9).

B. *Control Cultural.*

- ◆ La destrucción con herbicidas y/o laboreo semanas antes de la siembra, reduce la densidad del daño causado por larvas (9).
- ◆ La rotación de cultivos puede ser otra medida para el control de la gallina ciega, ya que ésta prefiere cultivos como : gramíneas (maíz, cereales, etc.), papa, fresa; mientras que los cultivos como frijol soja, trébol, alfalfa y soja no la atraen mucho, por lo tanto se puede hacer un año siembra de gramíneas y otros 2 años siembra de frijol o alfalfa (10).

C. *Control Químico.*

Para controlar las larvas de gallina ciega por medio de este método, se hace uso de diferentes productos químicos tales como:

- ◆ Terbufos 10 % Granulado: aplicando 1.95 kilogramos por hectárea de ingrediente activo, al momento de la siembra, junto con algún fertilizante.
- ◆ Phorato 10 % Granulado: aplicando 1.5 kilogramos por hectárea de ingrediente activo, al momento de la siembra.
- ◆ Carbofuran 5 % Granulado: aplicando 1.95 kilogramos por hectárea de ingrediente activo, al momento de la siembra (8).

3.1.2 Solarización.

3.1.2.1 *El solarizado.*

El solarizado del suelo es un método no convencional, de control de plagas del suelo, el cual utiliza la radiación solar con el fin de aniquilar varios organismos nocivos en el suelo, tales como hongos, insectos, nemátodos y semillas de malezas (18).

Este método consiste en la utilización de mantas plásticas (de polietileno) transparentes, las cuales son colocadas en la superficie del suelo ya preparado y húmedo, de manera que éste quede cerrado herméticamente. Esta manta de polietileno se puede dejar por períodos de tiempo de 35 a 40 días, de esta manera absorbe la radiación solar, lo que hace que se eleve la temperatura del suelo. Luego de haber pasado el período de solarizado se procede a quitar las mantas de polietileno e inmediatamente después se procede a sembrar la planta (18).

Esta técnica ha llegado a tomar gran importancia, debido a los efectos que produce sobre los organismos, por lo que se ha considerado como un método de control de patógenos del suelo, que a la vez propicia ciertos cambios en la química de los suelos de manera benéfica (6, 7).

3.1.2.2 *Antecedentes del solarizado.*

El solarizado fue un método desarrollado en Israel y dado a conocer en los años de la década de los 70, y desde ahí se ha venido aplicando cada vez más en cultivos de campo y viveros. El método es técnicamente efectivo y económicamente factible en determinadas ocasiones y condiciones (18).

A nivel internacional se ha hecho uso de este método con el fin de controlar ciertas plagas, estudios acerca de esto se han realizado en países como Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Estados Unidos, México, El Salvador y Nicaragua (18).

En Guatemala también se han desarrollado diversas experiencias con el fin de valorar el efecto del solarizado sobre el suelo. Entre los trabajos realizados en Guatemala, tenemos investigaciones, realizadas con el fin de determinar el tiempo óptimo de exposición a la radiación solar y el calibre de película adecuada. Entre los calibres evaluados tenemos los siguientes : 1.25, 1.50 y 2.00 milésimas de pulgada. Otras investigaciones realizadas las tenemos sobre el control de malezas, el control de nemátodos

(*Aphelenchoïdes*, *Aphelenchus* y *Tylechus*), evaluación de rentabilidad del uso de solarizado en arveja y arveja dulce, y a la vez estudios para determinar el tiempo que tardan en degradarse las películas de polietileno (7, 18).

3.1.2.3 *Requerimientos para la solarización.*

Para obtener un solarizado de suelo adecuado y efectivo necesitamos cinco requerimientos elementales que son los siguientes :

- ◆ El suelo debe ser expuesto al solarizado durante períodos completos, y evacuar la cobertura justo antes del establecimiento del cultivo, es decir, de la siembra. Los períodos de solarizado comprenden desde 2 hasta 8 semanas. El solarizado debe colocarse en cierta época del año para que esta sea efectiva y a la vez dependera de las condiciones climáticas que prevalezcan en determinada región (1, 13).
- ◆ El suelo durante el período de solarizado debe de mantenerse húmedo, para lo cual se requiere llevar el suelo a capacidad de campo, esto, para incrementar la sensibilidad termal del suelo y mejorar la conducción de calor entre las estructuras del mismo, esto se debe a que el suelo no posee la capacidad total de conducir el calor perfectamente (1, 3).
- ◆ El terreno debe de prepararse adecuadamente evitando los agregados del suelo grandes, (terrones), para mejorar la conductividad del calor en el suelo. El polietileno se debe colocar pegado al suelo sin dejar aire y debe quedar herméticamente cerrado (13).
- ◆ Para obtener un eficiente control de los patógenos del suelo, el solarizado debe de permanecer el mayor tiempo posible, tomando en cuenta que hay que tener una mayor disposición del suelo en términos de tiempo (13).
- ◆ El polietileno por su costo, deberá ser utilizado en todos los cultivos posibles, es decir que sean rentables para su uso debido a que su costo es relativamente barato (7).

3.1.2.4 *Principios del solarizado.*

- ◆ Los organismos fitopatógenos son mesófilos, es decir que se desarrollan en condiciones de humedad y temperaturas intermedias (temperaturas de 30°C y 31°C). Si los microorganismo no son

completamente inactivados por el aumento de la temperatura, de todos modos estos serán vulnerables a cambios en los gases del suelo o a la variación de las poblaciones de otros organismos, provocados por el solarizado lo que sería un control biológico de los fitopatógenos (6).

- ◆ El solarizado es un método hidrotérmico que depende de la capacidad del suelo a conducir calor y transferirlo a los organismos del suelo (6).
- ◆ El solarizado está en función del tiempo y de la temperatura, habiendo una relación directa entre estos dos. El efecto del solarizado dependerá del tiempo de exposición y de la temperatura del suelo (6).
- ◆ La eficiencia del solarizado para desinfectar el suelo e incrementar el crecimiento y desarrollo de las plantas, dependerá del color y la estructura del suelo, temperatura del aire, duración del día, intensidad de la radiación solar y de la capacidad de transmisión y grosor de la película de polietileno (6).
- ◆ Mientras más delgada sea la película de polietileno habrá una mayor transmitancia de la radiación solar (6).
- ◆ Para incrementar la sensibilidad termal del suelo se debe mantener húmedo el suelo el mayor tiempo posible, mientras la cobertura está establecida (6).

3.1.2.5 Características del polietileno transparente.

Las películas de polietileno deben ser transparentes para que los rayos solares puedan pasar con mayor facilidad y así obtener mayor transmitancia (7).

Este material en su mayoría es de bajo costo, tienen un fácil proceso, una excelente resistencia a productos químicos, buena reflexión y flexibilidad (en ciertos casos), no tiene olor y no es tóxico. Su densidad es aproximadamente de 0.92 gramos por centímetro cúbico. Es transparente a la luz del espectro entre 0.4 y 36 milimicras, las únicas que deja pasar en baja proporción son las de 7 a 14 milimicras en el espectro infrarrojo. Tiene baja permeabilidad a gases que se producen en el suelo (7).

Los calibres o gruesos de las láminas u hojas de polietileno usados con buen resultado son de : 2.54, 2.99, 5.10, 9.99, 14.99 y 19.99 milésimas de centímetro (7).

3.1.2.6 *Producción de calor.*

Para comprender como es que las temperaturas del suelo se elevan, es necesario considerar factores tales como duración del día, frecuencia de radiación, intensidad de radiación y la temperatura en la que el suelo se encuentra. Estas altas temperaturas propician dentro del solarizado la evaporación del agua que hay dentro, y a esta no le es posible atravesar el polietileno, por lo que dentro del solarizado se forma el llamado efecto de invernadero y a la vez este incrementa dependiendo de las condiciones mencionadas anteriormente. Este mismo efecto al incrementar la cantidad de calor, da lugar a que este se profundice en el suelo para que durante las horas de la noche este emerja y se pierda de nuevo, produciendo así un ciclo el cual va unido a las características del suelo como color, estructura, textura, humedad, etc. (7).

3.1.2.7 *Temperaturas y profundidades de desinfección.*

Los fitopatógenos son muy sensibles a las variaciones de temperatura y de humedad, es por eso que el solarizado puede tener efecto sobre muchos organismos. Haciendo uso del solarizado, la temperatura del suelo puede elevarse de 35°C hasta 50°C, todo dependiendo del período de exposición y hora del día (7).

El solarizado puede tener un efecto eficiente sobre el cambio de la temperatura del suelo desde profundidades de 10 centímetros hasta 40 centímetros (18). Las temperaturas del suelo sin solarizado varían de 29°C a 30 °C (6). Algunas de las temperaturas logradas con el solarizado son las siguientes :

- ◆ 5 centímetros de profundidad : 42°C, 50°C, 52°C, 55°C y 60°C.
- ◆ 10 centímetros de profundidad : 40.6°C, 42.8°C, 46°C, 51.7°C y 53.3°C.
- ◆ 20 centímetros de profundidad : 36°C, 37.5°C, 40°C, 42°C y 45°C.
- ◆ 30 centímetros de profundidad : 35.1°C, 36°C, 37°C, 38.3°C y 39.2°C.
- ◆ 40 centímetros de profundidad : 34.8°C y 38°C.

Como se puede observar hay diferencias hasta de 30°C entre los suelos sin solarizado y los suelos con solarizado (6, 7 y 18).

3.1.2.8 *Ventajas y limitaciones del solarizado.*

A. *Ventajas.*

- ◆ Es un método que no es tóxico y no contamina el ambiente.
- ◆ Reduce la concentración de las sales en los suelos.
- ◆ Incrementa en cierta escala el contenido de macro nutrientes, micro nutrientes y la concentración de nitratos.
- ◆ Elimina materiales fitotóxicos.
- ◆ Es un método simple de emplear.
- ◆ No disturba las condiciones del suelo a largo plazo.
- ◆ Mantiene la humedad del suelo por un período más prolongado durante el solarizado.
- ◆ El material es relativamente barato.
- ◆ Controla enfermedades fungosas de gran importancia económica como *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium sp.*
- ◆ Tiene efecto de control sobre bacterias, nemátodos e incluso en algunas especies de malezas.
- ◆ Se puede utilizar como un control integrado de plagas.
- ◆ Favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivas (6).
- ◆ El efecto del solarizado puede durar hasta un año, sin observar infestación próxima durante ese período, ejemplo hongos del género *Fusarium spp.*

B. *Limitaciones.*

- ◆ El costo de la manta plástica puede ser relativamente alto para ciertos cultivos poco rentables.
- ◆ Las mantas se deterioran y deben recogerse.
- ◆ Se limita a ciertas áreas con condiciones climáticas adecuadas (6).

3.1.2.9 *Cultivos en que se ha utilizado el solarizado.*

- ◆ En semilleros de tomate para controlar nemátodos del género *Meloidogyne sp.*, con el hongo biocontrolador *Trichoderma harzianum*.

- ◆ En la coliflor se han controlado hongos del género *Rhizoctonia solani*, y nemátodos como *Helicotylenchus* sp.
- ◆ En semilleros de café para controlar el ataque por *Fusarium* sp.
- ◆ En las plantas de tabaco se ha logrado reducir el inoculo del hongo *Phytophthora parasitica* var. *Nicotianae*.
- ◆ En arveja china se han hecho estudios para controlar el ataque de hongos del género *Rhizoctonia solani* y el control de malezas como *Commelina diffusa* y *Portulaca oleracea* (18).

3.1.2.10 Efecto sobre algunas malezas.

El solarizado tiene un efecto sobre el crecimiento de una diversidad de especies de malezas, entre las cuales están : *Poa annua*, *Achinochloa* sp., *Oxalis* sp., *Cynodon dactylon*, *Solanum nigrum*, *Malva parviflora*, *Senecio vulgaris*, *Portulaca oleracea*, *Digitaria sanguinalis*, *Ipomoea* sp., *Amaranthus* sp., *Lactuca serriola*, *Sida spinosa*, *Avena fatua*, etc. Hay diversidad de especies controladas y en especial las que pertenecen al grupo de las gramíneas son demasiado sensibles a este método (6).

