

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



**APOYO TÉCNICO A LA MUNICIPALIDAD DE COMITANCILLO, SAN
MARCOS, GUATEMALA, C.A. EN LA REALIZACIÓN DEL
DIAGNÓSTICO AGRÍCOLA Y PROPUESTA PARA EL CONTROL
DE GALLINA CIEGA *Phyllophaga* spp.**

DANIEL ONÁN GUERRERO VILLAGRÁN

GUATEMALA SEPTIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**APOYO TÉCNICO A LA MUNICIPALIDAD DE COMITANCILLO, SAN
MARCOS, GUATEMALA, C.A. EN LA REALIZACIÓN DEL
DIAGNÓSTICO AGRÍCOLA Y PROPUESTA PARA EL CONTROL
DE GALLINA CIEGA *Phyllophaga* spp.**

**POR
DANIEL ONÁN GUERRERO VILLAGRÁN**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Rector Magnífico
Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

Junta Directiva de la Facultad de Agronomía

Decano	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
Vocal I	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
Vocal II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
Vocal III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
Vocal IV	Bachiller Lorena Carolina Flores Pineda
Vocal V	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
Secretario	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, septiembre 2011

Guatemala, septiembre 2011

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

Honorables miembros:

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

**“APOYO TÉCNICO A LA MUNICIPALIDAD DE COMITANCILLO, SAN
MARCOS, GUATEMALA, C.A. EN LA REALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO
AGRÍCOLA Y PROPUESTA PARA EL CONTROL DE GALLINA CIEGA
Phyllophaga spp.”**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Daniel Onán Guerrero Villagrán

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS Por que tuyo es el cielo y la tierra, mi alma y todo lo que soy.

MIS PADRES Arturo Guerrero Duran y Jovita Villagrán de León, por su amor incondicional, sus oraciones, su paciencia, sus sacrificios y esfuerzos. Ustedes son mi guía y mi ejemplo.

MIS HERMANOS Silvia, Glenda, Esvin, Claudia y Fredy, gracias por su cariño y desearme lo mejor del mundo, ustedes son mis guardianes y en vosotros confío.

MIS AMIGOS Rosa Hernández, Emilia Tatuaca, Vinicio Garza, Luis Juárez, Diego Méndez, Estuardo Pérez, Carlos Franco y a todos aquellos que siempre han estado conmigo, gracias por su cariño y amistad sincera.

MI PAIS Guatemala, amor y respeto.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi alma máter, recinto sagrado del saber.

FACULTAD DE AGRONOMIA

Centro de formación profesional que me abrió sus puertas durante estos años.

INSTITUTO ADOLFO V. HALL DEL SUR

Casa de honor y ciencia, donde aprendí que las pruebas nos fortalecen.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Adalberto Rodríguez por su supervisión, asesoría profesional, su tiempo y apoyo en la realización del presente documento.

MI ASESOR

Ing. Agr. Heisler Gómez por su guía, su tiempo, sus consejos y apoyo para la realización de mi investigación.

CATEDRATICOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Gracias por compartir sus conocimientos y enseñarme el valor del saber.

MI MAESTRA

Irlanda Mazariegos gracias por su tiempo, paciencia e inculcarme el deseo de aprender.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO.....	1
1.1 Presentación.....	2
1.2 Marco referencial.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Metodología.....	3
1.5 Resultados.....	4
1.5.1 Nombre del municipio.....	4
1.5.2 Fundación del municipio.....	4
1.5.3 Altitud y ubicación.....	5
1.5.4 Vías de acceso.....	5
1.5.5 Datos poblacionales.....	5
1.5.5.1 Población.....	5
1.5.5.2 Población por sexo.....	6
1.5.5.3 Población por etnia.....	6
1.5.5.4 Población urbana y rural.....	6
1.5.5.5 Tasa de crecimiento poblacional.....	7
1.5.5.6 Idioma.....	7
1.5.6 Condiciones climáticas.....	8
1.5.6.1 Temperatura.....	8
1.5.6.2 Precipitación pluvial.....	8
1.5.7 Tenencia de la tierra.....	8
1.5.8 Productores.....	9
1.5.9 Características topográficas.....	12
1.5.9.1 Tipos de suelos.....	12
1.5.10 Características hidrológicas.....	14
1.5.10.1 Cuenca.....	14
1.5.11 Zonas de vida.....	14
1.5.11.1 Bosque húmedo montano bajo subtropical.....	14
1.5.11.2 Bosque muy húmedo montano bajo subtropical.....	15
1.5.12 Bosques.....	16
1.5.13 Actividad pecuaria.....	16
1.5.14 Actividad agrícola.....	17
1.5.14.1 Cultivos.....	17
1.5.14.2 Semillas.....	18
1.5.14.3 Comercialización.....	18
1.5.14.4 Fruticultura.....	19
1.6 Conclusiones.....	19
1.7 Bibliografía.....	21

	Página
CAPÍTULO II INVESTIGACIÓN.....	23
2.1 Introducción.....	24
2.2 Definición del problema.....	26
2.3 Justificación.....	27
2.4 Marco teórico.....	28
2.4.1 Marco conceptual.....	28
2.4.1.1 Gallina ciega.....	28
2.4.1.2 Manejo de poblaciones de gallina ciega.....	31
2.4.2 Marco Referencial.....	41
2.4.2.1 Localización del área de estudio.....	41
2.4.2.2 Límites.....	41
2.4.2.3 Vías de comunicación.....	41
2.4.2.4 Clima.....	41
2.4.2.4.1 Temperatura.....	41
2.4.2.4.2 Precipitación.....	41
2.4.2.5 Suelos.....	42
2.5 Objetivos.....	43
2.5.1 General.....	43
2.5.2 Específico.....	43
2.6 Metodología.....	44
2.6.1 Fase inicial.....	44
2.6.1.1 Plantas de maíz.....	44
2.6.1.2 Desinfestación de suelo.....	44
2.6.1.3 Elección del área de colecta y muestreo.....	44
2.6.1.4 Muestreo de gallina ciega.....	44
2.6.1.5 Colecta de gallinas ciegas.....	45
2.6.2 Fase experimental.....	45
2.6.2.1 Aplicación de los tratamientos.....	45
2.6.3 Análisis estadístico.....	47
2.6.3.1 Variable de respuesta.....	47
2.6.3.2 Diseño experimental.....	47
2.6.3.3 Nivel de confianza.....	47
2.6.3.4 Tratamientos.....	47
2.7 Análisis y discusión de resultados.....	50
2.7.1 Efectividad de <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Beauveria bassiana</i> en instar 1, 2 y 3 de <i>Phyllophaga</i> spp.....	51
2.7.2 Efectividad de Nemátodos.....	53
2.8 Conclusiones.....	55
2.9 Recomendaciones.....	56
2.10 Bibliografía.....	57
2.11 Anexos.....	59

	Página
CAPÍTULO III SERVICIOS.....	61
3.1 Presentación.....	62
3.2 Cuantificación del volumen de desechos sólidos generado por las familias del área urbana de la cabecera municipal de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.	63
3.2.1 Objetivos.....	63
3.2.2 Metodología.....	63
3.2.3 Resultados.....	64
3.2.4 Evaluación	64
3.2.5 Anexos.....	65
3.3 Reactivación del sistema de alarma contra la gallina ciega <i>Phyllophafa</i> spp. en el municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.	66
3.3.1 Objetivos.....	66
3.3.2 Metodología.....	66
3.3.3 Resultados.....	67
3.3.4 Evaluación	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
01 Larva de ronrón de mayo (gallina ciega).	68
02 Pupa de gallina ciega.	70
03 Ronrón de mayo	71
04 Ciclo de vida de la gallina ciega <i>Phyllophaga</i> spp.	71
05 Dinámica poblacional presenta en el año 2009 por <i>Phylophaga</i> spp.	72
06 Trampa lumínica sencilla de agujero	75
07 Trampa luminosa sencilla de cacerola.....	75
08 Trampa luminosa con pantalla protectora cuadrada.....	76
09 Trampa luminosa con pantalla protectora cuadrada.....	77
10 Trampa luminosa con pantalla protectora triangular.....	77
11 Se puede aprovechar las luces de las casas para atrapar ronrones.	78
12 Trampa luminosa aprovechando el alumbrado publico.	78
13 Logotipo de la campaña contra la gallina ciega.	80
14 Trifoliar informativo (lado A) del sistema de alarma contra la gallina ciega.....	83
15 Trifoliar informativo (lado B) del sistema de alarma contra la gallina ciega.....	84
16 Afiche informativo para el proyecto de sistema de alarma contra la gallina ciega.	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
01 Población del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A. por género, año 2008.....	6
02 Población por etnia del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A.	6
03 Población urbana y rural del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A.	7
04 Tasa de crecimiento poblacional del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A.....	7
05 Tenencia de la tierra en el municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A., año 1988.	8
06 Superficie (hectárea) de fincas censadas, por formas simples de régimen de tenencia de la tierra (Mayo 2003).	9
07 Productores individuales y jurídicos del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).....	9
08 Productores por grupos de edad del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).....	10
09 Productores por género del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).....	10
10 Productores informantes por nivel de escolaridad del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).....	10
11 Superficie (hectárea) de fincas censadas, por uso de la tierra del municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).	11
12 Superficie (hectárea) de fincas censadas, por uso de la tierra con bosques y otras tierras en el municipio de Comitancillo (Mayo 2003).....	11
13 Número de fincas censadas, superficie cosechada (hectárea) y producción obtenida (kilogramos) de cultivos en el municipio de Comitancillo, Guatemala, C.A., por año agrícola 2002 a 2003 (Mayo-Abril).	17
14 Análisis de varianza de la evaluación del instar 1 de gallina ciega	50
15 Análisis de varianza de la evaluación del instar 2 de gallina ciega	50
16 Análisis de varianza de la evaluación del instar 3 de gallina ciega	50
17 Parcela experimental de instar 1 de gallina ciega.	59
18 Parcela experimental de instar 2 de gallina ciega.	59
19 Parcela experimental de instar 3 de gallina ciega.	60
20 Proyección del volumen de desechos solidos (en metros cubicos) generados por las familias del la Cabecera Municipal de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.....	64
21 Volumen de basura (en metros cubicos) generadas por 26 familias pertenecientes de la muestra tomada en la cabecera municipal de Comitancillo, Guatemala, C.A.	65

TRABAJO DE GRADUACION “ASISTENCIA TÉCNICA A LA MUNICIPALIDAD DE COMITANCILLO, SAN MARCOS, GUATEMALA, C.A. EN EL CONTROL DE GALLINA CIEGA *Phyllophaga* spp.”

RESUMEN

El contenido del presente documento corresponde a las actividades realizadas en la municipalidad de Comitancillo del departamento de San Marcos, en el mismo se detallan las tres actividades en las cuales se divide el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, estas actividades son: diagnóstico, investigación y servicios, estas actividades se llevaron a cabo de Febrero a Noviembre del año 2009.

El diagnóstico del municipio de Comitancillo se realizó con la finalidad de conocer la situación actual del área rural. El diagnóstico fue elaborado mediante revisiones bibliográficas y entrevistas con actores del área agrícola. Como datos relevantes del diagnóstico se obtuvo que el 99.7% de las tierras del municipio son privadas, del total de las tierras el 62% se utiliza para cultivos anuales o de temporada, el 1.8% para cultivos permanentes y el 25% para bosques. Del total de las tierras boscosas, el 90.5% son bosques naturales mientras que el 9.5% son bosques plantados.

Producto de la información sistematizada del diagnóstico, se priorizó la plaga de gallina ciega *Phyllophaga* spp. como el principal problema agronómico que enfrenta el municipio, debido al daño irreversible que esta plaga causa al sistema de raíces del cultivo de maíz y trigo, los cuales son utilizados para el autoconsumo de la familia del agricultor, esto incide directamente con la seguridad alimentaria de los pobladores. Debido a esto se planteó un proyecto enfocado en la actualización del sistema de alarma contra la gallina ciega, el cual consiste en la implementación de actividades para disminuir la población de esta plaga.

Además, para brindar una alternativa en el control del estado inmaduro de la plaga, se realizó una investigación en la cual se evaluó la efectividad de cinco formulaciones comerciales de entomopatógenos. Bajo las condiciones en las que se desarrolló la evaluación, los entomopatógenos no mostraron diferencias significativas en el control de la gallina ciega. Los factores que influyeron en la eficiencia de los entomopatógenos son la especificidad, virulencia, así como las condiciones ambientales que no favorecieron su desarrollo. Debido a lo antes descrito, no es factible recomendar la utilización de estos productos comerciales para el control de la gallina ciega.

Como parte de la asistencia técnica brindada a la municipalidad, se realizó la medición del volumen de basura generado por las familias del casco urbano de la cabecera municipal, este dato se utilizará para proyectar la capacidad mínima de la planta de clasificación de desechos sólidos que dicha municipalidad planea construir. Como resultado se obtuvo que las familias de la cabecera municipal generan 9.59 metros cúbicos de basura por semana, del total de la basura generada, un 53.7% es de origen orgánico, por lo cual se elaboró un manual de aboneras tipo compost el cual se utilizará para darle un uso a estos desechos.

CAPITULO I

DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE COMITANCILLO DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

2.1 Presentación

El presente documento contiene aspectos agronómicos y de producción del municipio de Comitancillo del Departamento de San Marcos. Este municipio fue priorizado por el gobierno central por presentar niveles altos de pobreza y pobreza extrema. El diagnóstico se realizó con la finalidad de recopilar información generada por las instituciones que laboran en la región con el objetivo que el presente documento sea de apoyo para las autoridades locales y como fuente de información de conocimiento público.

La metodología empleada para la estructuración del mismo estuvo basada en la revisión bibliográfica de investigaciones previas, visitas a instituciones para actualización de datos, observación del entorno y posterior análisis y procesamiento de la información.

2.2 Marco referencial

El municipio de Comitancillo, departamento de San Marcos, fue fundado por los españoles en la época colonial, aproximadamente un siglo después de la invasión de los Mames del altiplano Occidental de Guatemala que ocurrió en el año 1,525 (invasión de los mames del Nor-Occidente) y 1,533 (invasión de los mames de San Marcos).

Es uno de los 29 municipios que forman parte del departamento de San Marcos, su superficie total es de 113 kilómetros cuadrados. La cabecera municipal se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas siguientes: 15º, 05', 20" Latitud Norte, 91º, 44', 55" Latitud Oeste del meridiano de Greenwich. La altura en que se encuentra la misma es de 2,284 metros sobre el nivel del mar. La población del Municipio de Comitancillo, para el año 2008, era de 63,742 habitantes.

2.3 Objetivos

General

Realizar un diagnóstico para evidenciar la situación actual en la que se encuentran los agricultores del Municipio de Camitancillo del Departamento de San Marcos.

Específicos

- Describir las actividades productivas que realizan los agricultores del municipio.
- Identificar y priorizar los problemas dentro de la comunidad.

2.4 Metodología

Para la realización del presente diagnóstico la metodología se llevo a cabo de la siguiente forma.

Fase I: Recolección de información

A. Revisión bibliográfica:

Esta información fue obtenida mediante revisiones bibliográficas en la Municipalidad de Comitancillo, Instituto Nacional de Estadística (INE) y biblioteca de la Facultad de Agronomía.

B. Entrevistas:

Se procedió a entrevistar a los líderes de las comunidades, presidente de COCODES y otros actores que trabajan en el campo de la agronomía. Estos contactos se realizaron a través de la Oficina Municipal de Planificación (OMP).

C. Visitas de campo:

Para este aspecto se realizó lo siguiente: observaciones directas, recorridos a parcelas de producción agrícola y entrevistas informales con agricultores.

Fase II: Organización de la información

En esta fase se ordenó de forma lógica y congruente la información recabada durante la primera fase. Seguidamente se elaboró el documento del diagnóstico el cual fue entregado de forma impresa a las autoridades municipales de Comitancillo.

2.5 Resultados

2.5.1 Nombre del municipio

Comitancillo, San Marcos. La palabra Comitancillo no tiene origen etimológico. Este municipio fue llamado por los españoles como Comitancillo que significa: "Comitán Chiquito" porque encontraron un ambiente semejante al de Comitán, México, lugar del cual habían partido (Feliciano 1996).

2.5.2 Fundación del municipio

No existe un registro que mencione la fecha de fundación del municipio, pero se estima que sucedió después del 14 de abril de 1,633, posiblemente el 3 de mayo de 1,648, año en que ocurrió la aparición de la imagen de la Cruz y de la construcción del primer templo católico del municipio (Feliciano 1996).

2.5.3 Altitud y ubicación

El municipio de Comitancillo esta situado a una altura sobre el nivel del mar, que va desde los 2,240 metros (aldea Chicajalaj) hasta los 2,900 metros (caserío La Libertad) (OMP 2002) .

La municipalidad de Comitancillo se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas siguientes: 15°, 05', 20" Latitud Norte, 91°, 44', 55" Latitud Oeste del meridiano de Greenwich (OMP 2002).

