

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA

✓ UTILIZACION DE INFUSIONES Y EXTRACTOS ACUOSOS VEGETALES EN EL  
COMBATE DEL GUSANO COGOLLERO DEL MAIZ//Spodoptera frugiperda,  
(J.E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN SAN LUIS POTOSI

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALISTA EN PROTECCION VEGETAL

PRESENTA

CARLOS VILLAR MORALES

CHAPINGO, MEX.  
1 9 8 8

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL M.C. JOSE LUIS AYALA ORDUÑO. FUE REVISADA Y APROBADA POR EL JURADO CALIFICADOR Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE: MAESTRO EN CIENCIAS, ESPECIALISTA EN PROTECCION VEGETAL.

JURADO CALIFICADOR

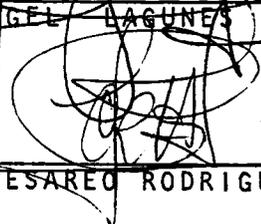
PRESIDENTE:

  
M.C. JOSE LUIS AYALA ORDUÑO

SECRETARIO:

  
DR. ANGEL LAGUNES TEJEDA

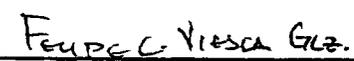
V O C A L :

  
M.C. CESAREO RODRIGUEZ HERNANDEZ

SUPLENTE:

  
M.C. S. GERARDO LEYVA MIR

SUPLENTE:

  
MC. FELIPE C. VIESCA GONZALEZ

20416

CHAPINGO, MEXICO.  
MAYO, 1988

## D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES:

JACINTO Y TERESA,

Que con su ejemplo y ayuda, he  
podido alcanzar otra meta en  
mi vida.

A MI ESPOSA:

MINERVA

Que siempre conté con su  
amor y comprensión.

A MIS HERMANOS:

JACINTO EDUARDO, ALEJANDRO,  
MIGUEL ANGEL, JORGE ARMANDO  
Y MARGARITA CONCEPCION.

Quienes siempre me dieron  
su apoyo.

## A G R A D E C I M I E N T O S

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI, SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA Y CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, POR EL FINANCIAMIENTO OTORGADO DURANTE MI ESTANCIA EN LA UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO.

A LA ESCUELA DE AGRONOMIA DE LA UASLP, POR PROPONERME COMO CANDIDATO A LA BECA EN EL PROGRAMA DE FORMACION DE PROFESORES.

A LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, POR LA BECA-TIEMPO QUE ME OTORGO.

A LA DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL, EN ESPECIAL AL DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLOGICO, POR EL APOYO BRINDADO CON BIO-MATERIAL DE GUSANO COGOLLERO PARA COMPLEMENTAR ESTE TRABAJO.

AL M.C. JOSE LUIS AYALA ORDUÑO, POR SU ACERTADA DIRECCION Y ORIENTACION DE ESTE TRABAJO.

AL DR. ANGEL LAGUNES TEJEDA, POR SU VALIOSA CONTRIBUCION A LA PRESENTE.

AL M.C. CESAREO RODRIGUEZ HERNANDEZ, POR LAS APORTACIONES DADAS PARA LA ELABORACION DE ESTA TESIS.

AL M.C.S. GERARDO LEYVA MIR Y M.C. FELIPE VIESCA GONZALEZ, POR SU COLABORACION EN LA REVISION DE ESTE TRABAJO.

AL SR. JOSE GARCIA DEL CENTRO DE BOTANICA DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS, POR LA AYUDA BRINDADA EN LA IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES VEGETALES UTILIZADAS EN ESTA INVESTIGACION.

A LA SRA. MARIA ELENA AGUILERA BADILLO, POR SU LABOR MECANO-  
GRAFICA.

A TODAS LAS PERSONAS QUE DE ALGUNA FORMA ME BRINDARON SU CO-  
LABORACION EN LA PRESENTE INVESTIGACION.

# C O N T E N I D O

	Pág.
INDICE DE CUADROS . . . . .	iii
INDICE DE FIGURAS . . . . .	vi
R E S U M E N . . . . .	vii
1. INTRODUCCION . . . . .	1
1.1 Importancia del maíz en el mundo . . . . .	1
1.2 Importancia del maíz en México . . . . .	2
1.3 Objetivos . . . . .	5
2. REVISION DE LITERATURA . . . . .	7
2.1 Principales plagas del maíz . . . . .	7
2.2 El gusano cogollero . . . . .	7
2.2.1 Origen y distribución geográfica . . . . .	7
2.2.2 Importancia económica . . . . .	9
2.2.3 Plantas hospederas . . . . .	10
2.2.4 Posición taxonómica . . . . .	11
2.2.5 Descripción morfológica . . . . .	11
2.2.6 Biología y hábitos . . . . .	13
2.2.7 Daños . . . . .	15
2.2.7.1 En el cogollo . . . . .	15
2.2.7.2 A la espiga . . . . .	17
2.2.7.3 Al elote . . . . .	17
2.2.7.4 En la base del tallo . . . . .	18
2.2.8 Umbral económico y nivel del daño eco- nómico . . . . .	18
2.2.9 Medidas de control . . . . .	20
2.2.9.1 Control cultural . . . . .	21
2.2.9.2 Control biológico . . . . .	21
2.2.9.3 Feromonas sexuales . . . . .	25
2.2.9.4 Control físico . . . . .	25
2.2.9.5 Esterilizantes . . . . .	26
2.2.9.6 Resistencia varietal . . . . .	27
2.2.9.7 Control químico . . . . .	28

	Pág.
2.3 Plantas con propiedades tóxicas . . . . .	29
2.3.1 Plantas tóxicas al gusano cogollero . . . . .	37
2.4 Plantas con propiedades antialimentarias . . . . .	49
3. MATERIALES Y METODOS . . . . .	51
3.1 Ubicación del área de trabajo . . . . .	51
3.2 Labores culturales . . . . .	52
3.3 Descripción botánica de las plantas utiliza- das . . . . .	53
3.3.1 <u>Hippocratea celastroides</u> HBK . . . . .	53
3.3.2 <u>Trichilia americana</u> (Sessé y Mociño) . . . . .	53
3.3.3 <u>Trichilia havanensis</u> Jacq. . . . .	55
3.3.4 <u>Ricinus communis</u> (L.) . . . . .	58
3.4 Preparación de los extractos acuosos vegeta- les . . . . .	58
3.5 Tratamientos . . . . .	61
3.6 Diseño experimental . . . . .	61
3.7 Parámetros evaluados . . . . .	64
3.7.1 Nivel de daño . . . . .	64
3.7.2 Porcentaje de infestación . . . . .	64
3.7.3 Altura de la planta . . . . .	66
3.7.4 Rendimiento en grano . . . . .	66
3.8 Análisis estadístico . . . . .	66
4. RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	69
4.1 Nivel de daño . . . . .	69
4.2 Porcentaje de infestación . . . . .	72
4.3 Altura de la planta . . . . .	73
4.4 Rendimiento en grano . . . . .	77
5. CONCLUSIONES . . . . .	82
6. SUGERENCIAS . . . . .	84
7. LITERATURA CITADA . . . . .	86

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		Pág.
1	Superficie sembrada, cosechada, producción y rendimiento en ton/ha del maíz en el Estado de San Luis Potosí de 1980 a 1986 . . . . .	4
2	Principales insectos que atacan al maíz en sus diversas estructuras vegetativas en México . . . . .	8
3	Lista de enemigos naturales más comunes registrados para el gusano cogollero <u>S. frugiperda</u> (J.E. Smith) . . . . .	24
4	Plantas prometedoras para el control del gusano cogollero del maíz (Lagunes <u>et al.</u> , 1984) . . . . .	38
5	Plantas con propiedades tóxicas para el gusano cogollero del maíz <u>Spodoptera frugiperda</u> (J.E. Smith), en el Estado de San Luis Potosí, 1987 . . . . .	43
6	Estructuración de los tratamientos de acuerdo a la especie de la planta y número de aplicaciones por semana, para la evaluación de soluciones vegetales contra el gusano cogollero en San Luis Potosí, 1987 . . . . .	62
7	Escala de valores de daño, usada para la determinación del grado de ataque de <u>Spodoptera frugiperda</u> (J.E. Smith) en el cultivo de maíz, San Luis Potosí (1987) . . . . .	65

CUADRO		Pág.
8	Rangos del nivel de daño producido por el gusano cogollero por parcela, después de cuatro aplicaciones de soluciones acuosas vegetales. San Luis Potosí, 1987 . . . . .	70
9	Prueba de comparaciones múltiples de los niveles de daño, después de cuatro aplicaciones de las soluciones acuosas vegetales, contra el gusano cogollero del maíz. San Luis Potosí, 1987 . . . . .	71
10	Rangos del porcentaje de infestación de gusano cogollero por parcela, después de ocho aplicaciones de los extractos acuosos vegetales. San Luis Potosí, 1987 . . . . .	74
11	Prueba de comparaciones múltiples de los porcentajes de infestación, después de ocho aplicaciones de los extractos acuosos. San Luis Potosí, 1987 . . . . .	75
12	Promedio de la altura de la planta, registrado en cada parcela después de ocho aplicaciones de los extractos acuosos vegetales. San Luis Potosí, 1987 . . . . .	76
13	Análisis de varianza para la altura de la planta, después de ocho aplicaciones de los extractos acuosos vegetales. San Luis Potosí, 1987 . . . . .	78

CUADRO

Pág.

14	Rendimiento en grano, en ton/ha por parcela después de las aplicaciones de extractos acuosos vegetales. San Luis Potosí, 1987 . .	79
15	Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a la variable rendimiento de grano, tomada después de las aplicaciones de los extractos acuosos vegetales, sobre el gusano cogollero del maíz. San Luis Potosí, 1987 . . . . .	80

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Cancerina. <u>Hippocratea celastroides</u> HBK . . .	54
2	Caobillo. <u>Trichilia americana</u> (Sessé y Moci- ño) . . . . .	56
3	Xopiltetl. <u>Trichilia havanensis</u> Jacq. . . . .	57
4	Higuerilla. <u>Ricinus communis</u> (L.) . . . . .	59
5	Distribución de parcelas y tratamientos en campo, en bloques al azar. San Luis Potosí. 1987 . . . . .	63

## R E S U M E N

En México el maíz (Zea mays) tiene gran importancia, ya que es la base de la dieta en la alimentación del pueblo. Se siembran alrededor de 20 millones de hectáreas y de éstas el 80% se cultiva en áreas de temporal, con rendimiento promedio de 1800 kg/ha. Esta baja producción se debe a la ausencia y mala distribución de la lluvia durante el ciclo vegetativo, carencia e inoportunidad de crédito agrícola, ausencia de tecnología apropiada, enfermedades, maleza y el ataque de diversos insectos plagas. Dentro de estos últimos, el gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), se considera la plaga más importante, pues se pueden presentar pérdidas hasta del 90% de la producción. El método de combate más común para este insecto es a base de insecticidas, lo cual aumenta significativamente el costo del cultivo y trae como consecuencia otra serie de problemas; como alternativa a lo anteriormente expuesto, se propone la utilización de extractos acuosos vegetales, con el fin de disminuir la población de este insecto y con ello tratar de incrementar el rendimiento promedio regional.

El diseño experimental que se usó fue el de bloques al azar con 18 tratamientos y cuatro repeticiones. Las plantas utilizadas en esta investigación fueron: Hippocratea spp Trichilia havanensis y Ricinus communis. Estas se prepara-

ron en extractos e infusiones al 10% (100 g de planta por litro de agua) 24 horas antes de su aplicación, y al programarse dos y tres aplicaciones por semana, se estructuraron los 18 tratamientos, incluyendo dos testigos, ambos con agua jabonosa al 1.0%.

Después de 47 días de la siembra, se iniciaron las aplicaciones de las soluciones vegetales por un período de 19 días. Los principales parámetros evaluados fueron: porcentaje de infestación, nivel de daño, altura de la planta y rendimiento por hectárea en grano. Para el porcentaje de infestación se realizaron dos lecturas, en el segundo registro después de ocho aplicaciones, se determinaron diferencias significativas, lo que demostró que los tratamientos más dañados fueron los testigos, lo cual indica que las sustancias vegetales influyeron de una manera importante en la reducción de la infestación por gusano cogollero.

Se registraron tres lecturas para el nivel de daño con las que se realizó el análisis estadístico no paramétrico. Las diferencias entre los tratamientos se observaron después de cuatro aplicaciones, o sea 56 días después de la siembra. Las soluciones vegetales más eficientes fueron las preparadas con Trichilia havenensis y Trichilia americana ambas en dos aplicaciones por semana.

El análisis estadístico para altura de la planta nos indica que no hay diferencia significativa entre tratamientos, después de ocho aplicaciones de las soluciones acuosas vegetales.

El mayor rendimiento en grano/ha se estimó para las unidades experimentales donde se aplicó Trichilia havanensis (infusión) con tres aplicaciones por semana, que fue estadísticamente igual a Trichilia americana (extracto) con dos aplicaciones por semana, y Ricinus communis (extracto) con tres aplicaciones por semana, respectivamente, cuyos rendimientos fueron de 2.54, 2.49 y 2.37 ton/ha, respectivamente. Los tratamientos con más bajos rendimientos fueron los testigos, con dos y tres aplicaciones de agua por semana, con 1.32 y 0.95 ton/ha.

En forma general, se concluye que tres aplicaciones por semana con Trichilia havanensis (infusión), por un período de 19 días, resultaron más efectivas que las aplicaciones con otras especies vegetales empleadas. Su uso es factible por campesinos de escasos recursos económicos, que no realizan ningún tipo de combate para el gusano cogollero en maíz y con ello sería factible incrementar el rendimiento por unidad de superficie.

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Importancia del maíz en el mundo

El maíz ocupa el tercer lugar en área cultivada en el mundo, como lo indica la FAO al señalar que el 18% de la superficie cultivada es de maíz. Poco más de 70 países siembran anualmente superficies que superan las 100,000 hectáreas, cada uno (Anónimo, 1981c). En 1981, la producción mundial de maíz constituyó un 27% del rendimiento agrícola total. Por otro lado, esta gramínea alcanza la mayor producción unitaria de grano, con un rendimiento de 3370 kg/ha como promedio mundial (Anónimo, 1982). Se considera que el maíz es el cultivo de mayor distribución, ya que puede desarollarse en una gran diversidad de condiciones climáticas, tipos de suelo, etc. (Anónimo, 1981c). México ocupa el sexto lugar entre los principales países productores del maíz en el mundo, con una producción aproximada de 10 millones de toneladas de grano (Anónimo, 1981b).

El maíz se cultivó por primera vez en el Continente Americano, y se afirma que se encuentra en México desde antes del año 5,000 A.C. (Ortíz, 1982).

## 1.2. Importancia del maíz en México

En México, una quinta parte de los 196 millones de hectáreas que constituyen el territorio nacional, se aprovecha para la producción agrícola (Pasos, 1986); en este contexto el maíz ocupa aproximadamente el 51% de dicha superficie (Anónimo, 1981a). Por otra parte, de los 19.9 millones de hectáreas que se siembran de maíz en México, el 80% son cultivadas en áreas de temporal, con un rendimiento muy bajo, que fluctúa alrededor de 1800 kg/ha; esto indica que la producción agrícola nacional se obtiene principalmente en zonas temporaleras (Gastelum, 1984; Pasos, 1986). De esta manera se puede decir que prácticamente no hay lugar en este país donde no se siembre el maíz (Leos, 1981).

Este cultivo básico, tiene gran importancia porque aporta gran cantidad de proteína a la dieta del mexicano, principalmente en el campo (Rodríguez, 1982), y además el consumo anual per cápita del maíz, es de 168 kg (Anónimo, 1981a). Aparte de su valor como alimento para el hombre, el maíz se considera una importante planta forrajera, ya que se transforma en diversos productos y subproductos alimenticios para los animales domésticos.

Entre los factores que causan una disminución en el rendimiento de este cultivo se encuentran, la ausencia y mala distribución de las lluvias durante su ciclo vegetativo, ca

rencia e inoportunidad de crédito agrícola, ausencia de tecnología apropiada, enfermedades, maleza y el ataque de insectos plaga que bajo condiciones favorables para su desarrollo, alcanzan niveles poblacionales difíciles de controlar.

En el estado de San Luis Potosí (altiplano y zona media), el cultivo de maíz es de gran importancia, ya que se siembran grandes superficies. En el Cuadro 1, se aprecian las estadísticas de 1980 a 1986 del cultivo mencionado.

La superficie sembrada en San Luis Potosí en 1980, fue de 77,477 ha, ésta se incrementó a 201,655.25 ha para 1981. Este último registro aún no se ha podido igualar, puesto que en 1986 apenas se sembraron 164,950.25 ha. En superficie cosechada las estadísticas han fluctuado de 32,956 ha en 1980 a 127,304 ha en 1985, siendo de 46,497 ha para 1986. En producción, el récord es de 147,347 ton alcanzado en 1985. El rendimiento ha sufrido altibajos, de tal manera que estos últimos siete años, el mayor rendimiento se indica para 1986, con 1.82 ton/ha.