3.1.3 Maíz híbrido.

3.1.3.1 Nombre comercial del híbrido utilizado.

El híbrido utilizado fue el HS-3 (4).

3.1.3.2 Características principales.

- ◆ Color del grano : Blanco (Uniformidad 1).
- ◆ Tipo de grano : Semi-cristalino.
- ◆ Textura : Semi-duro.
- ◆ Período vegetativo : De 90 a 100 días.
- ◆ Madurez relativa : 50 % de flor a los 52 días.
- ◆ Rendimiento para su período vegetativo : Es bueno (4).

3.1.3.3 Características agronómicas.

- ◆ Adaptación al trópico lluvioso : Es excelente.
- ◆ Adaptación a elevación sobre el nivel del mar : entre 0 y 1,500 metros.
- ◆ Altura de la planta : 2.45 metros.
- ◆ Altura a la mazorca : 1.35 metros.
- ◆ Tallos : Excelentes.
- ◆ Raíces : Excelentes.
- ◆ Cobertura de mazorca : Buena.
- ◆ Potencial genético de producción : Bueno.
- ◆ Potencial de producción por resistencia : Bueno.
- ◆ Densidad de población de plantas en cultivo tecnificado : Es de 57,143 plantas por hectárea.
- ◆ Densidad de población de plantas en cultivo semi-tecnificado : Es de 50,000 plantas por hectárea (4).

3.1.3.4 Resistencia ó tolerancia a.

- ◆ Acame : Buena.
- ◆ Pudrición de mazorca : Excelente.
- ◆ Virus del achaparramiento : Buena.
- ◆ Mancha de asfalto : Excelente.
- ◆ *Helminthosporium maidis* : Excelente.
- ◆ Roya tropical : Excelente (4).

Las características y el comportamiento fueron observados en el Centro de Investigación de Cristiani Burkard, a 15 metros sobre el nivel del mar, en la Costa del Pacífico de Guatemala. A una latitud de 14°09'27" y una longitud de W91°23'16". La susceptibilidad de enfermedades ha sido observada en toda la región Centroamericana (4).

3.2 MARCO REFERENCIAL.

3.2.1 Generalidades del solarizado a nivel internacional y nacional.

A nivel internacional se ha desarrollado una serie de trabajos de investigación con respecto al solarizado, tanto desde el punto de vista de mejorar cada vez más el método así como la determinación de nuevas fuentes para su uso. Entre los países que han participado en este tipo de trabajos tenemos a Egipto, España, Estados Unidos de América, Costa Rica, Irak, Israel, Italia, Jordania, Marruecos y Siria (7, 16).

Según Ashworth J. 1992, Chen K. 1980, García E. 1992, Lee F. 1985, Liebman J. *et al* 1989, Martyn R. y Hartz T. 1986, Mihail J. 1984, Munnecke D. y Ramírez J. 1985 y Stapleton J. 1991, citadas por Gaitan Ramos (7), entre estos trabajos tenemos evaluaciones para diferentes cultivos y patógenos del suelo tales como : *Verticillium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Macrophonima*, *Sclerotium*, nemátodos y otros. Según diferentes fuentes, citadas por Gaitan R. 1994, en otros trabajos se encontró sobre el control de malezas, el efecto sobre la fertilidad del suelo y la respuesta de incremento al crecimiento de las plantas, se ha evaluado también diferentes calibres de polietileno, tiempos de exposición a la radiación solar, y los cambios de temperatura a diferentes profundidades.

En Guatemala esta técnica aún no se ha puesto en práctica lo suficiente, debido a que es relativamente nueva. Las investigaciones relacionadas con el uso del solarizado en los cultivos de exportación y en el control de plagas del suelo y fitopatógenos, no se han fomentado lo suficiente aún.

Entre los trabajos de investigación realizados a nivel nacional, con el fin de evaluar los efectos del solarizado tenemos los siguientes :

- ♦ Determinación del tiempo óptimo de exposición del solarizado, donde se trato de determinar el calibre del polietileno o película plástica adecuada, para esto se hizo uso de tres calibres diferentes de la película plástica, 3.175, 3.81 y 5.08 milésimas de centímetro, y para evaluar su eficiencia se utilizó la planta de arveja china (*Pisum sativum*) la cual es de importancia en Guatemala para su exportación a Estados Unidos de América del Norte. Según los resultados se recomienda un tiempo de exposición de 6 semanas (18).

- ◆ Control de nemátodos con solarizado, se llegó a determinar que las películas de plástico, de calibre 5.08 y 3.81, no tuvieron control sobre algunos géneros de nemátodos como los son *Aphelenchoides* y *Aphelenchus*. Aunque se llegó a especular que el bajo control de nemátodos se debió a un desarrollo de malezas bajo el solarizado, unas de estas fue la *Portulaca diffusa* y *Commelina diffusa* (18).
- ◆ Solarizado y acolchado del cultivo de arveja china, haciendo uso de las mismas películas de polietileno utilizadas en el trabajo anterior (control de nemátodos con solarizado), donde se logró determinar que sí es eficiente esta práctica y a la vez se incrementa el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de arveja (18).
- ◆ Evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo en el cultivo de arveja china, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Este fue un trabajo de tesis en la FAUSAC. Se llegó a concluir que el método es eficiente para el control de patógenos del suelo como hongos del género *Rhizoctonia* sp., *Fusarium solani* y *Ascochyta*, a la vez se controlaron algunos nemátodos del género *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Longidorus* y *Tylenchus*. Así mismo, llegó a establecerse que algunas malezas como *Portulaca oleracea* y *Amaranthus* spp., tienen gran importancia en el solarizado, ya que este no ejerció ningún control sobre dichas malezas (18).
- ◆ La evaluación del solarizado y encalado, en época seca, para control de *Plasmodiophora brassicae* Worin, en Brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. *Itálica* Plenck), en El Tejar, Chimaltenango, de donde se obtuvo que el solarizado en combinación con la cal, no aumenta la eficiencia de los métodos en el control de la hernia, cuando el uso del solarizado, sí aumentó los rendimientos, el peso de floretes y redujo el período de cosecha (16).
- ◆ Uno de los estudios efectuados en el altiplano del país impulsados por CATIE-ICTA-ARF-PDA-GEXPRONT, obtuvo buenos resultados en el control de *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani*, así mismo se obtuvo una buena rentabilidad en relación a la aplicación de cal y Bromuro de Metilo, con un período de solarizado de 6 semanas y un calibre de polietileno de 1.25 milésima de pulgada (7).

- ◆ Según Solís citado por Samayoa 1,997 (16), en Esquipulas, Chiquimula, el solarizado por un periodo de 6 semanas controla hongos que provocan enfermedades en semilleros de café y es menos dañino en comparación con el químico (16).

3.2.2 Localización y características del área de estudio.

El estudio se realizó en la Finca Los Encinos, anexo La Esperanza, del Municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, Guatemala (Figura 7"A" y Figura 8"A").

La finca se encuentra localizada en el kilometro 39 de la ciudad capital, sobre la carretera a El Salvador.

Geográficamente se encuentra localizada entre las coordenadas : latitud norte 13°50' y 14°30' y una longitud oeste 90°10' y 90°30' (14).

3.2.2.1 *Clima y altitud sobre el nivel del mar.*

El clima es templado, se encuentra entre los 1,200 y 1,300 msnm. La temperatura media anual va de 20°C a 25°C, con una precipitación media anual de 2,000 mm, distribuidos en los meses de mayo a octubre, principalmente (14). Para este estudio se tomaron en cuenta los factores climáticos de la estación meteorológica "Cuilapa", ubicada en el departamento de Santa Rosa de Lima (Figura 9"A").

3.2.2.2 *Suelo.*

Los suelos del área corresponden al grupo de suelos de la Altiplanicie Central, los tipos de suelos son alzatate, morán, comapa, culma y guija, de los grupos A y E, los cuales poseen las siguientes características (Figura 9"A" y Figura 10"A") :

- ◆ Material madre : Es volcánico de color claro.
- ◆ Relieve : Moderadamente inclinado.
- ◆ Drenaje : Posee un drenaje interno regular.
- ◆ Suelo superficial : De color café claro a oscuro.
- ◆ Subsuelo : De color amarillento.

- ◆ Textura : Franco arcillosa, y un espesor aproximado de 20 a 35 centímetros.
- ◆ Pendiente dominante : Una pendiente que varía entre 20 % y 25 %.
- ◆ Capacidad de abastecer de humedad : Es regular (17).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL.

- ◆ Determinar el efecto del solarizado del suelo sobre la población de larvas de gallina ciega, *Phyllophaga* spp., (Coleóptera : Scarabaeidae), usando como planta indicadora el maíz (*Zea mays* Linneo.), .

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- ◆ Determinar si las poblaciones de larvas de gallina ciega en el suelo y en las raíces de las plantas de maíz, y las planta dañadas por dicha plaga, varían según el período de solarizado del suelo y al no solarizar el mismo.
- ◆ Determinar cual de los tres períodos de solarizado tiene un mejor efecto sobre el control de la población de larvas de gallina ciega.

5. HIPOTESIS

1. Al menos uno de los períodos de solarizado evaluados será más eficiente para controlar las larvas de gallina ciega, *Phyllophaga spp.*, al disminuir, la población de dicha plaga en el suelo, el porcentaje de plantas de maíz dañadas y la cantidad de larvas de gallina ciega en las raíces de las plantas de maíz.

6. METODOLOGIA Y MATERIAL EXPERIMENTAL

6.1 MATERIAL EXPERIMENTAL.

- ◆ Láminas de polietileno transparente del calibre 3.175 milésimas de centímetro.
- ◆ Maíz dulce, variedad híbrida HS-3, que florea a los 3 meses de edad.

6.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

6.2.1 Diseño experimental.

Para el estudio se utilizó un diseño en bloques al azar, con 4 tratamientos y 8 repeticiones, el tamaño de cada unidad experimental era de 9 metros cuadrados y la del área experimental de 487 m² (Figura 11"A" y Figura 12"A").

El modelo estadístico que se empleo fue :

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde :

Y_{ij} = Variable respuesta.

U = Media general.

T_i = Efecto del iesimo tratamiento.

B_j = Efecto del jesimo bloque.

E_{ij} = Error experimental en la ijesima unidad experimental.

6.2.2 Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos evaluados fueron tres diferentes períodos de exposición del solarizado, para lo cual se utilizaron láminas de plástico marca "ECOCONTROL" y por último un testigo absoluto (sin solarizado). El Cuadro 2 caracteriza los tratamientos utilizados.

CUADRO 2. Descripción de los tratamientos.

TRATAMIENTO	CARACTERISTICA DEL TRATAMIENTO
1	Solarizado por 8 semanas.
2	Solarizado por 6 semanas.
3	Solarizado por 4 semanas.
4	Testigo absoluto.

6.2.2.1 Solarizado.

Los tratamiento número 1, 2 y 3 consistieron en los tres diferentes períodos de solarizado, los cuales se emplearon como se describe a continuación :

- ♦ Tratamiento 1 : Se colocaron las películas de plástico 8 semanas antes de sembrar el maíz.
- ♦ Tratamiento 2 : Se colocaron las películas de plástico 6 semanas antes de sembrar el maíz.
- ♦ Tratamiento 3 : Se colocaron las películas de plástico 4 semanas antes de sembrar el maíz.

6.2.2.2 Testigo absoluto.

El testigo absoluto es el tratamiento número 4 y en este no se empleó ningún tipo de control sobre la población de larvas de gallina ciega.