2.5.4 Vías de acceso

Comitancillo se encuentra a 34 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos, a 283 kilómetros de la ciudad capital. Para ingresar al municipio de Comitancillo existen cuatro carreteras de terracería: La primera pasa por el municipio de San Lorenzo, San Marcos a 34 kilómetros; la segunda por la Vía Santa Irene (San Antonio Sacatepéquez, San Marcos a 28 kms.), la tercera por la Aldea Serchíl y la Aldea Tuilelén (de Comitancillo, San Marcos a 15 kms.), la cuarta carretera de acceso al municipio es la que proviene del municipio de Tejutla a 10 kilómetros (OMP 2002).

2.5.5 Datos poblacionales

2.5.5.1 Población

La población del Municipio de Comitancillo, para el año 2008, era de 63,742 habitantes. El 97% de la población reside en el área rural y el 3% restante en el área urbana (Centro de Salud 2009).

2.5.5.2 Población por sexo

En el cuadro 1 se presenta el número de habitantes del municipio por género del año 2008.

Cuadro 1 Población del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. por género, año 2008.

Sexo	Número de pobladores
Hombres	32,577
Mujeres	31,165
Total	63,742

Fuente: Centro de Salud 2009.

2.5.5.3 Población por etnia

El municipio presenta una población predominante indígena, como se presenta en cuadro 2.

Cuadro 2 Población por etnia del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.

Etnia	Número de pobladores	Porcentaje
Indígenas	63,628	99.82
Ladinos	114	0.18
Total	63742	100.00

Fuente: Centro de Salud 2009.

2.5.5.4 Población urbana y rural

La mayor cantidad de habitantes del municipio se encuentra en el área rural, como se aprecia en el cuadro 3.

Cuadro 3 Población urbana y rural del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.

Ubicación	Número de pobladores	Porcentaje
Urbana	1,600	3.00
Rural	62,142	97.00
Total	63,742	100.00

Fuente: Centro de Salud 2009.

2.5.5.5 Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional del municipio durante los años de 2004 al 2008 se presenta cuadro 4.

Cuadro 4 Tasa de crecimiento poblacional del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.

Año	Porcentaje
2004	3.67
2005	3.67
2006	3.90
2007	3.66
2008	3.66

Fuente: Centro de Salud 2009.

2.5.5.6 Idioma

Comitancillo pertenece al pueblo Maya-Mam por lo que su expresión lingüística es el idioma Mam. El 99% de la población total, es Maya-Mam hablante. El 52% que también habla el idioma español como segunda lengua. En el área urbana, existe aproximadamente el 1% de la población que habla el español como lengua materna (Feliciano 1996).

2.5.6 Condiciones climáticas

2.5.6.1 Temperatura

La temperatura máxima promedio para el área del altiplano del departamento de San Marcos es de 20.36°C y la temperatura mínima promedio es de 5.7°C (INSIVUMEH s.f.).

2.5.6.2 Precipitación pluvial

La precipitación media del altiplano del departamento de San Marcos es de 1243.3 milímetros anuales (INSIVUMEH s.f.).

2.5.7 Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra va en disminución debido al crecimiento demográfico de la población, en el cuadro 5 se muestra la tenencia de la tierra de los pobladores del municipio en el año de 1988 (Feliciano 1996). En el cuadro 6 se muestra el régimen de tierras en el año 2003.

Cuadro 5 Tenencia de la tierra en el municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. año 1988.

Tenencia	Porcentaje de Población
00 – 10 Cuerdas*	53
11 – 20 Cuerdas*	26
21 – 30 Cuerdas*	13
> 30 Cuerdas *	08

Fuente: Feliciano 1996.

*(1 cuerda = 25 varas cuadradas = 17.47 metros cuadrados)

Cuadro 6 Superficie (hectárea) de fincas censadas, por formas simples de régimen de tenencia de la tierra (Mayo 2003).

Propia	En arrendamiento	En colonato	En usufructo	Ocupada	Otra	Total
4,161.43	3.99	0.65	2.61	2.01	0.3	4,170.99

Fuente: INE 2003.

2.5.8 Productores

En el censo nacional agropecuario, año 2003, da a conocer información sobre productores y los productos que se cultivan en el municipio de Comitancillo.

El cuadro 7 se observa que el 99.39% de los productores son individuales y el 0.61% jurídicos.

Cuadro 7 Productores individuales y jurídicos del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).

Total	Individuales	Jurídicos
6,994	6,951	43

Fuente: INE 2003.

En el cuadro 8 se presenta a los productores por grupos de edad, el 21.65% de los productores no dieron información, del 78.35% restante se aprecia que el 71.73% de los productores se encuentran entre los 25 a 54 años.

Cuadro 8 Productores por grupos de edad del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).

Total	Informantes								No Informantes
	Total	Grupos de edad (años)							
		< 18	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	>65	
6,951	5,446	6	388	1,346	1,420	1,141	658	487	1,505

Fuente: INE 2003.

En el cuadro 9 se observa que el 92.27% de los productores son del género masculino mientras que el 7.73% son del género femenino.

Cuadro 9 Productores por género del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).

Total	Hombres	Mujeres
6,951	6414	537

Fuente: INE 2003.

El municipio de Comitancillo tiene baja escolaridad, a pesar de esto y considerando que solamente 3,290 productores proporcionaron información, el cuadro 10 no refleja fielmente la realidad del municipio, este cuadro presenta que el 94.65% de los productores tienen al menos un grado de escolaridad.

Cuadro 10 Productores informantes por nivel de escolaridad del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).

Total	Nivel de Escolaridad				
	Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
3,290	176	77	2,778	238	21

Fuente: INE 2003.

En el cuadro 11 se puede el 50.44% de la superficie de las fincas son destinadas por cultivos anuales o temporales y el 31.72% para cultivos permanentes y semi-permanentes, lo cual indica que el 82.16% de las superficie de las fincas censadas se utiliza para producción agrícola.

Cuadro 11 Superficie (hectárea) de fincas censadas, por uso de la tierra del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).

Uso de la tierra					Total
Cultivos anuales o temporales	Cultivos permanentes y semipermanentes	Pastos	Bosques	Otros*	
4,521.18	2,843.06	53.6	1,138	406.52	8,962.36

Fuente: INE 2003.

* Se refiere a las ocupadas por instalaciones de la finca, montes, caminos, lechos de ríos y/o lagos, etc.

En el municipio de Comitancillo existen bosques naturales y plantados, el cuadro 12 muestra que el 66.67% de los bosques son naturales y el 7% plantados. Del total del área boscosa solamente el 27.96% de los bosques son explotados.

Cuadro 12 Superficie (hectárea) de fincas censadas, por uso de la tierra con bosques y otras tierras en el municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. (Mayo 2003).

Otras tierras*	Bosques plantado		Bosques naturales		Total
	En explotación	No en explotación	En explotación	No en explotación	
406.52	82.23	25.92	349.61	680.23	1,544.51

Fuente: INE 2003.

* Se refiere a las ocupadas por instalaciones de la finca, montes, caminos, lechos de ríos y/o lagos, etc.

2.5.9 Características topográficas

El territorio de Comitancillo forma parte la Sierra Madre, con un relieve muy accidentado y una topografía quebrada. Las pendientes en el municipio varían de 30-90%, siendo en su mayoría pendientes mayores a 60% (Simmons 1959).

2.5.9.1 Tipos de suelos

Según los mapas que presentados por Simmons 1959, el suelo del municipio de Comitancillo esta compuesto de la siguiente forma:

Al Norte con el Grupo I Suelos de las montañas volcánicas el cual presenta las series de suelos siguientes: Camanchá, Camanchá (fase quebrada, erosionada), Ostuncalco y Totonicapán (Simmons 1959).

Al sur del municipio, se presenta el grupo Grupo IIA Suelos profundos sobre materiales volcánicos, en relieve inclinado a escarpado, este grupo presenta serie de suelos: Patzité y Sinaché (Simmons 1959).

A. Serie Patzité

El material madre del cual proviene esta serie de suelo, es de cenizas volcánicas de color claro. Tiene un suelo superficial con un buen drenaje y un color café claro, con una textura franco arcillosa, el suelo superficial tiene un espesor de 20 cm. El subsuelo tiene un espesor de 50 cm, color café amarillento con textura franco arcillosa fina (Simmons 1959).

El declive predominante de esta serie de suelo es de 50%, tiene un drenaje a través del suelo muy rápido, una muy baja capacidad de abastecimiento de humedad, no tienen ninguna limitante en la penetración de raíces en el suelo, un peligro de erosión muy alta y una fertilidad natural regular (Simmons 1959).

B. Serie Sinaché

Esta serie de suelo proviene de un material madre compuesto de ceniza volcánica de color claro. Posee un suelo superficial de aproximadamente 30cm de espesor, de textura franco arcillosa, esta serie tiene un buen drenaje y color café a café oscuro (Simmons 1959).

La serie Sinaché tiene un declive predominante de 5% a 12%, un rápido drenaje a través del suelo y una alta capacidad de abastecimiento de humedad. No tiene ninguna limitante en la penetración de raíces, una fertilidad natural regular y un alto peligro a la erosión (Simmons 1959).

C. Serie Totonicapán

El material madre del cual proviene esta serie de suelo es de ceniza volcánica pomácea o andesita. Tiene un suelo superficial de aproximadamente 40cm de espesor, textura franca turbosa, un drenaje rápido y color café muy oscuro a negro (Simmons 1959).

La serie de suelo Totonicapán posee un drenaje a través del suelo regular con una muy alta capacidad de abastecimiento de humedad, tiene una fertilidad natural regular, no posee ninguna limitante en la penetración de raíces y tiene un alto peligro de erosión por sus declives dominantes que van de los 5% a 25% (Simmons 1959).

D. Serie Camanchá

Esta serie de suelo proviene de un material madre compuesto de ceniza volcánica de color claro. Tiene un suelo superficial de aproximadamente 50cm con buen drenaje, de color café muy oscuro. La serie Camanchá tiene un subsuelo de aproximadamente 75cm de espesor y textura franco arcillosa (Simmons 1959).

Camanchá es una serie de suelo que tiene un declive predominante de 10%, un drenaje a través del suelo moderado, alta capacidad de abastecimiento de humedad, ninguna limitante en la penetración de raíces en el suelo, un regular peligro de erosión y fertilidad natural alta (Simmons 1959).

2.5.10 Características hidrológicas

2.5.10.1 Cuenca

El municipio de Comitancillo pertenece a la cuenca del Río Cuilco, esta cubre el 100% del área del municipio, con un total de 13,478.75 hectáreas (OMP 2002).

2.5.11 Zonas de vida

Se llama zona de vida a la unidad climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad (Cruz 1982).

2.5.11.1 Bosque húmedo montano bajo subtropical

Esta zona de vida se encuentra representada por el símbolo bh-MB. La superficie total de esta zona de vida es de 9763 kilómetros cuadrados, lo que representa el 8.98 por ciento de la superficie total del país (Cruz 1982).

El patrón de lluvias varía entre 1057mm y 1588mm, con un promedio de 1344mm de precipitación anual, las biotemperaturas van de 15 grados a 23 grados Celsius. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75 (Cruz 1982).

Su topografía en general es plana y está dedicada a cultivos agrícolas, Sin embargo, las áreas accidentadas están cubiertas por vegetación. La elevación varía entre 1500 y 2400 m.s.n.m. en San Ostuncalco (Cruz 1982).

La vegetación natural, que es típica de la parte central del altiplano, está representada por rodales de *Quercus* spp., asociados generalmente con *Pinus pseudostrobus* y *Pinus montezumae*. *Alnus jorullensis*, *Ostrya* spp. Y *Carpinus* spp., son bastante frecuentes en esta formación. Ocurren también como indicadores en esta zona *Prunus capulí* y *Arbutus xalapensis* (Cruz 1982).

El uso apropiado para esta zona es fitocultural forestal, pues los terrenos planos pueden utilizarse para la producción de maíz, frijol, trigo, verduras y frutales de zonas templadas como: durazno, pera, manzana, aguacate y otros (Cruz 1982).

Los terrenos accidentados deben mantenerse cubiertos de bosques, para protegerlos y para que estos satisfagan el consumo local, pues las existencias boscosas son limitadas, dada la densidad de población (Cruz 1982).

2.5.11.2 Bosque muy húmedo montano bajo subtropical

Esta formación se encuentra representada en el mapa por el símbolo bmh-MB. La Superficie total es de 5512 kilómetros cuadrados, lo que representa el 5.07 por ciento de la superficie del país (Cruz 1982).

Para determinare el patrón de lluvias se contó con pocos datos, sin embargo, puede decirse que la precipitación total anual va de 2065 a 399 mm promediando 2730 mm. La biotemperatura va desde 12.5 a 18.6 grados Celsius. La evapotranspiración potencial se estima en 0.35 (Cruz 1982).

La topografía generalmente es accidentada sobre todo en las laderas de los volcanes. La elevación va desde 1800 a 300 m.s.n.m. en la cordillera de los Cuchumatanes. La vegetación natural predominante que puede considerarse como indicadora es *Cupressus lusitánica*, *Chirathodendron pentadactylon*, *Pinus ayacahite*, *Pinus hartwegii* se encuentra en la parte superior de la zona. El *Pinus pseudostrobus* se encuentra mezclado con las anteriores por ser común en toda la zona de vida (Cruz 1982).

Se le puede dar un uso combinado de fitocultivo y bosque. Los cultivos principales pueden ser, Trigo, maíz, papas, haba, verduras, frutales como manzana, durazno, pera, aguacate y otros. El bosque merece ser manejado cuidadosamente pues debido a la densidad de la población tiende a disminuir, dando paso a la erosión en las pendientes fuertes (Cruz 1982).

2.5.12 Bosques

Existen varios bosques entre los cuales tenemos el de GUATEMEX (Guatemala – México), este es una pinada que se encuentra a 2 kilómetros hacia el Sur-Oeste de la cabecera municipal. Además se mencionan otros bosques como: El Sitio, Palo Hueco, Intochoj, Molino Viejo y el Astillero Municipal, aunque los mismos han sufrido deforestación en el transcurso de los años (Feliciano 1996).

2.5.13 Actividad pecuaria

La crianza de animales es una actividad realizada por todas las familias del municipio, los animales de crianza más frecuentes son ovejas, carneros, cerdos y gallinas. Existen familias que poseen vacas y caballos, pero son escasas. La crianza de los animales frecuentemente es llevada a cabo por las mujeres.

La comercialización de estos animales seda en su mayoría en la plaza de los días domingo, en donde son comprados por otras familias o intermediarios procedentes de otros municipios.

2.5.14 Actividad agrícola

2.5.14.1 Cultivos

Los cultivos del municipio de Comitancillo son variados, en el cuadro 13 se enlistan los cultivos hortícola y granos básicos que producen en el municipio.

Cuadro 13 Número de fincas censadas, superficie cosechada (hectárea) y producción obtenida (kilogramos) de cultivos en el municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A. por año agrícola 2002 a 2003 (Mayo-Abril).

Cultivo	Total año agrícola 2002/2003		
	Numero de fincas	Superficie cosechada (hectáreas)	Producción Obtenida (kilogramos)
Arveja	31	4.19	6,672
Ayote	2239	738.73	720,550
Brócoli	3	0	1,811
Cebolla	1	0	512
Chile picante	10	0	591
Coliflor	2	0	984
Frijol negro en grano	2558	875.01	135,157
Frijol otros colores	503	150.26	18,386
Güicoy	31	4.89	1,693
Haba	533	185.90	48,307
Maicillo en grano	3	0.7	1,693
Maíz amarillo en grano	1736	448.69	653,581
Maíz blanco en grano	5842	1991.15	2,741,530
Maíz de otros colores	192	51.02	59,173
Papa	1000	113.22	1,074,880
Repollo	4	0.7	25,590
Tomate	1	0	394
Zanahoria	1	0	708

Fuente: INE 2003.

Actualmente existe una plaga que está afectando la producción de maíz, es conocida comúnmente como gallina ciega *Phyllophaga* spp., esta plaga se alimenta de las raíces de las plantas de maíz, provocando daños irreversibles a las plantas entre julio y septiembre.

Esta plaga fue controlada en sus inicios con varios pesticidas, como lo son: Metamidofos (Tamaron), Paration Metil (Folidol) y Foxim (Volatón) utilizando la dosificación recomendada por la casa comercial de cada producto, eventualmente al observar una baja en la eficacia del control de la plaga, los campesinos iniciaron a elevar la dosificación de los productos hasta utilizar el doble o el triple, de esta manera se elevó el costo de producción y no observaron eficacia en la respuesta de control debido a que las larvas siguieron dañando las plantas*.

2.5.14.2 Semillas

Aun que existen agricultores que utilizan semilla mejorada para los cultivos de maíz, la mayoría de estos prefieren almacenar una parte de sus cosechas para utilizarlas como semilla para el año siguiente*.