Las pérdidas de campo por parásitos del maíz en México, oscilan entre 20 y 30% de la producción, lo que representa de dos a tres millones de toneladas de grano (Sifuentes, 1978); sin embargo, el maíz es atacado por cerca de 40 especies de astrópodos que potencialmente podrían reducir las

CUADRO 1. Superficie sembrada, cosechada, producción y rendimiento en ton/ha del maíz en el Estado de San Luis Potosí de 1980 a 1986

Año	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
1980	77,477	32,956	53,751	1.63
1981	201,655	107,627	117,534	1.09
1982	132,528	36,677	56,672	1.54
1983	198,369	107,354	124,289	1.15
1984	182,402	89,186	109,726	1.23
1985	195,078	127,304	147,347	1.15
1986	164,950	46,497	84,718	1.82

FUENTE: Delegación Estatal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1987).

cosechas hasta en un 90% (Ríos y Esquiliano, 1978).

Entre los insectos que atacan el maíz se considera al gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) como la plaga más importante, por los graves daños que ocasiona en áreas tropicales y subtropicales de nuestro país (Villanueva, 1961).

El control de este insecto se realiza principalmente con insecticidas, pero en general, los campesinos dedicados a este cultivo, no hacen uso de las recomendaciones técnicas debido a varios factores, entre ellos: carecen de información, lejanía de casas expendedoras de insecticidas, carencia de recursos económicos, y lo más importante, la no redituabilidad en la aplicación de insecticidas, debido en gran parte a los bajos rendimientos obtenidos en áreas de subsistencia (Lagunes, 1984). Por lo anterior, se propone el uso y manejo de sustancias acuosas vegetales con propiedades insecticidas, método que sería de fácil adquisición para el agricultor de escasos recursos, y además está acorde con su realidad y situación actual. En base a lo anterior, se plantean en esta investigación los siguientes objetivos.

### 1.3. Objetivos

Los objetivos de la presente investigación fueron:

- a) Evaluar los efectos detrimentales en el ciclo biológico del gusano cogollero, de soluciones acuosas de Hippocratea sp. (Hippocrateaceae), Ricinus communis (Euphorbiaceae), Trichilia americana (Meliaceae) y Trichilia havanensis (Meliaceae), para disminuir el daño producido por el gusano cogollero.
  
- b) Generar una recomendación práctica para las zonas maiceras de agricultura tradicional, donde existen estas plantas y el problema del gusano cogollero.
  
- c) Explotar el agroecosistema para satisfacer necesidades del campesino, evitando la contaminación y riesgos que el mal uso de los insecticidas puede producir.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Principales plagas del maíz

Existen alrededor de 40 especies de antrópodos que atacan al maíz en sus diferentes etapas fenológicas, desde la siembra hasta su almacenamiento (Ríos y Equiliano, 1978); estas especies llegan a causar pérdidas entre el 20 y 30% de su rendimiento total. En el Cuadro 2 se pueden observar los principales insectos que atacan a esta gramínea en sus diferentes estructuras vegetativas.

El sistema radicular es atacado por gallina ciega, gusano de alambre, diabróticas, así como el gusano trozador. El tallo por barrenador del tallo, el cogollo por tres insectos como son los picudos, pulgón y gusano cogollero; en lo que respecta a follaje, flores y frutos, éstos son atacados por gusano soldado, elotero, frailecillo, trips y chicharritas. La principal plaga en el campo es el gusano cogollero, cuyos daños pueden ser desde insignificantes hasta la pérdida total del cultivo.

### 2.2. El gusano cogollero

#### 2.2.1. Origen y distribución geográfica

CUADRO 2. Principales insectos que atacan el maíz en sus diversas estructuras vegetativas en México

Area de ataque	Nombre común	Nombre científico (Orden y familia)
Sistema radicular	Gallina ciega	<u>Phyllophaga</u> spp. (Col: Scarabaeidae)
	Gusano de alambre	<u>Agriotes</u> spp. (Col: Elateridae)
	Diabroticas	<u>Diabrotica virgifera</u> (Col: Chrysomelidae) <u>D. balteata</u> LeConte (Col: Chrysomelidae) <u>D. undecimpunctata</u> (Col: Chrysomelidae)
	Gusano trozador	<u>Agrotis</u> spp. (Lep: Noctuidae)
Tallo	Barrenador del tallo	<u>Diatraea saccharalis</u> (Lep: Pyralidae) <u>Zediatraea lineolata</u> (Lep: Pyralidae)
Cogollo	Picudos	<u>Nicentrites testaceipes</u> (Col: Curculionidae) <u>Geraeus senilis</u> (Col: Curculionidae)
	Pulgón del cogollo	<u>Rhopalosiphum maidis</u> (Hom: Aphididae)
	Gusano cogollero	<u>Spodoptera frugiperda</u> (Lep: Noctuidae)
Follaje, Flores y Frutos	Gusano soldado	<u>Mythimna unipuncta</u> (Lep: Noctuidae)
	Frailecillo	<u>Macroductylus</u> spp. (Col: Scarabaeidae)
	Trips	<u>Frankliniella</u> spp. (Thys: Thripidae)
	Gusano elotero	<u>Heliothis zea</u> (Lep: Noctuidae)
	Chicharritas	<u>Dalbulus maidis</u> y <u>D. elimatus</u> (Hom: Cicadellidae)

FUENTES: Huerta (1979), Anónimo (1980) y Rodríguez (1982).

El gusano cogollero S. frugiperda tiene su origen en los trópicos del Continente Americano (Metcalf y Flint, 1965), y se distribuye geográficamente en casi todas las áreas agrícolas del mundo. Como lo mencionan varios autores, se presenta en Africa, las Antillas y Hawaii, entre otros lugares (Osorio, 1949; Anónimo, 1956; Carrillo, 1984). Por otra parte, Osorio (1949) señala que se conoce la existencia del gusano cogollero en México desde 1888 en Coatepec y Jalapa en Veracruz y en Teapa, Tabasco. Actualmente se considera plaga de primer orden en los estado de Sonora, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Michoacán y Yucatán (Morán y Sifuentes, 1970). Además, se ha localizado en Baja California Norte, Jalisco, Estado de México, Tamaulipas, Tabasco, Nayarit, Yucatán, Quintana Roo, Guerrero y Veracruz (Ibarra 1971). La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos indica que la distribución de esta plaga abarca la totalidad de la República Mexicana (Anónimo, 1980).

#### 2.2.2. Importancia económica

El gusano cogollero es la principal plaga del maíz en México, ya que las áreas fuertemente infestadas pueden llegar al 40% de la superficie total cultivada (Romero, 1980). Este insecto puede ocasionar pérdidas del 50 al 70% de la producción en el campo, y causa la muerte a un porcentaje similar de plantas (Alvarado, 1976). Otras referencias indican que este insecto causa daños severos en maíz y puede

destruir completamente las plantas, o por lo menos hacer antieconómico su cultivo. Estos daños oscilan entre el 10 y 90% (Osorio, 1949; Sifuentes, 1974; Núñez, 1980).

### 2.2.3. Plantas hospederas

El gusano cogollero además de ser considerado como la principal plaga de maíz, se caracteriza por sus hábitos polívoros (Sparks, 1979), pues daña a más de 60 cultivos, entre los que destacan diversas gramíneas y especialmente el sorgo y arroz (Anónimo, 1979; Carrillo, 1984). Entre otras familias afectadas, se encuentran: Leguminosae como el cacahuete, alfalfa, frijol y soya; Solanaceae como la papa, jitomate, tabaco y chile; Compositae como el cártamo; Quenopodiaceae como la espinaca. También ataca a la cebolla de la familia Liliaceae, fresa de la familia Rosaceae y vid perteneciente a la familia Vitaceae.

También se han mencionado daños por este insecto en camote, nabo y ajonjolí pertenecientes a las familias Convolvulaceae, Cruciferae y Pedaliaceae, respectivamente (Vázquez, 1975; Anónimo, 1976 a y b; Borbolla, 1981).

#### 2.2.4. Posición taxonómica

El estudio taxonómico de los insectos es importante, debido a que cada especie posee características biológicas y de comportamiento definidos, lo cual se debe tomar en cuenta para realizar un adecuado método de control (Legorreta, 1978). La posición taxonómica del gusano cogollero, de acuerdo con Borrór et al. (1981) es la siguiente:

Phyllum	Arthropoda
Subphyllum	Uniramia
Clase	Hexapoda
Subclase	Pterygota
División	Endopterygota
Orden	Lepidoptera
Suborden	Ditrysia
Superfamilia	Noctuoidea
Familia	Noctuidae
Subfamilia	Amphypyrinae
Género	<u>Spodoptera</u>
Especie	<u>S. frugiperda</u>

#### 2.2.5. Descripción morfológica

Una de las descripciones más conocidas del gusano cogollero, es la que señaló Luginbill en 1928, de la siguiente manera: El huevecillo es oblongo, esferoidal, cir-

cular en sección transversal, el color varía de verde hasta café obscuro y se torna negruzco poco antes de la eclosión. La larva del sexto instar es de cuerpo cilíndrico café grisáceo en área dorsal y verde en la ventral, con líneas dorsales y subdorsales blancas visibles. La cabeza es redondeada ligeramente bilobulada de 2.78 mm de ancho con suturas adfrontales visibles y antenas de cuatro segmentos; el primero cónico, largo y blanquecino, el segundo cilíndrico el tercero dos veces más grande que el segundo y el cuarto es cilíndrico muy pequeño y ámbar. Las mandíbulas oscuras con dos de los dientes afilados y los otros sin punta. La placa cervical café oscura. La pulpa es color café rojizo, con palpos labiales aproximadamente un cuarto de la longitud de los maxilares. Espiráculos elipsoidales con áreas exteriores ligeramente elevadas. Abertura anal de la pupa hembra situada aparentemente en el 8o segmento abdominal. Los márgenes cefálico ventrales del 9o y 10o segmentos están fuertemente curvados más allá de la abertura genital. En el macho, dicha abertura se localiza en el 9o segmento abdominal y tiene una elevación poco pronunciada. El adulto macho tiene la cabeza y el tórax de color ocre, palpos maxilares con manchas negruzcas en el segundo segmento. Frente con manchas oscuras, vértex obscuro. Coxa y fémur "bañados" de color blanco. Penacho o cresta anal amarilla ocre. Alas anteriores ocre blanquecinas, con zonas oscuras y café rojizas. El área costal más pálida, con una pequeña mancha blanquecina. Alas posteriores semihialinas.

La hembra tiene las alas anteriores mucho más oscuras que el macho. El área costal y las venas son de color gris y carecen de la mancha blanquecina.

#### 2.2.6. Biología y hábitos

El adulto es una palomilla de hábitos nocturnos que durante el día permanece escondida en las grietas del suelo, bajo el follaje y hojarasca haciendo difícil su localización, debido a que se confunde con el suelo por su color (Huerta, 1979; Anónimo, 1980). El adulto requiere aproximadamente de dos días después de su emergencia para adquirir madurez fisiológica y poder realizar la cópula, que generalmente ocurre durante la noche (Equilus, 1970). Posteriormente, a los tres días después del apareamiento, se inicia la oviposición; primero oviposita tres días consecutivos en grupos pequeños de 10 a 20 huevecillos, después descansa un día y vuelve a ovipositar grupos más grandes que los anteriores, que pueden tener de 50 a 100 huevecillos. El adulto tiene una duración de 15 días, período en el cual presenta aproximadamente tres descansos oviposicionales (Morán y Sifuentes, 1970).

El período de incubación de los huevecillos fluctúa según las condiciones climáticas que prevalezcan, como lo señala Peña (1980), quien indica que en climas cálidos y fríos, el período varía de cuatro a 10 días, respectivamen-

te. Por su parte, Amaya (1977) menciona un período de tres a cinco días.

Las larvas recién emergidas se alimentan unidas en una misma área, para dispersarse después en las plantas vecinas y penetrar al cogollo (Báez et al. 1980; Charles et al. 1980; Banda, 1981). Generalmente se encuentra una larva por cogollo, debido a que esta especie tiene hábitos caníbales. Pasa por seis estadíos larvales en un período de tres a cuatro semanas; el número de ínstaes, así como la duración de éstos están influenciados por las condiciones ambientales (Nieto y Llanderal, 1982).

Cuando la larva está completamente desarrollada baja al suelo para pupar, formando una celdilla de suelo que puede ser recta o inclinada; se coloca con la cabeza hacia la superficie del suelo, a una profundidad de 25 a 35 mm. Después de 10 a 22 días, según las condiciones ambientales, emergen los adultos, para iniciarse una nueva generación (Vázquez, 1975).

En México no se presentan generaciones cíclicas definidas, puesto que en cualquier época del año se pueden encontrar larvas, pupas y adultos (Morán y Sifuentes, 1970; Anónimo, 1979). Esta característica hace que el número de generaciones sea muy variada dependiendo de las condiciones ecológicas y abundancia de alimento. Peña (1980) indica

que pueden existir de ocho a diez generaciones anuales en climas templados o fríos. En cuanto al ciclo biológico, Morán y Sifuentes (1970) afirman que ésta se completa en 32 días, mientras que Deperto (1964) afirma que se cumple en 38 a 39 días. Banda (1981) indica que una generación de S. frugiperda dura un promedio de 38.5 días; Nieto y Llanderal (1982) mencionan que en Chapingo, México, el ciclo biológico en condiciones de laboratorio a 23-27°C y 65-67% de humedad relativa, tiene una duración promedio de 44 días sin contar los períodos de preoviposición, que son de 3.4 a 5.3 días.

#### 2.2.7. Daños

Los daños ocasionados por el gusano cogollero al maíz, se presentan en el meristemo apical, comúnmente llamado cogollo; aunque también se alimenta de la base de los tallos tiernos, espiga, follaje y elotes de maíz, cuando las poblaciones son altas (Osorio, 1949; Metcalf y Flint 1965; Vázquez, 1975).

##### 2.2.7.1. En el cogollo

Las larvas en sus primeros instares, se alimentan esqueletizando las hojas jóvenes de la planta, posteriormente hacen perforaciones y se introducen al cogollo

llo. Las plantas pequeñas pueden llegar a morir y las más desarrolladas crecen anormalmente (Dew, 1913; Vickery, 1929; App, 1941; Bissel, 1944).

Las larvas recién emergidas, poseen hábitos gregarios y se alimentan de las hojas en un sólo lugar, para después dispersarse y cumplir su estado larval en el cogollo, el daño se puede observar cuando las hojas abren y muestran desgarramientos, agujeros irregulares y excremento en forma de aserrín (Wiseman et al., 1966). Por consiguiente, se produce la destrucción por completo de la yema terminal, y la planta detiene su crecimiento (Gordon y Dowell, 1983).

Banda (1981) menciona que las plantas de maíz criollo de 40 a 60 cm de altura, 29 días después de la siembra, son las más afectadas por esta plaga; también señala que la distribución de las plantas dañadas es al azar sin embargo, Coronado (1972) y Villanueva (1974) mencionan que cuando la planta ha sobrepasado los 40-50 cm de altura, ésta escapa al ataque del insecto.

Vázquez (1975) consigna que al infestar manualmente en campo, se observó mayor susceptibilidad al daño del gusano cogollero durante las primeras dos semanas de desarrollo del maíz.

Garza (1980) concluyó en un estudio, que al provocar defoliaciones de 10, 20, 30 y 40%, la diferencia del testigo con relación al 40% de defoliación fue de 291 kg, que representó el 21.3% del rendimiento.

#### 2.2.7.2. A la espiga

Este tipo de ataque ocurre cuando la espiga aún se encuentra envuelta por las últimas hojas, poco antes de que comienza a emerger. La larva se alimenta de las inflorescencias masculinas, lo que ocasiona una baja producción de polen, consecuentemente una deficiente fecundación y una formación errática de granos (Osorio, 1949; Morrill y Greene, 1973).

#### 2.2.7.3. Al elote

El daño ocasionado por el gusano cogollero en el fruto es muy semejante al causado por el gusano elotero. El daño al elote ocurre cuando la larva ya no encuentra hojas tiernas dónde alimentarse y por lo tanto se introduce al fruto, donde se alimenta primeramente de los estigmas y posteriormente de los granos tiernos; este tipo de ataque hace a la planta de maíz vulnerable a enfermedades (Anónimo, 1976a).

Metcalf y Flint (1965) señalan que las larvas pueden atacar a los elotes en forma idéntica al gusano elotero, especialmente después de una primavera fresca y húmeda.

#### 2.2.7.4. En la base del tallo

Cuando la larva pasa por su último instar, próxima a pupar, baja al suelo y empieza a alimentarse de la base del tallo, corta por completo a las plantas pequeñas y en aquéllas completamente desarrolladas, ocasiona perforaciones en el tallo, con ésto provoca fuertes acames. Este tipo de daño es muy semejante al que causa el gusano cortador; Agrotis spp. (Osorio, 1949).

#### 2.2.8. Umbral económico y nivel del daño económico

Para el desarrollo racional de un programa de control de plagas, es esencial entender la relación entre niveles de infestación de la plaga y las pérdidas en el cultivo, por lo que es necesario determinar el umbral económico, que es la población máxima de una plaga, que puede tolerarse en un momento y lugar particulares, sin que represente pérdidas económicas en el cultivo. Por otra parte, el nivel de daño económico, es el nivel de infestación en el cual, el control cuesta exactamente igual a los beneficios esperados

al aplicarse dicha medida de control (Metcalf y Luckman, 1975).