6.2.3 Variables respuesta.

6.2.3.1 Número de larvas de gallina ciega.

A. Número de larvas de gallina ciega antes de establecer los tratamientos.

Al momento de colocar el solarizado de 8 semanas (tratamiento 1), se contó el número de larvas de gallina ciega, para lo que se hizo el primer muestreo, en el cual se realizaron 5 hoyos por unidad experimental con una profundidad de 0.30 metros (Figura 13 "A") y cada hoyo con un área de 0.09 m^2 (0.30×0.30 metros), por tanto la muestra analizada tiene un área de 0.45 m^2 ($0.09 \text{ m}^2 \times 5$ muestras) y una profundidad de 0.30 metros.

B. *Número de larvas de gallina ciega después de levantar las láminas de polietileno.*

Al momento de levantar las láminas de polietileno y antes de sembrar, se contó el número de larvas de gallina ciega, para lo que se realizó el segundo muestreo, en el cual se hicieron 5 hoyos por unidad experimental con una profundidad de 0.30 metros (Figura 13 "A") y cada hoyo con un área de 0.09 m² (0.30 x 0.30 metros), por tanto la muestra analizada tiene un área de 0.45 m² (0.09m² x 5 muestras) y una profundidad de 0.30 metros.

6.2.3.2 *Porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega (%).*

A las 5 semanas después de sembrar el maíz se contó el número de posturas con plantas dañadas por la gallina ciega, por cada unidad experimental (9 m²), observando las plantas que presentaban los síntomas que causa el ataque de la misma por alimentarse de las raíces de las plantas. Por lo tanto el *Porcentaje de postura dañadas* = número de posturas dañadas en 9 m² + número posturas total en 9 m² × 100.

6.2.3.3 *Altura promedio de plantas.*

Al momento en que el maíz floreo (11 semanas después de la siembra), se midió la altura de las plantas (metros), desde el suelo hasta la última lígula visible, tomando 10 plantas por unidad experimental de manera al azar.

6.2.3.4 *Número de larvas de gallina ciega promedio por cada 10 plantas.*

Para esto, 12 semanas después de haberse sembrado el maíz, se arrancaron 10 plantas por unidad experimental al azar, mediante una pala se sacó todo el pilón (raíces completas con tierra) y luego se procedió a contar el número de gallinas ciegas por planta y después sumar el número de gallinas ciegas en las 10 plantas arrancadas.

6.2.3.5 *Peso seco promedio de raíces.*

De las 10 plantas arrancadas a las 12 semanas, se escogieron 5 al azar, a las cuales se les cortó la raíz. Estas se metieron en un horno a una temperatura de 65°C, durante un período de 72 horas, y

después de estar secas, se pesaron las 5 raíces por unidad experimental, para después obtener el promedio de peso seco por raíz (gramos).

6.2.4 Análisis de datos.

6.2.4.1 Normalización de datos mediante $\sqrt{(X + 1)}$.

Para que el análisis de varianza fuera más confiable se normalizaron las siguientes variables, por el método de transformación de la raíz cuadrada ($\sqrt{(X + 1)}$) donde "X" es nuestro valor original de campo :

- ◆ Número de larvas de gallina ciega por 0.45 m².
- ◆ Porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega (%).
- ◆ Número de larvas de gallina ciega promedio por cada 10 plantas.

6.2.4.2 Análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de medias por Tukey.

Se realizó un análisis de varianza a todas las variables respuesta, normalizadas y no normalizadas, y una prueba de medias de Tukey al encontrarse diferencias significativas entre tratamientos.

6.2.4.3 Análisis gráfico.

Se realizó un análisis gráfico para observar el comportamiento de los 4 tratamientos en las diferentes variables respuesta.

Se realizó un análisis gráfico comparando el comportamiento de las variables, número de larvas de gallina ciega en 10 plantas y porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega.

6.2.5 Manejo del experimento.

6.2.5.1 Preparación del terreno.

Se eliminaron las malezas que se encontraban en el terreno, con el fin de colocar la película de polietileno con mayor facilidad y sin riesgo de que se rompiera el plástico. Así mismo se trató de inmovilizar lo menos posible el suelo, de modo que no se alteraran las condiciones y se afectara a la gallina ciega de esta manera. Dicha práctica se realizó de manera mecánica y con azadón.

Luego de que el suelo estaba preparado, este se llevó a capacidad de campo con agua, previo a la colocación del plástico, ya que es un factor importante en el mecanismo de acción de esta práctica.

Se procedió a delimitar cada unidad experimental de modo que, cuando llegó el momento de colocar el solarizado, estas ya estaban delimitadas y listas. Para esto se delimitó cada unidad experimental utilizando para ello 4 estacas (unidad experimental de 9 metros cuadrados, 3 metro de largo por 3 metros de ancho).

6.2.5.2 Solarizado del suelo.

El número total de películas de polietileno fue de 24 (3 tratamientos de solarizado por 8 repeticiones), y cada lienzo de polietileno tenían un ancho de 3.60 metros por un largo de 3.60 metros.

Cuando el área experimental estaba limpia, uniforme y a capacidad de campo, se procedió a colocar las láminas de polietileno tratando de no dejar espacios de aire entre el plástico y el suelo, de modo que se enterraron los 4 lados del plástico a una profundidad de 30 centímetros en cada uno de los 4 lados (de esta forma el suelo quedó hermético).

Inicialmente se colocaron las láminas del tratamiento con solarizado por 8 semanas (tratamiento 1), dos semanas después se colocaron las láminas del tratamiento con solarizado por 6 semanas (tratamiento 2) y dos semanas después se colocaron las láminas del tratamiento con solarizado por 4 semanas (tratamiento 3); de tal manera que el día de la siembra (2 meses después de haber colocado el tratamiento 1), se levantaron las láminas de todas las unidades experimentales con solarizado (tratamientos con solarizado de 8, 6 y 4 semanas).

6.2.5.3 Siembra.

Se sembraron 5 surcos de maíz en cada unidad experimental (distancia entre surco de 0.55 metros con un borde de 0.10 metros de cada lado y una distancia entre plantas de 0.27 metros con un borde de 0.15 metros de cada lado), esto se realizó de la misma forma para todos los tratamientos y repeticiones (Figura 14"A"). Cada surco de maíz tenía 10 posturas, lo que hacían 50 posturas por unidad experimental.

6.2.5.4 Fertilización y aplicación de plaguicidas.

Se realizaron 2 aplicaciones de fertilizante. La primera se realizó a los 15 días después de la siembra aplicando el fertilizante compuesto (20-20-0), a razón de 6.45 gramos por postura (7.09 quintales por hectárea). La segunda fertilización se realizó a los 60 días después de la siembra, aplicando un fertilizante nitrogenado, usando para ello UREA al 46 %, a razón de 3.9 gramos por postura (4.3 quintales por hectárea).

Para el control de ciertas plagas como el gusano nochero *Agrotis spp.* y cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, se hicieron aplicaciones foliares de metamidofos a una concentración de 600 gramos por litro y a una dosis de 1.5 litros por hectárea de producto comercial, el cual es un producto químico de contacto y de ingestión, por lo tanto no afecta a la gallina ciega.

6.2.5.5 Control de malezas.

El control de malezas se realizó de manera manual, cuando fue necesario. La parcela experimental se mantuvo limpia durante todo el tiempo de la investigación.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Número de larvas de gallina ciega.

7.1.1 Número de larvas de gallina ciega antes de establecer los tratamientos.

Al momento de realizar el primer muestreo, (antes de colocar el solarizado de 8 semanas), no se encontraron larvas de gallina ciega, y la población fue de cero gallinas ciegas por 0.45 m² a una profundidad de 0.30 metros por tal razón no se elaboro el diagrama de distribución y el patrón de dispersión de la "Gallina Ciega".

Es importante mencionar que en años anteriores, el área evaluada ha presentado problemas de gallina ciega y al muestrear se han encontrado entre 80 y 120 gallinas ciegas por m² a un profundidad de 30 centímetros aproximadamente.

Como ya se sabe la gallina ciega en período de sequía o de verano se profundiza en el suelo para mantenerse cerca de la humedad, al momento de que las lluvias empiezan a establecerse, estas empiezan a subir y sobreviven a una profundidad aproximada de 0.10 hasta 0.40 metros según las condiciones.

En el año de 1,998, las lluvias se retrasaron, comenzando estas a establecerse en la última semana de mayo (Cuadro 7"A"). Así mismo el tratamiento con solarizado por 8 semanas (tratamiento 1) se estableció en la primera semana de mayo, en la cual todavía no se registraban lluvias.

7.1.2 Número de larvas de gallina ciega después de levantar las láminas de polietileno.

Después de levantar las láminas de polietileno de los tratamientos de solarizado, y antes de sembrar, se muestreó para determinar la población de larvas de gallina ciega en las parcelas de los cuatro tratamientos (Cuadro 8"A"). Mediante la determinación de la población y después de la transformación y el análisis de varianza como se observa en el Cuadro 9"A", se observó que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

CUADRO 3. Resumen de la prueba de TUKEY, para el número de larvas de gallina ciega promedio por hectárea, a una profundidad de 0.30 metros, después de levantar las láminas de polietileno.

TRATAMIENTO	MEDIA (Número de larvas de gallina ciega por hectárea.)	AGUPACION TUKEY
Solarizado 8 semanas.	0	a
Solarizado 4 semanas.	11,111	a
Solarizado 6 semanas.	11,111	a
Testigo absoluto.	86,111	b

Como se observa en el Cuadro 8"A", en el solarizado de 8 semanas no se encontraron gallinas ciegas, mientras que en solarizado de 6 y 4 semanas se presentaron gallinas ciegas en un cantidad promedio igual para ambos periodos de solarizado (11,111 larvas de gallina ciega por hectárea). El hecho de que el solarizado de 6 y 4 semanas se diferencien del solarizado de 8 semanas, en cuanto a la presencia de gallinas ciegas, se debe a la diferencia en cuanto al periodo de exposición del solarizado en el suelo; el testigo presenta una cantidad de 86,111 gallinas ciegas por hectárea, por ende se observa una clara diferencia del solarizado con respecto al testigo absoluto.

Así mismo se observa que entre los 3 tratamientos con solarizado no existieron diferencias significativas. Es importante mencionar que sí existieron diferencias significativas entre los tratamientos de solarizado y el testigo absoluto, y esto se debe a que en este momento, el solarizado ya había ejercido acción sobre la población de larvas de gallina ciega, mientras que la población de larvas de gallina ciega en el testigo absoluto no disminuyó por no ejercerse ningún control.

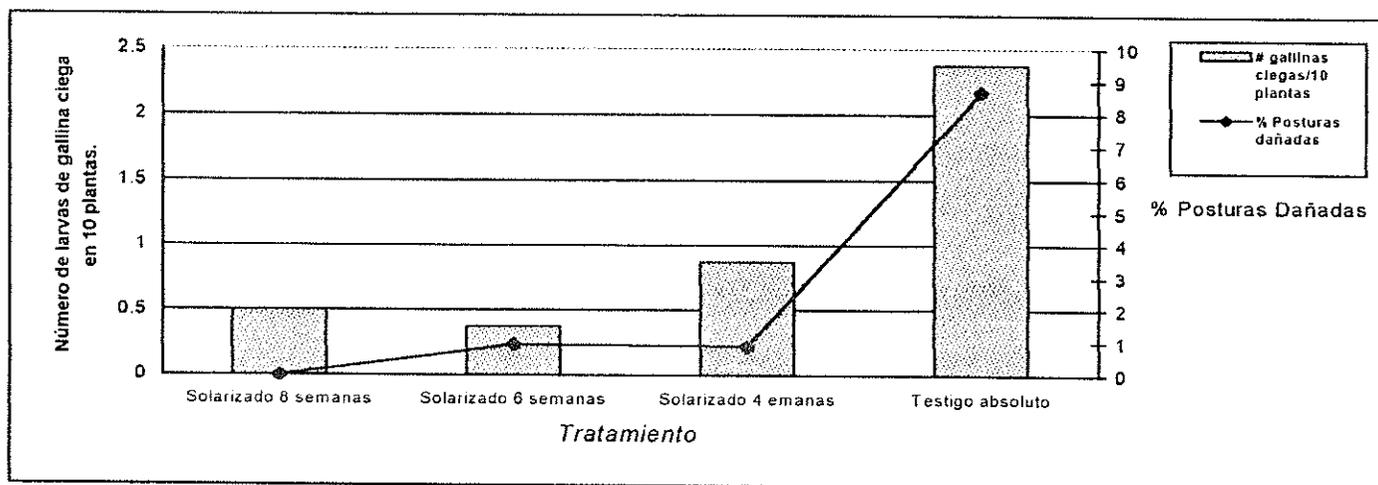


FIGURA 1. Población de larvas de gallina ciega promedio por hectárea después de levantar el solarizado, según el efecto de los tratamientos.