2.5.14.3 Comercialización

Los agricultores que poseen una mayor disponibilidad de área de cultivo, además de destinar su producción al auto consumo, este tiene la posibilidad de comercializar el excedente de su producción. El canal de comercialización que suelen utilizar es la venta directa de su producto en el mercado de la cabecera municipal, pero los agricultores de mayor producción utilizan intermediarios*.

* Ramírez Cardona, J. 2009. Situación de la plaga de gallina ciega en aldea Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala (entrevista). Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala, Asociación Maya-Mam de Investigación y Desarrollo -AMMID-.

2.5.14.4 Fruticultura

El durazno es de suma importancia para los agricultores del municipio de Comitancillo, este frutal es sembrado en las divisiones de las áreas de cultivo, entre las terrazas y como árbol de jardín. La importancia de este frutal además del autoconsumo es su comercialización, debido a que proporciona ingresos adicionales a las familias.

En el municipio la asociación de fruticultores ha iniciado la industrialización de durazno y manzana deshidratada mediante el uso de secadoras que utilizan como combustible gas propano y energía eléctrica, estas frutas deshidratadas son empacadas en bolsas plásticas identificadas, el registro sanitario de las mismas está en trámite*.

2.6 Conclusiones

Los agricultores del municipio de Comitancillo se dedican a la producción de granos básicos como lo es el maíz y el frijol, lo producido por estos cultivos es destinado al autoconsumo, si existe un excedente es comercializado en el mercado local.

La utilización de semilla mejorada no es una práctica común en el municipio, en donde almacenar una parte del grano cosechado para utilizarla como semilla es una costumbre.

Los agricultores que poseen una mayor extensión de tierra cultivable, además del maíz y frijol siembran hortalizas y/o trigo el cual es comercializado en el mercado local o mediante intermediarios.

* Escobar Barrios, EF. 2009. Información acerca de la asociación de fruticultores de Comitancillo, San Marcos, Guatemala (entrevista). Comitancillo, San Marcos, Guatemala, Programa de Desarrollo Rural -Prorural-.

La mayoría de las familias del municipio tienen una producción pecuaria la cual puede consistir en gallinas, cerdos, ovejas y/o carneros. Esta producción frecuentemente es llevada a cabo por las mujeres.

El problema agronómico que se priorizó en esta población es: daño causado al sistema de raíces del cultivo de maíz por gallina. La razón por la cual se priorizó este problema es debido a que el maíz constituye el alimento diario de las familias de la comunidad y por ello incide en la seguridad alimenticia del municipio. Tomando en cuenta el problema agronómico priorizado del municipio, los servicios e investigación que se realizaron durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- se encaminaron en prestarles solución.

2.7 Bibliografía

- 1) Centro de Salud, Comitancillo, San Marcos, GT. 2009. Datos poblacionales. Comitancillo, San Marcos, Guatemala, Centro de Salud. Información electrónica.
- 2) Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- 3) Feliciano Pérez, R. 1996. Monografía del municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala. Guatemala, Pueblo Partisans. 197 p.
- 4) Fundación DEMUCA, CR; AECI, GT. 2006. Diagnóstico participativo, municipio de Santa Cruz Comitancillo, San Marcos, Guatemala. Guatemala. 386 p.
- 5) INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. Censo nacional agropecuario (en línea). Guatemala. Consultado 3 mar 2009. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/index.php/agricultura/45-agricultura/74-cenagro-2003>
- 6) INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). s.f. Tarjetas de registro meteorológicas de la estación San Marcos, San Marcos. s.p.
- 7) OMP (Oficina de Planificación Municipal, Comintancillo, San Marcos, GT). 2002. Diagnóstico territorial participativo. Guatemala. 248 p.
- 8) Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

CAPITULO II

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CINCO FORMULACIONES
COMERCIALES DE ENTOMOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE GALLINA
CIEGA *Phyllophaga* spp. BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN
CASERÍO LAS FLORES, COMITANCILLO, SAN MARCOS, GUATEMALA, C.A.**

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF FIVE COMMERCIAL
FORMULATIONS OF ENTOMOPATHOGENIC CONTROL OF WHITE GRUB
Phyllophaga spp. UNDER GREENHOUSE CONDITIONS IN COTTAGE
FLOWERS, COMITANCILLO, SAN MARCOS, GUATEMALA, C.A.**

3.1 Introducción

La gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), es una de las plagas más comunes en las comunidades del Municipio de Comitancillo, San Marcos, de importancia económica y seguridad alimentaria*.

Para el control de esta plaga se han utilizado productos químicos, los cuales han mostrado poca efectividad en su control debido a que estos han seleccionado a insectos con resistencia, es por esto que actualmente se requiere la evaluación de una nueva alternativa que maneje la resistencia. Para tal fin, se ha elegido la utilización de entomopatógenos (hongos y nemátodos) los cuales presentan un alto potencial en el control de plagas del suelo como la gallina ciega (Hidalgo 2001).

En la investigación se evaluó cinco formulaciones de entomopatógenos pertenecientes a dos casas comerciales de productos biológicos (Agrícola el Sol y Naturalmente Pureza). Los tratamientos están conformados por una formulación de nemátodos (*Diplogasteritus* spp.), dos formulaciones de *Metarhizium anisopliae* en presentación líquida y polvo mojable y dos formulaciones de *Beauveria bassiana* en presentación líquida y polvo mojable. Estos entomopatógenos fueron aplicados a los tres instares larvales de *Phyllophaga* spp. en condiciones de invernadero, en el municipio de Comitancillo, San Marcos. Las aplicaciones se realizaron con las dosis recomendadas por las casas comerciales.

EL valor de probabilidad obtenido en el estudio de varianza realizado al instar 1 de larvas de gallina ciega es de 0.853, este valor es mayor que la significancia de la evaluación (0.5) lo cual indica que no existe diferencia significativa entre el testigo absoluto y los tratamientos evaluados. Resultados parecidos se obtuvieron en la evaluación de varianza de los instares 2 y 3 de larvas de gallina ciega, donde el valor de probabilidad del instar 2 es 0.9347 y del instar 3 es 0.9593.

* Ramírez Cardona, J. 2009. Situación de la plaga de gallina ciega en aldea Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala (entrevista). Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala, Asociación Maya-Mam de Investigación y Desarrollo -AMMID-.

Estos resultados posiblemente se debieron al factor de especificidad el cual es de suma importancia debido a la dificultad de encontrar un entomopatógeno altamente virulento, esta dificultad radica en la complejidad de la interacción entomopatógeno-plaga. Las condiciones ambientales obtenidas dentro del invernadero donde se desarrolló la evaluación también influyeron en la eficacia de los entomopatógenos, debido a que se obtuvieron temperaturas medias máximas de 35°C y temperaturas medias mínimas de 22°C, las cuales exceden el rango de condiciones óptimas de temperatura de los hongos entomopatógenos, el cual es de 24 a 27°C.

En el caso específico de los nematodos, la textura arcillosa de los suelos de Comitancillo influyó en la eficiencia es estos, debido a que esta dificulta la movilización de los nematodos y la capacidad de encontrar a sus hospederos.

3.2 Definición del problema

Los pobladores del municipio de Comitancillo del departamento de San Marcos, se encuentran en la categoría socio-económica de pobreza, la mayor parte de sus pobladores son sustentados por la labor agrícola y pecuaria. En este municipio existen una amplia variedad de cultivos, como lo son: hortalizas, frutales y granos básicos, siendo este último el de mayor importancia alimenticia para la población (OMP 2002).

Los pobladores de este municipio tienen como base alimenticia el cultivo de maíz. Una parte del grano es almacenado para utilizarse como semilla en la siembra del año siguiente, en el caso de los campesinos que poseen una extensión de cultivo mayor comercializan el grano sobrante para generar ingresos económicos*.

Según diagnóstico realizado en el municipio de Comitancillo, en los últimos 10 años, los pobladores han experimentado una creciente población de gallinas ciegas las cuales provocan daño en los meses de julio – septiembre, causando pérdidas parciales en el cultivo de maíz. En algunas comunidades en el año 2008 sufrieron pérdida total del cultivo, debido a que la plaga consumió una considerable cantidad del sistema de raíces de la planta, causando de esta manera que la planta no tuviese la capacidad de absorción de agua y nutrimentos, provocando así la muerte. Esta plaga fue controlada en sus inicios con varios pesticidas, como lo son: Metamidofos (Tamaron), Paration Metil (Folidol) y Foxim (Volatón) utilizando la dosificación recomendada por la casa comercial de cada producto, eventualmente al observar una baja en la eficacia del control de la plaga, los campesinos iniciaron a elevar la dosificación de los productos hasta utilizar el doble o el triple, de esta manera se elevó el costo de producción y no observaron eficacia en la respuesta de control debido a que las larvas siguieron dañando las plantas*, posiblemente debido a una selección de resistencia.

* Ramírez Cardona, J. 2009. Situación de la plaga de gallina ciega en aldea Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala (entrevista). Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala, Asociación Maya-Mam de Investigación y Desarrollo -AMMID-.

3.3 Justificación

Debido al bajo grado de control de los productos químicos actualmente utilizados en control de la gallina ciega, al aumento en los costos de producción por sobre dosificación de productos químicos para el control de gallina ciega, a los serios problemas ambientales y sociales generando fuentes de contaminación en el suelo, es necesario plantear nuevas tácticas de control orientadas al manejo de la resistencia seleccionada por esta plaga. Dentro de estas tácticas se encuentra el control biológico, en el cual el control microbiano está siendo utilizado debido al potencial en el combate de plagas, principalmente con el uso de hongos y nemátodos (Hidalgo 2001).

Se utilizaron hongos debido al potencial que poseen en el control de plagas del suelo, causando epizootias que mantienen las plagas bajo control, nemátodos por su gran capacidad de adaptación a nuevos ambientes y condiciones adversas. Además estos entomopatógenos muestran compatibilidad en programas de manejo integrado de plagas (Hidalgo 2001).

Coto (2001), Hidalgo (2001), y Rodríguez (2009), mencionan el alto potencial de los entomopatógenos (*Metarhizium anisopliae*, *Beauveria Bassiana* y *Diplogasteritus* spp.) en el control de la gallina ciega a nivel de laboratorio. Basándonos en estos resultados se justifica la presente investigación en la cual se evalúa el comportamiento de estos entomopatógenos en condiciones de invernadero en el municipio de Comitancillo, San Marcos.

3.4 Marco teórico

3.4.1 Marco conceptual

3.4.1.1 Gallina ciega

Entre los insectos plaga que se alimentan de raíces y tubérculos, los más importantes son los encontrados dentro del género *Phyllophaga*, pues son insectos que debido a su diversidad de hospedantes, hábitat edáficos los hace un problema difícil de controlar. Estos insectos polípagos atacan a cultivos como: maíz, café, trigo, caña de azúcar, flores, frutales, papa, camote, hortalizas, arroz y pastos (Coto 2001).

A. Ciclo de vida

El ciclo de vida de este insecto varía según las condiciones climáticas que prevalecen en el área donde habitan.

a. Huevo

La hembra oviposita en el suelo, a una profundidad de 2 a 20 centímetros cuando el suelo está húmedo y suelto. Los huevos son de color blanco, al inicio son alargados, posteriormente esféricos. La incubación dura de 12 a 26 días (Campos 1983).

b. Larva

Cuando existen bajas temperaturas y lluvias pronunciadas las larvas de gallina ciega se profundizan en el suelo para pasar la zona de congelamiento. En condiciones favorables las larvas emergen para alimentarse de raíces y materia orgánica en descomposición. En condiciones de sequía las larvas se pueden encontrar hasta 60 centímetros de profundidad, esto es mediante la construcción

de una cámara ovoide o celda construida al compactar el suelo que se encuentra a su alrededor con sus heces.

Las gallinas ciegas presentan tres instares larvales. El estado larval se puede reducir o prolongar dependientemente de las condiciones climáticas a la que esta expuesta (Campos 1983).

Instar 1:

En este estado las larvas de *Phyllophaga* spp. se alimentan de materia orgánica y raíces pequeñas, son susceptibles a condiciones ambientales desfavorables así como la falta de alimento, anegamiento del suelo y enfermedades fungosas (Coto 2001).

Las larvas del primer instar tienen una duración de 30 días, estas se pueden encontrar a 10 centímetros de profundidad (King 1994).

En un estudio realizado con 5 especies de *Phyllophaga* (*P. ravidia*, *P. macrocera*, *P. vetula*, *P. ilhuicaminai* y *P. obsoleta*) se determinó que en promedio el primer instar de las larvas dura de 20 a 60 días en condiciones de $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa al $70 \pm 5\%$ (Aragón *et al.* 2005).

Instar 2:

Las larvas en instar 2 se alimentan de materia orgánica y raíces pequeñas (Coto, 2001).

Este instar tiene una duración de 60 días, se pueden encontrar larvas de 20 a 25 centímetros de profundidad en el suelo, alimentándose de raíces (King 1994).

El estudio realizado por Aragón *et al.* (2005), se evaluaron 5 especies de *Phyllophaga* (*P. ravida*, *P. macrocera*, *P. vetula*, *P. ilhuicaminai* y *P. obsoleta*) y se determinó que en promedio el segundo instar de las larvas dura de 20 a 70 días en condiciones de $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa al $70 \pm 5\%$ (Aragón *et al.* 2005).

Instar 3:

Las larvas que están en el instar 3 son gusanos de color blanco o cremoso, carnosos y arrugados, el cuerpo tiene la forma de una "C". Es este instar que tiene la mayor importancia económica pues es estrictamente rizófaga (Coto 2001).

El tercer estado instar de las larvas, cuando estas son más dañinas para los cultivos tiene una duración de 120 días (King 1994).

Aragón *et al.* (2005), realizó un estudio con 5 especies del género *Phyllophaga* (*P. ravida*, *P. macrocera*, *P. vetula*, *P. ilhuicaminai* y *P. obsoleta*) en el cual se determinó que en promedio el tercer instar de las larvas dura de 80 a 140 días en condiciones de $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa al $70 \pm 5\%$ (Aragón *et al.* 2005).

c. Pupa

Esta se da cuando el insecto se prepara para la emergencia del adulto; el estado de pupa tiene una duración de 30 a 25 días, en el cual su aparato reproductor comienza a desarrollarse (Morón 1986).

d. Adulto

Los adultos emergen del suelo a finales de mayo y principios de junio, esto ocurre simultáneamente cuando inician las primeras lluvias, al emerger los adultos se alimentan principalmente de hojas de árboles y adultos. La copula se realiza

por la noche, cuando las hembras aun se alimentan. El adulto tiene una longevidad de 8 a 30 días, pero algunas hembras pueden vivir hasta 60 días (Morón 1986).

B. Daño causado por la gallina ciega y síntomas en las plantas

El tercer instar de la gallina ciega es el más dañino para los cultivos, las larvas se alimentan de las raíces de las plantas. El daño causado por esta plaga se localiza en parches, siendo los meses de junio a octubre cuando se realizan el daño (Campos 1983).

Las plantas afectadas por la gallina ciega muestran raíces cortas, en algunos casos muestran raíces destruidas totalmente, es por esta razón que las plantas son susceptibles al acame; al ocurrir el daño la planta detiene su crecimiento, adquiere un color amarillo, posteriormente sus hojas aparentan estar quemadas para luego morir (Campos 1983).

3.4.1.2 Manejo de poblaciones de gallina ciega

Para el control de esta la gallina ciega se emplean tres estrategias: química, cultural y biológica.

A. Control químico

Este control es uno de los más utilizados en la agricultura, consiste en aplicación de productos químicos para controlar poblaciones de insectos plaga. Entre sus desventajas esta el efecto residual de los productos y que debido a la presión de selección, aparecen nuevas generaciones resistentes (Subirós 1995).

B. Control Biológico

El control biológico utiliza organismos vivos (Microorganismos, insectos, ect.) para disminuir las poblaciones de plagas (Subirós 1995).

El manejo integrado de plagas no intenta imponer el control biológico como una nueva solución, sino como un importante componente en el manejo integrado de plagas el cual permita lograr el equilibrio en los agrosistemas y a la vez reducir el uso del control químico. El control biológico sumado a otros métodos disponibles permita mantener las plagas en niveles tolerables por los cultivos sin que causen daño económico (Bustillo 1989).

a. Uso de nemátodos en el control de insectos

Los primeros registros de nemátodos entomopatógenos radican del siglo XVII en donde Aldrovandus en su obra “De Animalibus Insectis” (1623) hace mención de la presencia de “vermes” que emergían de langostas muertas (Lecuona 1996).

El mismo autor hace mención que en el transcurso de los siglos XVIII y XIX inician a emerger una gran cantidad de trabajos referentes a citas y descripciones de nemátodos entomofílicos. Mientras que los primeros esfuerzos en el mejoramiento de técnicas de cría masiva in vitro fue desarrollada por Glaser (1888-1947) el cual trabajaba con nemátodos de la familia Steinernematidae. Por su parte Doucet y Camino realizaron estudios con los nemátodos mermitidos parásitos de insectos terrestres y acuáticos en la década de 1980 (Lecuona 1996).