Algunos autores indican que los daños causados por S. frugiperda, así como el momento de las aplicaciones de insecticidas, ocurren en las primeras etapas fenológicas del cultivo del maíz. Pacheco y Young (1975) mencionan que se debe efectuar una aplicación a los 12 días después de la siembra y dos más posteriormente, a intervalos de 10 días. Banda (1981) indica que si en una muestra de 50 plantas se encuentran tres dañadas, no se debe aplicar insecticida, pero si se encuentran 13 ó más plantas dañadas, es necesario efectuar el control. Rodríguez (1978) por su parte, menciona que se debe iniciar el combate cuando se encuentre una infestación del 20%, este parámetro permite proteger al cultivo durante su etapa más crítica, es decir, durante los primeros 30-40 días.

Los aspectos utilizados para determinar el umbral económico son principalmente los factores económicos, biológicos y ecológicos (Fernández, 1985).

Carlson (1973) menciona que el umbral económico para S. frugiperda es cuando se encuentren 10 cogollos infestados de cada 100 plantas con larvas vivas. Por otro lado, Coutiño (1976) menciona que es cuando se registran de 15 a 25% de ataque en plantas menores de 80 cm de altura.

Obviamente, las dos anteriores recomendaciones se refieren a diferentes regiones agrícolas.

Banda (1981) señala que en plantas de maíz de 60 cm de altura, a igual porcentaje de daño, las pérdidas ocasionadas por S. frugiperda se incrementan conforme al aumento del número de plantas/ha, como sigue:

Densidad ( pl/ha )	Porcentaje de plantas dañadas	
	Umbral económico	Nivel de daño económico
30,000	7.7	8.7
35,000	6.5	7.5
40,000	4.7	5.7
45,000	4.0	5.0

Este autor menciona que el nivel de daño económico es de 100 kg de maíz en grano/ha, para el año en que se realizó su estudio.

#### 2.2.9. Medidas de control

El control de insectos incluye cualquier cosa que haga difícil la vida de éstos, ya sea que los elimine o evite su incremento a niveles perjudiciales para el agricultor (Metcalf y Flint, 1965).

El combate de esta plaga requiere de una sistematización en sus diferentes métodos de control, que de alguna forma tienen como objetivo la disminución de las poblaciones de insectos hasta un nivel que no llegue a causar daños graves al maíz (Pedraza y Albarrán, 1986). A continuación se describen algunos de los diversos métodos de control que existen.

#### 2.2.9.1. Control cultural

Las labores culturales disminuyen en cierto grado la densidad de población del gusano cogollero y por ende el daño que causa. La fecha de siembra oportuna constituye una práctica importante, pues las siembras tardías llegan a coincidir con las fluctuaciones altas de gusano cogollero. Los barbechos y rastreos profundos exponen las pupas existentes en el suelo al sol y a diversos depredadores. También es útil la destrucción de plantas hospederas, realizada inmediatamente después de la cosecha, así como la rotación de cultivos (Metcalf y Flint, 1965; Anónimo, 1974; King y Saunders, 1984).

#### 2.2.9.3. Control biológico

Este tipo de control se lleva a cabo por un equilibrio natural del agro-ecosistema específico de la plaga, y también se puede inducir por el hombre, por me-

dio de la propagación y liberación de depredadores y parasitoides.

Curran (1926) menciona la existencia en México de una mosca de la familia Tachinidae, Archytas piliventris, cuyo adulto oviposita en las plantas donde se alimenta la larva de cogollero, la cual ingiere las hojas junto con los huevecillos del parasitoide, los que eclosionan dentro de la larva de S. frugiperda y destruyen su interior.

García y colaboradores (1986) consignan que los depredadores más importantes para el control del gusano cogollero en condiciones naturales son Hippodamia convergens e H. sinvata (Coleoptera: Coccinellidae), Orius tristicolor (Hemiptera: Anthocoridae). Otros enemigos naturales menos importantes son Cycloneda sanguinea y Olla abdominalis (Coleoptera: Coccinellidae).

Steinhaus (1963) indica que existe un 16.4% de control natural por diversos parásitos en larvas de S. frugiperda, de la siguiente manera: avispidas de la familia Torymidae 6.9%, otros dípteros no identificados 6.5% y moscas de la familia Tachinidae 3.0%. Por su parte, Espinoza (1986) indica que los parásitos Archytas marmoratus, Lespesia archippivora (Diptera: Tachinidae) y algunas especies de la familia Phoridae, así como también Rogas vaughani y R. laphygmae (Hymenoptera: Braconidae) presentaron un alto

grado de parasitismo sobre larvas de gusano cogollero.

En el Cuadro 3 se muestran 18 de los enemigos naturales más comunes para S. frugiperda, correspondientes a las familias Braconidae, Tachinidae, Melyridae, Lygaeidae Anthocoridae, Reduviidae y Trichogrammatidae, correspondientes a las órdenes Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera y Diptera, respectivamente.

El parasitismo natural en larvas de primer ínstar de S. frugiperda determinado en Quintana Roo, fue de 70.3%, mucho mayor que en larvas de segundo y tercer instares, que fue de 28.6 y 22.1%, respectivamente. En esta zona los cuatro parasitoides naturales más importantes son dos dípteros, Archytas sp. y Lespesia archippivora, y dos himenópteros, Chelonus sp. y Pristomerus spinator (Carrillo, 1980).

Por otro lado, De Bach (1975) mediante un pre-diagnóstico, determinó que la incidencia de patógenos sobre S. frugiperda fue de 15.6% correspondiendo 8.1% a bacterias, 6.5% a hongos y 1.0% a virus.

Sánchez y colaboradores (1986) indican que al realizar pruebas con Bacillus thuringiensis determinaron que cinco de las 19 cepas probadas fueron tóxicas al gusano cogollero: GM-1, GM-8, GM-9, GM-10 y GM-11. Por su parte,

CUADRO 3. Lista de enemigos naturales más comunes registrados para gusano cogollero, S. frugiperda (J.E. Smith)

Nombre Científico	Orden y Familia
<u>Apanteles marginiventris</u>	Hymenoptera: Braconidae
<u>Archytas marmoratus</u>	Diptera: Tachinidae
<u>Chelonus sonorensis</u>	Hymenoptera: Braconidae
<u>Ch. texanus</u>	Hymenoptera: Braconidae
<u>Collops femoratus</u>	Coleoptera: Melyridae
<u>C. vittatus</u>	Coleoptera: Melyridae
<u>Geocoris pallens</u>	Hemiptera: Lygaeidae
<u>G. punctipes</u>	Hemiptera: Lygaeidae
<u>Lespesia archippivora</u>	Hemiptera: Tachinidae
<u>Ophion</u> spp.	Hymenoptera: Braconidae
<u>Orius insidiosus</u>	Hemiptera: Anthocoridae
<u>O. tristicolor</u>	Hemiptera: Anthocoridae
<u>Rogas vaughani</u>	Hymenoptera: Braconidae
<u>R. laphygmae</u>	Hymenoptera: Braconidae
<u>Sinea confusa</u>	Hemiptera: Reduviidae
<u>Trichogramma</u> spp	Hymenoptera: Trichogrammatidae
<u>Voria ruralis</u>	Diptera: Tachinidae
<u>Zelus</u> spp.	Hemiptera: Reduviidae

FUENTE Davidson y Lyon (1979); Núñez 1980) y Espinoza (1986).

Landazabal (1971) señala que el nemátodo Neoplectana carpocapsae realiza funciones de parasitismo sobre el gusano cogollero. Asimismo Hamm y Young (1971) indican que el virus de la poliedrosis nuclear causa serios daños sobre larvas de cogollero.

#### 2.2.9.3. Feromonas sexuales

Las feromonas sexuales se han utilizado en la detección y estimulación de las poblaciones de insectos, que al ser atraídos, son atrapados por trampas con algún tipo de cebo. Karlson y Butenandt (1959), Equilus (1970), Flores y Zapata (1982), indican que la feromona sintética cis-9 dodecen -1- ol acetato, atrajo al 93% de machos adultos de S. frugiperda. Por su parte, Sekul y Sparks (1967) afirman que la misma feromona puede utilizarse para atracción de hembras de la misma especie.

Las trampas con feromonas capturan más palomillas de gusano cogollero, que las trampas a base de luz negra (Starrat y McLeod, 1982).

#### 2.2.9.4. Control físico

Este tipo de control incluye el uso de electricidad, ondas de sonido, rayos infrarrojos, rayos "X" o luz para matar insectos o atraerlos hacia una superficie

donde se pueden eliminar con mayor facilidad. Estas medidas involucran el uso de cambios de temperatura y la humedad para destruir insectos perjudiciales (Ayala, 1987).

Cruz (1972) asegura que las lámparas de luz negra son de utilidad para atraer adultos de varias especies de insectos, entre los que se encuentran S. frugiperda. Además, menciona que pueden servir de auxiliares para la programación del control químico, al determinar la fluctuación de poblaciones durante el ciclo del cultivo. Asimismo, Davidson y Lyon (1979) señalan que las condiciones climatológicas adversas reducen gran parte las poblaciones de gusano cogollero.

#### 2.2.9.5. Esterilizantes

La cantidad de irradiación de cobalto 60 necesaria para esterilizar al macho de S. frugiperda es de 36 Krad y para las hembras de 15 Krad. Las pruebas en campo y laboratorio muestran que la esterilización no afecta la habilidad de la hembra para atraer al macho y viceversa; tampoco afecta la capacidad de cópula; la esterilización de cualquiera de los sexos disminuye el número de ovipositoras (Wendell et al. 1972).

Perdomo (1970) menciona que el afolato redujo notablemente el potencial reproductivo de las pobla-

ciones de S. frugiperda sin afectar la longevidad y vigor copulativo de los adultos; también indica que esta reducción es más eficiente cuando se esterilizan machos.

#### 2.2.9.6. Resistencia varietal

La resistencia que presentan las plantas hacia los insectos plaga, según Munford (1931) y Vázquez (1975), puede considerarse como resultado de tres factores inherentes en éstas: a) agentes externos protectores o epifilaxis; b) condiciones internas o endofilaxis, y c) carencia de substancias indispensables para el desarrollo de los insectos.

Por otra parte, Painter (1968) menciona que la resistencia se puede deber a tres mecanismos: preferencia, antibiosis y tolerancia. Otros factores como las condiciones edáficas y climáticas también incluyen en la resistencia (Harvey, 1937; Dahms, 1947).

Algunas variedades de maíz tolerantes a Spodoptera frugiperda se han generado por diversos programas de investigación; por ejemplo, Vázquez (1975) y Torres (1976) mencionan las siguientes: Amarillo PD (2), Antigua 2D-160, Antigua 2D-160V, Quintana Roo 127 y 102, Tamaulipas 30, Chiapas 369, Blanco Cristalino, Jalisco 202 reventada,

compuesto KD2 50%, ED, H-412, O<sub>2</sub>RC3 (44-46) No. 75, Cuba X República Dominicana, mezcla Amarillo X Var. 181, Cogollero y Antigua X Var. 181.

Wiseman (1976) menciona que Antigua 2D-160 y Antigua 2D-160 X Selfed 87, fueron las más resistentes de 1,120 líneas probadas en estado de plántula.

#### 2.2.9.7. Control químico

La mayor parte de las investigaciones realizadas en gusano cogollero, están dirigidas al uso de insecticidas (Carrillo, 1984), en base a esto se ha determinado su utilización, de tal manera que este insecto no cause pérdidas económicas al cultivo, al relacionarlas con su fenología, así como con la biología y hábitos del insecto (Metcalf y Luckmann, 1975).

El número de aplicaciones de insecticidas contra gusano cogollero en México es generalmente de una a tres, aunque hay muchas regiones donde no se realiza ninguna aplicación. Algunos de los insecticidas que se han evaluado experimentalmente son: clorpirifós, metomil, fentoato, foxim, paratión metílico y triclorfón (Pacheco, 1970; Alvarado, 1976; Borbolla, 1981).

En investigaciones realizadas en la zo-

na media de San Luis Potosí, Mendoza (1988) sugiere hacer dos aplicaciones de insecticida, a los siete y 21 días de emergida la planta. Por otra parte, Barrón (1988) recomienda hacer tres aplicaciones de lorsban 480E + malatión 500 a los 10, 17 y 24 días de emergida la planta, siendo sufragada su aplicación.

La Dirección General de Sanidad Vegetal (SARH), autorizó para el control del gusano cogollero del maíz los insecticidas que a continuación se mencionan: carbaril, carbofurán, clorpirifós, diazinón, metalkamate, metomil, paratión metílico, tetraclorvinfós, toxafeno y triclorfón (Anónimo, 1984).

### 2.3. Plantas con propiedades tóxicas

En el transcurso de su evolución, las plantas han tenido una estrecha relación con los insectos, ésta se ha reflejado de diversas maneras en el equilibrio de los ecosistemas, de tal manera, que las plantas en sus procesos metabólicos y fisiológicos llegan a sintetizar sustancias bioactivas, que de alguna manera pueden causar alteraciones en los procesos biológicos de los insectos. Estas sustancias pueden tener características de repelencia, antialimentaria o acción insecticida, y en algunos casos pueden modificar los hábitos de comportamiento (Cremllyn, 1982).

Algunos productos naturales derivados de plantas se han utilizado a través del tiempo como insecticidas, en forma de polvo, cenizas o extractos; otros han servido como modelo de algunos insecticidas modernos, como es el caso de las flores del piretro Chrysanthemum cinerariifolium (Compositae), antecesor de las moléculas actuales de los piretroides.

Existen varias especies de plantas que contienen sustancias con propiedades insecticidas contra diversas plagas. Las más conocidas son el tabaco, el piretro, la rotenona, la rianina y la sabadilla (Lagunes et al., 1984).

Herrera et al. (1900) y Martínez (1959) señalan que el rizoma de chichicamole, sanacoche o amole negro, Microsechium helleri (Cucurbitaceae), contiene una gran cantidad de saponina y gracias a ella constituye un tóxico eficiente para la destrucción de gallina ciega, piojos en las bestias, pulgones y otras plagas agrícolas. En Toluca, Estado de México, se empleaban las raíces de esta planta, en soluciones acuosas para matar cochinillas de la humedad, caracoles y gallinas ciegas.

En la región de Ixtapan de la Sal, Estado de México, se acostumbra intercalar plantas secas de Artemisa ludovisiana (Compositae) entre los costales de maíz, para evitar el daño de gorgojos (Lagunes et al., 1984).

En la sierra de Zacapoaxtla, al norte del Estado de Puebla, se utiliza la semilla de Trichilia havanensis (Meliaceae) en forma de pasta para impregnar la semilla de maíz, tres días antes de la siembra, para repeler el ataque de algunos parásitos (Hernández et al., 1983).

Hall y colaboradores (1969) mencionan la toxicidad del macerado de Prunus caroliniata (Rosaceae) de donde aislaron el ácido hidroceánico, como principio activo que actúa sobre moscas, además mencionan que los principios activos se encuentran en mayor proporción en el pericarpio de la fruta, tallo y semillas. Reznice Imbs (1965) consignan la toxicidad de las flores pulverizadas de Filipendula hexapetala (Rosaceae), que produce gran mortalidad en las siguientes garrapatas: Ixodes redikorseua, Haemaphysalis punctata, Rhipicephalus rossicus y Dermacentor marginatus.

Un extracto de la hoja de Ginkgo biloba (Ginkgoaceae), inhibió el crecimiento del barrenador europeo Ostrinia nubilalis del maíz en un 98%, debido a los ácidos málico y oxálico. Este extracto también es tóxico a escarabajos japoneses (Kariyone et al., 1958, Major, 1967). De acuerdo con investigaciones realizadas en laboratorio en México, Pachecho (1983) indicó que el extracto acuoso de Hippocratea spp. (Hippocrateaceae) fue altamente tóxico a mosquito casero Culex quinquefasciatus. Mota (1984) a su vez, menciona

que la misma especie de planta causó un 100% de mortalidad en el primer instar de conchuela del frijol, Epilachna varivestis; además indica que Cestrum nocturnum (Solanaceae) causó un 60% de mortalidad sobre la misma especie de insecto.

Heal y colaboradores (1950) señalan que Pelargonium horiorum (Geraniaceae), Bromus caltharticos (Graminae), Trapa natans (Trapaceae) y Gardenia luttia (Rubiaceae), son tóxicas a Periplaneta americana. Los mismos autores mencionan que la corteza de Coprosma robusta (Rubiaceae), es tóxica para algunos coleópteros.

Jacobson (1975) y Greinge et al. (1985) mencionan que la especie Argemone mexicana (Papaveraceae), posee diversos efectos tóxicos sobre los insectos Sitophilus oryzae (Curculionidae), Spodoptera litura (Noctuidae) y termitas, entre otros.

Investigaciones realizadas por Rodríguez (1986) en México, indican que los macerados de Cestrum anagyris, C. roseum y C. thyrsoideum (Solanaceae), fueron tóxicos contra Culex quinquefasciatus (Culicidae). Este autor señala además, que los ingredientes activos están en cantidades similares en hoja y flor; asimismo, supone que un glucósido de saponina es el que tiene la actividad insecticida.