Como se observa en la Figura 1, el solarizado de 8 semanas no presentó población de larvas de gallina ciega, el solarizado de 6 y de 4 semanas presentaron alrededor de 11,000 gallinas ciegas por hectárea, mientras que el testigo absoluto presentó una población promedio de 86,000 gallinas ciegas por hectárea. Por lo tanto se observa una diferencia, de los tratamientos de solarizado del testigo absoluto.

7.2 Porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega.

A las 5 semanas después de sembrar el maíz, se contó el número de posturas con plantas dañadas por gallina ciega por parcela de 9 m² y el número de posturas total por parcela de 9 m², y después de determinar el porcentaje de postura dañadas por gallina ciega por parcela de 9 m² (Cuadro 10"A"), se realizó el análisis de varianza (Cuadro 11"A"), y se encontró diferencias significativas de los 3 períodos de solarizado del testigo absoluto ($\alpha = 0.05$).

CUADRO 4. Resumen de la prueba de TUKEY, para el porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega por hectárea, 5 semanas después de sembrar el maíz.

TRATAMIENTO	MEDIA (Porcentaje de posturas dañadas por larvas de gallina ciega por hectárea)	AGRUPACION TUKEY
Solarizado 8 semanas.	0.00 %	a
Solarizado 4 semanas.	0.88 %	a
Solarizado 6 semanas.	0.95 %	a
Testigo absoluto.	8.69 %	b

En este análisis se determinó que no existieron diferencias significativas entre los 3 períodos de solarizado, pero si existían diferencias en cuánto al porcentaje de posturas dañadas, entre el solarizado y el testigo absoluto.

En la Figura 2 se observa con mayor claridad la diferencia del efecto de los 4 tratamientos sobre el porcentaje de posturas dañadas por larvas de gallina ciega.

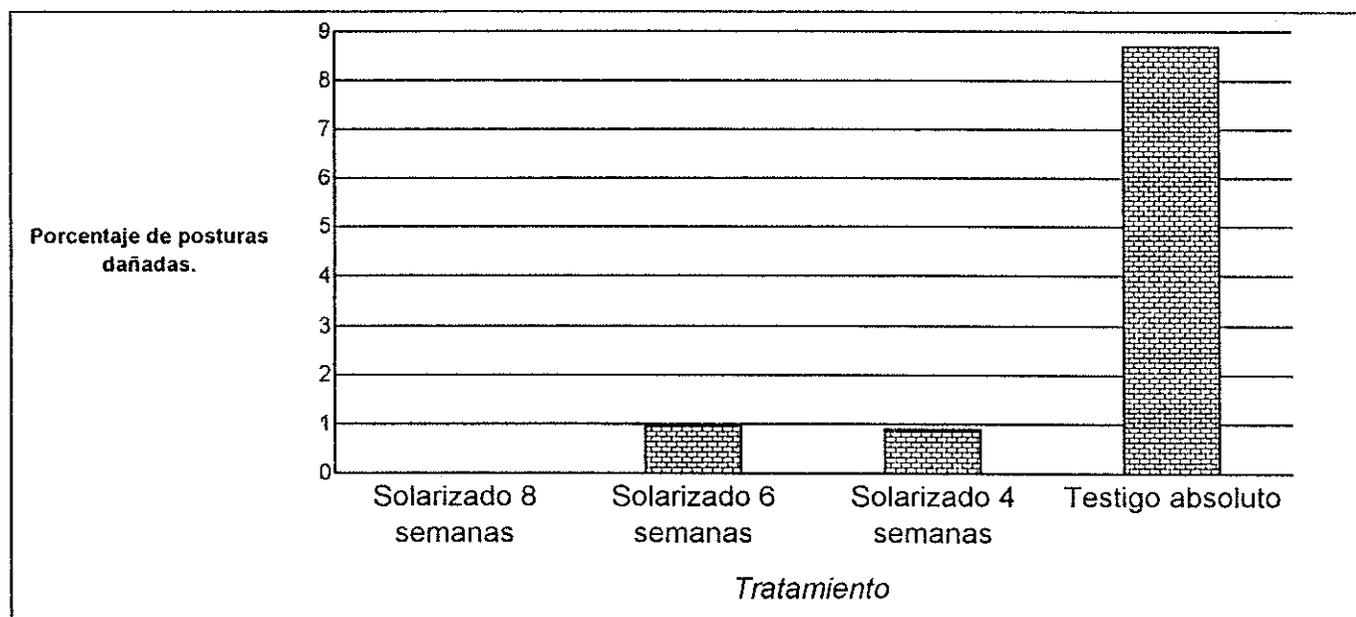


FIGURA 2. Porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega después de 5 semanas de sembrar el maíz, según el efecto de los tratamientos.

Como se observa en la Figura 2, los tratamientos con solarizado son los que presentan menor problema en cuanto al porcentaje de posturas dañadas por larvas de gallina ciega, oscilando entre un 0 % y 0.95 % de posturas dañadas, pero en el testigo absoluto es mayor el porcentaje de posturas dañadas (8.69 %), que en el solarizado, y esto se debe a que el solarizado ejerció efecto sobre la población de larvas de gallina ciega y por lo tanto el porcentaje de plantas dañadas dentro del cultivo fue menor.

7.3 Altura de plantas.

Entre las consecuencias del ataque de las larvas de gallina ciega, a las raíces de las plantas, tenemos la reducción del tamaño de la planta (Altura), aunque podemos mencionar que el solarizado del suelo tiene influencia en otros factores que podrían favorecer el crecimiento de la planta, directa o indirectamente.

Después de haberle medido la altura a 10 plantas por unidad experimental (Cuadro 12"A"), del suelo hasta la última lígula visible, y de haber obtenido un promedio de altura por planta, se realizó el análisis de varianza y se determinó que existían diferencias significativas entre tratamiento ($\alpha = 0.05$) (Cuadro 13"A"), y por lo tanto, se procedió, a realizar la prueba de medias observando los resultados en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Resumen de la prueba de TUKEY, para la altura promedio de plantas.

TRATAMIENTO	MEDIA (Altura promedio por planta en metros)	AGRUPACION TUKEY
Solarizado 4 semanas.	1.24	a
Solarizado 8 semanas.	1.17	a
Solarizado 6 semanas.	1.10	a
Testigo absoluto.	0.97	b

La mayor altura de plantas se observa en el tratamiento con solarizado de 4 semanas, seguido por el tratamiento de solarizado de 8 semanas, solarizado de 6 semanas y por último el testigo absoluto. Como se puede observar no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con solarizado, aunque si hay diferencias en cuanto al solarizado de 8, 6 y 4 semanas con respecto al testigo absoluto.

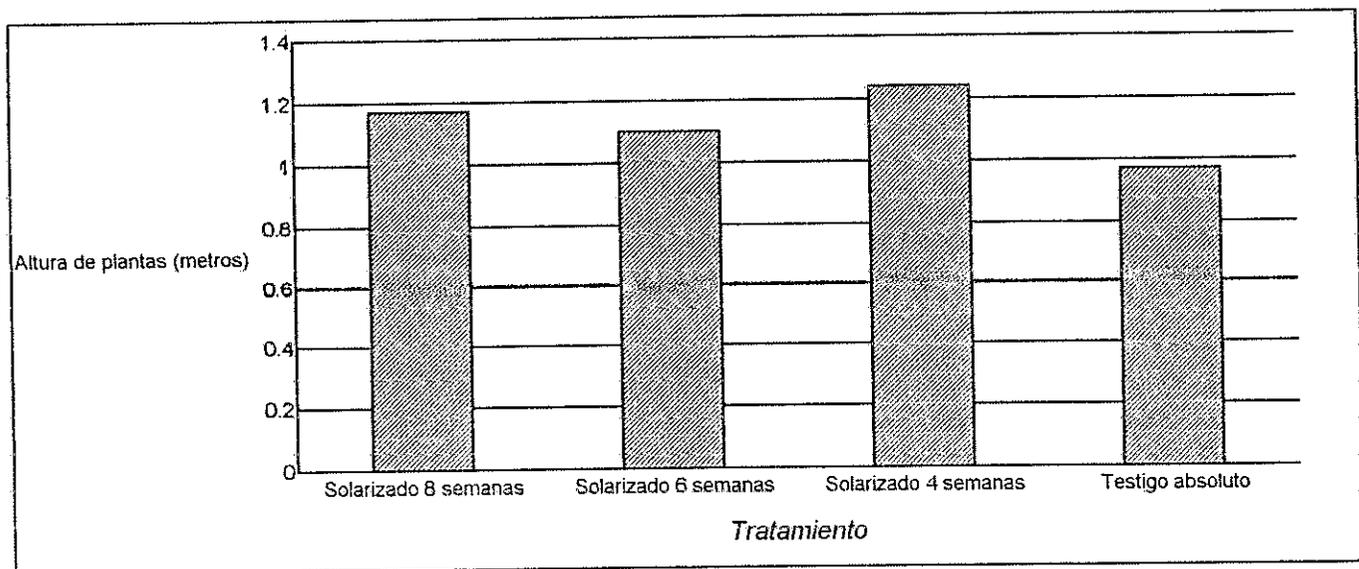


FIGURA 3. Altura promedio de las plantas, según el efecto de los tratamientos.

En la Figura 3, se delimita bien cómo la altura de las plantas varía según el tratamiento, como se observa, todos los tratamiento a excepción del testigo absoluto, tienen una altura media por arriba de 1 metro, mientras que en el testigo absoluto las plantas cuentan con una altura promedio por debajo de 1 metro, e incluso los períodos de solarizado con 8 y 4 semanas son los que presentan los mejores promedios de altura, con una altura media por arriba de 1.15 metros.

Por lo tanto, el solarizado tuvo un efecto positivo sobre la altura de las plantas, ya que el solarizado redujo la presencia de larvas de gallina ciega en el suelo y el daño en las plantas, por ende la altura de las plantas fue mayor en los tratamientos con solarizado, mientras que en el testigo absoluto la altura de plantas reportadas fue menor, esto debido a que no hubo control de la población de larvas de gallina ciega.

7.4 Número de larvas de gallina ciega promedio por cada 10 plantas.

Después de arrancar las 10 plantas con todo el pilón se procedió a contar las larvas de gallina ciega existentes en las mismas (Cuadro 14"A"), se calculó el promedio, se normalizó y después de eso se hizo el análisis de varianza para cada tratamiento (Cuadro 15"A"). Después de observar que existían diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre tratamiento se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey, en el Cuadro 6, se muestran los resultados de dicha prueba.

CUADRO 6. Resumen de la prueba de TUKEY, para el número de larvas de gallina ciega promedio en las raíces de 10 plantas.

TRATAMIENTO	MEDIA (Número de larvas de gallina ciega en 10 plantas)	AGRUPACION TUKEY
Solarizado 6 semanas.	0.38	a
Solarizado 8 semanas.	0.5	a
Solarizado 4 semanas.	0.87	a
Testigo absoluto.	2.38	b

Como se observa en el Cuadro 6, el menor número de larvas de gallina ciega por cada 10 plantas, se encontró en el tratamiento con solarizado de 6 semanas, seguidos en orden ascendente por el solarizado de 8 semanas, solarizado de 4 semanas, y por último el testigo absoluto. Es importante notar que esta variable respuesta, es muy importante debido a que según sea la cantidad de gallinas ciegas en la raíz de las plantas, así será el daño causado en las mismas. El solarizado tiene un gran efecto sobre la población de gallinas ciegas en el suelo, notándose que el solarizado de 6, 8 y 4 semanas se diferencian significativamente del testigo absoluto. Así mismo cabe resaltar la importancia que los tratamientos con solarizado siempre tienen efecto sobre la población de larvas de gallina ciega por planta, superando al testigo absoluto al encontrar en este último mayor número de larvas de gallina ciega por planta.