De esta manera han surgido innumerables trabajos científicos que han venido a fortalecer los conocimientos de la patología de insectos, dando inicio a la Entomonematología (Lecuona 1996).

Existen tres tipos de asociación que el nematodo puede establecer con su hospedante.

1) Foresis:

Esta asociación se presenta cuando los miembros de ambos grupos comparten el mismo hábitat en donde los insectos actúan como medio de transporte para los nemátodos (Lecuona 1996).

El transporte puede ser sobre el insecto y en algunas ocasiones dentro de él, cuando esto ocurre la penetración se da por aberturas naturales, surgiendo en este caso una foresis interna. Cuando los nemátodos están en el interior del insecto se ubican en la traquea, túbulos de Malpighi, glándulas Coletéricas e intestinos. De esta manera queda establecida la relación de endocomensalismo en la cual el insecto proporciona de protección contra el medio ambiente adverso para los nemátodos (Lecuona 1996).

2) Parasitismo Facultativo

Este tipo de parasitismo se presenta en nemátodos de las familias Diplogasteridae y Rhabditidae. Estos nemátodos se desarrollan y reproducen fuera del hospedante, pero es dentro del insecto donde tienen un incremento de tamaño y muda (Lecuona 1996).

Los nemátodos pueden localizarse en tubo digestivo, traquea, túbulos de Malpighi, etc., teniendo un efecto variado sobre el hospedante, algunas especies de la familia Diplogasteridae bajo ciertas condiciones atraviesa el tubo digestivo del insecto alojándose en el hemocele o tejido del insecto, provocando de esta manera un retraso de crecimiento y hasta la muerte (Lecuona 1996).

3) Parasitismo obligado

Los nemátodos que son parásitos obligados obtienen sustancias nutritivas exclusivamente del hospedante. Los periodos de vida libre corresponden a las etapas de maduración, copula y oviposición (Lecuona 1996).

La mayoría de parásitos obligados son endoparásitos de la cavidad corporal, tomando los nutrientes directamente de la hemolinfa. También pueden colocarse en el intestino, paredes y conductos genitales provocando lesiones del tipo expoliatriz y/o mecánica. En algunos casos puede producir castración parasitaria (Lecuona 1996).

En esta categoría de parasitismo están comprendidos los representantes de las familias Heterorhabditidae, algunos géneros de Diplogasteridae, Allantonematidae, Rhabditidae, Steinernematidae, Neotylenchidae y Tetradonematidae (Lecuona 1996).

B. Diplogasteridae

Los nemátodos de la familia Diplogasteridae presentan distintos tipos de asociación con insectos, siendo la más común la Forésis, la cual se da cuando el estadio infectivo juvenil penetra al insecto a través de orificios naturales (penetración pasiva) y migra hacia el intestino, hemocele y órganos reproductores provocando en algunos casos y por diferentes motivos la muerte del insecto (Lecuona 1996).

Otros diplogastéridos han sido hallados en asociación con bacterias simbióticas provocando la muerte de los hospedantes, como ejemplo podemos mencionar a *Diplogasteritus labiatus* (Bobb), el cual es considerado como un potencial regulador de poblaciones de insectos nocivos (Lecuona 1996).

Diplogasteritus spp.

Estudios realizados con *Diplogasteritus* spp. mostraron un porcentaje de mortalidad del 61% en el control de larvas de gallina ciega logrando de esta manera demostrar la eficiencia en la penetración de aberturas anales y boca de la larva en mención (Lecuona 1996).

C. Hongos entomopatógenos

El primer entomopatógeno ilustrado fue el hongo *Cordiceps sinensis* en 1926, mientras que la patología de insectos como ciencia inicia con los trabajos de Agostino Bassi quien demostró que *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. era el agente causal de la enfermedad de los gusanos de seda *Bombyx mori* L. (Lecuona 1996).

En el estudio antes mencionado fue él que dio las bases de distintas investigaciones alrededor del mundo. El mismo autor refiere que los hongos entomopatógenos son un grupo de microorganismos ampliamente estudiados, existiendo más de 700 especies agrupadas en 100 géneros los cuales tienen la particularidad de poder parasitar a distintos artrópodos (insectos y ácaros); estos entomopatógenos se encuentran en los hábitats más variados (acuáticos o terrestres) (Lecuona 1996).

El mismo autor indica que hoy en día las especies que están siendo más estudiadas en programas de cooperación con la industria son *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Verticillium lecanii* y *Lagenidium giganteum* para el control de plagas de suelo, pasturas, mosquitos e invernaderos (Lecuona 1996).

D. Etapas de infección de los hongos entomopatógenos

El desarrollo de la infección de hongos entomopatógenos se puede dividir en diez etapas las cuales cada una de ellas es de suma importancia no solo para la muerte del hospedante si no también para la diseminación en el hábitat.

a. Adhesión

Este proceso permite a las unidades infectivas fijarse sobre la superficie del hospedante donde intervienen mecanismos físicos, químicos y estáticos. Al proceso de adhesión se le divide en tres fases, la primera fase es la inmovilización del microorganismo sobre la superficie, aquí intervienen factores físicos, químicos y electrostáticos; la segunda fase es el contacto en donde esta en función la capacidad del propágulo de emitir microextensiones activas que refuercen las uniones electrostáticas entre ambas superficies; la tercera fase llamada adhesión puede ser pasiva y no específica sin requerimientos de energía o puede ser activa y específica necesitando de cofactores y de energía, iones, carbohidratos, lípidos, glucoproteínas, etc. (Lecuona 1996).

b. Germinación

La germinación se da después de la adhesión e hidratación del conidio o espora sobre el tegumento del insecto, la germinación inicia con la salida de un tubo germinativo y en algunos caso de un apresorio para posteriormente penetrar al insecto. La presencia del apresorio puede deberse para debilitar la cutícula en los puntos de contacto, fijación al tegumento durante la penetración. La presencia del apresorio a sido comprobada tanto in vivo como in vitro en *Metarhizium anisopliae* (Lecuona 1996).

c. Penetración

Después de la germinación de las esporas, se producen acciones físicas y enzimáticas las cuales le permiten al patógeno la penetración de la cutícula de su hospedante. La localización principal de las actividades enzimáticas han sido detectadas en el apresorio, conidios germinados, zoosporas e hifas de diferentes

hongos. Así mismo ha sido demostrado que *Metarhizium anisopliae* produce diferentes isoenzimas de esterasas, peroxidasas, fosfatasa ácida y alcalina, glutamato oxalacético transaminasa, alcohol deshidrogenasa y malato deshidrogenasa entre otras (Lecuona 1996).

d. Multiplicación del hongo en el hemocele

Una vez el hongo esta dentro del insecto este se multiplica principalmente por gemación, dando formas micelianas libres y unicelulares llamadas blastosporas en los Deuteromycetes. Además de esto, en el hemocele se producen hifas y protoplastos o células sin pared (Lecuona 1996).

e. Producción de toxinas

No todos los hongos o todas las cepas de una misma especie producen toxinas en el hemocele asevera Lecuona (1996), este autor también establece que el termino toxina se refiere a toda sustancia venenosa producida por organismos patógenos.

El mismo autor divide en dos grupos las diferentes toxinas que puede producen los hongos entomopatógenos:

1) Macromoléculas proteicas

Son enzimas extracelulares secretadas en el interior del insecto. En *Metarhizium anisopliae* fueron encontradas dos proteasas, la P1 (serilproteasa) y la P2 (sulfidrilproteasa), estas dos proteasas tienen distintos pesos moleculares. En *Metarhizium anisopliae* también han sido detectadas otras enzimas como lo son Lipasas y Glicogenasas (Lecuona 1996).

2) Toxinas de bajo peso molecular

Es una propiedad genética de cada hongo en producir estos metabolitos secundarios, pero su producción puede ser alterada por distintos factores como lo

son nutrientes, pH, temperatura, etc. Estas derivan de precursores tales como acetatos y aminoácidos (Lecuona 1996).

Las principales enzimas de este grupo son ciclodepsipeptidos producidos por *Metarhizium anisopliae*, presentando comúnmente las destruxinas. Lecuona (1996), afirma que la relación entre la producción de destruxinas y la patogenicidad de los hongos esta sugerida por estudios realizados por Fargues *et al.* (1985) y Samuel *et al.* (1988), pudiendo ser estas toxinas las causantes de mortalidad del insecto luego de la infección fúngica.

f. Muerte del Insecto

En el caso de los hongos pertenecientes a los Deuteromycetes ocurre generalmente antes que este colonice todo el hemocele del insecto, ocurre de esta forma pues el insecto muere por la acción de las toxinas. El tiempo necesario para que el insecto muera es dependiente de la sepa del hongo, el hospedante y los factores ambientales (Lecuona 1996).

g. Colonización total

Luego de la muerte del insecto el micelio del hongo invade todos los órganos y tejidos, luego de la colonización total el cadáver se convierte en una momia resistente a la descomposición bacteriana debido a la acción de antibióticos liberados por la acción del hongo (oosporin en *Beauveria bassiana* o el cordycepin en *Cordyceps militaris*) el cual utiliza el cadáver como un reservorio para protegerse de condiciones climáticas adversas (Lecuona 1996).

h. Emergencia del hongo hacia el exterior

El micelio del hongo se mantendrá dentro del cadáver del insecto hasta que tenga las condiciones ambientales adecuadas para emerger (ambiente húmedo y calido) por las regiones menos esclerosadas del tegumento (Lecuona 1996).

i. Esporulaci3n

Despu3s que las hifas atraviesan el tegumento pueden quedar en etapa vegetativa o pasar a la etapa reproductiva dentro de las 24 a 48 horas, con formaci3n esporas o conidios. Cuando el hongo pasa a la etapa reproductiva la coloraci3n del insecto cambia dependiendo de la especie de hongo, en el caso de *Metarhizium* el insecto se torna en un color verde oliva o ceniciento (Lecuona 1996).

j. Diseminaci3n

Las esporas o conidios formados sobre el insecto son diseminados por la acci3n del viento, agua, el hombre u otros organismos (Lecuona 1996).

E. Subdivisi3n Deuteromycotina

Estos hongos son llamados imperfectos por que aparentemente no se conoce su fase sexual y se reproducen por conidios (esporas asexuales), algunas especies de estos hongos son ampliamente difundidas en todo el mundo pues son las que ofrecen las mayores posibilidades para ser empleadas como insecticidas biol3gico (Lecuona 1996).

a. *Metarhizium* spp.

Este genero presenta como especie principal a *Metarhizium anisopliae* con dos variedades: *anisopliae* de conidios peque1os (3.5 a 9 micras) y *maju* de conidios grandes (9 a 18 micras), su teleomorfo no es conocido (Lecuona 1996).

Estudios realizados con *Metarhizium* spp. 3ste hongo mostr3 ser potencialmente viable en el control de larvas de gallina ciega.

b. *Beauveria bassiana*

Este hongo es uno de los m1s estudiados universalmente, esta especie tiene una distribuci3n geogr1fica extensa as3 como amplia la lista de especies a las que ataca (Lecuona 1996).

F. Principales patógenos de gallina ciega

Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y los nemátodos de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae, son los microorganismos que se han estudiado más a fondo por tener mayor potencial para su uso en el control de larvas de escarabeidos (Hidalgo 2001).

3.4.2 Marco Referencial

3.4.2.1 Localización del área de estudio

Caserío Las Flores dista 2 kilómetros de la cabecera municipal de Comitancillo, San Marcos (OMP 2002).

3.4.2.2 Límites

Las colindancias de caserío Las Flores son: Al Norte con Cabecera Municipal y Chicajalaj, al Este con Chicajalaj, al Sur con la aldea de Tuichilupe y San Francisco, al Oeste con aldea Tuichilupe y Agua Tibia (OMP 2002).

3.4.2.3 Vías de comunicación

Caserío Las Flores cuenta con dos vías de acceso, la primera vía San Lorenzo 32 kilómetros y la vía San Antonio Serchil 34 kilómetros, Ambas vías de acceso son de terrasería (OMP 2002).

3.4.2.4 Clima

3.4.2.4.1 Temperatura

Para el área del altiplano del departamento de San Marcos la temperatura máxima promedio es de 20-36°C y la temperatura mínima promedio de 5-7°C (INSIVUMEH 2003).

3.4.2.4.2 Precipitación

La precipitación media del altiplano del departamento de San Marcos es de 1243.3 milímetros anuales (INSIVUMEH 2003).

3.4.2.5 Suelos

Los suelos del departamento de San Marcos están divididos en cinco amplios grupos (Simmons 1959):

- I. Suelos de las montañas volcánicas
- II. Suelos de la altiplanicie central
- III. Suelos del declive del pacífico
- IV. Suelos del litoral del pacifico
- V. Clases misceláneas del terreno

Según los mapas que presentados por Simmons 1968, caserío Las Flores esta localizado dentro del grupo II (Suelos de la Altiplanicie Central).

El mismo autor divide el Grupo II en cuatro subgrupos distintos, en donde cataloga a los suelos del caserío Las Flores como IIA. Suelos profundos sobre materiales volcánicos, en relieve inclinado a escarpado; entre estos podemos encontrar los suelos Patzité y Sinaché los cuales ocupan pendientes inclinadas y están severamente erosionados (Simmons 1959).

3.5 Objetivos

3.5.1 General

Evaluar cinco formulaciones de entomopatógenos para el control de gallina ciega *Phyllophaga* spp. en el municipio de Comitancillo, San Marcos.

3.5.2 Específico

1. Comparar la eficacia de las cinco formulaciones de entomopatógenos (nematodos y hongos) en control de gallina ciega en el municipio de Comitancillo, San Marcos.
2. Determinar el instar larval de mayor susceptibilidad a la aplicación de entomopatógenos.
3. Determinar la factibilidad de la utilización de entomopatógenos en el control de gallina ciega en el municipio de Comitancillo del departamento de San Marcos.

3.6 Metodología

3.6.1 Fase inicial

3.6.1.1 Plantas de maíz

Las raíces de las plantas de maíz se utilizaron para la alimentación de las gallinas ciegas del experimento, la siembra de las semillas se realizó 15 días antes del armado del experimento, utilizando macetas (de 20cm de diámetro y 17cm de altura) en donde se colocaron posteriormente larvas de gallina ciega.

3.6.1.2 Desinfestación de suelo

Esta se realizó vertiendo agua hirviendo sobre el suelo, humedeciendo el suelo de una forma homogénea y rápida, para asegurar que el agua estuviera a una alta temperatura, de este modo una mayor cantidad de microorganismos será afectado por la temperatura del agua.

3.6.1.3 Elección del área de colecta y muestreo

El área fue elegida con la ayuda de Juan Ramírez*, el cual señaló las áreas más afectadas en años anteriores, en dichas áreas se encontraban cultivos de maíz y trigo.

3.6.1.4 Muestreo de gallina ciega

Se desarrollaron muestreos quincenales a partir de la tercera semana de Mayo, los muestreos fueron realizados para verificar el instar en el cual se encontraban las larvas.

* Ramírez Cardona, J. 2009. Situación de la plaga de gallina ciega en aldea Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala (entrevista). Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala, Asociación Maya-Mam de Investigación y Desarrollo -AMMID-.

3.6.1.5 Colecta de gallinas ciegas

Se realizaron colectas de los tres diferentes instares larvales de gallina ciega en los puntos donde se realizaron los muestreos. Las larvas fueron colectadas en bolsas de polietileno con suelo húmedo y un número máximo de 50 larvas por bolsa.

3.6.2 Fase experimental

3.6.2.1 Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos fue realizada en horas de la tarde (entre 15:00 y 17:00 Horas).

A. Evaluación de instar 1 de *Phyllophaga* spp.

- 1) En las macetas fueron transplantadas 2 plántulas de maíz.
- 2) Se eligieron 5 larvas, las cuales fueron colocadas en la superficie de la maceta para que estas se introdujeran, comprobando de esta manera su viabilidad.
- 3) Al término de 5 minutos, las larvas que no se introdujeron en el suelo, fueron remplazadas por nuevas larvas, hasta completar 5 larvas por maceta.
- 4) Los tratamientos fueron aplicados al segundo día después de la colocación de las larvas.
- 5) La extracción de las larvas para el conteo de mortalidad, se desarrolló a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos. Según explica Estrada (2009), este lapso de tiempo es el suficiente para que los entomopatógenos actúen sobre las larvas de gallina ciega.