A la planta Azadirachta indica (Meliaceae) se le atribuyen diversos efectos tóxicos que son causados por sus principios activos: metatriol y azadiractina (Naraguan et al., 1980), además de comprobarse su actividad en diversos organismos, se ha utilizado contra Diabrotica undecimpunctata (Chrysomelidae), Cydia pomonella (Tortricidae), Locusta migratoria (Acrididae) y Schistocerca gregaria (Acrididae), entre otros. Esta planta provoca efectos antialimentarios, repelentes y actúa como veneno estomacal (Butterworth y Morgan, 1971; Jotwani y Srivastava, 1981; Webb et al. 1983). Esta especie se considera como una de las más promisorias con efecto insecticida (Greinge et al., 1985). La ventaja de Azadirachta indica radica en que al ser aplicada no afecta parásitos, depredadores ni polinizadores, es decir, que actúa selectivamente (Munakata, 1977).

Jacobson (1975) indica que las semillas de Hydriocarpus wightiana (Flacourtiaceae), se usan contra hormigas y escarabajos en cocotero. Por otra parte, Gupta y Thorsteinson (1960) afirman que las larvas de Plutella maculipennis (Plutellidae) no se alimentan de Exacus spp. (Gentianaceae), aunque esta planta sea tratada con un atrayente; también indican que la planta Rhammus crenatus (Rhamnaceae) tiene efecto antialimentario contra este insecto.

Yamaguchi y colaboradores (1950) aseguran que las hojas y tallos de Geranium eriostema (Geraniaceae) tienen sustan

cias que provocan alta toxicidad en larvas de Drosophila hydes (Drosophilidae). Indican además, que las raíces pulverizadas de Randia nilotica (Rubiaceae) causan gran mortalidad en larvas de Plutella maculipennis (Plutellidae). La fenilheptatrina (PHT) es un poliacetileno, que posee varias especies de la familia Compositae, que reduce el peso y la alimentación de insectos, cuando se incorpora a una dieta artificial a concentración de 10 a 300 ppm; por ejemplo, en larvas de Euxoa messoria (Noctuidae), los resultados sugieren un cierto efecto antialimentario (McLachlan et al., 1982).

Se ha observado que el poliacetileno posee actividad contra algunos insectos, por ejemplo es ovicida en la mosca de la fruta y mosca doméstica. Este compuesto se ha aislado también de Xanthium canadense (Compositae) (Kawasu et al., 1977; Nakajima y Kawasu, 1977).

En El Salvador, Jacobson (1958) afirma que la cáscara de la naranja se usa como cebo para hormigas cortadoras de hojas. Plank (1950) indica que la corteza, madera y raíces pulverizadas de Cianchona ledgeriana (Rubiaceae), fueron moderadamente tóxicas al gusano del melón.

Kato et al. (1972) menciona que los extractos de Clerodendron tricotinum (Verbenaceae), presentan repelencia para larvas de Agrotis segetum (Noctuidae) a concentraciones entre cinco y 10%, de acuerdo con el estado de desarrollo de

las hojas. Los extractos crudos de hojas maduras mostraron el 100% de actividad antialimentaria al 1.0% de concentración; los compuestos Clerodendrina A y B, aislados de las hojas, mostraron el 100% de actividad antialimentaria a concentraciones de 300 y 200 ppm, respectivamente.

La planta Haplophyton cimidum (Apocynaceae), se conoce como hierba de la cucaracha y se encuentra distribuída desde Arizona hasta Guatemala y Cuba. Recibe otros nombres comunes como: raíz de la cucaracha, atempatli que significa: (medicina contra pulgas), actipatle (significa matadora de pulgas). Es un matorral que florece de julio a septiembre. Esta planta es venenosa para animales pequeños, en animales superiores es tóxica por vía intravenosa e inofensiva por vía digestiva. Sirve para matar pulgas, piojos, moscas, mosquitos, cucarachas, insectos destructores de las frutas y algunas plagas agrícolas. El cocimiento se prepara con un litro de agua y 40 g de hierba seca y desmenuzada; se hace una infusión, se cuele y se agrega jarabe en frío; se unta en la piel de los animales para librarlos de los parásitos (Herrera et al., 1900; Martínez, 1959).

Según investigaciones efectuadas por Gunther y Jepson (1975), se indica que Pachyrrhizus erosus (Leguminosae) se usa en varios países tropicales como extracto acuoso contra conchuela del frijol y pulgones. Además, afirman que de las raíces de Heliopsis scabra (Compositae) se obtiene el tóxico

llamado escabrina, líquido viscoso de color amarillo pálido, que aparentemente está compuesto de N-isobutilamida del ácido octadecapentanóico. Por su parte, Martínez (1959) menciona que el humo de la raíz de Heliopsis longipes espanta a los mosquitos, esta especie recibe los siguientes nombres comunes: chilcuán, chilcuague, pelitre y chilmécatl, es una planta silvestre, cuyas raíces al masticarse producen un copioso flujo de saliva y dejan un sabor picante, se ha observado en el sur de San Luis Potosí, norte de Querétaro y en varias localidades de Guanajuato a alturas que oscilan entre 1825 y 2250 msnm.

En los valles centrales de Oaxaca, es práctica común colocar brotes de "palo bobo", Ipomoea sp. a lo largo de los surcos de maíz durante los primeros 20 días después de la germinación, con el fin de evitar el ataque de las hormigas, ya que éstas prefieren alimentarse del palo bobo y dejan crecer el maíz hasta que éste es poco atractivo para la plaga (Hernández et al., 1983).

Miriappan y Saxena (1983) señalan que el aceite de Annona squamosa se ha utilizado por los agricultores de Vietnam para proteger el arroz, de las chicharritas y otras plagas.

El sulfato de anabasina que se obtiene de los tallos y hojas de Anabasina aphylla Linn, tiene una toxicidad similar

al sulfato de nicotina en el control de pulgones en general; sin embargo, existen especies de Aphididae para las cuales el primer producto es hasta nueve veces más efectivo que el sulfato de nicotina (Vélez, 1974).

Lagunes y colaboradores (1984), mediante una revisión bibliográfica obtuvieron información sobre 1169 especies de plantas, pertenecientes a 159 familias, con propiedades tóxicas contra 112 especies de artrópodos.

### 2.3.1. Plantas tóxicas al gusano cogollero

Diversos autores han presentado resultados promisorios en la utilización de plantas con propiedades tóxicas a S. frugiperda; de esta manera se presenta una alternativa para el control de dicha plaga. En investigaciones llevadas a cabo en Chapingo, México por Lagunes (1984), se probaron 437 especies de plantas pertenecientes a 86 familias, las cuales se colectaron en cuatro estados de la República. De estos se obtuvieron 59 especies de plantas promisorias para el control del gusano cogollero, después de realizar evaluaciones en laboratorio. Las especies obtenidas como prometedoras se observan en el Cuadro 4.

De las plantas mencionadas por Lagunes (1984), 15 se localizan en el Estado de San Luis Potosí, en distintas localidades del Estado, conforme a la revisión realiza-

CUADRO 4. Plantas prometedoras para el control del gusano cogollero del maíz (Laqunes et al., 1984)

Nombre científico	Nombre común	Familia	Entidad federativa de colecta
<u>Acalypha arvensis</u> (a)	Espinosilla	Euphorbiaceae	Morelos
<u>Alchemilla procumbens</u> (a,b)	No se conocen	Rosaceae	México
<u>Arctostaphylos pungens</u> (b)	Hoja de pingüica	Ericaceae	México
<u>Aristolochia mexicana</u> (b)	Guaco	Aristolochiaceae	Planta medicinal
<u>Artemisia ludoviciana</u> (b)	No se conocen	Compositae	Morelos
<u>Bidens odorata</u> (a, b).	No se conocen	Compositae	Morelos
<u>Bocconia arborea</u> (b)	Llora sangre	Papaveraceae	Planta medicinal
<u>Brickellia cavallinesii</u> (a,b)	Prodigiosa	Compositae	Planta medicinal
<u>Brongniartia intermedia</u> (b)	Janacahuate	Leguminosae	México
<u>Buddleia cordata</u> (b)	Tepozán	Leguminosae	México
<u>B. parviflora</u> (b)	Tepozán cimarrón	Longaniaceae	México
<u>Caesalpinia pulcherrima</u> (b)	Hoja sen	Leguminosae	Planta medicinal
<u>Cassia fistula</u> (b)	Caña fistula	Leguminosae	Planta medicinal
<u>Cordia cylindrostachya</u> (a)	Hierba de la nigua	Boraginaceae	Oaxaca
<u>Coriaria thymifolia</u> (a,b)	Tlalocopetate	Coriariaceae	Morelos
<u>Dodonaea viscosa</u> (b)	Jarrilla de loma	Sapindaceae	Oaxaca
<u>Equisetum arvense</u> (a)	Cola de caballo	Equisetaceae	Planta medicinal
<u>Erodium cicutarium</u> (a)	Alfilerillo	Geraniaceae	México
<u>Eryngium comosum</u> (a)	Hierba del sapo	Umbelliferae	México
<u>Eucalyptus globulus</u> (b)	Eucalipto	Myrtaceae	México
<u>Eupatorium odoratum</u> (a)	Crucetillo	Compositae	Veracruz

Continúa Cuadro 4.-

Nombre científico	Nombre común	Familia	Entidad federativa de colecta
<u>Euphorbia prostata</u> (a,b)	Hierba de la golondrina.	Euphorbiaceae	Morelos
<u>Exostema caribaeum</u> (a)	Jocotillo de cerro	Rubiaceae	Planta medicinal
<u>Galinsoga quadriradiata</u> (a)	Estrellita	Compositae	Morelos
<u>Galphimia glauca</u> (a)	Rama de oro	Malphigiaceae	México
<u>Gnaphalium inortatum</u> (b)	Gordolobo	Compositae	México
<u>Guazuma tomentosa</u> (b)	Guázuma	Sterculiaceae	Planta medicinal
<u>Hippocratea</u> sp (a,b)	Cancerina	Hippocrateaceae	Planta medicinal
<u>Hyptis urticoides</u> (a,b)	No se conocen	Labiatae	México
<u>Juliania adstringens</u>	Cuachalalate	Julianiaceae	Planta medicinal
<u>Krameria secundiflora</u> (b)	No se conocen	Krameriaceae	Planta medicinal
<u>Lavandula angustifolia</u> (a)	No se conocen	Labiatae	Planta medicinal
<u>Leucaena esculenta</u> (a)	Guaje	Leguminosae	Morelos
<u>Lopezia hirsuta</u> (a,b)	No se conocen	Onagraceae	Veracruz
<u>Lopezia racemosa</u> (a)	Perlilla	Onagraceae	México
<u>Mentha piperita</u> (a)	Bete	Labiatae	Planta medicinal

Continúa Cuadro 4.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Entidad federativa de colecta
<u>Monnina ciliolata</u> (a, b)	No se conocen	Polygalaceae	Morelos
<u>Montanoa frutescens</u> (a)	Zoapatle	Compositae	Morelos
<u>M. grandiflora</u> (b)	Rosa blanca	Compositae	México
<u>Neurolaena lobata</u> (b)	Arnica	Compositae	Veracruz
<u>Pectis elongata</u> (b)	Anisillo silvestre	Compositae	Veracruz
<u>Pluchea odorata</u> (a,b)	Canela	Compositae	Oaxaca
<u>Pnemus boldus</u> (b)	Boldo	Nominiaceae	Planta medicinal
<u>Ricinus communis</u> (a)	Higuerilla	Euphorbiaceae	Morelos
<u>Salvia lavanduloides</u> (a, b)	No se conocen	Labiatae	México
<u>S. pupurea</u> (a,b)	No se conocen	Labiatae	Veracruz
<u>S. tiliaefolia</u> (a, b)	Chía cimarrona	Labiatae	México
<u>Senecio sartori</u> (a)	No se conocen	Compositae	Veracruz
<u>S. tolucanus</u> (b)	Rabanillo	Compositae	México
<u>Sida rhombifolia</u> (b)	No se conocen	Malvaceae	Morelos
<u>Smilax aristolochiaefolia</u> (b)	Zarzaparrilla	Smilaceae	Planta medicinal
<u>S. moranense</u> (b)	Raíz de itamo real	Smilaceae	Planta medicinal

Continúa Cuadro 4.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Entidad Federativa de colecta
<u>Solanum cervantesii</u> (b)	Hierba del perro	Solanaceae	Planta medicinal
<u>Sphaeralcea angustifolia</u> (b)	Hierba del negro	Malvaceae	México
<u>Stevia serrata</u> (a)	No se conocen	Compositae	México
<u>S. viscida</u> (a)	No se conocen	Compositae	Morelos
<u>Swietenia humilis</u> (b)	Haba de zopilopatle	Meliaceae	Planta medicinal
<u>Tecoma stans</u> (b)	Tronadora	Bignoniaceae	México
<u>Turnera diffusa</u> (a)	Damiana	Turneraceae	Planta medicinal
<u>Wigandia urens</u> (a)	No se conocen	Hydrophyllaceae	Oaxaca

(a) Infusión

(b) Extracto

da en el Herbario Isidro Palacios del Instituto de Zonas De sérticas de la UASLP., como se observa en el Cuadro 5.

Jacobson (1958) afirma que las semillas y vainas de Calopoghium coeruleum (Leguminosae) se utilizan en forma de polvo, y las raíces y tallos de Mamea americana (Guttiferae) actúa como veneno estomacal contra dicha plaga. Por otra parte, Melia azedarach (Meliaceae) se ha utilizado como insecticida de contacto contra S. frugiperda, el cual se prepara en forma de extracto acuoso; aunque, también el principio tóxico se disuelve en solventes orgánicos (Jacobson, 1975). Según investigaciones efectuadas con la misma especie de planta, Greinge y colaboradores (1985) afirman que el principio activo de esta especie se localiza en el tallo, hojas y órganos fructíferos.

Lagunes y colaboradores (1984) en su revisión bibliográfica de plantas con propiedades insecticidas, señalan a las especies: Argemone mexicana (Papaveraceae), Cassia hirsuta (Leguminosae), Gliricidia sepium (Leguminosae), Monnina cileolata (Polygalaceae), Neumus boldus (Monimiaceae) y Willardia mexicana (Leguminosae), como plantas tóxicas al gusano cogollero.

Kubo y colaboradores (1981) indican que Ajuga remota (Labiatae) actúa como un insecticida de contacto e inhibe el crecimiento de los estados inmaduros de S. frugiperda

CUADRO 5. Plantas con propiedades tóxicas para el gusano conollero del maíz Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en el Estado de San Luis Potosí, 1987

Nombre científico	Familia	Localidad	Altitud	Municipio	Fecha de colecta
<u>Acalypha arvensis</u>	Euphorbiaceae	Huichihuayán	250	Huichihuayán	3-mayo
<u>Alchemilla procumbens</u>	Rosaceae	Sierra de Alvarez	2300	San Luis Potosí	3-septiembre
<u>Artemisia ludoviciana</u>	Compositae	Xoconostle	2000	V. Zaragoza	22-agosto
		Km 22 carr.S.L.P.- Rioverde	1900	V. Zaragoza	22-septiembre
		Paso de Tortuga	2000	Sta. Ma. del Río	6-octubre
		S.L.P.0juelos Km.10	-.-	V. Arriaga	28-septiembre
		Los Gómez	2250	San Luis Potosí	27-octubre
		Picacho de Lajas	2350	Charcas	8-octubre
		Cañada San Antonio	2150	S.L.P.	10-cotubre
		8 km Sw Guadalcazar	2050	Guadalcazar	1-septiembre
		Los Olivos	-.-	Rioverde	14-noviembre
		Villa Hidalgo	-.-	Villa Hidalgo	5-octubre
<u>Caesalpinia pulcherrima</u>	Leguminosae	Tamán	400	Tamazunchale	28-junio
<u>Dodonaea viscosa</u>	Sapindaceae	Terreros	2000	San Luis Potosí	29-noviembre
		Alaquines	1400	Alaquines	9-febrero

Nombre científico	Familia	Localidad	altitud	Municipio	Fecha de colecta
<u>Dodonaea viscosa</u>	Sapindaceae	Entronque Lourdes Carr-S.L.P.-Rioverde	1810	Sta. María del Río	28-abril
		Presa San José	1880	San Luis Potosí	17-mayo y 16-agosto
		Rancho El Gallo	1800	Sta. María del Río	21-febrero
		Camino al Maguey, Gto-Rioverde	-.-	Rioverde	19-mayo
		Escalerillas	1880	San Luis Potosí	23-mayo
		San José de Alburquerque.	2000	Sta. María del Río	16-abril
		Km. 28 carr-S.L.P. México.	1900	Sta. María del Río	3-agosto
		Cerro Grande	2000	Guadalcazar	3-octubre
		Fracc. Las Lomas	1880	San Luis Potosí	22-abril
<u>Erodium cicutarium</u>	Geraniaceae	Granja Ma. del Socorro.	1860	Soledad Diez Gutierrez	26-marzo
		Cerro del Gallo, San José Gallinas.	2240	Villa Arriaga	5-octubre
<u>Eupatorium odoratum</u>	Compositae	Cd. Valles	100	Valles	2-mayo
		Est. Rascón	400	Valles	19-enero
		6-km al Sw Guadalcazar	1650	Gaudalcazar	10-noviembre
<u>Galinsoga quadriradiata</u>	Compositae	Xilitrilla	1200	Xilitla	4-mayo
<u>Pluchea odorata</u>	Compositae	Rioverde	1000	Rioverde	6-agosto y 4-noviembre
		Chupaderos	500	Cd. del Maíz	23-marzo
		El Naranja	400	Cd. del Maíz	23-marzo
		Alamitos	1450	Rioverde	24-febrero