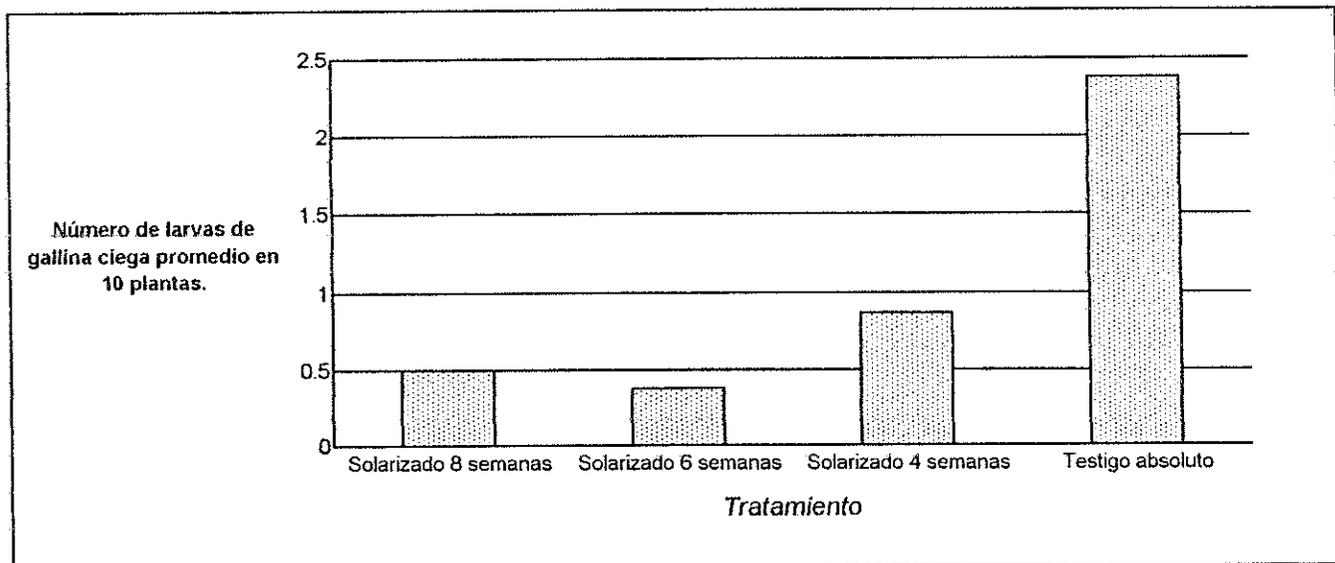


FIGURA 4. Número de larvas de gallina ciega promedio en las raíces de 10 plantas, según el efecto de los tratamientos.

Delimitando bien el efecto de cada tratamiento, se observa cómo los 3 períodos de solarizado presentan menor número de larvas de gallina ciega por cada 10 plantas, aunque cabe hacer notar que el número de gallinas ciegas en las plantas, es mayor en el testigo absoluto y todo lo contrario en los tratamientos con solarizado, por lo tanto se ve claro el efecto que tiene el solarizado con respecto a la incidencia de las larvas de gallina ciega en las plantas.

7.5 Peso seco promedio de raíces.

Debido a que las larvas de gallina ciega atacan las raíces se supone de que la cantidad de raíces, midiendo esa variable en peso seco (gramos), debería disminuir en el tratamiento donde no se aplicó control (testigo absoluto), luego de recolectar las 5 raíces por unidad experimental se llevaron al horno y se mantuvieron allí durante un período de 3 días a una temperatura de 65°C, luego se procedió a pesar las raíces (Cuadro 16"A") y después se realizó el respectivo análisis de varianza (Cuadro 17"A") y se encontró que no existían diferencias significativas entre tratamientos a un 10 % de significancia, por lo tanto no se realizó la prueba de medias.

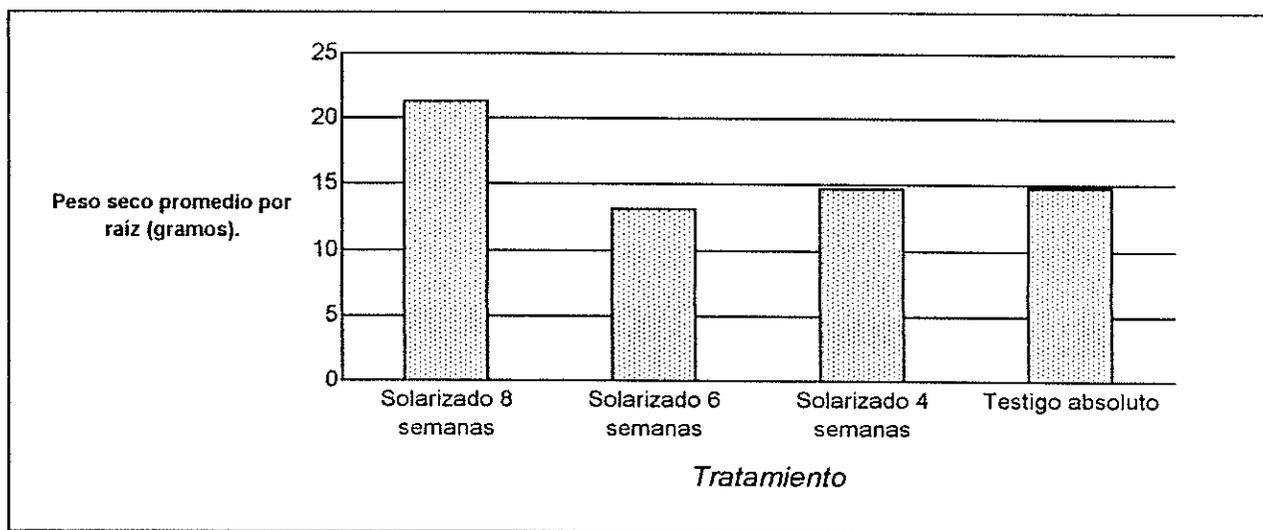


FIGURA 5. Peso seco promedio de raíces, por planta, según el efecto de los tratamiento.

El peso o cantidad de raíces por planta puede variar debido a diferentes aspectos, pero entre los tratamientos, el que mayor cantidad de raíces presenta es el solarizado de 8 semanas. Entre los demás tratamiento las diferencias son menores y a la vez no son diferentes significativamente, ya que como se observa en la Figura 5, tanto los tratamientos con solarizado de 6 y 4 semanas, como el testigo absoluto, mantiene un nivel parecido en cuanto a la cantidad de raíces.

7.6 Relación entre el número de larvas de gallina ciega promedio en 10 plantas y el porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega.

De los datos de los Cuadros 10"A" y 14"A", se sacó un promedio general por tratamiento y se compararon observando los resultados en la Figura 6.

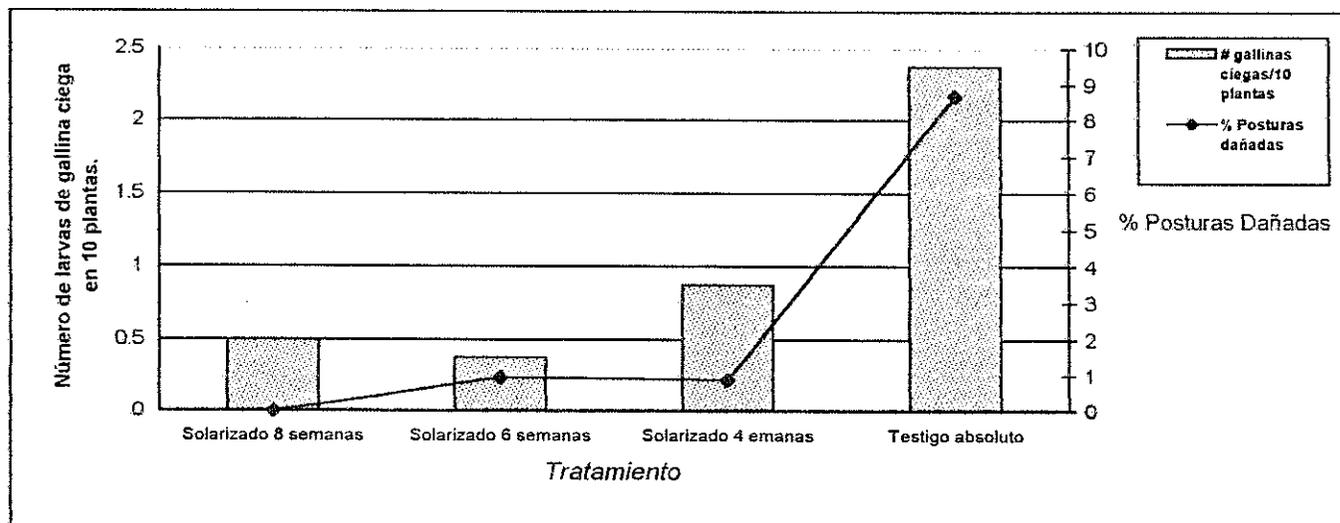


FIGURA 6. Comparación entre el número de larvas de gallina ciega promedio en 10 plantas y el porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega.

Como puede observarse en la Figura 6, existe una relación según el tratamiento. En los tratamientos con solarizado, entre el número de larvas de gallina ciega en 10 plantas y el porcentaje de posturas dañadas por larvas de gallina ciega, existe una relación y similitud entre ambas variables; mientras que esto también sucede con el testigo absoluto, ya que no existió ningún control, por ende ambas variables tienden a aumentar considerablemente. Por lo tanto se puede decir que sí existe una relación entre ambas variables y que estas dependen del tratamiento.

7.7 Efecto del solarizado sobre la población de lombrices (*Lumbricus terrestris*) en el suelo.

En el momento de levantar las láminas de solarizado (al momento de la siembra), se observó cómo en las parcelas que estaban solarizadas, las poblaciones de lombrices eran superiores y de mayor tamaño. También se observó que mientras el período de solarizado era mayor, la cantidad de lombrices aumentaba.

8. CONCLUSIONES

1. Si existió efecto del solarizado 4, 6 y 8 semanas, sobre la población de larvas de gallina ciega *Phyllophaga spp.* (Coleóptera : Scarabaeidae), al comparar el suelo no solarizado.
2. No existen diferencias en la disminución de larvas de gallina ciega, *Phyllophaga spp.*, con los tres períodos de solarizado, en el suelo.
3. Con base a el número de larvas de gallina ciega, *Phyllophaga spp.*, el tratamiento de solarizado de 8 semanas presento mejor efecto de supresión.
4. En el período de solarizado de 6 semanas se observa un menor número de larvas de gallina ciega, *Phyllophaga spp.*, en las raíces de cada 10 plantas de maíz.