B. Evaluación de instar 2 de *Phyllophaga* spp.

- 1) En las macetas fueron transplantadas 2 plántulas de maíz.
- 2) Se eligieron 5 larvas, las cuales fueron colocadas en la superficie de la maceta para que estas se introdujeran, comprobando de esta manera su viabilidad.
- 3) Al término de 5 minutos, las larvas que no se introdujeron en el suelo, fueron remplazadas por nuevas larvas, hasta completar 5 larvas por maceta.
- 4) Los tratamientos fueron aplicados al segundo día después de la colocación de las larvas.
- 5) La extracción de las larvas para el conteo de mortalidad, se desarrolló a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos. Según explica Estrada (2009), este lapso de tiempo es el suficiente para que los entomopatógenos actúen sobre las larvas de gallina ciega.

C. Evaluación de instar 3 de *Phyllophaga* spp.

- 1) En las macetas fueron transplantadas 2 plántulas de maíz.
- 2) Se eligieron 5 larvas, las cuales fueron colocadas en la superficie de la maceta para que estas se introdujeran, comprobando de esta manera su viabilidad.
- 3) Al término de 5 minutos, las larvas que no se introdujeron en el suelo, fueron remplazadas por nuevas larvas, hasta completar 5 larvas por maceta.
- 4) Los tratamientos fueron aplicados al tercer día después de la colocación de las larvas.

5) La extracción de las larvas para el conteo de mortalidad, se desarrolló a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos. Según explica Estrada (2009), este lapso de tiempo es el suficiente para que los entomopatógenos actúen sobre las larvas de gallina ciega.

3.6.3 Análisis estadístico

3.6.3.1 Variable de respuesta

La variable de respuesta son larvas de gallina ciega muertas por el entomopatógeno aplicado como tratamiento.

3.6.3.2 Diseño experimental

Los tratamientos se evaluaron con un Diseño Completamente al Azar, en donde son incluidos los principios de repetición y aleatorización.

3.6.3.3 Nivel de confianza

El experimento se trabajara con un nivel de confianza del 95%.

3.6.3.4 Tratamientos

Según explica Hidalgo (2001), las relaciones entre el entomopatógeno y el hospedero son complejas, esto causa dificultad para encontrar una cepa de alta virulencia. Debido a esto, se optó por evaluar cepas de 2 casas comerciales (Naturalmente Puresa y Agrícola el Sol).

T1: *Beauveria bassiana*

Nombre Comercial: Specifik Beauveria bass

Casa Comercial: Naturalmente Puresa

Formulación: Polvo mojable

Dosis: 240g Producto / 133 Lt agua / 200 cc Tenso Natural / Hectárea equivalente a 1×10^{11} esporas por hectárea.

Aplicación a las macetas: 314,000 esporas en 50ml de agua destilada y 0.08cc Tenso Natural.

T2: *Beauveria bassiana*

Nombre Comercial: TERABOVERIA 0,5 L

Casa Comercial: Agrícola el Sol

Formulación: Liquida

Dosis: 0.71Lt / 300Lt agua / Hectárea equivalente a 3.55×10^{11} esporas por hectárea.

Aplicación a las macetas: 1,114,700 esporas en 50ml de agua destilada.

T3: *Metarhizium sp.*

Nombre Comercial: MET 0,5L

Casa Comercial: Agrícola el Sol

Formulación: Liquida

Dosis: 0.71Lt / 300Lt agua / Hectárea equivalente a 3.55×10^{11} esporas por hectárea.

Aplicación a las macetas: 1,114,700 esporas en 50ml de agua destilada.

T4: *Metarhizium* sp.

Nombre Comercial: Specifik Metarhizium ani

Casa Comercial: Naturalmente Puresa

Formulación: Polvo mojable

Dosis: 240g Producto / 133 Lt agua / 200 cc Tenso Natural / Hectárea equivalente a 1×10^{11} esporas por hectárea.

Aplicación a las macetas: 314,000 esporas en 50ml de agua destilada y 0.08cc Tenso Natural.

T5: *Diplogasteritus* sp.

Nombre Comercial: Nemátodos Benéficos

Casa Comercial: Agrícola el Sol

Formulación: Líquida

Dosis: 14.28 Lt / Hectárea equivalente a 57.14 millones de nemátodos jóvenes infectivos por hectárea.

Aplicación a las macetas: 180 nemátodos jóvenes infectivos en 50ml de agua destilada.

T6: Testigo

En este tratamiento no se aplicó ningún entomopatógeno.

3.7 Análisis y discusión de resultados

Cuadro 14 Análisis de varianza de la evaluación del instar 1 de gallina ciega

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,97	5	0,19	0,39	0,8530
Tratamiento	0,97	5	0,19	0,39	0,8530
Error	12,00	24	0,50		
Total	12,97	29			

Hipótesis nula = No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Hipótesis alternativa = Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 15 Análisis de varianza de la evaluación del instar 2 de gallina ciega

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,57	5	0,11	0,25	0,9347
Tratamiento	0,57	5	0,11	0,25	0,9347
Error	10,80	24	0,45		
Total	11,37	29			

Hipótesis nula = No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Hipótesis alternativa = Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 16 Análisis de varianza de la evaluación del instar 3 de gallina ciega

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,30	5	0,06	0,20	0,9593
Tratamiento	0,30	5	0,06	0,20	0,9593
Error	7,20	24	0,30		
Total	7,50	29			

Hipótesis nula = No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Hipótesis alternativa = Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

De acuerdo al análisis de varianza realizado a los resultados obtenidos de la evaluación de 5 entomopatógenos aplicados al instar 1, 2 y 3 de larvas de gallina ciega (cuadro 14, 15 y 16), da como resultado una probabilidad mayor que la significancia de la evaluación (0.5), es por esto que la hipótesis nula no es rechazada, demostrando de esta forma que estadísticamente ninguno de los tratamientos muestra diferencias entre ellos y el testigo absoluto.

3.7.1 Efectividad de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* en instar 1, 2 y 3 de *Phyllophaga* spp.

Como se puede observar en el cuadro 14, 15 y 16, los resultados obtenidos de la evaluación de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* procedentes de ambas casas comerciales, no presentaron diferencia significativa en relación al testigo absoluto. Existió una mortalidad natural en el testigo absoluto que al ser comparada con la mortalidad presentada en los tratamientos no existió una diferencia significativa. Además, en la toma de datos, las larvas que se encontraron vivas en los tratamientos así como en la del testigo absoluto, no mostraron cambios físicos, lo que demuestra que no existió virulencia por parte de los entomopatógenos para causar mortalidad. La muerte de las larvas pertenecientes al testigo absoluto se puede atribuir a la mortalidad natural y/o estrés causado por las elevadas temperaturas (media máxima de 35°C) alcanzadas en el interior del invernadero donde se realizó la evaluación.

La obtención de estos resultados puede deberse a varios factores, uno de estos es la falta de especificidad de los entomopatógenos hacia las gallinas ciegas, un resultado similar fue obtenido por Rivera (2007), el cual evaluó *Metarhizium anisopliae* para controlar *Phyllophaga* spp. en caña de azúcar *Sacharum officinarum*, en esta evaluación no se encontró una diferencia significativa entre las parcelas donde fue aplicado el entomopatógeno respecto a las parcelas donde no se realizó aplicación. Además, las larvas de gallina ciega al estar en contacto con muchos organismos en el suelo (incluidos

entomopatógenos) han logrado seleccionar resistencias a los mismos, tal y como lo expresa Hidalgo (2001), el cual menciona que existe dificultad para encontrar cepas de alta virulencia en larvas de gallina ciega, por la constante adaptabilidad de esta especie, también hace referencia de una evaluación de 160 aislamientos de *Metarhizium* spp. realizado a tres especies de gallina ciega *Phyllophaga menetriesi*, *P. vicina* y *P. obsoleta*, de estos aislamientos 3 de ellos llegaron a producir niveles aceptables de infección en 2 o más de las especies de *Phyllophaga*, esta evaluación muestra que además de los mecanismos de resistencia generados por la gallina ciega para controlar el efecto de los entomopatógenos, la relación entomopatógeno-plaga es sumamente compleja siendo crítica la selección adecuada del genotipo de hongo. Por lo mencionado anteriormente, la falta de especificidad de los entomopatógenos evaluados sobre las larvas de gallina ciega puede dar una explicación del porqué los entomopatógenos no mostraron eficiencia en el control.

A pesar de que los géneros de hongos *Beauveria* y *Metarhizium* son los que presentan el mayor potencial en el control de gallina ciega, no todas las cepas presentan igual nivel de virulencia contra una misma especie de plaga, así lo asegura France (2004), el cual en su investigación encontró dos aislamientos de la misma especie de *Metarhizium* los cuales variaron en virulencia sobre larvas de gusano blanco *Hylamorpha elegans* burm. (Coleoptera: Scarabaeidae).

Durante la realización de la evaluación dentro del invernadero, se obtuvo una temperatura media máxima de 35°C en las horas de mayor radiación solar y una temperatura media mínima de 22°C durante las horas más frescas en la noche, factor que pudo ser determinante en el efecto de los entomopatógenos, como lo señala Berlanga (2002), la temperatura es un factor que influye en el desarrollo y virulencia de los entomopatógenos, además, menciona que el rango de temperatura óptimo para el desarrollo de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* es entre los 24 a 27°C y que a temperaturas mayores a los 30°C y menores a los 20°C los entomopatógenos muestran problemas con su desarrollo.

La importancia de la temperatura en el desarrollo también es mencionada por Godoy (2007), el cual indica que el desarrollo depende en gran parte de la temperatura y la humedad ambiental. Adicionalmente el ensayo realizado por Toriello *et al.* (2008), demuestra la variabilidad que presentan distintos aislamientos de *Metarhizium anisopliae* en su adaptación a distintas temperaturas en las cuales pueden desarrollarse, así como el pobre desarrollo que este alcanza cuando no se encuentran en el rango de temperatura óptimo. Debido a que el rango de temperatura óptimo puede variar entre aislamientos de la misma especie y que puede existir una adaptación por parte de los entomopatógenos a ser reproducidos en condiciones óptimas de laboratorio, el cambio drástico de condiciones de temperatura dentro del invernadero, influyó en la eficacia de los entomopatógenos.

Podemos mencionar que otro posible factor que influyó en los resultados mostrados en el cuadro 14, 15 y 16 es la pérdida de virulencia, según explica Batista (1998), la pérdida de virulencia por parte de los entomopatógenos se presenta de manera frecuente cuando estos son sujetos a producción en masa, ese tipo de producción es la realizada en empresas y/o laboratorios en donde se requieren de grandes cantidades de entomopatógenos para su utilización o comercio. Además señala que es responsabilidad de dichas instituciones el realizar un control de calidad mediante la realización de bioensayos para evaluar y potenciar la virulencia de los entomopatógenos para el control de una determinada especie de insecto plaga.

3.7.2 Efectividad de Nemátodos

En los cuadros 14, 15 y 16 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de *Diplogasteritus* sp. el cual no presentó diferencia significativa entre los hongos entomopatógenos evaluados y el testigo absoluto. Además, en la toma de datos, las larvas que se encontraron vivas en el tratamiento de nematodos así

como en el testigo absoluto, no mostraron cambios físicos. La muerte de las larvas pertenecientes al testigo absoluto puede atribuirse a la mortalidad natural y/o estrés causado por las elevadas temperaturas alcanzadas en el interior del invernadero donde se realizó la evaluación.

La falta de eficiencia por parte de los nemátodos en el control de la gallina ciega se debe a que existieron factores que los afectaron. Posiblemente el factor con mayor influencia sobre el resultado obtenido en la evaluación de nemátodos entomopatógenos es la relación del número de nemátodos por larva, según Rodríguez (2009), la dosis media letal (DL_{50}) es de 475 nemátodos por larva, en la evaluación realizada se utilizó la dosificación recomendada por la casa comercial (Agrícola el Sol) de 36 nemátodos por larva. Siendo esta aproximadamente 1/13 de la DL_{50} mencionada por Rodríguez. En el caso de existir penetración por parte de los nematodos, debido a su baja población requeriría de mayor tiempo para lograr la muerte de la larva, este tiempo también sería utilizado por la larva para activar mecanismos de defensa (Batista 1998).

Jatala (1986), y Sáenz (2008), señalan que la textura del suelo es una variable que influye directamente en la movilización de los nemátodos, siendo los suelos arcillosos los que mayor dificultad presentan en la movilización. Debido a que los suelos del municipio de Comitancillo del departamento de San Marcos son predominantemente arcillosos, en el llenado de las macetas se utilizó suelo de dicha textura, lo que pudo dificultar la movilización de los nematodos en el suelo y reducir la probabilidad de encontrar a sus hospederos (larvas de gallina ciega).

Otro factor de influencia sobre el desarrollo de los nemátodos entomopatógenos es la temperatura, durante la realización de la evaluación dentro del invernadero, se obtuvo una temperatura media máxima de 35°C en las horas de mayor radiación solar y una temperaturas media mínima de 22°C durante las horas más frescas en la noche, factor que pudo ser determinante en el efecto de los entomopatógenos, según lo menciona Batista (1998), el rango ideal de

temperatura para nemátodos entomopatógenos es entre los 21 a 27°C, a temperaturas mayores a los 33°C y por debajo de los 13°C, los nemátodos se muestran poco activos o inactivos.

Adicional a lo anteriormente expuesto, es de importancia mencionar que las evaluaciones se debieron repetir en varias ocasiones, esto debido a que al momento de la toma de datos no se encontró ninguna gallina ciega en las macetas. La causa de las altas tasas de mortalidad se debió a la utilización de hipoclorito de sodio, utilizado en la desinfección de las larvas. Fueron evaluadas concentraciones de 0.5, 0.25 y 0.12%, causando todas altas tasas de mortalidad, por lo cual se optó por la utilización de agua estéril para el lavado de las larvas antes de que fueran colocadas en las macetas.

3.8 Conclusiones

- Las cinco formulaciones de productos entomopatógenos evaluados en el Municipio de Comitancillo, San Marcos, estadísticamente y bajo las condiciones en que se desarrolló la evaluación, no mostraron diferencias significativas en el control de la gallina ciega en las dosis recomendadas por las casas comerciales.
- Existen varios factores que pudieron influenciar en la efectividad de los entomopatógenos, siendo alguno de ellos la especificidad y virulencia, así como las condiciones ambientales que no favorecieron el desarrollo de los entomopatógenos evaluados debido a que no se dieron los rangos óptimos para que estos pudieran causar mortalidad en la gallina ciega.
- Debido a lo antes descrito, no es factible recomendar la utilización de estos productos comerciales para el control de la gallina ciega en el municipio de Comitancillo, San Marcos.

- El hipoclorito de sodio utilizado en la desinfestación de larvas de gallina ciega, provocó altas tasas de mortalidad, por lo cual se optó por la utilización de agua estéril.

3.9 Recomendaciones

A. Se recomienda realizar evaluaciones de especificidad y virulencia de los entomopatógenos en campo definitivo, debido a que las condiciones dentro del invernadero no propiciaron el desarrollo de los entomopatógenos evaluados.

B. Debido a que la temperatura fue un factor que influyó en el resultado de la evaluación, se recomienda la repetición del mismo, tomando en consideración el realizarlo en un invernadero con un correcto diseño el cual no tenga temperaturas extremas que interfieran con el desarrollo de los entomopatógenos.

C. Es conveniente la realización de colecta y aislamiento de entomopatógenos nativos del municipio para evaluar la especificidad que estos presentan para el control de la gallina ciega.

3.10 Bibliografía

1. Aragón García, A; Morón, MA; López Olgúin, JF; Cervantes Peredo, LM. 2005. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga harris*, 1827 (coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae) (en línea). Veracruz, México, Instituto de Ecología. Consultado 25 mar 2009. Disponible en <http://www.ecologia.edu.mx/publicaciones/resumeness/Azm/AZM.VOL.21.2/F-Aragon.pdf>
2. Batista Alves, S. 1998. Controle microbiano de insetos. 2 ed. Piracicaba, Brasil. Fundación de Estudios Agrarios Luiz de Queiroz. 1163 p.
3. Bustillo, AE. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura; estado actual y futuro. Eds. Andrews KL; Quezada R. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Departamento de Protección Vegetal. 224 p.
4. Campos Bolaños, R. 1983. Las gallinas ciegas como plaga del suelo. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Centro de Entomología y Acarología. 22 p.
5. Coto, D. 2001. Hoja técnica: uso de microorganismos para el control de *Phyllophaga* spp. (en línea). Costa Rica. Consultado 19 set 2010. Disponible en <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev60/ht60-a.htm>
6. Estrada, R. 2009. Acción de entomopatógenos en plagas del suelo (entrevista). Guatemala, Agrícola El Sol.
7. García Rodríguez, GR. 2005. Manual de plaguicidas, un enfoque de resistencia. Guatemala, Ciber Negocios. 80 p.
8. Hidalgo, E. 2001. Uso de microorganismos para el control de *Phyllophaga* spp. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Hoja Técnica no. 37:1-4.
9. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). s.f. Tarjetas de registro meteorológicas de la estación San Marcos, San Marcos. s.p.
10. Jatala, P. 1986. Nemátodos parásitos de la papa. 2 ed. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 19 p. (Boletín de Información Técnica no. 8).
11. King, AB. 1994. Biología e identificación de *Phyllophaga* de importancia económica en América Central. In Seminario taller centroamericano sobre biología y control de *Phyllophaga* spp. (1994, Costa Rica). Memoria seminario taller Centro Americano sobre biología y control de *Phyllophaga* spp. Costa Rica, CATIE. p. 33-43.