## Continúa Cuadro 5

Nombre científico	Familia	Localidad	altitud	Municipio	Fecha de colecta
<u>Pluchea odorata</u>	Compositae	Zacatipan	100	Tamazunchale	25-febrero
		Km 280 Carr.S.L.P. Antiquo-Morelos.	400	Cd. del Maíz	21-Marzo
<u>Salvia tiliaefolia</u>	Labiatae	Santa Catarina	1450	Santa Catarina	29-septiembre
<u>Solanum cervantessi</u>	Solanaceae	San Francisco	2000	San Luis Potosí	29-mayo
<u>Sphaeralceae angustifolia</u>	Malvaceae	Km18-Carr.S.L.P.-Rio verde.	1900	San Luis Potosí	8-julio
		Matehuala	1650	Matehuala	29-septiembre
		La Pila	1880	San Luis Potosí	27-octubre
		San Luis Potosí	1880	San Luis Potosí	27-febrero al 3-noviembre.
		Venado	1850	Venado	15-abril
		Vanegas	1750	Vanegas	19-enero
		Santa Rosalía	1750	Venado	24-junio
		Escuela Agronomía	1880	Soledad Diez Gutiérrez	29-octubre y 18-noviembre
		Estación Venado	1750	Venado	8-cotubre
		Villa Juárez	-.-	Villa Juárez	19-noviembre
<u>Sphaeralceae angustifolia</u>	Malvaceae	Entre Charco Blanco y Núñez.	2050	Guadalcazar	10-abril
		Cañada Verde	2050	Charcas	25-mayo
		Laguna Seca	2000	Charcas	19-diciembre
		Villa de Ramos	2020	Villa de Ramos	mayo
<u>Stevia serrata</u>	Compositae	INOL	1880	Soledad Diez Gutiérrez	9-julio
		Xoconostle	2000	Villa Zaragoza	22-agosto

Continúa Cuadro 5

Nombre científico	Familia	Localidad	Altitud	Municipio	Fecha de colecta
<u>Tecoma stans</u>	Bignoniaceae	Rio Bagres	-.-	Rioverde	18-mayo
		Cerro Venadito	2000	Villa Zaragoza	12-mayo
		Villa Hidalgo	1800	Villa Hidalgo	22-agosto
		Presa San José	1950	San Luis Potosí	17-marzo
		Terrero	2250	San Luis Potosí	8-septiembre
		Cerro Grande	2000	Guadalcazar	30-octubre
		Cerro Picachito	1900	Villa Hidalgo	24-agosto
		San Ciro Acosta	900	San Ciro de Acosta	21-julio
<u>Turrera diffusa</u>	Turreraceae	Presa San José	1950	San Luis Potosí	17-mayo
		Zapote	1900	Rioverde	19-mayo
		15 Km. al NW Cd. del Maíz.	1200	Cd. del Maíz	30-noviembre
		Cañada del Lobo	2000	San Luis Potosí	15-agosto
		Mina San Rafael y Guascalám.	1350	Villa Juárez	30-noviembre
		Jesús María	2100	San Luis Potosí	10-junio

Asimismo, la actividad antialimentaria sobre esta plaga fué evaluada con otras plantas obteniendo buenos resultados con Isocosma wrightii (Compositae), Mentha pulegium (Labiatae) y Vigna unguiculata (Leguminosae) (Zalkow et al., 1979).

De acuerdo con investigaciones en laboratorio, Martínez (1983) menciona la evaluación de 79 especies de plantas en forma de extractos acuosos, donde cuatro especies resultaron promisorias en la disminución del peso de larvas de S. frugiperda, éstas son: Smilax aristolochiaefolia, S. moranense (Smilacaceae), Swietenia humilis (Meliaceae) e Hippocratea sp. (Hippocrataceae). Esta investigación se realizó contaminando la dieta artificial con los extractos vegetales. Por otra parte, Greinge y colaboradores (1985) al probar plantas tóxicas contra diversos organismos, indicaron el efecto antialimentario de Verbesina enceloides var. exauriculata (Compositae), Vernonia gigantea y V. glauca (Compositae). Estos autores mencionan que el principio activo de estas plantas se encuentran en las partes leñosas.

Kumul (1983) afirma que Pectis elongata (Compositae), Eupatorium odoratum (Compositae), Neurolaena lobata (Compositae) y Salvia angustifolia (Labiatae), causaron efecto detrimental y una marcada mortalidad en larvas de gusano cogollero. En otras pruebas realizadas por Ayala (1985) en invernadero, se afirma que las especies Hippocratea spp. (Hippocrataceae), Trichilia americana (Meliaceae), Lopezia

hirzuta (Onagraceae) y Ricinus communis (Euphorbiaceae), disminuyeron los daños por larvas de S. frugiperda de 40 al 80% en infestaciones artificiales realizadas sobre plantas de maíz.

Según estudios efectuados en la Chontalpa, Tabasco, González (1986) menciona la evaluación en campo de plantas con propiedades insecticidas contra S. frugiperda y aunque el análisis de varianza no demostró diferencia entre los tratamientos, las unidades experimentales, que fueron tratadas con Annona scumosa (Annonaceae), Caesalpinia pulcherrima (Leguminosae) y Metopium brownei (Anacardiaceae) resultaron ser superiores en los rendimientos obtenidos con respecto al testigo.

Por otra parte, Alvarez (1986) indicó que no hubo diferencias estadísticas en la evaluación de extractos acuosos vegetales en Jiquilpan, Michoacán. Carvallo y Quiroga (1986) indicaron diferencias significativas en las evaluaciones de extractos acuosos contra S. frugiperda en Chiapas, México. Las mejores especies fueron Jatropha curcas (Euphorbiaceae), Sida sp. (Malvaceae) y Ricinus communis (Euphorbiaceae) en comparación con el testigo.

Pedraza y Albarrán (1986) indican que los extractos acuosos vegetales resultaron efectivos después de dos semanas de aplicación; y como conclusión mencionan que las apli

caciones de la infusión y macerado de Hippocratea spp, dos veces por semana, y macerado de Alchemilla procumbens (Rosaceae), dos veces por semana e infusión una vez por semana, 40 días después de la siembra, resultaron más significativas que la aplicación del insecticida, que se realizó 37 días después de la siembra.

#### 2.4. Plantas con propiedades antialimentarias

El fluorizín, un compuesto fenólico que se encuentra en manzano (Malus spp) actúa como antialimentario para Myzus persicae y otros pulgones (Munakata, 1977).

Diversas especies de la familia Compositae contienen sustancias como la glaucólida, que tienen la capacidad de hacer muy poco apetecibles las plantas tratadas, al grado que los insectos que comúnmente se alimentan de ellas, dejan de hacerlo y mueren por inanición (Von Ries, 1973; Dobkin, 1974; Domínguez, 1976; Romo, 1976).

Elbadry y colaboradores (1971) indican que las larvas de Spodoptera littoralis (Noctuidae) encontradas en plantas tratadas con Ricinus communis (Euphorbiaceae), emigraron hacia el follaje no asperjado, mientras que en los lotes con aspersión total, se obtuvo el 75% de protección del follaje.

La clerodendrina, aislada de Clerodendron infortunatum mezclada con isómeros de la decalina a bajas concentraciones produce la inhibición de alimentación en larvas de Pieris rapae entre 95 y 100% (Geuskens et al., 1983).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Ubicación del área de trabajo

La presente investigación se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Escuela de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, que se encuentra ubicado en el Km 14 carretera 57, tramo San Luis Potosí-Matehuala. Situado en las coordenadas geográficas 22°14'03" de longitud norte y los meridianos 100°51'35" de longitud oeste, con altitud de 1835 msnm.

García (1973) clasifica el clima para esta región como seco frío, y su fórmula climática es BSokw"(w)(e)g, con temperatura media anual de 17.6°C.

Los meses más calurosos fueron mayo, junio y agosto para el período 1980-1986. La precipitación media anual para esta localidad fue de 271 mm, en el período de 1980-1986; los meses más lluviosos fueron: mayo, julio, septiembre y octubre. Los vientos dominantes son provenientes del sureste.

La vegetación predominante en esta área corresponde de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1966), a matorral desértico micrófilo, con estrato arbustivo dominante, inferior a tres m de altura, las especies más abundantes son: el

mezquite Prosopis juliflora (Leguminosae), además son de importancia el huizache, Acacia tortuosa (Leguminosae) el nopal Opuntia spp. (Cactaceae) y el maguey, Agave atrovirens (Agavaceae).

### 3.2. Labores culturales

La preparación del terreno se realizó con maquinaria agrícola y el 18 de julio de 1987, se procedió a sembrar maíz con semilla criolla de la región. El espacio entre plantas fue de 25 cm y de 90 cm entre surcos. La fórmula de fertilización utilizada fue de 160-80-00, que se aplicó en banda, utilizando como fuente de nitrógeno sulfato de amonio, y superfosfato de calcio simple, para el fósforo.

Con respecto a la utilización de insecticidas, no se permitió ninguna aplicación; esta medida tuvo como finalidad evitar la alteración de los resultados. Las demás labores culturales se realizaron en forma tradicional, de acuerdo a la región.

### 3.3. Descripción botánica de las plantas utilizadas

#### 3.3.1. Hippocratea celastroides HBK

Es una planta de la familia Hippocrateaceae; es una enredadera leñosa, totalmente glabra, el tallo de 10 cm de diámetro; hojas con el pecíolo de 4-5 mm; lámina papirácea o coriácea, elíptica o elíptica-oblonga, de 6-13 cm de largo y 1.5-6 cm de ancho, redondeada y se obtusa en el ápice, obtusa o aguda en la base, aserrada o entera. Inflorescencia con las ramas muy delgadas, gran cantidad de flores, con los pedúnculos de 3-10 cm de largo, flores de 2-4.5 mm de ancho en delgados pedicelos de 1.5 mm de largo; sépalos daltooides u obovados, de 0.5-1 mm de largo, pétalos elípticos o elíptico-oblongos, libres o parcialmente unidos de 1-2.5 mm de largo; disco presente de 1-1.5 mm de ancho. El fruto es una cápsula aplanada de hasta 6.5 mm de largo y 2-3.5 cm de ancho, oblonga y con el ápice redondeado o ligeramente emarginado; semillas aladas de 4-6 (Figura 1). Los nombres comunes más utilizados son: cancerina, hierba del piojo, bajari-lla, bejuco de tierra caliente, chilillo colorado e izcate (Soria, 1985).

#### 3.3.2. Trichilia americana (Sessé y Mociño)

Es una planta perteneciente a la familia Meliaceae



Figura 1. Cancerina. Hippocratea celastroides HBK

árbol o arbolillo de hasta 10 m de alto; hojas pinadas con ocho hojuelas ovales u obovado ovales, la mayor hasta de 14 cm; flores en panícula de 16 cm; el cáliz de 1 mm con cinco dientes; pétalos de 3.5 mm, los filamentos unidos en un tubo; el fruto es una cápsula trivalvada, con tres semillas ariladas (Figura 2). Recibe los siguientes nombres comunes: bejuco blanco, caobillo, palo de aceite y pochutla (Martínez, 1979).

### 3.3.3. Trichilia havanensis Jacq.

Planta que pertenece a la familia Meliaceae. Es un árbol o arbolillo hasta de 12 m; diámetro del tronco hasta 40 cm con el tronco derecho; con hojas de 3-9 hojuelas pinadas, obovadas o cuneado-obovadas de 3.5-25 cm; flores producidas en las ramas y en panículas axilares densas de 2 a 3 cm de largo, pubescentes. Inflorescencia en panícula; pétalos de color crema verdoso; flores aromáticas de 3 mm con los estambres unidos a un tubo, el fruto es una cápsula de 1-1.5 cm de largo y de dos a cuatro valvas corrugadas, moreno verdoso; contiene de una a cuatro semillas ovoides, de 4-8 mm de largo, rojas, rodeadas en la base por un anillo cremoso o blanco. Maduran de mayo a septiembre, mientras la floración es de diciembre a abril (Figura 3). Comúnmente se le conoce como limoncillo, cucharillo, chachalaca, bola de tejón, ciruelillo, naranjillo, palo de cuchara, xopil



Figura 2. Caobillo. Trichilia americana (Sessé y Mociño)



Figura 3. Xopiltetl. Trichilia havanensis Jacq.

tetl y tinajilla (Pennington y Sarukhan, 1968).

### 3.3.4. Ricinus communis (L.)

Planta de la familia Euphorbiaceae; es planta herbácea alta, a veces algo arbustiva, hasta 6 m de alto, glauca, en ocasiones rojiza; tallo engrosado; pecíolo tan largo o más largo que la lámina, ésta es casi orbicular de 10 a 60 cm de diámetro, profundamente palmatilobada, las divisiones ovado-oblongas o lancioladas de 6 a 12 mm de largo; perianto de las flores femeninas de 4 a 8 mm de largo; ovario densamente cubierto por largos tuberculos blandos, cápsula de 1.5 a 2.5 cm de largo, ovalada, densamente equinada; semilla elíptica, algo aplanada de 10 a 17 mm de largo, lisas, brillantes, frecuentemente jaspeadas de café y gris, conspicuamente carunculadas (Figura 4). Los nombres comunes que recibe son: "higuerilla", "ricino" y "palmacristi" (Rzedowski y Rzedowski, 1985).

### 3.4. Preparación de los extractos acuosos vegetales

La preparación de estos extractos comprende la colecta y secado de las plantas, así como la elaboración de las infusiones y macerados. La colecta de plantas se realizó en diferentes lugares y épocas del año, como sigue: Trichilia havanensis en Xochitlán de Vicente Suárez, estado de Puebla,

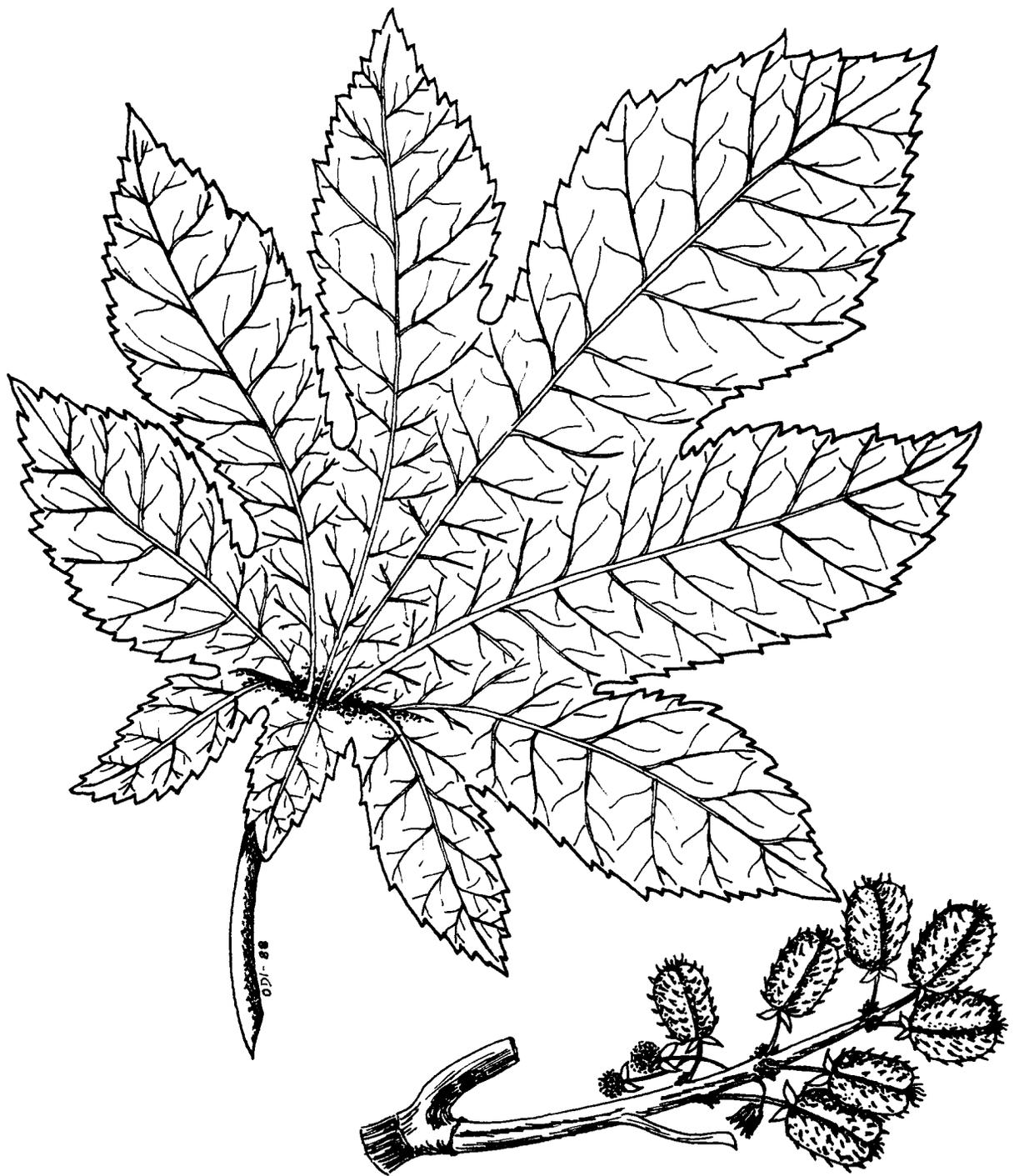


Figura 4. Higuerilla. Ricinus communis (L).

durante el mes de marzo; Trichilia americana y Ricinus communis en el Parque Nacional Tepozteco, en Tepoztlán, estado de Morelos, en el mes de junio; e Hippocratea sp. se consiguió en el mercado Sonora, Distrito Federal, por ser una planta medicinal.