9. RECOMENDACIONES

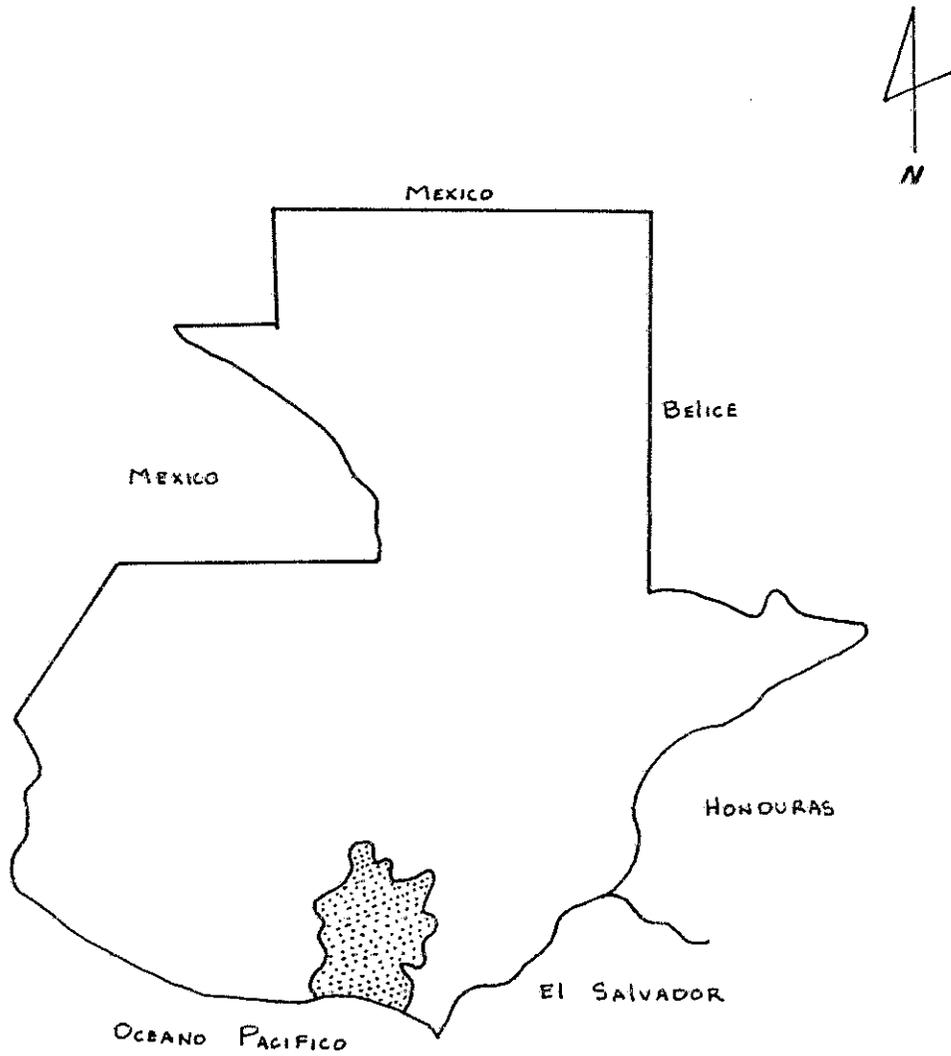
1. Evaluar el solarizado en otros cultivos y zonas del país para el control de larvas de gallina ciega, *Phyllophaga spp.*, tomando en cuenta la rentabilidad de esta práctica.
2. Elaborar un estudio para evaluar el efecto del solarizado sobre la población de la lombriz común, *Lumbricus terrestris*, en el suelo.

10. BIBLIOGRAFIA

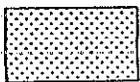
1. ASHWORTH JUNIOR, L. J.; GAONA, S.A. 1982. Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling *Verticillium* wilt in established pistachio nut groves. *Phytopathology* (E.E.U.U.) 72(2) : 243-246.
2. CAMPOS BOLAÑOS, R. 1983. Las gallinas ciegas como plagas del suelo. Chapingo, México. Colegio de Post graduados, Centro de Entomología y Acarología. 22 p.
3. CENIS, J. L. 1989. Temperature evaluation in solarized soils by Fourier analysis. *Phytopathology* (E.E.U.U.) 79(5) : 506-510.
4. CRISTIANI BURKARD, S.A. ; ANDERSON Y SEMILLAS, S.A. 1995. Características de los híbridos. Guatemala. 1 p.
5. DE BACH, P. 1964. Control biológico de las plagas del suelo, insectos y malas hierbas. Trad. por Carlos M. Castañón. Tlalpan, México. Continental. p. 547-569.
6. DE VAY, J. E.; STAPLETON, J. J.; ELMORE, C. L. 1991. Soil solarization. Roma. FAO and Agriculture organization of the United Nations. 395 p.
7. GAITAN RAMOS, J. M. 1994. Evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo en el cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.) durante los meses de octubre, noviembre y diciembre en el municipio de Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 66 p.
8. GUDIEL, V. M. 1987. Manual Agrícola SUPERB. 6 ed. Guatemala. SUPERB. 393 p.
9. KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. 1964. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central; Una guía para su reconocimiento y control. s. l. Crown. p. 90-93.
10. METCALF, C. L.; FLINT, W. P. 1982. Insectos destructivos e insectos útiles. Trad. por Alonso Blackaller Valdés. Tlalpan, México. Continental. p. 564-567.
11. MORON, M. A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. D. F., México. Instituto Ecológico. p. 277-290.
12. MORON, M. A. 1986. Introducción a la Biosistemática y Ecología de los coleópteros melolonthidae edafícolas de México. In Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo (2., 1983, Chapingo, México). Chapingo, México. Sociedad Mexicana de Entomología. p. C1-C14.
13. NAVARRO, J. R. *et al.* 1991. Efecto de la solarización del suelo sobre la población de malezas y del hongo *Rhizoctonia solani* durante la estación lluviosa en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. (C. R.) 15(1/2):93-98.
14. PLAN REGIONAL DE DESARROLLO DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA (1983, Guatemala). Secretaría Nacional de Planificación Económica de la República de Guatemala. p. 1-15.

15. RUIZ RECINOS, V. M. 1990. Evaluación de cinco alternativas para el control de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) en el cultivo de maíz en Tamahu, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
16. SAMAYOA JUAREZ, J. O. 1997. Evaluación del solarizado y encalado, en época seca, para el control de *Plasmodiophora brassicae* Worin, en el brócoli *Brassica oleracea* L. var. Itálica Plenck, en El Tejar, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62 p.
17. SIMMONS, CHARLES S.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro T. Sulsona, Guatemala. José Pineda Ibarra. 1,000 p.
18. TALLER REGIONAL DE SALORIZACIÓN DEL SUELO (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 68 p.

11. APENDICE

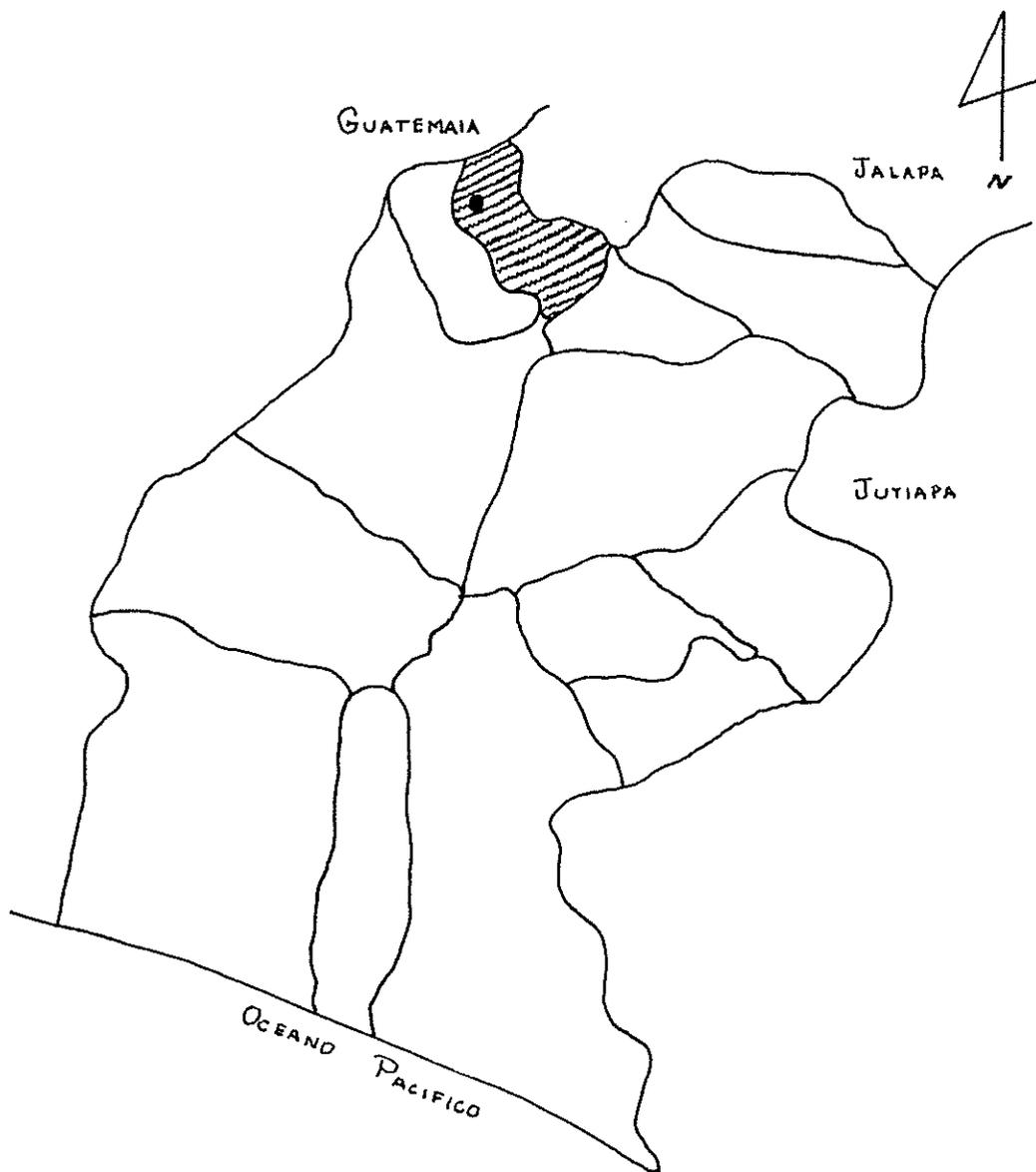


REFERENCIA :



Departamento de Santa Rosa.

FIGURA 7"A". Ubicación del departamento de Santa Rosa en Guatemala.



REFERENCIA :



Municipio de Santa Rosa de Lima.



Ubicación del área experimental.

FIGURA 8"A". Ubicación del municipio de Santa Rosa de Lima y del área experimental en el departamento de Santa Rosa.



REFERENCIAS :

- I. Suelos de la Altiplanicie Central.
- II. Suelos del Declive del Pacífico.
- III. Suelos del Litoral del Pacífico.



Ubicación de la estación meteorológica.

FIGURA 9"A". División Fisiográfica del departamento de Santa Rosa y ubicación de la estación meteorológica "Cuilapa", Santa Rosa.



REFERENCIAS :

I. Suelos de la Altiplanicie Central

- A. Suelos profundos sobre material volcánico claro, pendientes moderadas.
- B. Suelos poco profundos sobre material volcánico claro, pendientes inclinadas
- C. Suelos sobre material volcánico mezclado o de color oscuro, pendientes inclinadas.
- D. Suelos sobre material sedimentado, pendientes inclinadas.
- E. Suelos sobre material volcánico mezclado o de color oscuro en terreno casi plano o moderadamente inclinado

II. Suelos del Declive del Pacífico.

- A. Suelos profundos sobre material volcánico mezclado o de color oscuro.
- B. Suelos poco profundos sobre material volcánico de color claro.
- C. Suelos poco profundos sobre material volcánico de color oscuro.

III. Suelos del Litoral del Pacífico.

- A. Suelos bien drenados, de textura pesada.
- B. Suelos arenosos, bien drenados.
- C. Suelos mal drenados, de textura pesada.
- D. Suelos arenosos, mas drenados.

iv. Clases Misceláneas de Terreno.

- Ubicación del área experimental.

FIGURA 10"A". Localización de los diferentes grupos de suelos del departamento de Santa Rosa.