12. Lecuona, RE. 1996. Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Argentina. 338 p.
13. Morón, MA. 1986. Introducción a la biosistemática y ecología de los coleópteros melolonthidae edaficotas de México. Chapingo, México, Sociedad Mexicana de Entomología. 14 p.
14. OMP (Oficina de Planificación Municipal, Comintancillo, San Marcos, GT). 2002. Diagnóstico territorial participativo. Guatemala. 248 p.
15. Ramírez Cardona, J. 2009. Situación de la plaga de gallina ciega en aldea Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala (entrevista). Chamaque, Comitancillo, San Marcos, Guatemala, Asociación Maya-Mam de Investigación y Desarrollo -AMMID-.
16. Rodríguez, D; Torres, M; Uribe, L; Flores, L. 2009. Susceptibilidad de los estadios L2 y L3 de *Phyllophaga elenans* a una cepa nativa de *Heterorhabditis* sp. en condiciones de invernadero (en línea). Agronomía Costarricense. Consultado 19 set 2010. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=43613279003>
17. Sáenz, A; Olivares, W. 2008. Capacidad de búsqueda del nematodo entomopatógeno *Steinernema* sp. (en línea). Revista Colombiana de Entomología. Consultado 19 set 2010. Disponible en: http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882008000100006&lng=en&nrm=iso
18. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
19. Subirós Ruiz, F. 1995. El cultivo de caña de azúcar: plagas de la caña de azúcar. Costa Rica, Editorial Universitaria Estatal a Distancia. 239 p.
20. Toriello, C; Montoya, E; Zavala, M; Navarro, H; Basilio, D; Hernández, V; Mier, T. 2008. Virulencia y termotolerancia de cultivos monospóricos de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* de la mosca pinta (Hemiptera: Cercopidae) (en línea). Revista Mexicana de Micología. Consultado 15 mar 2011. Disponible en: www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-31802008000300007&script=sci_arttext

3.11 Anexos

Aleatorización de unidades experimentales

La aleatorización es la asignación al azar de los tratamientos a las unidades experimentales. Esta se realizó utilizando una calculadora científica, de la siguiente manera:

- 1) La función Ran# elige un número al azar
- 2) El número seleccionado por la calculadora se multiplicaba por el número total de tratamientos.
- 3) El resultado es la posición que ocupará en tratamiento en la parcela experimental.

NOTA: Si el resultado obtenido no era un número entero, la posición elegida es el entero más cercano al decimal.

Formula:

$\text{Ran\#} \times (\text{Numero de tratamientos}) = \text{Posición del tratamiento}$

U= Unidad experimental T= Tratamiento

Cuadro 17 Parcela experimental de instar 1 de gallina ciega.

	U 1	U 2	U 3	U 4	U 5	U 6
Repetición 1	T5	T3	T4	T2	T1	T6
Repetición 2	T6	T4	T5	T1	T2	T3
Repetición 3	T4	T6	T3	T2	T1	T5
Repetición 4	T1	T2	T4	T3	T6	T5
Repetición 5	T2	T1	T5	T6	T4	T3

Cuadro 18 Parcela experimental de instar 2 de gallina ciega.

	U 1	U 2	U 3	U 4	U 5	U 6
Repetición 1	T4	T1	T6	T3	T2	T5
Repetición 2	T4	T5	T3	T2	T6	T1
Repetición 3	T2	T3	T1	T4	T5	T6
Repetición 4	T2	T4	T3	T5	T1	T6
Repetición 5	T5	T6	T1	T4	T3	T2

Cuadro 19 Parcela experimental de instar 3 de gallina ciega.

	U 1	U 2	U 3	U 4	U 5	U 6
Repetición 1	T5	T2	T4	T3	T1	T6
Repetición 2	T3	T5	T1	T4	T6	T2
Repetición 3	T1	T6	T5	T3	T2	T4
Repetición 4	T3	T6	T1	T5	T2	T4
Repetición 5	T2	T4	T6	T5	T3	T1

CAPITULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE COMITANILLO DEL
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

5.1 Presentación

En el presente capítulo se describen las actividades realizadas durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- en apoyo a la municipalidad de Comitancillo del departamento de San Marcos.

Las actividades que se describen se realizaron para dar solución a los problemas priorizados de la comunidad, es el caso de la “Reactivación del sistema de alarma contra la gallina ciega” el cual es una propuesta de manejo de esta plaga, he incide en la seguridad alimentaría del municipio.

Adicionalmente se realizó la “Cuantificación del volumen de basura generado en la cabecera municipal” el cual se realizó debido a la carencia de información de esta índole. Los datos obtenidos de esta cuantificación se utilizaron en la planeación de una planta de tratamiento de desechos solidos.

5.2 Cuantificación del volumen de desechos sólidos generado por las familias del área urbana de la cabecera municipal de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.

5.2.1 Objetivos

A. General

Cuantificar el volumen de desechos sólidos generado por las familias del área urbana de la cabecera municipal de Comitancillo, San Marcos.

B. Específicos

- Cuantificar el volumen de desechos sólidos orgánicos generado por las familias del área urbana de la cabecera municipal de Comitancillo, San Marcos.
- Cuantificar el volumen de desechos sólidos inorgánicos generados en las familias del área urbana de la cabecera municipal de Comitancillo, San Marcos.

5.2.2 Metodología

A. Familias participantes en el muestreo

Las familias que participaron en el muestro debieron de depositar en costales plásticos toda la basura generada en el hogar durante una semana. Las familias participantes estaban conformadas de tres a ocho miembros, estas fueron elegidas de forma aleatoria.

B. Determinación del número de familias a muestrear

Según datos proporcionados por la oficina municipal de planificación, el área urbana de la cabecera municipal de Comitancillo, San Marcos, cuenta con aproximadamente 214 familias.

Solamente se disponía de 100 costales plásticos para depositar los desechos sólidos, debido a esto la muestra a tomar es de 50 familias.

C. Medición del volumen de basura

Se midió y marcó el volumen de un recipiente para la medición de la basura. La basura fue catalogada en: materia orgánica, papel, vidrio, plástico, aluminio y pañales; seguidamente fue medido el volumen por cada material individualmente.

5.2.3 Resultados

De las cincuenta familias previstas para el muestreo, solamente treinta y uno quisieron colaborar, de estas familias veinte y seis entregaron los desechos sólidos acumulados de una semana. Las cinco familias que no entregaron los desechos sólidos generado en sus hogares se debió a que desecharon la basura.

Cuadro 20 Proyección del volumen de desechos solidos (en metros cubicos) generados por las familias del la Cabecera Municipal de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.

	Total	Plástico	Papel	M.O.	Vidrio	Aluminio	Pañal
Proyección de basura en la cabecera por semana	9.588	2.438	1.206	5.148	0.005	0.0683	0.7226
Porcentaje	100	25.42	12.58	53.7	0.05	0.71	7.54

5.2.4 Evaluación

Se logró cuantificar el volumen de basura generado en hogares del área urbana de la cabecera municipal de Comitancillo. Estos datos fueron relevantes para determinar el tamaño de la planta de manejo de desechos sólidos, además revelaron que el 50% de la basura generada por los hogares es de origen orgánico, el cual presenta mayores facilidades de manejo y se reciben beneficios de sus derivados como lo es el compost.

5.2.5 Anexos

Cuadro 21 Volumen de basura (en metros cubicos) generadas por 26 familias pertenecientes de la muestra tomada en la cabecera municipal de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.

Familia	Total	Plastico	Papel	M.O.	Vidrio	Aluminio	Pañal
01	0.0475	0.0125	0.0024	0.0309	0.0006	0.0012	0.0000
02	0.1275	0.0380	0.0065	0.0599	0.0000	0.0036	0.0196
03	0.0325	0.0137	0.0000	0.0166	0.0000	0.0018	0.0000
04	0.0350	0.0053	0.0000	0.0297	0.0000	0.0000	0.0000
05	0.0450	0.0137	0.0089	0.0220	0.0000	0.0000	0.0000
06	0.0175	0.0059	0.0101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
07	0.0200	0.0024	0.0000	0.0172	0.0000	0.0000	0.0000
08	0.0375	0.0047	0.0036	0.0291	0.0000	0.0000	0.0000
09	0.0250	0.0071	0.0036	0.0137	0.0000	0.0006	0.0000
10	0.0550	0.0166	0.0065	0.0303	0.0000	0.0012	0.0000
11	0.0375	0.0148	0.0000	0.0214	0.0000	0.0000	0.0012
12	0.0525	0.0160	0.0047	0.0303	0.0000	0.0000	0.0012
13	0.0550	0.0160	0.0107	0.0273	0.0000	0.0000	0.0006
14	0.0800	0.0172	0.0148	0.0475	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0550	0.0154	0.0137	0.0196	0.0000	0.0000	0.0059
16	0.0200	0.0036	0.0018	0.0142	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0625	0.0119	0.0243	0.0030	0.0000	0.0000	0.0231
18	0.0675	0.0178	0.0148	0.0315	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0375	0.0047	0.0030	0.0297	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0350	0.0053	0.0036	0.0261	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0375	0.0036	0.0012	0.0315	0.0000	0.0000	0.0012
22	0.0300	0.0107	0.0018	0.0042	0.0000	0.0000	0.0131
23	0.0525	0.0042	0.0030	0.0451	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0275	0.0148	0.0018	0.0089	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0450	0.0101	0.0018	0.0160	0.0000	0.0000	0.0172
26	0.0400	0.0101	0.0042	0.0202	0.0000	0.0000	0.0047

5.3 Reactivación del sistema de alarma contra la gallina ciega *Phyllophafa* spp. en el municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala, C.A.

5.3.1 Objetivos

A. General

Reactivar el sistema de alarma contra la gallina ciega *Phyllophafa* spp. para las condiciones culturales del municipio de Comitancillo, San Marcos.

B. Específicos

- Elaborar un artículo de información reciente acerca de la gallina ciega *Phyllophafa* spp.
- Elaborar un tríptico y panfleto que contengan información del ciclo de vida de la gallina ciega *Phyllophafa* spp. y su control.

5.3.2 Metodología

A. Recolección de información

Se inició con una recopilación de información impresa y digital de las investigaciones más recientes acerca de *Phyllophafa* spp., siendo utilizado para este fin el Internet y la biblioteca de la Facultad de Agronomía de la universidad de San Carlos de Guatemala.

B. Redacción del artículo del sistema de alarma contra la gallina ciega

Previamente a la fase de redacción del artículo, se estructuró los temas de contenido para asegurarse una línea lógica de aprendizaje. Al momento de la redacción del artículo se consideró hacerlo utilizando palabras de fácil entendimiento, debido a que el público objetivo son agricultores de poca o nula educación.

C. Creación y renovación de medios de divulgación

En esta etapa se creó un afiche conteniendo información del proyecto del “Sistema de alarma contra la gallina ciega”, en el que contempla aspectos generales del proyecto así como la importancia de la colaboración de toda la comunidad en la ejecución del mismo.

Se renovó un tríptico informativo, el cual contempla temas como que es el “Sistema de alarma contra la gallina ciega”, el ciclo de vida de *Phyllophaga* spp. y trampas para la captura de adultos. La renovación consistió en la digitalización del afiche, cambio en el diseño, mejora y cambio de imágenes además de actualización de información contenida en el mismo.

5.3.3 Resultados

Sistema de Alarma Contra la Gallina Ciega

A. Difusión de información acerca de la gallina ciega *Phyllophaga* spp.

La primera fase de la campaña contra la gallina ciega es la difusión a todos los pobladores acerca del ciclo de vida de la gallina ciega. Con esto se pretende que los agricultores entiendan la importancia de la captura de adultos de este insecto. Además de dar a conocer información acerca de este insecto también se debe brindar información de los métodos de captura.

a. Generalidades

Entre los insectos plaga que se alimentan de raíces y tubérculos, los más importantes son los encontrados dentro del género *Phyllophaga*, pues son insectos que debido a su diversidad de hospedantes, hábitat edáficos los hace un problema difícil de controlar. Estos insectos polífagos atacan a cultivos como: maíz, café, trigo, caña de azúcar, flores, frutales, papa, camote, hortalizas, arroz y pastos.

b. Ciclo de vida

El ciclo de vida de este insecto varía según las condiciones climáticas que prevalecen en el área donde habitan.

c. Huevo

La hembra oviposita en el suelo, a una profundidad de 2 a 20 centímetros cuando el suelo está húmedo y suelto. Los huevos son de color blanco, al inicio son alargados, posteriormente esféricos. La incubación dura de 12 - 26 días.

d. Larva

Cuando existen bajas temperaturas y lluvias pronunciadas las larvas de gallina ciega se profundizan en el suelo para pasar la zona de congelamiento. En condiciones favorables las larvas emergen para alimentarse de raíces y materia orgánica en descomposición. En condiciones de sequía las larvas se pueden encontrar hasta 60 centímetros de profundidad, esto es mediante la construcción de una cámara ovoide o celda construida al compactar el suelo que se encuentra a su alrededor con sus eses.

Las gallinas ciegas presentan tres instares larvales. El estado larval se puede reducir o prolongar dependientemente de las condiciones climáticas a la que está expuesta.

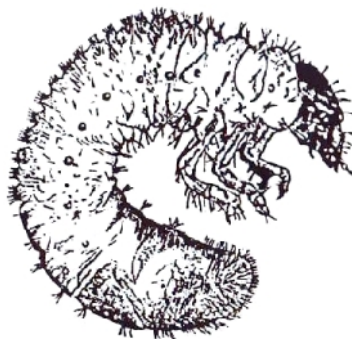


Figura 1 Larva de ronrón de mayo (gallina ciega).

1) Instar 1

En este estado las larvas de *Phyllophaga* spp. Se alimentan de materia orgánica y raíces pequeñas, son susceptibles a condiciones ambientales desfavorables así como la falta de alimento, encharcamiento del suelo y enfermedades fungosas. Estas condiciones pueden llevar rápidamente a la muerte a las larvas.

Las larvas del primer instar tienen una duración de 30 días, estas se pueden encontrar a 10 centímetros de profundidad alimentándose de materia orgánica.

En un estudio realizado con 5 especies de *Phyllophaga* (*P. ravida*, *P. macrocera*, *P. vetula*, *P. ilhuicaminai* y *P. obsoleta*) se determinó que en promedio el primer instar de las larvas dura de 20 a 60 días en condiciones de 26°C + 2°C y humedad relativa al 70 + 5% (Aragón et al. 2005).

2) Instar 2

Las larvas en instar 2 se alimentan de materia orgánica y raíces pequeñas. Este instar tiene una duración de 60 días, se pueden encontrar larvas de 20 a 25 centímetros de profundidad en el suelo, alimentándose de raíces.

En un estudio realizado con 5 especies de *Phyllophaga* (*P. ravida*, *P. macrocera*, *P. vetula*, *P. ilhuicaminai* y *P. obsoleta*) se determinó que en promedio el segundo instar de las larvas dura de 20 a 70 días en condiciones de 26°C + 2°C y humedad relativa al 70 + 5%.

3) Instar 3

Las larvas que están en el instar 3 son gusanos de color blanco o cremoso, carnosos y arrugados, el cuerpo tiene la forma de una "C". Es este instar que tiene la mayor importancia económica pues es estrictamente rizófaga.

El tercer estado instar de las larvas, cuando estas son más dañinas para los cultivos tiene una duración de 120 días (4 meses).

e. Pupa

Esta se da cuando el insecto se prepara para dar lugar al adulto; el estado de pupa dura de 30 a 25 días, en el cual su aparato reproductor comienza a desarrollarse.



Figura 2 Pupa de gallina ciega.

f. Adulto

Los adultos emergen del suelo a finales del mes de mayo y principios de junio, esto ocurre simultáneamente cuando inician las primeras lluvias, al emerger los adultos se alimentan principalmente de hojas de árboles y adultos. La copula se realiza por la noche, cuando las hembras aun se alimentan.

El adulto tiene una longevidad de 8 a 30 días, pero algunas hembras pueden vivir hasta 60 días (Morón 1986).