La elaboración de los extractos se realizó al añadir 100 g de planta seca por cada litro de agua; esto es, a una concentración de 10%. Se obtuvieron dos tipos de extractos: a) al momento de hervir el agua se retiró el fuego y se añadió la planta molida, y al momento se tapó para conservar compuestos volátiles, a esta preparación se le llamó infusión; b) el macerado se elaboró al agregar la planta seca y desmenuzada al agua y se molió en licuadora. Estos extractos acuosos (macerado e infusión) se dejaron reposar durante 24 horas, para obtener una mayor cantidad de ingredientes hidrosolubles. La aplicación de estas soluciones se realizó en forma dirigida al cogollo, por medio de pizetas hasta obtener un buen cubrimiento en el cogollo. Las aplicaciones se realizaron en el período comprendido del 5 al 22 de septiembre de 1987.

Para conocer la cantidad de extracto que se necesitaría para los tratamientos, se realizó una calibración antes de cada aplicación, puesto que el área a cubrir aumentaba al crecer la planta. El gasto aproximado osciló de 250 a 380 ml por cada unidad experimental ( $10.8 \text{ m}^2$ ).

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron en esta investigación se estructuraron tomando en cuenta la forma de preparación del extracto acuoso y el número de aplicaciones por semana (dos y tres), de cada una de las especies de plantas anteriormente enunciadas. En el testigo únicamente se aplicó agua y jabón neutro al uno por ciento. En total se formaron 18 tratamientos, como se observa en el Cuadro 6.

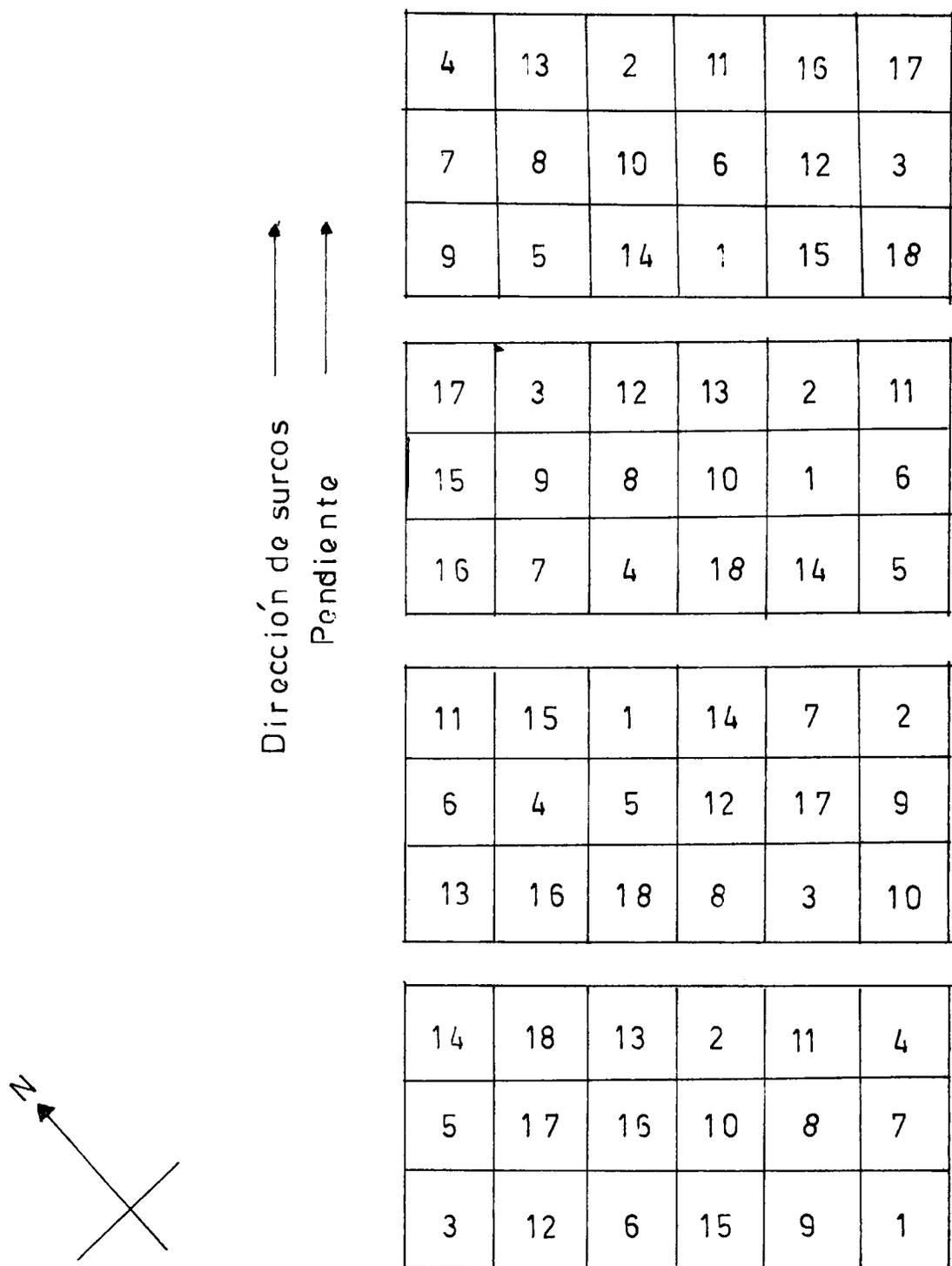
### 3.6. Diseño experimental

Se estableció el diseño de bloques al azar con 18 tratamientos y 4 repeticiones, con 2 testigos. Se utilizaron parcelas de 3.60 m de ancho por 3.0 m de largo, constituidas por 4 surcos, con una distancia de 90 cm entre ellos; el área total por parcela fue de  $10.8 \text{ m}^2$ . La parcela útil consistió de los 2 surcos centrales, para lo cual se eliminaron 50 cm de ambos extremos, de tal manera, que el área por parcela útil fue de  $3.60 \text{ m}^2$ . La distribución de las parcelas y tratamientos se muestran en la Figura 5.

CUADRO 6. Estructuración de los tratamientos de acuerdo a la especie de la planta y número de aplicaciones por semana, para la evaluación de soluciones vegetales contra el gusano cogollero en San Luis Potosí, 1987

Nº de Tratamiento	Nombre científico de la planta	Tipo de solución	Aplicaciones por semana
1	<u>Trichilia havanensis</u>	Infusión	mates y sábado
2	<u>Trichilia havanensis</u>	Infusión	martes, jueves y sábado
3	<u>Trichilia havanensis</u>	Extracto	martes y sábado
4	<u>Trichilia havanensis</u>	Extracto	martes, jueves y sábado
5	<u>Ricinus communis</u>	Infusión	martes y sábado
6	<u>Ricinus communis</u>	Infusión	martes, jueves y sábado
7	<u>Ricinus communis</u>	Extracto	martes y sábado
8	<u>Ricinus communis</u>	Extracto	martes, jueves y sábado
9	<u>Hippocratea spp</u>	Infusión	martes y sábado
10	<u>Hippocratea spp</u>	Infusión	martes, jueves y sábado
11	<u>Hippocratea spp</u>	Extracto	martes y sábado
12	<u>Hippocratea spp</u>	Extracto	martes, jueves y sábado
13	<u>Trichilia americana</u>	Infusión	martes y sábado
14	<u>Trichilia americana</u>	Infusión	martes, jueves y sábado
15	<u>Trichilia americana</u>	Extracto	martes y sábado
16	<u>Trichilia americana</u>	Extracto	martes, jueves y sábado
17	Testigo (agua+jabón al 1%)		martes y sábado
18	Testigo (agua+jabón al 1%)		martes, jueves y sábado

Figura 5. Distribución de parcelas y tratamientos en campo, en bloques al azar. San Luis Potosí. 1987.



### 3.7. Parámetros evaluados

Con el fin de evaluar los efectos de los extractos acuos vegetales como medida de combate para el gusano cogollero, se tomaron en cuenta las siguientes variables: porcentaje de infestación, nivel de daño, altura de la planta y rendimiento en grano.

#### 3.7.1. Nivel de daño

Para determinar el daño ocasionado por la larva del gusano cogollero en maíz, se elaboró una escala de daño del 0 al 10; el cero correspondió a una planta sana, es decir, sin daño foliar y el 10 al daño a una planta totalmente dañada en el cogollo, incapaz de recuperarse, como se muestra en el Cuadro 7, la cual se estableció tomando como base las indicaciones de Wiseman et al. (1966) y Mihm (1984). Para la determinación de este parámetro, se tomaron al azar 10 plantas en cada unidad experimental. Esta cuantificación del daño se realizó del 26 de agosto al 1 de octubre, de tal manera que se efectuaron tres registros de este parámetro.

#### 3.7.2. Porcentaje de infestación

Se determinó el porcentaje inicial de infestación de cada parcela experimental, para lo cual se tomaron 10 plantas al azar. El criterio utilizado para la determinación de

CUADRO 7. Escala de valores de daño, usada para la determinación del grado de ataque de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en el cultivo de maíz, San Luis Potosí. (1987).

Nivel	Clasificación del daño
0.0	Sin daño en el cogollo
1.0	Cogollo con pocas perforaciones
2.0	Cogollo con pocas perforaciones y hojas perforadas
3.0	Agujeros en cogollo y lesiones alargadas en hojas
4.0	Agujeros en cogollo y más lesiones alargadas en hojas
5.0	Lesiones alargadas y varias porciones de hojas <u>termina</u> les dañadas.
6.0	Lesiones alargadas, cogollo con varias perforaciones
7.0	Lesiones alargadas en hojas, cogollo con porciones <u>afec</u> tadas
8.0	Muchas lesiones alargadas, porciones dañadas, cogollo semidestruido (deshilachado).
9.0	Muchas lesiones alargadas, porciones afectadas, cogollo destruido.
10.0	Planta moribunda o muerta.

este parámetro fue visual, se registraron las plantas dañadas o con excremento del insecto. Esto se hizo con la finalidad de conocer el efecto de las soluciones vegetales en la disminución o incremento de las infestaciones del gusano cogollero. Este método fue utilizado por Banda (1981) para determinar la infestación.

### 3.7.3. Altura de la planta

Como el gusano cogollero se alimenta principalmente del tejido de crecimiento de la planta, se procedió a medir la altura de ésta. Se muestrearon 10 plantas al azar por parcela y la medida se realizó desde la base hacia la parte superior de las hojas.

### 3.7.4. Rendimiento en grano

Consistió en pesar el grano de 30 mazorcas que conformaron la parcela útil. Esta variable es de suma importancia, ya que en última instancia nos da la pauta de los efectos de las soluciones acuosas vegetales sobre el daño del insecto.

## 3.8. Análisis estadístico

Con la finalidad de evaluar los parámetros de porcenta

je de infestación y nivel de daño, se efectuaron dos y tres muestreos respectivamente, realizados del 26 de agosto al 1 de octubre de 1987. Una vez obtenida esta información, se procedió a realizar el análisis estadístico mediante la Prueba de Friedman. Al respecto, se utilizó la fórmula propuesta por Conover (1980), por lo que fue necesario efectuar las transformaciones de los datos obtenidos de cada unidad experimental, a los rangos correspondientes.

La fórmula de la Prueba (T), es:

$$T = \frac{(b-1) B - bk \frac{(k+1)^2}{4}}{A - B}$$

donde:

$$A = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k (R(X_{ij}))^2$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{j=1}^k R_j^2$$

$R(X_{ij})$  = Rango correspondiente a la observación  $X_{ij}$

$R_j$  = Total de los rangos del tratamiento  $j$  en todas sus repeticiones

$b$  = Número de bloques

$k$  = Número de tratamientos

El estadístico T que se compara con un valor de tablas

de la distribución F: F(K-1), (b-1) para determinar la igualdad o diferencia de los tratamientos. En esta prueba se utilizó un nivel de significancia del 0.05.

Las comparaciones múltiples entre los tratamientos, únicamente se realizaron en aquéllos casos en que la Prueba de Friedman indicó que existían diferencias entre tratamientos. Los tratamientos i y j se consideran diferentes, si la siguiente desigualdad se satisface:

$$\left| R_j - R_i \right| > t_{\alpha/2} \left[ \frac{2b (A - B)}{(b-1) (k-1)} \right]^{1/2}$$

Donde las variables tienen el mismo significado que en la fórmula anterior y  $t_{\alpha/2}$ , es un valor crítico de la distribución "t".

En cambio, para evaluar la altura de la planta y rendimiento en grano, se utilizó el análisis de varianza (Anova) convencional, con la correspondiente comparación de medias.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Nivel de daño

Para determinar el nivel de daño, se realizaron tres muestreos. Los datos del primer muestreo (26 de agosto de 1987) a los 37 días después de la siembra, no mostraron diferencias significativas de acuerdo al análisis estadístico, lo que indica que el daño ocasionado por el gusano cogollero fue estadísticamente homogéneo entre los tratamientos hasta esa fecha.

El segundo muestreo se registró a los 56 días después de la siembra, después a la cuarta aplicación, los resultados en rangos se muestran en el Cuadro 8, donde se observa que el nivel de daño aumentó en los testigos, con respecto a los demás tratamientos. Al realizarse el análisis de varianza, el valor estadístico calculado fue 2.026, el cual es superior a 1.871, que es el valor tabulado. Lo anterior significa que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos. Debido a lo anterior, se realizó la prueba de comparaciones múltiples, la cual se observa en el Cuadro 9, donde se aprecia la diferencia entre los tratamientos, de acuerdo a su significancia. El macerado de Trichilia havanensis aplicado dos veces por semana, resultó ser el mejor tratamiento, el cual fue estadísticamente igual al macerado de T. americana en dos aplicaciones por semana, infusión de Hippocratea spp,

CUADRO 8. Rangos del nivel de daño producido por el gusano cogollero por parcela después de cuatro aplicaciones de soluciones acuosas vegetales. San Luis Potosí, 1987

T r a t a m i e n t o s	R e p e t i c i o n e s				R <sub>i</sub>	R <sub>i</sub> <sup>2</sup>
	I	II	III	IV		
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M y S	10.0	8.0	6.5	11.0	35.5	1260.25
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M, J y S	10.0	8.0	6.5	11.0	35.5	1260.25
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M y S	10.0	1.0	6.5	3.0	20.5	420.25
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M, J y S	10.0	8.0	6.5	11.0	35.5	1260.25
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M y S	1.5	8.0	15.5	6.0	31.0	961.00
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M, J y S	10.0	8.0	15.5	11.0	44.5	1980.25
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M y S	10.0	16.5	6.5	3.0	36.0	1296.00
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M, J y S	10.0	8.0	6.5	11.0	35.5	1260.25
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M y S	10.0	8.0	6.5	11.0	35.5	1260.25
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M, J y S	1.5	8.0	15.5	3.0	28.0	784.00
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M y S	10.0	8.0	6.5	11.0	41.0	1681.00
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M, J y S	10.0	8.0	6.5	11.0	35.5	1260.25
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M y S	10.0	8.0	6.5	11.0	35.5	1260.25
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M, J y S	10.0	8.0	15.5	3.0	36.5	1332.25
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M y S	10.0	8.0	6.5	3.0	27.5	756.25
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M, J y S	10.0	16.5	6.5	11.0	44.0	1936.00
Testigo (agua jabonosa) M y S	18.0	16.5	15.5	16.5	66.5	4422.25
Testigo (agua jabonosa) M, J y S	10.0	16.5	15.5	18.0	60.0	3600.00

M = Martes  
 J = Jueves  
 S = Sábado

CUADRO 9. Prueba de comparaciones múltiples de los niveles de daño, después de cuatro aplicaciones de las soluciones acuosas vegetales, contra el gusano cogollero del maíz en San Luis Potosí, 1987

T r a t a m i e n t o s	$R_i$	Significancia*
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M y S	20.5	a
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M y S	27.5	a b
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M, J y S	28.0	a b
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M y S	31.0	a b
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M y S	35.5	a b
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M, J y S	35.5	a b
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M y S	35.5	a b
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M, J y S	35.5	a b
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M, J y S	35.5	a b
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M, J y S	35.5	a b
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M y S	35.5	a b
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M y S	36.6	a b
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M, J y S	36.5	a b
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M y S	41.0	a b
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M, J y S	44.0	b c
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M, J y S	44.5	b c
Testigo (agua jabonosa 1%) M, J y S	60.0	b c d
Testigo (agua jabonosa 1%) M, J y S	66.5	d

\* Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Dos tratamientos  $i, j$  son diferentes si  $(R_i - R_j) > 21.6369$  con  $\alpha=0.05$ .

en tres aplicaciones por semana e infusión de Ricinus communis en dos aplicaciones por semana, entre otros tratamientos. Las unidades experimentales con mayores daños por S. frugiperda fueron las ocupadas por los testigos. Aunque las diferencias no son enormes, se aprecia que los extractos disminuyen el daño producido por el gusano cogollero en este segundo muestreo.