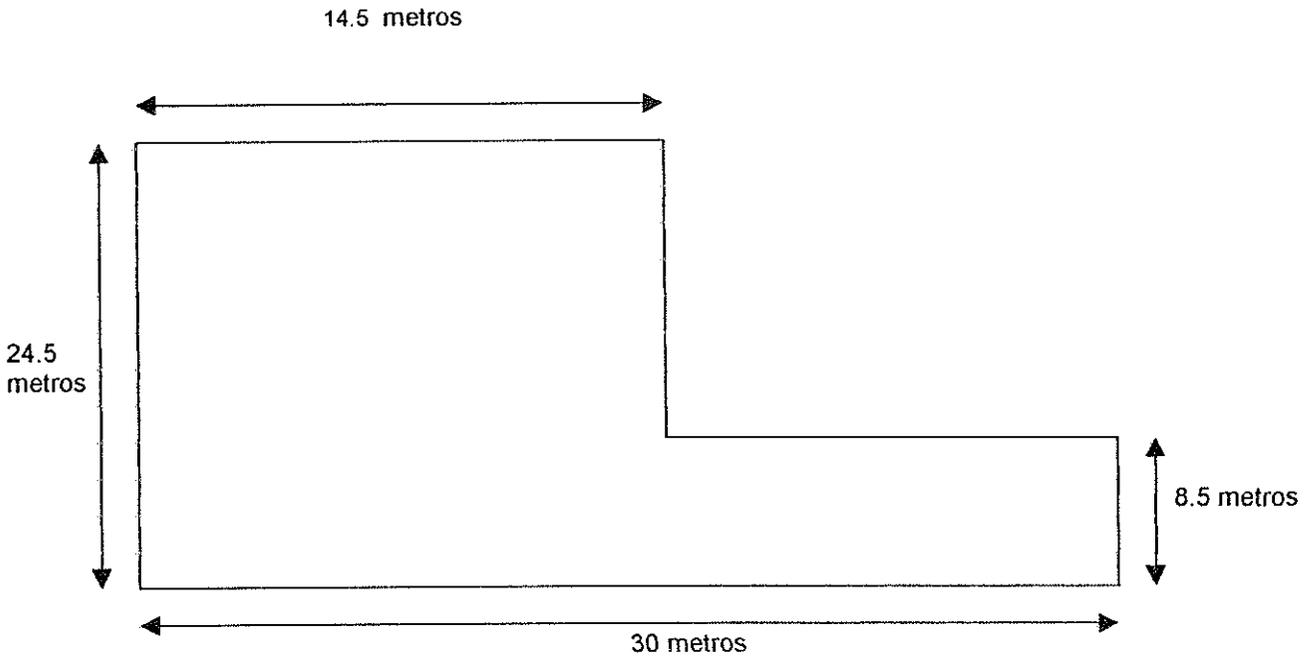
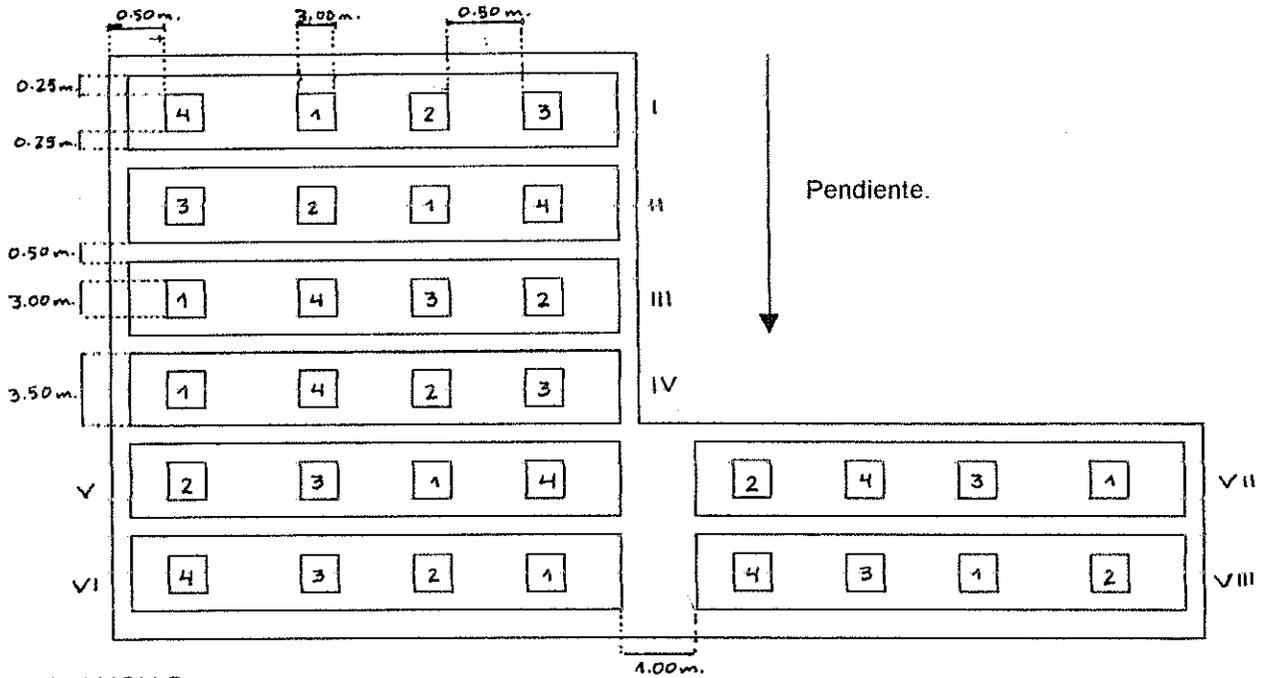


FIGURA 11"A". Dirección y dimensión del área experimental.

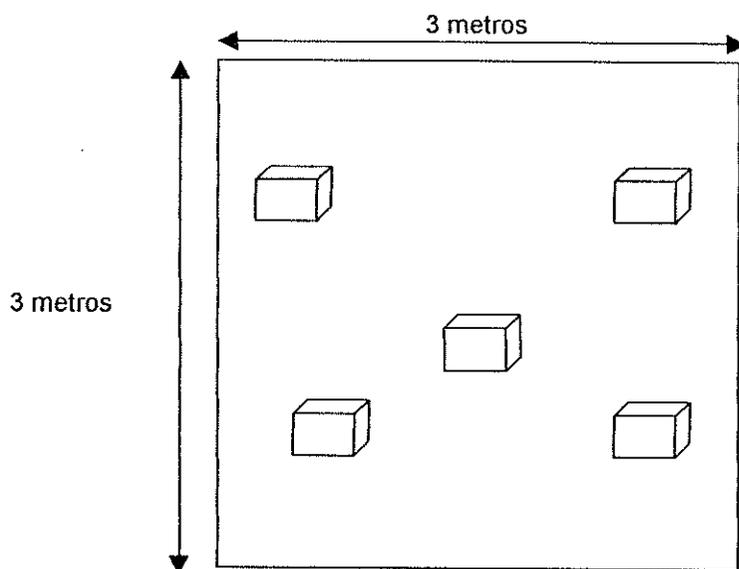


REFERENCIAS :

Unidad experimental (1, 2, 3 y 4 = Tratamientos)

Bloque experimental (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII = Repeticiones)

FIGURA 12 "A". Ubicación de los bloques y tratamientos en el área experimental.



REFERENCIA :

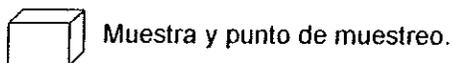
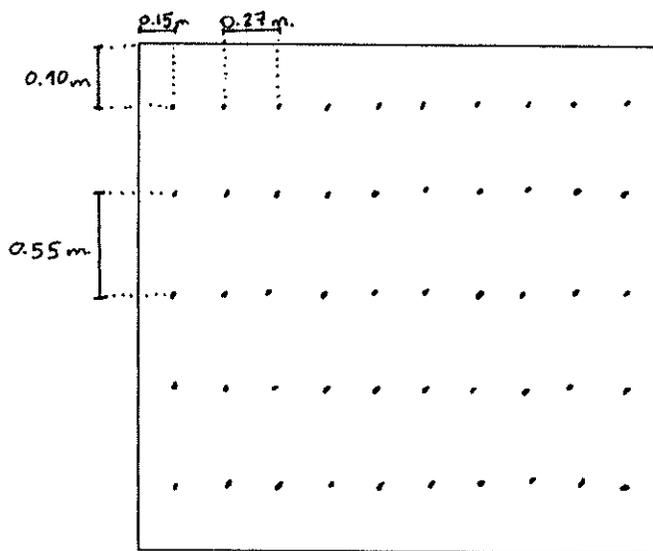


FIGURA 13 "A". Ubicación de los puntos de muestreo en cada unidad experimental para determinar la variable número de larvas de gallina ciega en 0.45m².



REFERENCIA : ■ Postura de semilla.

FIGURA 14"A". Siembra de maíz en cada unidad experimental.

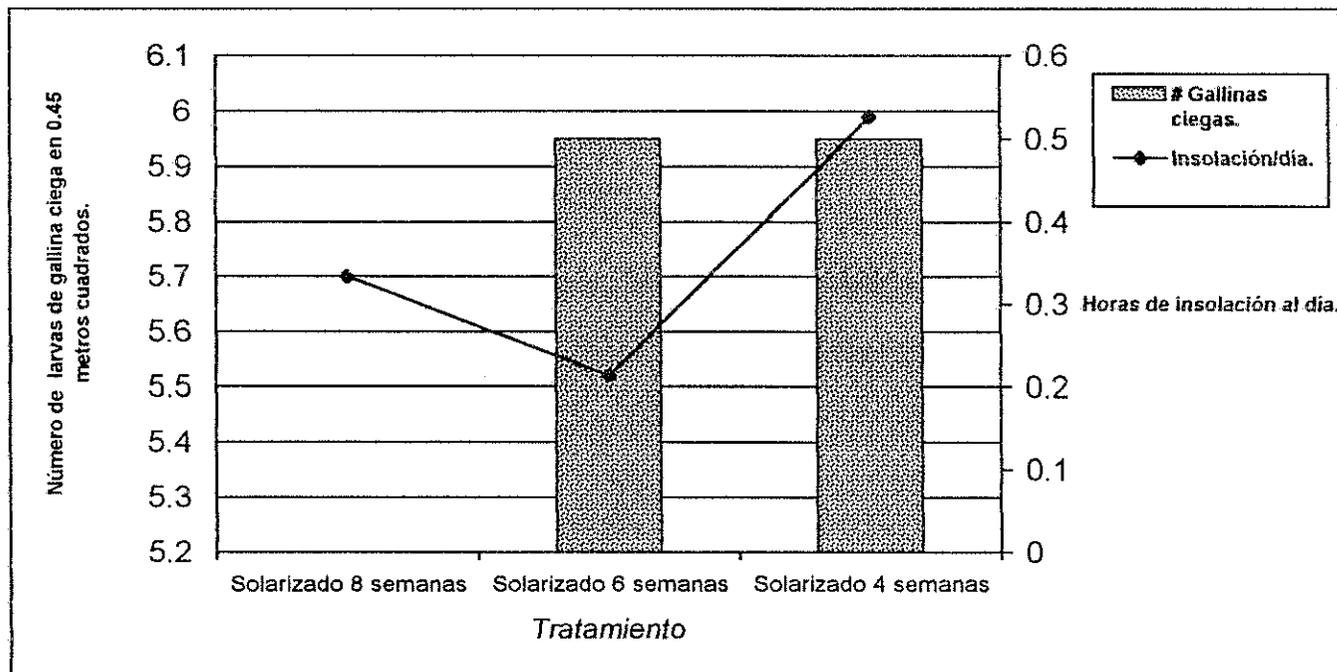


FIGURA 15"A". Comparación de la insolación promedio al día, con el número de larvas de gallina ciega promedio en 0.45m^2 , según el efecto de los tres períodos de solarizado.