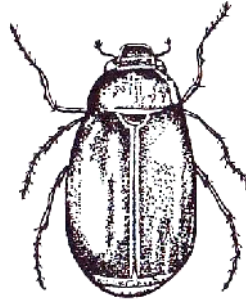


Figura 3 Ronrón de mayo

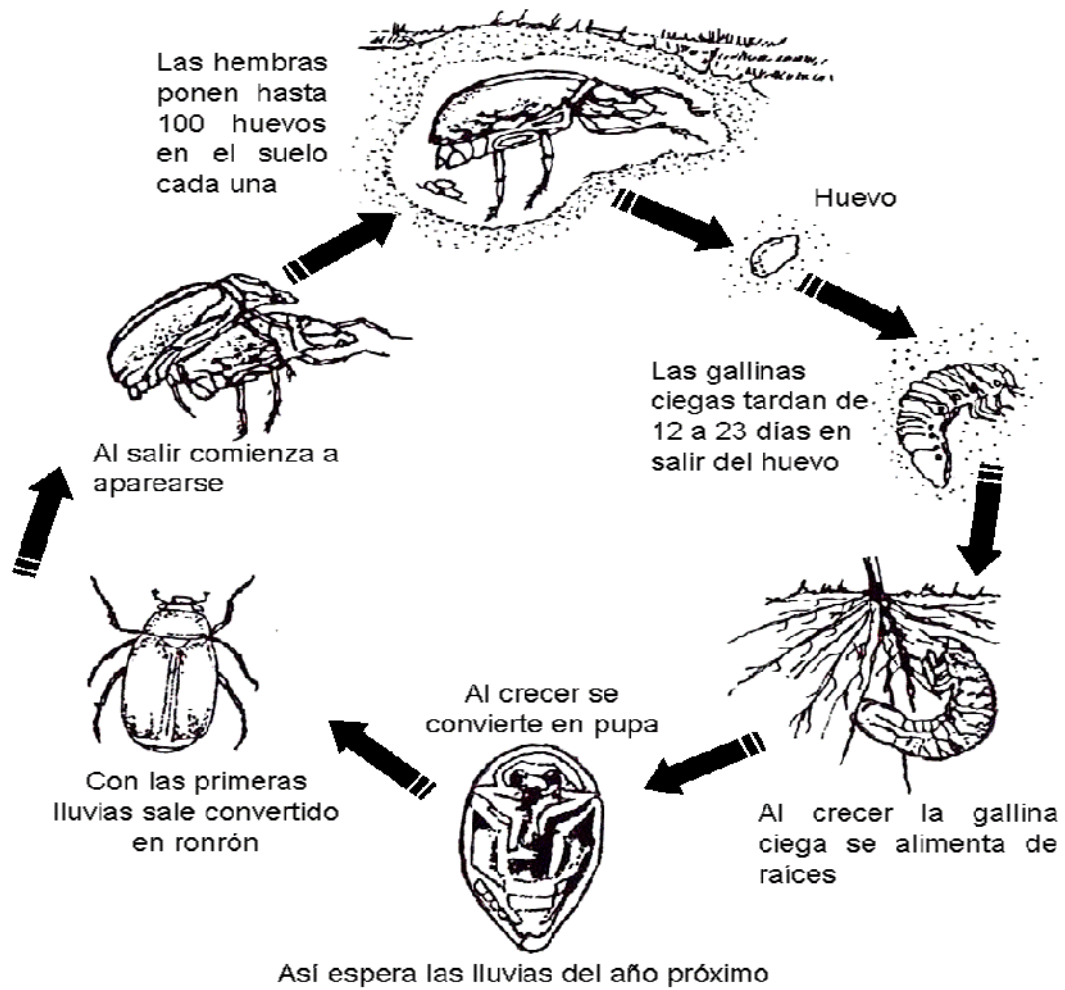


Figura 4 Ciclo de vida de la gallina ciega *Phyllophaga* spp.

B. Daño causado por *Phyllophaga* spp. y síntomas en las plantas

El tercer estado instar larval de gallina ciega *Phyllophaga* spp. son las más dañinas para los cultivos, se alimentan de las raíces de las plantas. El daño causado por esta plaga se localiza en parches, siendo los meses de junio a octubre cuando se realizan el daño.

Las plantas afectadas por la gallina ciega muestran raíces cortas, en algunos casos muestran raíces destruidas totalmente, es por esta razón que las plantas son susceptibles al acame; al ocurrir el daño la planta detiene su crecimiento, posteriormente las plantas adquieren un color amarillo, después lucen quemadas para luego morir.

C. Población de ronrones de mayo

Mediante proceso de observación realizado durante el año de 2009 se observó la dinámica poblacional de los ronrones de mayo.

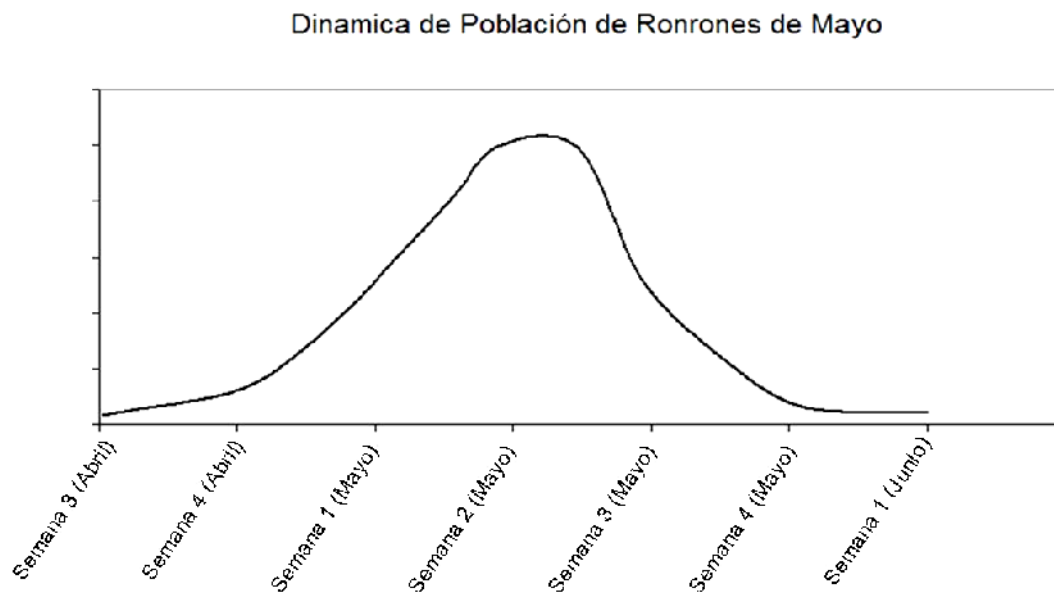


Figura 5 Dinámica poblacional presentada en el año 2009 por *Phyllophaga* spp.

En el año 2009 se mostró una temprana aparición de los ronrones de mayo, esto se debió a la existencia de lluvias en el mes de Abril. Debemos considerar que los ronrones de mayo inician su aparición cuando se hallan acumulado 11 milímetros de lluvia, en una o dos precipitaciones.

Es debido a lo anteriormente expuesto, que la aparición del ronrón de mayo es dependiente de la lluvia existente y no de la fecha.

D. Trampas luminosas

Son dispositivos utilizados debido al fototropismo que presentan los ronrones de mayo. Estos dispositivos se han utilizado para la detección y muestreo de ronroneos de mayo para determinar su especie así como para determinar la aparición estacional; además son utilizadas eficientemente en la captura y exterminio de ronrones de mayo.

Entre las principales ventajas de la utilización de trampas lumínicas están:

- No dejan residuos tóxicos en el suelo ni en los cultivos.
- El costo de operación es bajo.
- Fáciles de manejar e instalar.

Las principales desventajas o limitantes en el uso de trampas lumínicas son:

- La inversión inicial.
- El tiempo adecuado para la captura de los insectos.
- Atracción de otros insectos que no son de interés.

Para la captura de ronrones de mayo se han utilizado trampas luminosas compuestas por una pantalla de Nylón color amarillo, pero investigaciones independientes realizadas en el año de 1995 por Gustavo Solis Orozco y Alvaro Estrada Solis mostraron que al utilizar Nylón transparente se logra una mayor eficiencia en la atracción de ronrones de mayo.

Las trampas luminosas deben de ser colocadas entre las 18:30 a 00:00 horas, se logra un mejor resultado si se extiende las horas de captura, pero esto dependerá de la comunidad.

Las trampas luminosas que utilizan agua como medio para matar a los ronrones de mayo, se recomienda que se aplique un poco de jabón o detergente al agua para que facilite el hundimiento de los ronrones en el agua y se ahoguen.

E. Tipos de trampas luminosas

El diseño de las trampas no tiene mucha variación, pues todas están compuestas por una fuente de luz (como lo es un candil o un mechero), una trampa de agua y una pantalla de Nylón transparente o amarillo.

a. Trampa luminosa sencilla

Este tipo de trampa es rustica compuesta de pocos materiales, con la desventaja que el viento golpea directamente la llama provocando que se apague. Puede ser del tipo agujero la cual es fija o del tipo cacerola la cual tiene como beneficio el ser móvil para trasladarla a un lugar de mejor captura fácilmente.

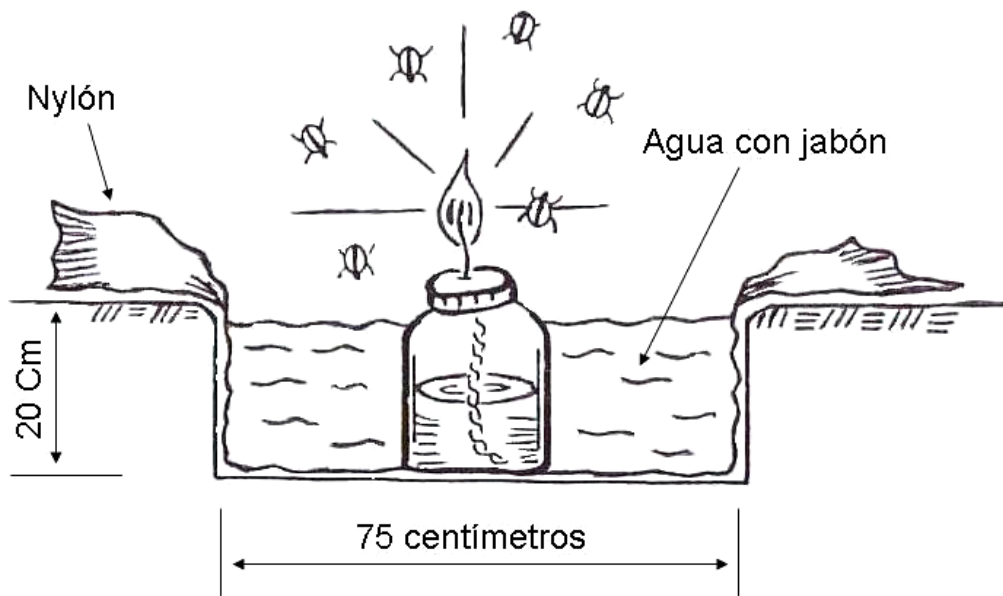


Figura 6 Trampa luminica sencilla de agujero

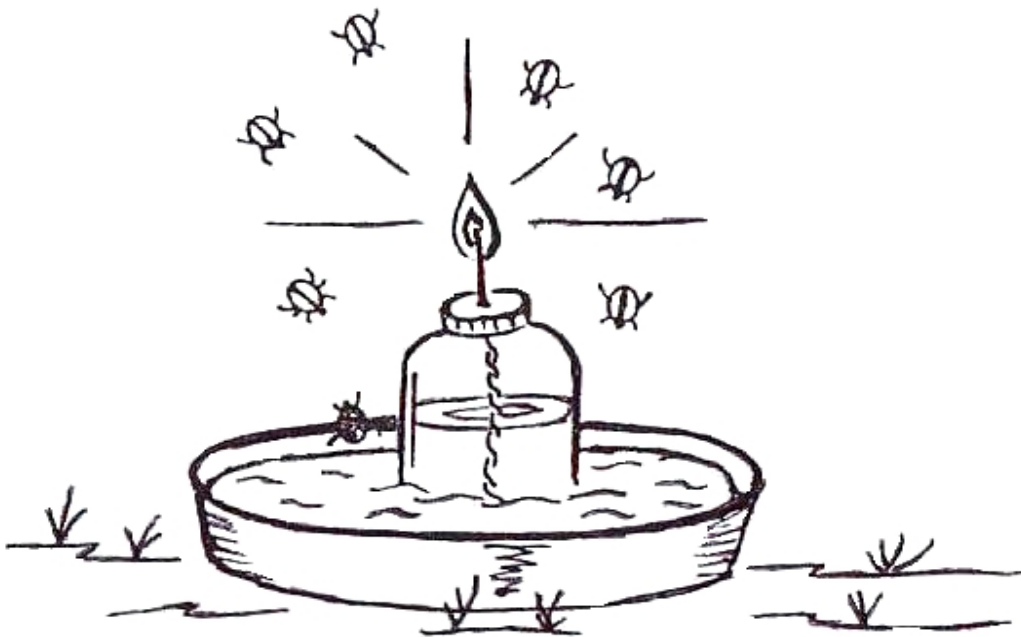


Figura 7 Trampa luminosa sencilla de cacerola

b. Trampas luminosas con pantalla protectora

Este tipo de trampas suelen ser más eficientes que las trampas sencillas, con este tipo de trampas tienen una pantalla protectora de nylon el cual puede ser transparente o color amarillo.

La pantalla protectora de nylon tiene dos funciones:

- Proteger a la llama del golpe directo del viento evitando así que se apague.
- Los insectos que se sienten atraídos por la luz de la llama golpean contra el nylon causando que reboten y caigan en el agua con jabón.

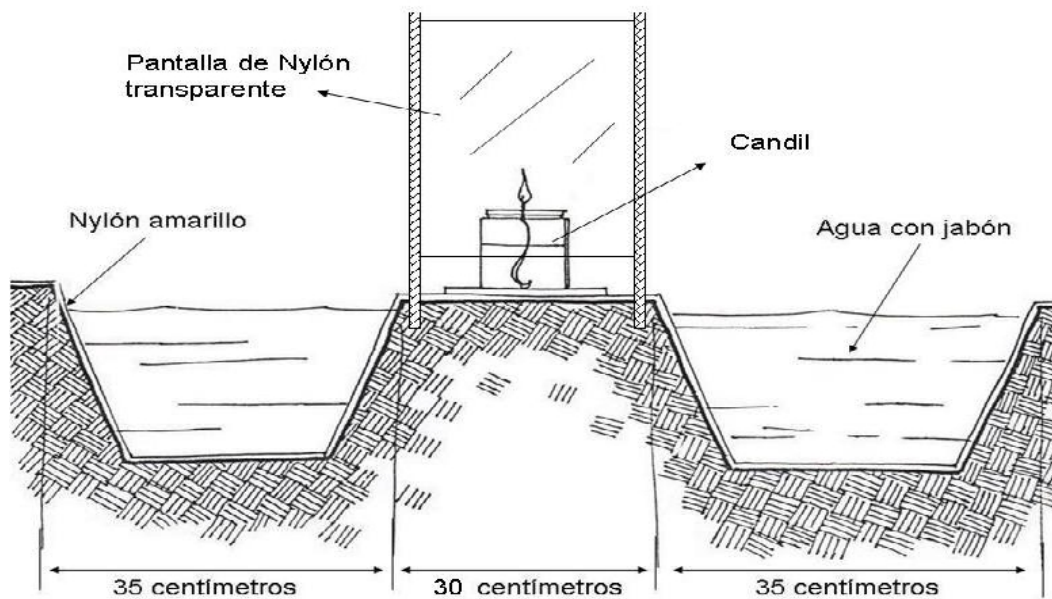


Figura 8 Trampa luminosa con pantalla protectora cuadrada

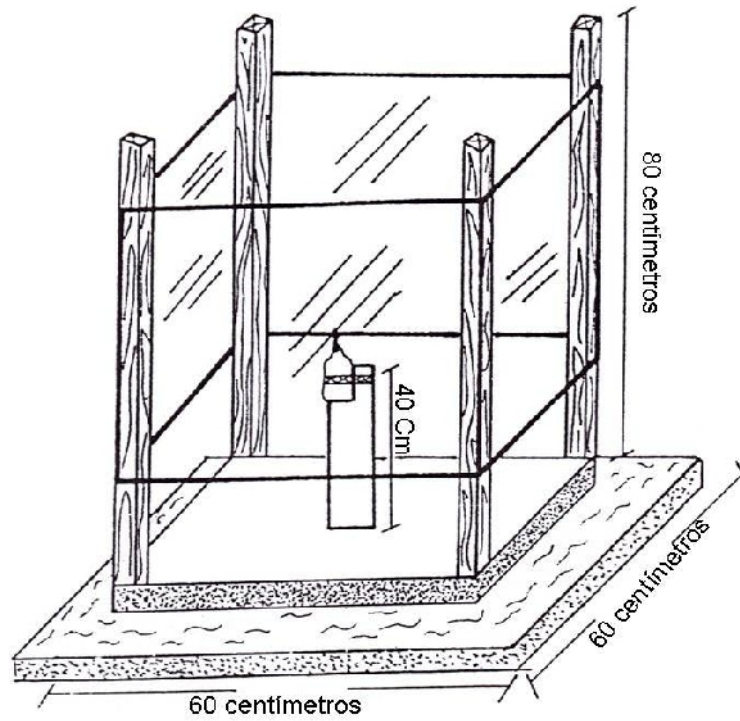


Figura 9 Trampa luminosa con pantalla protectora cuadrada

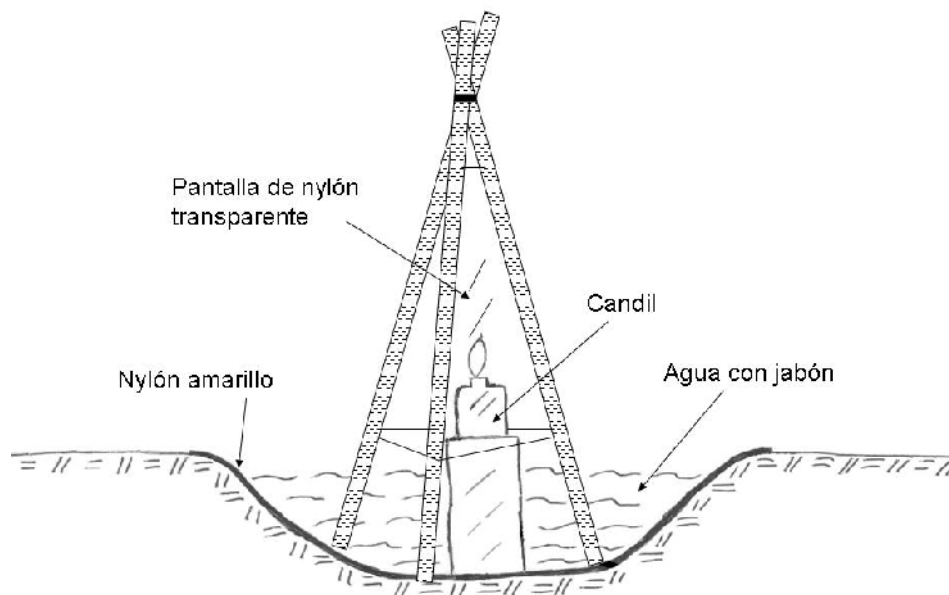


Figura 10 Trampa luminosa con pantalla protectora triangular

c. Trampas luminosas eléctricas

Las trampas de luz a base de electricidad se a tenido la experiencia que son más eficientes que las trampas con candil o mecheros. Con la desventaja de que dependen de electricidad, es por ello que el posicionamiento de estas trampas es limitado al alcance de la corriente eléctrica.