El tercer muestreo se realizó después de ocho aplicaciones a los 75 días posteriores a la siembra, en este muestreo no se obtuvieron diferencias significativas de acuerdo al análisis estadístico, lo que indica que los tratamientos más dañados en el segundo muestreo, se alcanzaron a equilibrar con respecto al daño ocasionado por el gusano cogollero.

#### 4.2. Porcentaje de infestación

Para estimar este parámetro, se realizaron dos muestreos. El primero fue realizado al inicio del experimento, y el segundo después de ocho aplicaciones. De acuerdo con los datos obtenidos en el primer muestreo, no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos. En el segundo muestreo se observa que el porcentaje de infestación aumentó en los testigos, con respecto a los demás tratamientos. Estos datos

del segundo muestreo se transformaron a rangos para su análisis (Cuadro 10). Al realizar el análisis de varianza, se encontró que el valor estadístico calculado fue 3.679, que es superior a 1.871 como valor tabulado; esto significa que hay diferencias significativas entre los tratamientos. Debido a lo anterior, se realizó la prueba de comparaciones múltiples, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 11, donde se aprecia la significancia de los tratamientos. En esta evaluación se observa que los mejores tratamientos después de ocho aplicaciones fueron: extracto de Trichilia americana con tres aplicaciones por semana, T. havanensis y T. americana, ambos en forma de infusión, con tres y dos aplicaciones por semana, respectivamente. Los tratamientos con mayor porcentaje de infestación fueron los dos testigos.

#### 4.3. Altura de la planta

Otro parámetro que se tomó en cuenta para medir el efecto de las sustancias vegetales sobre el gusano cogollero, es la altura de la planta, que adquiere relativa importancia, ya que en esta zona de baja precipitación pluvial, el follaje se utiliza normalmente para la alimentación del ganado. Los datos de altura se muestran en el Cuadro 12, donde se aprecian pocas diferencias en cuanto a esta variable. El análisis de varianza demostró que no existe diferencia sig-

CUADRO 10. Rangos del porcentaje de infestación de gusano cogollero por parcela, después de ocho aplicaciones de los extractos acuosos vegetales. San Luis Potosí, 1987

T r a t a m i e n t o s	I	II	III	IV	R <sub>i</sub>	R <sub>i</sub> <sup>2</sup>
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M y S	15.0	10.0	3.5	16.0	44.5	1980.25
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M, J y S	8.5	2.5	3.5	8.5	23.0	529.00
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M y S	11.5	15.0	9.0	8.5	44.0	1936.00
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M, J y S	5.5	15.0	15.5	14.5	50.5	2550.25
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M y S	17.5	6.5	14.0	8.5	46.5	2162.25
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M, J y S	11.5	12.5	12.5	8.5	45.0	2025.00
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M y S	11.5	15.0	17.5	8.5	52.5	2756.25
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M, J y S	15.0	10.0	15.0	8.5	49.0	2401.00
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M y S	8.5	2.5	12.5	1.5	25.0	625.00
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M, J y S	2.5	10.0	3.5	8.5	24.5	600.25
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M y S	5.5	6.5	3.5	14.5	30.0	900.00
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M, J y S	11.5	12.5	9.0	3.0	36.0	1296.00
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M y S	5.5	6.5	3.5	8.5	24.0	576.00
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M, J y S	1.0	6.5	9.0	8.5	25.0	625.00
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M y S	5.5	2.5	9.0	8.5	25.5	650.25
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M, J y S	2.5	2.5	3.5	1.5	10.0	100.00
Testigo (agua jabonosa 1%) M y S	17.5	17.5	9.0	17.0	61.0	3271.00
Testigo (agua jabonosa 1%) M, J y S	15.0	17.5	17.5	18.0	68.0	4624.00

CUADRO 11. Prueba de comparaciones múltiples de los porcentajes de infestación después de ocho aplicaciones de los extractos acuosos. San Luis Potosí, 1987

T r a t a m i e n t o		$R_i$	Significancia*
<u>Trichilia americana</u>	(Extracto) M, J y S	10.0	a b
<u>Trichilia havanensis</u>	(Infusión) M, J y S	23.0	a b
<u>Trichilia americana</u>	(Infusión) M y S	24.0	a b c
<u>Hippocratea</u> spp.	(Infusión) M, J y S	24.5	a b c
<u>Hippocratea</u> spp.	(Infusión) M y S	25.0	a b c d
<u>Trichilia americana</u>	(Infusión) M, J y S	25.0	a b c d
<u>Trichilia americana</u>	(Extracto) M y S	25.5	a b c d
<u>Hippocratea</u> spp.	(Extracto) M y S	30.0	a b c d e
<u>Hippocratea</u> spp.	(Extracto) M, J y S	36.0	b c d e f
<u>Trichilia havanensis</u>	(Extracto) M y S	44.0	b c d e f g
<u>Trichilia havanensis</u>	(Infusión) M y S	44.5	b c d e f g
<u>Ricinus communis</u>	(Infusión) M, J y S	45.0	c d e f g
<u>Ricinus communis</u>	(Infusión) M y S	46.5	d e f g h
<u>Ricinus communis</u>	(Extracto) M, J y S	49.0	e f g h
<u>Trichilia havanensis</u>	(Extracto) M, J y S	50.0	e f g h
<u>Ricinus communis</u>	(Extracto) M y S	52.5	f g h
Testigo (agua jabonosa 1%)	M y S	61.0	g h
Testigo (agua jabonosa 1%)	M, J y S	68.0	h

\* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales. Dos tratamientos  $i, j$  son diferentes sí  $(R_i - R_j) > 21.5948$  con  $\alpha = 0.05$ .

CUADRO 12. Promedio de la altura de la planta, registrado en cada parcela después de ocho aplicaciones de los extractos acuosos vegetales. San Luis Potosí, 1987

T r a t a m i e n t o s	R e p e t i c i o n e s				Promedio
	I	II	III	IV	
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M y S	1.78	1.73	1.73	1.67	1.73
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M, J y S	1.62	1.79	1.73	1.60	1.68
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M y S	1.83	1.66	1.73	1.77	1.75
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M, J y S	1.76	1.56	1.70	1.70	1.68
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M y S	1.92	1.50	1.81	1.75	1.74
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M, J y S	1.60	1.81	1.81	1.65	1.72
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M y S	1.70	1.61	1.70	1.73	1.68
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M, J y S	1.77	1.68	1.80	1.70	1.74
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M y S	1.84	1.74	1.63	1.91	1.78
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M, J y S	1.74	1.65	1.65	1.85	1.72
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M y S	1.62	1.77	1.69	1.62	1.67
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M, J y S	1.49	1.77	1.68	1.72	1.66
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M y S	1.68	1.81	1.59	1.54	1.65
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M, J y S	1.73	1.70	1.92	1.72	1.77
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M y S	1.55	1.69	1.76	1.68	1.67
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M, J y S	1.55	1.69	1.76	1.68	1.67
Testigo (agua jabonosa 1%) M y S	1.70	1.69	1.76	1.68	1.67
Testigo (agua jabonosa 1%) M, J y S	1.61	1.68	1.63	1.54	1.61

nificativa entre las alturas de las plantas (Cuadro 13).

#### 4.4. Rendimiento en grano

Una de las variables de mayor importancia para conocer el efecto de las soluciones vegetales sobre el gusano cogollero es el rendimiento de grano. Los resultados por parcela se muestran en el Cuadro 14.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la prueba de comparaciones múltiples (Cuadro 15). En el Cuadro 15 se aprecia que la mejor tratamiento fue Trichilia havanensis en forma de infusión, con tres aplicaciones por semana, que fue estadísticamente igual a T. americana (extracto) con dos aplicaciones por semana, y a Ricinus communis (extracto), con tres aplicaciones por semana. Los rendimientos fueron de 2.54, 2.49 y 2.37 ton/ha, respectivamente. Los rendimientos más bajos correspondieron a los dos testigos.

Como se puede observar en el Cuadro 9, el tratamiento de T. havanensis (infusión) con tres aplicaciones por semana, se localiza a media tabla en el nivel de daño, pero no así para el nivel de infestación después de ocho aplicaciones de esta solución (Cuadro 11), en el que se observa que

CUADRO 13. Análisis de varianza para la altura de la planta, después de ocho aplicaciones de los extractos acuosos vegetales. San Luis Potosí, 1987

FV	Gl	Sc	CM	F.c	Ft. 0.05
Tratamientos	17	0.145	$8^{-3}$	0.8956	1.871
Bloques	3	$0.9^{-3}$	$3^{-3}$		
Error	51	0.487	$9^{-3}$		
Total	71	0.642			

CUADRO 14. Rendimiento en grano, en ton/ha por parcela después de las aplicaciones de extractos acuosos vegetales. San Luis Potosí, 1987

T r a t a m i e n t o s	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M y S	2.250	0.542	0.806	2.194
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M, J y S	1.667	2.417	1.861	3.236
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M y S	1.875	1.181	1.569	1.944
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M, J y S	1.694	0.931	2.569	2.294
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M y S	1.700	1.653	1.944	2.125
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M, J y S	0.875	1.694	1.778	2.583
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M y S	1.422	1.139	1.833	3.181
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M, J y S	1.597	1.875	2.458	2.222
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M y S	1.557	1.583	0.500	1.903
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M, J y S	1.528	1.264	2.903	2.653
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M y S	2.083	0.803	1.722	2.000
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M, J y S	1.139	1.875	1.569	2.222
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M y S	1.250	2.203	2.222	2.000
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M, J y S	2.569	2.153	1.958	2.528
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M y S	1.958	1.889	3.542	2.583
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M, J y S	0.930	1.028	2.083	3.472
Testigo (agua jabonosa 1%) M y S	1.722	1.486	0.847	1.250
Testigo (agua jabonosa 1%) M, J y S	1.555	0.958	0.861	0.431

CUADRO 15. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a la variable rendimiento en grano, tomada después de las aplicaciones de los extractos acuosos vegetales, sobre el gusano cogollero del maíz. San Luis Potosí, 1987

Tratamiento	$\bar{X}$ (ton/ha)	Significancia*
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M, J y S	2.54	a
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M y S	2.49	a
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M, J y S	2.37	a
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M, J y S	2.30	a b
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M, J y S	2.08	a b
<u>Trichilia americana</u> (Infusión) M y S	1.91	a b
<u>Ricinus communis</u> (Extracto) M y S	1.89	a b
<u>Trichilia americana</u> (Extracto) M, J y S	1.87	a b
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M, J y S	1.87	a b
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M y S	1.85	a b
<u>Ricinus communis</u> (Infusión) M, J y S	1.73	a b
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M, J y S	1.70	a b
<u>Hippocratea</u> spp. (Extracto) M y S	1.67	a b
<u>Trichilia havanensis</u> (Extracto) M y S	1.64	a b
<u>Trichilia havanensis</u> (Infusión) M y S	1.44	a b
<u>Hippocratea</u> spp. (Infusión) M y S	1.39	a b
Testigo (agua jabonosa 1%) M y S	1.32	a b
Testigo (agua jabonosa 1%) M, J y S	0.95	b

\* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales con  $\alpha = 0.05$ .

DMS = 1.4781 kg

fue el segundo menos infestado al término de las aplicaciones, y por ende, se refleja en el rendimiento, en donde fue el mejor tratamiento. Con lo anteriormente expuesto, se puede concluir que este tratamiento tuvo mejor protección para la planta de maíz; aunque estadísticamente sea igual a otros tratamientos. Algo similar sucedió con T. americana (extracto) con tres aplicaciones por semana; este tratamiento ocupa la segunda posición en rendimiento/ha.

Todo lo contrario acontece con el tratamiento de Ricinus communis (extracto) con tres aplicaciones por semana. En los Cuadro 9 y 11 se puede observar que fue de los más infestados y por lo tanto, de los más dañados, lo cual no se refleja en el rendimiento (Cuadro 15), donde se indica estadísticamente igual al mejor tratamiento. Por lo anteriormente expuesto, se puede decir, que fue un tratamiento que proporcionó buena protección a la planta de maíz, durante el presente estudio.

## 5. CONCLUSIONES

En base a los resultados de las evaluaciones realizadas con extractos acuosos vegetales e infusiones al 10% para el combate del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda, se concluye lo siguiente:

1. Los tratamientos que proporcionaron mayor protección al maíz, fueron los extractos acuosos de Trichilia havanensis y T. americana al 10%, con dos aplicaciones por semana, iniciadas a los 37 días de la siembra, hasta sumar ocho aplicaciones al cogollo.
2. Los tratamientos que permitieron obtener los mayores rendimientos por parcela útil, fueron los preparados con Trichilia havanensis en infusión, aplicados tres veces por semana; aunque éste fue estadísticamente igual a T. americana en extracto e infusión, con dos y tres aplicaciones por semana.
3. Los rendimientos obtenidos en los tratamientos empleados fueron: 2.54 ton/ha, para Trichilia havanensis con dos aplicaciones por semana de la infusión; 2.49 ton/ha para T. americana (extracto), con tres aplicaciones por semana; y 2.37 ton/ha para Ricinus communis, con tres aplicaciones del extracto por semana.

4. En los restantes, se obtuvieron rendimientos comprendidos entre los valores indicados anteriormente, y en los testigos (agua + jabón al 1%) con dos y tres aplicaciones por semana, se estimaron 1.32 ton/ha y 0.95 ton/ha respectivamente, que fueron los rendimientos más bajos.

## 6. SUGERENCIAS

1. Se sugiere hacer aplicaciones de extractos acuosos vegetales, 47 días después de la siembra y por un período de 18 días en el siguiente orden de importancia:  
Trichilia havanensis en infusión con tres aplicaciones por semana, T. americana (extracto), con dos aplicaciones por semana y Ricinus communis en extracto, con tres aplicaciones por semana. Estos tratamientos pueden ser útiles para el campesino que no realiza ningún tipo de control del gusano cogollero del maíz, pues uno de los objetivos es incrementar el rendimiento en grano por unidad de superficie, en áreas de subsistencia del Estado de San Luis Potosí.
2. Las especies vegetales que se utilizaron en esta investigación, se pueden coleccionar en el Estado de San Luis Potosí como a continuación se mencionan:  
Trichilia havanensis se encuentra en los municipios de Xilitla, Cd. del Maíz y Aquismón, durante los meses de enero a mayo; Hippocratea spp. en Tampamolón durante el mes de mayo; y en los municipios de Villa de Zaragoza, San Luis Potosí, Santa María del Río, Soledad Diez Gutiérrez, se puede coleccionar Ricinus communis desde enero hasta octubre.

3. Continuar con este tipo de trabajo y utilizar mayores concentraciones de infusiones y extractos para realizar menor número de aplicaciones, con el fin de aumentar su efectividad y reducir la mano de obra. Asímismo debe continuarse en San Luis Potosí la búsqueda de especies vegetales con efectos tóxicos para insectos que ocasionan daños importantes, principalmente en cultivos básicos.
  
4. Se deben efectuar análisis químicos de las especies vegetales que se mencionan en esta investigación como tóxicas al gusano cogollero, con la finalidad de determinar los elementos tóxicos que contiene cada una de estas plantas, así como tratar de localizar las partes vegetales donde se concentran estos elementos.

## 7. LITERATURA CITADA

- ALVARADO R., B. 1976. Epoca y número de aplicaciones para el control del gusano cogollero en maíz en el estado de Quintana Roo. Folia Ent. Mex. 36-52.
- ALVAREZ R., A. 1986. Prueba de plantas con propiedades insecticidas para el gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en Michoacán. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" UMSNH y CIIDIR-UPNU-MICH. Resúmenes del XXI Congreso Nacional de Entomología. Monterrey, N.L. p. 133-134.
- AMAYA R., R. 1977. Notas del curso de entomología económica. Departamento de Parasitología Agrícola, ENA. Chapingo, México.
- ANONIMO. 1956. Distribution Map. of insect pest. commonwealth Institute of Entomology Published at 56 Queen Gate London S.W. Map. No. 68. Serie A.
- \_\_\_\_\_. 1974. Guía de control integrado de plagas del algodón para 1974. Comité de control integrado de plagas del algodón. Managua, Nicaragua. p. 9-12.
- \_\_\_\_\_. 1976a. Corn and grain sorghum performance test. University of Georgia Research. Report 238. College of Agriculture. Univ. of Ga. Athens P. 22-23.
- \_\_\_\_\_. 1976b. Dirección General de Economía Agrícola. SAG México. Boletín Interno 3 (45).
- \_\_\_\_\_. 1979. Plagas del maíz; gusano cogollero. Revista El Campo 1048: 44-45.

ANONIMO. 1980. Principales plagas del maíz. Folleto de divulgación. Dirección de Sanidad Vegetal. SARH. México. 84 p.

/ \_\_\_\_\_ . 1981a. Consumos aparentes de consumos agrícolas. SARH. México. Econotecnia Agrícola. DGEA. 5(9).

/ \_\_\_\_\_ . 1981b. Situación de la agricultura nacional en 1980 y algunas consideraciones sobre el mercado internacional. SARH. México. Econotecnia Agrícola. Dirección de Economía Agrícola. 5(1). p. 55.

/ \_\_\_\_\_ . 1981c. World maize facts and trends. CIMMYT. report one an analisis changes in production, consumption, trade and prices over the last two decades. El Batán, México.

\_\_\_\_\_ . 1982. Anuario Estadístico, FAO.

/ \_\_\_\_\_ . 1984. Manual de plaguicidas autorizados para 1984. Dirección General de Sanidad Vegetal. SARH, México. p. 2 y 69.