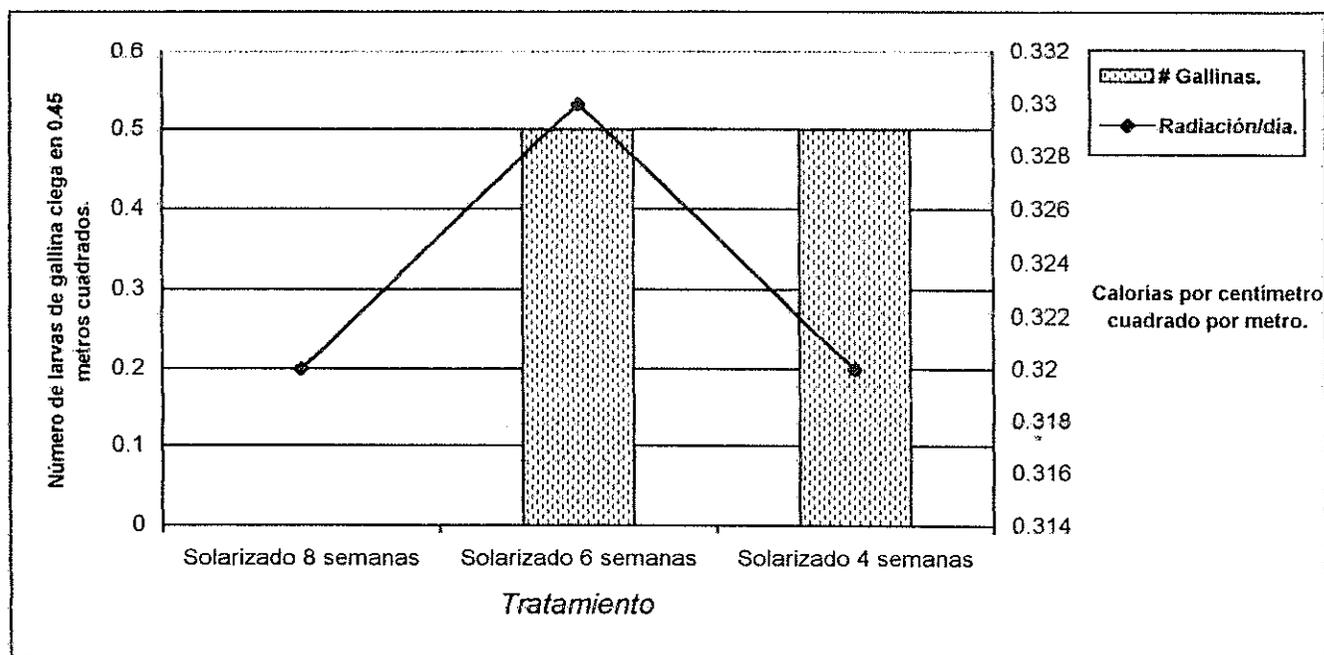


FIGURA 16"A". Comparación de la radiación solar promedio al día, con el número de larvas de gallina ciega promedio en 0.45m^2 , según el efecto de los tres períodos de solarizado.

CUADRO 7"A". Condiciones climáticas durante la exposición de las láminas de polietileno de los tres períodos de solarizado, en los meses de mayo y junio del año 1,998, según el INSIVUMEH, sección de climatología.

MES /Día	TRATAMIENTOS				CARACTERISTICAS CLIMATICAS						
	1	2	3	4	Nubosidad (Octas)	Precipitación (mm)	Velocidad del viento (Km./hr.)	Humedad Relativa (%)	Temperatura media (°C)	Insolación (Horas)	Radiación (Calorí/cm ² /m.)
Mayo											
2	SOL-8				2	0	2	84	23.6	0.9	0.35
3					2	0	2	71	26.6	6.3	----
4					1.67	0	2	80	26.9	----	0.33
5					1.67	0	1	75	27.2	5.5	0.26
6					2	0	1	72	26.4	7.3	0.31
7					1.67	0	2	71	26.3	9.2	0.32
8					1	0	2	72	26.7	9.4	0.31
9					1.33	0	1	72	26.8	9.6	0.31
10					1.33	0	2	70	27.4	9.9	0.30
11					1.33	0	2	71	27.3	5.8	0.26
12					2	0	2	69	28.6	6.9	0.38
13					1.67	0	2	68	28.4	3.1	0.31
14					1.67	0	2	74	27.4	7.0	0.33
15					1.67	0	2	63	27.4	7.0	0.35
16	SOL-6				1.33	0	1	49	28.2	10.2	0.39
17					1.33	0	2	51	27.8	10.2	0.41
18					1	0	1	62	27.2	7.6	0.30
19					1.67	0	2	65	26.5	6.0	0.40
20					2.33	0	2	56	26.7	2.1	0.31
21					1.67	0	1	65	27.2	1.6	0.41
22					2	0	1	63	27.9	1.2	0.36
23					1.67	0	2	75	25.7	----	0.26
24					1.67	44.5	2	84	25.6	5.3	0.40
25					1.67	2	2	76	24.7	1.6	0.31
26					1.33	10.5	1	81	24.7	11.1	0.30
27					2.33	9.5	1	79	25.5	5.1	0.32
28					3.67	8	2	84	25.4	1.6	0.24
29					2.33	8	2	86	24.6	0.0	0.29
30			SOL-4		2.67	13	2	90	24.8	1.7	0.31
31					1.33	0	2	90	23.8	4.2	0.39
Junio											
1					2	0	1	83	25.8	2.0	----
2					2	0	1.6	78	26.3	6.2	----
3					1	0	1.3	81	26.3	2.8	0.31
4					2	0	1.3	62	25.2	----	0.32
5					2	0	1.6	78	26.2	5.9	0.24
6					1.33	8.5	1.3	77	26.2	5.1	0.33
7					1	0	1.6	84	26.8	7.9	0.25
8					1.33	16.5	1.6	84	24.8	6.4	0.36
9					1	0	1	83	25.5	3.1	0.30
10					1	0	1.6	76	26.7	9.1	0.34
11					1.67	0	1.6	81	27.0	10.3	0.39
12					1.67	0	2	76	27.1	9.7	0.38
13					1.67	0	2	73	27.4	9.8	0.40
14					1.33	0	2	74	26.9	10.6	0.46
15					2	0	2.3	82	26.6	7.3	0.26
16					1.67	3	1.6	83	26.1	9.6	0.38
17					3.33	32	1.6	92	24.4	4.4	0.21
18					1.67	7	2	83	23.5	7.7	0.39
19					1	20	2	84	24.4	9.6	0.39
20					1.33	2	2.3	84	23.8	7.4	0.40
21					2.33	7	1.6	88	23.4	3.2	0.34
22					2.67	0	1.3	88	24.9	1.3	0.32
23					2.33	103	1.3	83	24.7	9.0	0.43
24					1.33	7	1.6	86	24.2	5.7	0.40
25					1.67	8.5	1.3	87	23.8	3.6	0.34
26					1.33	0	2.3	85	25.8	4.8	0.32
27				Absoluto	1.67	46	1.6	86	25.6	7.2	0.40
28					1.67	0	1.3	82	26.0	6.6	0.55
29					3	9	2	90	22.7	2.8	0.29
30					2.67	2	1	86	23.6	2.5	0.34

CUADRO 8"A". Número de larvas de gallina ciega promedio en 0.45 m², después de levantar las láminas de polietileno.

TRATAMIENTO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	BLOQUE VII	BLOQUE VIII
Solarizado 8 semanas.	0	0	0	0	0	0	0	0
Solarizado 6 semanas.	0	1	1	0	1	0	0	1
Solarizado 4 semanas.	0	2	2	0	0	0	0	0
Testigo absoluto.	8	4	5	2	3	3	2	4

CUADRO 9"A". Resumen del análisis de varianza, para el número de larvas de gallina ciega promedio en 0.45m², después de levantar las láminas de polietileno.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Pr>F 5 %	Coefficiente de variación
Tratamientos	3	6.734	2.245	32.51 *	3.07	18.89 %
Bloques	7	0.914	0.131			
Error	21	1.450	0.069			
Total	31	9.097				

* Significativo.

** Altamente Significativo.

NS No Significativo.

CUADRO 10"A". Porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega en 9 m².

TRATAMIENTO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	BLOQUE VII	BLOQUE VIII
Solarizado 8 semanas.	0	0	0	0	0	0	0	0
Solarizado 6 semanas.	0	0	5	0	2.63	0	0	0
Solarizado 4 semanas.	2.38	0	4.65	0	0	0	0	0
Testigo absoluto.	12	4.44	5	4.44	15.63	5.88	9.68	12.5

CUADRO 11"A". Resumen del análisis de varianza, para el porcentaje promedio de posturas dañadas por larvas de gallina ciega en 9 m².

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Pr>F 5 %	Coefficiente de variación
Tratamientos	3	21.072	7.024	28.60 *	3.07	29.96 %
Bloques	7	2.427	0.347			
Error	21	5.157	0.246			
Total	31	28.656				

* Significativo.

** Altamente Significativo.

NS No Significativo.

CUADRO 12"A". Altura promedio de plantas (metros).

TRATAMIENTO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	BLOQUE VII	BLOQUE VIII
Solarizado 8 semanas.	1.00	1.23	1.13	1.41	1.10	1.33	0.97	1.21
Solarizado 6 semanas.	0.92	1.12	1.26	1.11	1.20	0.99	1.26	1.01
Solarizado 4 semanas.	1.00	1.33	1.20	1.28	1.31	1.40	1.12	1.17
Testigo absoluto.	0.80	0.98	1.02	1.03	0.89	1.11	1.12	0.84

CUADRO 13"A". Resumen del análisis de varianza, para la altura promedio de plantas (metros).

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Pr>F 5 %	Coefficiente de variación
Tratamientos	3	0.284	0.095	7.62 *	3.07	9.96 %
Bloques	7	0.234	0.033			
Error	21	0.261	0.012			
Total	31	0.779				

* Significativo.

** Altamente Significativo.

NS No Significativo.

CUADRO 14"A". Número de larvas de gallina ciega promedio en 10 plantas.

TRATAMIENTO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	BLOQUE VII	BLOQUE VIII
Solarizado 8 semanas.	2	1	1	0	0	0	0	0
Solarizado 6 semanas.	1	0	0	1	1	0	0	0
Solarizado 4 semanas.	2	2	0	0	2	1	0	0
Testigo absoluto.	5	2	4	5	0	3	0	0

CUADRO 15"A". Resumen del análisis de varianza, para el número de larvas de gallina ciega promedio en 10 plantas.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Pr>F 5 %	Coefficiente de variación
Tratamientos	3	1.675	0.558	4.29 *	3.07	26.68 %
Bloques	7	2.051	0.293			
Error	21	2.734	0.130			
Total	31	6.460				

* Significativo.

** Altamente Significativo.

NS No Significativo.

CUADRO 16"A". Peso seco promedio de raíces por planta (gramos).

TRATAMIENTO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V	BLOQUE VI	BLOQUE VII	BLOQUE VIII
Solarizado 8 semanas.	19.80	11.92	21.62	12.58	9.42	26.80	18.42	18.40
Solarizado 6 semanas.	12.38	14.26	14.62	11.62	15.64	9.64	14.36	12.48
Solarizado 4 semanas.	10.64	10.68	14.96	11.94	10.26	28.78	17.70	12.38
Testigo absoluto.	21.18	12.20	11.20	10.84	13.58	20.46	16.94	11.92

CUADRO 17"A". Resumen del análisis de varianza, para el peso seco promedio de raíces por planta (gramos).

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Pr>F 10 %	Coefficiente de variación
Tratamientos	3	74.293	24.764	2.44 ^{NS}	2.36	27.62 %
Bloques	7	292.977	41.854			
Error	21	359.849	17.136			
Total	31	727.119				

* Significativo.

** Altamente Significativo.

NS No Significativo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. Sem. 045-99

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO DE TRES PERIODOS DE SOLARI-
ZADO EN EL CONTROL DE LARVAS DE GALLINA CIEGA
Phyllophaga spp., (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE), EN
EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* Linneo), EN SANTA
ROSA DE LIMA, SANTA ROSA"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDGAR ENRIQUE RIOS RECINOS

CARNET No: 9416938

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Luis Fernando Morán Palma
Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila

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. Gustavo A. Alvarez Valenzuela~~
ASESOR

Ing. Agr. Edgar F. Ríos Muñoz
ASESOR

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



IMPRIMASE

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
DECANO



c: Control Académico
Archivo
AH/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770
E-mail: lia@usac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>