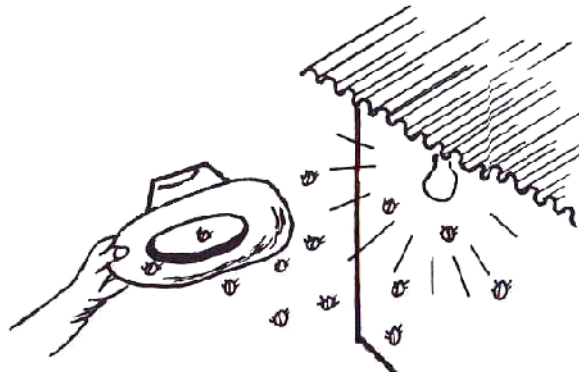


Figura 11 Se puede aprovechar las luces de las casas para atrapar ronrones.

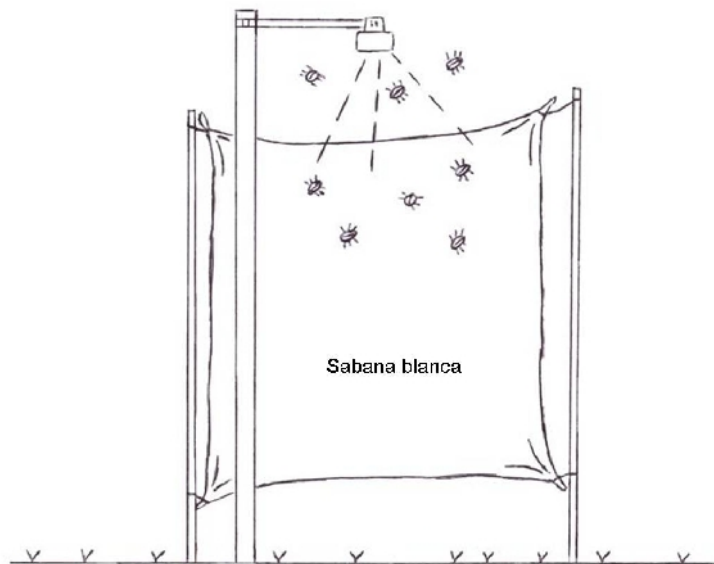


Figura 12 Trampa luminosa aprovechando el alumbrado publico.

F. Ubicación de trampas luminosas

La ubicación de las trampas luminosas deberá de ser a las orillas de las áreas de cultivo, linderos, caminos, escuelas, centros públicos. Nunca se deben colocar las trampas lumínicas dentro de un área de cultivo, debido a que esto causaría una infestación de gallinas ciegas en esa área.

Según la investigación realizada por Alvaro Estrada Solis (1995) la vegetación existente de un área influye en la población de ronrones durante la noche. A continuación se enlistan en orden las áreas que presentaron mayor población de ronrones a las áreas de menor presencia.

- A) Bosque
- B) Maíz
- C) Frutales
- D) Grama

Tomando en cuenta el listado anterior, es recomendable colocar una mayor cantidad de trampas a las orillas de áreas boscosas o arboledas para tener un mayor éxito en la captura de ronrones de mayo.

G. Fechas de colocación de trampas luminosas

Debido a que inicio de la aparición de ronrones de mayo ocurre cuando se acumulan 12 milímetros de agua, es recomendable que las comunidades este organizadas y preparadas para colocar las trampas a partir de la tercera semana del mes de abril.

Se dará como finalizado el periodo de captura de ronrones al terminar el mes de mayo, debiendo de extenderse durante la primera semana de junio si se observa una alta cantidad de ronronees atrapados durante la noche.

H. Logotipo y lema publicitario de campaña contra la gallina ciega

El logotipo y lema publicitario utilizado en esta campaña contra la gallina ciega es una modificación del utilizado en el sistema de alarma contra la gallina ciega creado por el Ing. Alvaro Hernández Dávila e Ing. José de Jesús Castro.

El logotipo es utilizado para fijar una idea con una imagen en la mente de las personas; en este caso se persigue que el logotipo de la campaña contra la gallina ciega se fije en la mente de las personas proyectando todo lo que involucra esta campaña.



Figura 13 Logotipo de la campaña contra la gallina ciega.

El lema publicitario que se empleará en la campaña contra la gallina ciega es: ¡Matemos ronrones para cosechar a montones!

I. Medios de difusión de información

Los medios de difusión de información que se podrán utilizar para la campaña contra la gallina ciega tenemos la repartición de trifoliales (Anexo 1) a los miembros de las comunidades, colocación de afiches en lugares públicos y visibles por las personas y anuncios en radios locales los cuales tendrán un mayor impacto si estos son en idioma Mam.

J. Organización de las comunidades

La organización de las comunidades estará a cargo de los COCODES así como de autoridades locales, los cuales por pertenecer a la comunidad y conocer a sus miembros, les será fácil la organización de los mismos.

La organización que deberán de llevar a cabo será acerca de las reuniones para la capacitación del trampeo de ronronees de mayo, para determinar la ubicación de las trampas, creación de grupos de trampeo así como sus horarios.

K. Bibliografía

1. Aragon Garcia, A; Morón, MA; López Olguín, JF; Cervantes Peredo, LM. 2005. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga harris*, 1827 (coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae) (en línea). Veracruz, México, Instituto de Ecología. Consultado 25 mar. 2009. Disponible en <http://www.ecologia.edu.mx/publicaciones/resumenes/Azm/AZM.VOL.21.2/F-Aragon.pdf>
2. Campos Bolaños, R. 1983. Las gallinas ciegas como plaga del suelo. Chapingo, Mexico, Colegio de Postgraduados, Centro de Entomología y Acarología. 22 p.
3. Coto, D. 2001. Hoja técnica: uso de microorganismos para el control de *Phyllophaga* spp. (en línea). Costa Rica. Consultado 19 set 2010. Disponible en <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev60/ht60-a.htm>
4. Estrada Solis, A. 1995. Evaluación de la influencia de cuatro tipos de vegetación para el control del adulto de gallina ciega *Phyllophaga* sp. y *P. anomala* usando trampas lumínicas, aldea Vista Bella, Tecpan, Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 36 p.
5. Hernández, A. 2009. Sistema de alarma contra la gallina ciega (entrevista). Ciudad de Guatemala, Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Área de
6. King, AB. 1994. Biología e identificación de *Phyllophaga* de importancia económica en América Central. In Seminario taller centroamericano sobre biología y control de *Phyllophaga* spp. (994: Costa Rica). Memoria seminario taller Centro Americano sobre biología y control de *Phyllophaga* spp. Costa Rica, CATIE. p. 33-43.
7. López Ruano, MM. 1995. Evaluación de cinco colores de trampas de luz para atracción del ronron de mayo *Phyllophaga* spp. y su relación con la precipitación pluvial en El Rincón, Amatitlan, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 42 p.
8. Morón, MA. 1986. Introducción a la biosistemática y ecología de los coleópteros melolonthidae edaficotas de Mexico. Chapingo, Mexico, Sociedad Mexicana de Entomología. 14 p.
9. Solis Orozco, GA. 1994. Evaluación de dos tipos y tres colores de pantalla, en trampas de luz para el control de adulto de gallina ciega *Phyllophaga* spp. e identificación de las especies, caserío Chichalium Cantzil, aldea Torton, Chiantla, Huehuetenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 40 p.

CONSTRUCCIÓN DE TRAMPAS

Uno de los tipos de trampa luminosas mas fácil de hacer inicia con un agujero de 75 centímetros de cada lado y 20 centímetros de profundidad, colocamos un nylon amarillo y lo llenamos con agua (con jabón o detergente) teniendo cuidado que el candil no se apague.

CONSTRUCCIÓN DE TRAMPAS

Uno de los mejores tipos de trampa es el que tiene pantalla protectora de nylon transparente, los insectos se sienten atraídos a la luz y se golpean contra el nylon cayendo en el agua con jabón y ahogándose.

¿PORQUÉ DEBEMOS CAPTURAR RONRONES?

- Al capturar ronrones se evita que estos pongan huevos en el suelo, de esta manera habrá menos gallinas ciegas.
- Es más barato capturar y matar ronrones que matar gallinas ciegas.
- Protegemos nuestra salud y al medio ambiente por no usar químicos.

¡Matemos a los ronrones para cosechar a montones!

IMPORTANTE:
La campaña contra la gallina ciega necesita que toda la comunidad participe capturando y matando a los ronrones de mayo, solo de esa manera se puede lograr el éxito.

INFORMACIÓN:
Pida más información a alcaldes auxiliares y COCODES de su comunidad.

CONOZCA LA GALLINA CIEGA

¿De dónde proviene?

¿Como es la gallina ciega?

¿Como se reproduce?

¿Como se controla?

**Municipalidad de Comitancillo,
San Marcos**

Figura 14 Trifoliar informativo (lado A) del sistema de alarma contra la gallina ciega.

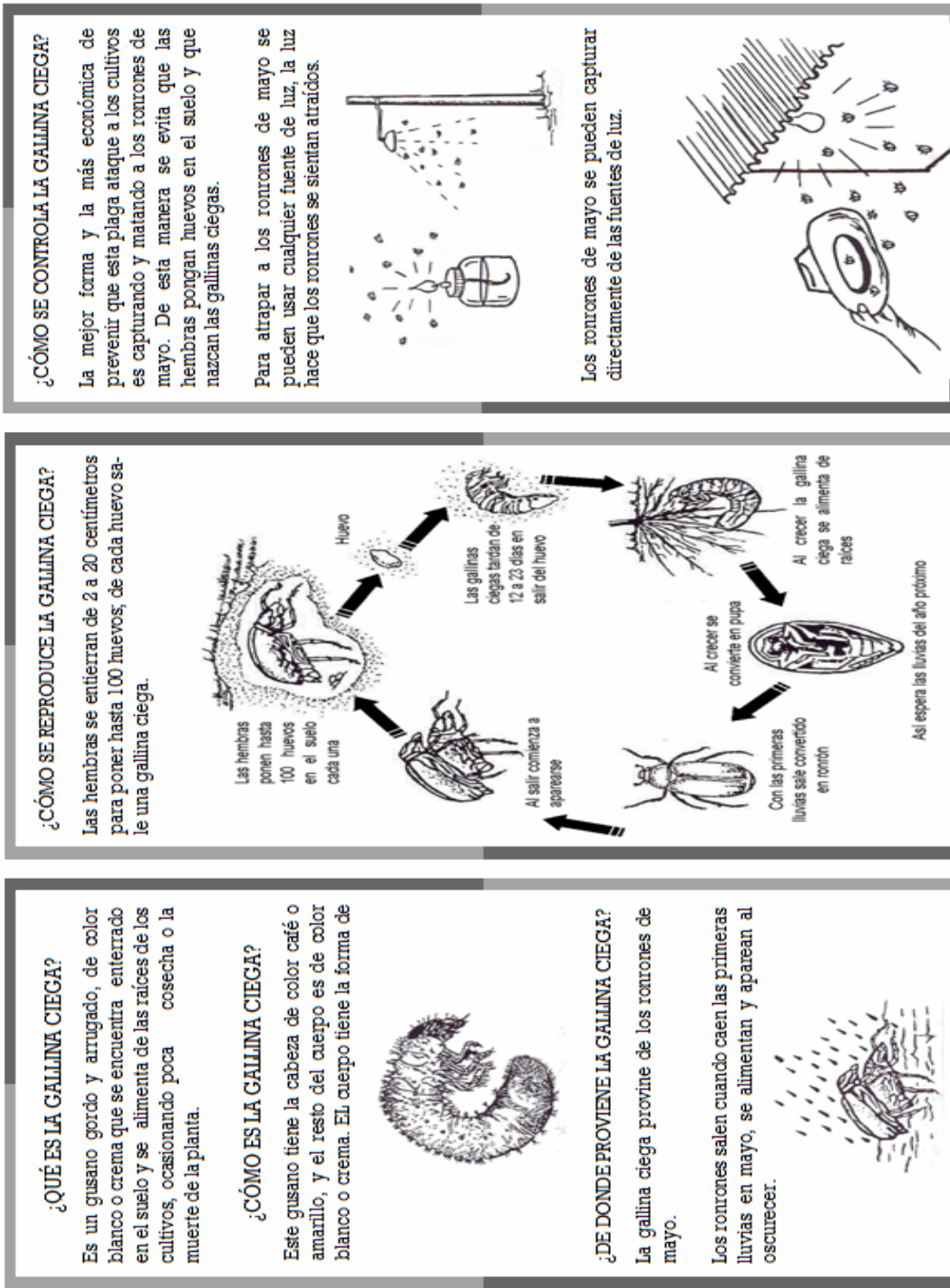



Figura 15 Trifoliar informativo (lado B) del sistema de alarma contra la gallina ciega.



CAMPAÑA CONTRA LA GALLINA CIEGA




La campaña contra la gallina ciega pretende reducir el número de gallinas ciegas que hay en el suelo para tener mejores cosechas.

¿Cómo combatir a la gallina ciega?
 La forma más fácil de combatir a la gallina ciega es capturando y matando a los ronrones de mayo. Un ronrón hembra pone 100 huevos en el suelo, de cada huevo nace una gallina ciega. Al capturar y matar a un ronrón hembra evitamos que nazcan 100 gallinas ciegas.


¿Quiénes participan en la captura de ronrones?
Todas las personas de la comunidad deben participar en el captura de los ronrones de mayo para atrapar la mayor cantidad.

¿Por qué debes participar en la captura de ronrones?
 Es muy importante que todos los miembros de la comunidad participen en la captura de ronrones por que solo así se garantiza un buen resultado.

Capacitaciones
 Se darán capacitaciones a todos los miembros de la comunidad que lo pidan para aprender como hacer trampas, donde hacerlas y cuando hacerlas, para capturar a los ronrones de mayo.



¡Matemos a los ronrones para cosechar a montones!



INFORMACION:
 Pida más información a COCODES y alcaldes auxiliares de su comunidad.

Figura 16 Afiche informativo para el proyecto de sistema de alarma contra la gallina ciega.

5.3.4 Evaluación

Se logró desarrollar la actualización del sistema de alarma de la gallina ciega al igual que los medios escritos utilizados para la divulgación de información. Este proyecto esta dirigido al Caserío Chamaque, el cual se utilizará como una comunidad modelo, por falta de interés de los líderes de la comunidad, la presentación y entrega del documento fue cancelada. No obstante fue entregada una copia impresa y digital del documento a la Oficina Municipal de Planificación -OMP- para que fuese tomado en cuenta para su desarrollo.