\_\_\_\_\_ . 1987. Delegación Estatal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en San Luis Potosí, SLP. México.

APP B.,A. 1941. A report of some investigations on the corn insects of Puerto Rico, J. Agric. Univ. Puerto Rico. 25(4): 20-31.

AYALA O., J.L. 1985. Evaluación de substancias vegetales contra el gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lipedoptera: Noctuidae). Tesis de Maestría. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 105 p.

- AYALA O., J.L. 1987. Notas del curso de entomología agrícola. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. Inédito.
- BAEZ S., M.; R.J. IBARRA y V.G. REYES. 1980. Distribución espacial y tamaño de muestra del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) y gusano elotero, Heliothis zea (Boddie) en el cultivo de maíz. Folia Ent. Mex. 45:58 p.
- BANDA T., J.F. 1981. Importancia económica de Heliothis zea (Boddie) y determinación del umbral económico, distribución matemática y muestreo secuencial de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en maíz criollo. Tesis de Doctor en Ciencias. ITESM. Monterrey, N.L. México. 108 p.
- BARRON C., J.L. 1988. Análisis económico del manejo fitosanitario en cuatro cultivos de riego en la zona media. CIFAP-SLP, PV87. Resumen de investigación CIFAP-SLP. Inédito.
- BISSEL T., L. 1944. Armyworms in Georgia. J. Econ. Entomol. 34:341-347.
- BORBOLLA I., S. 1981. Estudios comparativos de insecticidas a diferentes dosis y número de aplicaciones para el control de gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en maíz de temporal. Agronomía en Sinaloa, México. 1(1): 20-30.
- BORROR D., S.; D.M. DeLONG y C.A. TRIPLEHORN. 1981. An introduction to the study of insect Fifth Ed. Saunders College. Philadelphia, USA. p. 476-549.

- BUTTERWORTH, J.H. y E.D. MORGAN. 1971. Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the neem tree, Azadirachta indica. J. Insect Physiol. 17:960-977.
- CARLSON G.,A. 1973. Crop loss assesment methods FAO CAB manual on the evaluation of losses by pest. Diseases and weed.
- CARRILLO R.,H. 1980. Determinación del parasitismo natural en larvas de gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en Quintana Roo. Folia Ent. Mexicana: p. 111.
- \_\_\_\_\_. 1984. Análisis de acción conjunta de insecticida en larvas de gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Maestría. Centro de Entomología y Acarología. C.P. Chapingo, México.. 82 p.
- CARVALLO, M. y R. QUIROGA. 1986. Evaluación de extractos vegetales para el combate del gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en Villa Flores, Chiapas. Resúmenes del XXI Congreso Nacional de Entomología. Monterrey, N.L. México. p. 134.
- CHARLES, J.R.G.; E. BORDAS C. y R. BALDERAS, L. 1980. Estudio de la dinámica de población del gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) para el planeo racional de las medidas de control. Folia Entomológica, Mex. 45:102-103.
- CORONADO, P., R. 1972. Apuntes del curso de Entomología Agrícola, Parasitología Agrícola. ENA. Chapingo, México.
- COUTIÑO, E. 1976. Maíz, como cultivarlo en los Valles Centrales de Chiapas, México. Secretaría de Agricultura y

- Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Campo Agrícola Experimental Valles Centrales, Chiapas. (Cir. CIASE No. 53) 16 p.
- CREMLYN, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Versión española por Esther Baradón de Frixioné y Eugenio Frixioné Garduño. Limusa, S.A. México, D. F. p. 63-75.
- CRUZ V., J.J. 1972. Prueba comparativa del control físico y químico de algunas plagas del maíz (Zea mays L.) en el municipio del Gral. Escobedo, Nuevo León. Tesis profesional, UA de Nuevo León, Monterrey, N.L. 33 p.
- CURRAN C., H. 1926. A. New tachinid parasitic on armyworm in Mexico. Proc. Hawaii Entom. Soc. (3): 479-498.
- DAHMS R., G. 1947. Ovoposition and longevity of chinch bugs on seeding growing in nutrient solution. J. Econ. Entomol. 40(6): 841-844.
- DAVIDSON R., H. y W.F. LYON. 1979. Insect pest of farm, garden on orchard. 7th ed. Wiley and Sons, Inc. New York. 596 p.
- DE BACH, P. 1975. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. 3a. Edición CECSA, México. p. 643-676.
- DEW J., A. 1913. Fall armyworm. J. Econ. Entomol. 6:361-366.
- DOBKIN DE R., M. 1974. The influence of psychotropic flora and fauna on maya religion. Curr. Anthropol. 15: 147-164.

- DOMINGUEZ S., A. 1976. Aspectos químicos de las plantas tóxicas y medicinales del noroeste de México. En: Estado actual del conocimiento en plantas medicinales mexicanas. Imeplam. México. p. 131-145.
- DOPORTO D., L.V. 1964. Determinación del ciclo biológico del gusano cogollero Laphygma frugiperda (Smith y Abbot). Tesis ITESM, Monterrey, N.L. México. 62 p.
- ELBADRY, E.A.; M.R. ABOELGHAR y H.S. RADWAN. 1971. Laboratory cage studies on the effect of the antifeeding compound Du-Ter on the cotton leafworm. Spodoptera littoralis Bois. (Lep: Noctuidae) Entomol. Abstr. 1972. 3(7): Ref. 3E-5042.
- EQUILUS U., A.A. 1970. Comportamiento y aspectos de atracción sexual en Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de licenciatura. ITESM. Monterrey, N. L. México. p. 17-62.
- ESPINOZA M., J.A. 1986. Parasitismo sobre Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en dos distemas de labranza y cuatro fechas de siembra, en Villa Flores, Chiapas. Resúmenes del XXI Congreso Nacional de Entomología. Monterrey, N.L. México. p. 82-83.
- FERNANDEZ O., V.M. 1985. Umbral económico y daños de las plagas de maíz (Zea mays L.) en México. Ciclo de Seminarios Otoño-Invierno, 1985. Departamento de Parasitología Agrícola, UACH. 15 p.
- FLORES, C.J. y R. ZAPATA, M. 1982. Captura de adultos del gusano cogollero y elotero (Lepidoptera: Noctuidae) con trampas de feromona. Folia Ent. Mexicana. 54:21.

- GARCIA, E. 1973. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopp.** en (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2a. Ed. México. UNAM. Instituto de Geografía. 244 p.
- GARCIA C., J.C.; L. CASILLAS A. y M. PIEDRAS. 1986. Factores de mortalidad natural de Spodoptera frugiperda, Pseudaletia unipuncta, Peridroma margaritosa y Heliothis zea (Lepidoptera: Noctuidae) en el Estado de Durango. Resúmenes del XXI Congreso Nacional de Entomología. Monterrey, N.L. México. p. 55-56.
- GARZA C., R. 1980. Evaluación de las pérdidas en el rendimiento de maíz por efecto de distintos grados de daño foliar inducido. Tesis profesional UA de N.L. Monterrey, N.L. 37 p.
- GASTELUM L., R. 1984. El gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) gusano elotero Heliothis zea y araña roja Oligonychus spp. y su importancia económica en el cultivo de maíz. Seminario (ENT-681). Centro de Entomología y Acarología. CP. Chapingo, México. 30 p.
- GEUSKENS, R.B.M; J.M. LUTEIJN y L.M. SCHOONHOVEN, 1983. Antifeedant activity of some ajugarin derivatives in three lepidopterous species. *Experientia* 39(4): 403-405.
- GOMEZ M., H. 1976. El gusano cogollero del maíz. *Revista El Campo*. 1007.
- GONZALEZ G., O.J. 1986. Evaluación de métodos tecnificados y no tecnificados para el combate del gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) y del gorgojo del maíz Sithophilus zeamais (Motsch) en la Chontalpa, Tabasco. México. Tesis de Maestría. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco. México. 178 p.

- GORDON, B.G. y G.G. DOWELL, 1983. Contrarresto de los insectos que atacan a los maizales: El gusano cogollero del maíz es muy dañino. Gaceta Agrícola. 20 agosto 1983. Guadalajara, Jalisco. México. p. 6.
- GREINGE, M. S. AHMED W.C. MITCHEL and J.W. HYLIN, 1985. Plant species reportedly possessing pest-control properties and EWC/UH; database East-West Center. Honolulu and University of Hawaii. Hawaii, USA. 249 p.
- GRUPTA, P.D. and A.J. THORSTEINSON, 1960. Food plant relationships of the diamond-back moth Plutella maculipennis (Curt): sensory regulations of ovoposition of the adult female. Ext. Expt. Appl. 3:305-314.
- GUNTER, F.A. y L.R. JEPSON, 1975. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. Traducción por Ing. Nicolás Merino A. Cuarta Edición. CECSA. México. p. 201-225.
- HALL, T.S.; S.G. BREELAND and P.K. ANDERSON, 1969. Use of cherglaurel foliage for preparation of effective insect killing Prunus caroliniata. Amer. Ent. Soc. 62:242-244.
- HAMM, J.J. and J.R. YOUNG, 1971. Valve of virus presilk treatment for corn earworm and fall armyworm control in sweet corn. J. Econ. Entomol. 64(1): 144-146.
- HARVEY, P.H. 1937. Hereditaria variation in plant, vectri-tion. Genetica. 34:437-461.
- HEAL, R.E.F.; R.T. WALLACE and O. STARNES, 1950. A survey of plant for insecticidal activity. Llogdia. 13(2); 89-162.

- HERNANDEZ X.,E.; F.R. INZUNZA, M. y C.B. SOLANO S. 1983. In tentos de control de plagas y enfermedades identifica- das en la agricultura tradicional en México. Revista Chapingo. 40:55-56.
- HERRERA A.,L.; F. RANGEL, A. y L. DE LA BARREDA, 1900. El gusano de la fruta Instrypetas ludens IDF. Boletín de la Comisión de Parasitología Agrícola. Tomo I (1,2,3) 28-111.
- HUERTA P.,R.A. 1979. Introducción a la entomología agríco- la. Apuntes Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 67 p.
- IBARRA G.,E. 1971. Número y fechas de aplicación de telo- drín 1.5% granulado para el combate de plagas del maíz en la Chontalpa, Tabasco. INIA, Departamento Entomolo- gía. Inf. Tec. 1(1): 56-61.
- JACOBSON, M. 1958. Insecticides from plant: a review of the literature, 1944-1953. USDA - USA. Agricultural Handbook 1:110-115, 213-216, 245-262.
- \_\_\_\_\_. 1975. Insecticides from plants: a review of the literature, 1954-1971. USDA-USA. Agricultural Handbook 4:86-87, 104-120.
- JOTWANI M.,G. and K.P. SRIVASTAVA, 1981. Neem, insecticide of the future II. Protection against field pest. Pesticides 15(11): 40-47.
- KARIYONE T.,H.; H. KIMURA and I.J. NAKAMURA, 1958. Studies on the components of Ginkgo biloba L.: Insolation of bilobanone. Pharm, Soc. Japan Jour. 78:1152-1155.

- KARLSON, P. and A. BUTENAMDT, 1959. Pheromones (Ectohormones) in insects. *Ann. Rev. Entomol.* 4:39-58.
- KATO, N.; M. SHIBAYAMA; M. TAKAHASHI y H. MUNAKATA, 1972. Antifeeding active substances for insects in Clerodendron tricotinum Thumb (Verbenaceae). *Agric. Biol. Chem.* 36(13): 2579-2582.
- KAWAZY, K.; M. ARIWA and Y. KII, 1977. An ovicidal substance cisdehydromatricaria ester from Solidago altissima. *Agric. Biol. Chem.* 41(1): 223-224.
- KING, B.S. y L. SAUNDERS, J. 1984. Las plagas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres Overseas Development Administration. Londres. p. 147-148.
- KUBO, I.; J.A. KLOCHE and S. ASARO, 1981. Insects. ecdysis inhibitors from the east african medicinal plant Ajuga remota (Labiatae). *Agric. Biol. Chem.* 45(8): 1925-1927.
- KUMUL D., E. 1983. Búsqueda de plantas silvestres del Estado de Veracruz con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) y mosquito casero Culex quinquefasciatus (Say). Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 76 p.
- LAGUNES T., A. 1984. Empleo de substancias vegetales contra plagas del maíz como una alternativa al uso de insecticidas en áreas de temporal. Informe del proyecto PROAF-CONACYT, PCAFBNA 00199, CONACYT-CP-UACH-INIA-DGSV-SARH. México. 162 p.

- LAGUNES T.,A.; C. ARENAS, L. y C. RODRIGUEZ, H. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. CONACYT-CP-UACH-INIA-DGSV. Centro de Entomología y Acarología. Chapingo, México. 203 p.
- LANDAZABAL A.,J. 1971. Control biológico de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) con el nemátodo Neoplectana carpocapsae en maíz (Zea mays). Facultad de Ciencias de Palmira, Colombia. Acta Agronómica. 21(34): 41-69.
- LEGORRETA M.,A.L. 1978. Dinámica de población de la familia Noctuidae y las especies Agrotis malefida Gueñez, Pseudaletia unipuncta Han, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), capturados en lámpara trampa en el campo agrícola experimental de la FAUANL en Gral. Escobedo, N.L. Tesis de licenciatura, UANL. Monterrey, N.L. México. 65 p.
- LEOS R.,A. 1981. Ponderación del sistema productivo mexicano; el sector primario y el sistema alimentario mexicano. Sub-Dirección de Investigación. Dirección Académica. UACH. Folleto 7, 132. 40 p.
- LUGINBILL, P. 1928. The fall armyworm, USDA. Tech. Bull. 34:92 p.
- MAJOR R.,T. 1967. The ginkgo the most ancient living tree, the resistance of Ginkgo biloba L. to pest accounts in part the longevity of this species. Science 157 (3794): 1270-1273.
- MARTINEZ, M. 1959. Plantas útiles de la flora mexicana. Ed. Botas. p. 213-313.

- MARTINEZ, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. p. 94.
- MARTINEZ P.,S. 1983. Búsqueda de plantas medicinales con propiedad insecticida contra el gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de licenciatura, Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 83 p.
- McLACHLAN, D.J.; T. ARNASON; B.J.R. PHILOGENE and D. CHAMPAGNE, 1982. Antifeedant activity of the polyacetylene phenylheptatrine (PHT) from Asteraceae to Euxoa messoria (Lepidoptera: Noctuidae). *Experientia* 38(9): 1061-1062.
- MENDOZA P.,A. 1988. Número de aplicaciones de insecticidas para el combate de gusano cogollero Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz de temporal en la zona media de San Luis Potosí. Tesis de licenciatura. Inédita.
- METCALF, C.L. y W.P. FLINT, 1965. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. Trad. de la 4a. Edición. México. Cía. Ed. Continental, S.A. p. 532-628.
- METCALF, R.L. y W.H. LUCKMANN, 1975. Introduction to insect pest management. John Wiley and Sons., Inc. USA. p. 372-430.
- MIHM, J. 1984. Técnicas eficientes para la crianza masiva e infestación de insectos en la selección de las plantas hospedantes para resistencia al gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith). CIMMYT, El Batán. México. 16 p.

- MIRIAPPAN, V. y R.C. SAXENA, 1983. Effect of custard apple oil and neem oil survival of Nephotettix virescens (Homoptera: Cicadellidae) and on rice tungro virus transmission. J. Econ. Entomol. 76(3):573-576.
- MORAN C., V. y J.A. SIFUENTES, A. 1970. El gusano cogollero del maíz, su combate con insecticidas granulados en el Valle de Apatzingán, Mich. Revista El Campo. 937: 28-32.
- MORRIL, W.L. y C.L. GREENE. 1973. Distribution of fall armyworm larvae I. Regions of field corn plants infested by larvae. Environ. Ent. 2:195-198.
- MOTA S., D. 1984. Los extractos acuosos de las plantas silvestres como una alternativa para el combate de la conchuela del frijol Epilachna varivestis Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). Tesis de licenciatura Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 63 p.
- MUNAKATA, K. 1977. Insect feeding deterrents in plants In: Shorey, H.H. and McKelvey, J.J.Jr. (Eds) Chemical control of insect behavior. Wiley, New York, N.Y. p. 93-102.
- MUNFORD, E.P. 1931. Estudios in certain factors affecting the resistance of plants to insect pest. Science 73: 49-50.
- NAKAJIMA, S. and K. KAWASU, 1977. Tridec. I. ene. 3,5,7,9, 11. Pentagne an ovicidal substance from Xanthium canadense. Agric. Biol. Chem. 41(9): 1801-1802.

- NARAGNAN, C.R.; R.P. SING H. and D.D. SAWAINAP, 1980. Phagodeterreny of various of neem oil against Schistocerca gregaria Forsk. Entomology. Abstr. 13(10) (Indian) Jour. Entomol. 43(3): 469-472.
- NIETO H.,R. y C. LLANDERAL, C. 1982. Biología e identificación de estadíos larvarios de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Folia Ent. Mex. 54:11.
- NUÑEZ R.,C. 1980. Determinación del parasitismo en larvas de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith). Tesis profesional UANL. Monterrey, N.L. 153 p.
- ORTIZ R.,C. 1982. La producción agropecuaria y forestal en el mundo y la participación de México. Econotecnia Agrícola. SARH-DGEA. México.
- OSORIO A.,F.J. 1949. Ciclo biológico y control del gusano cogollero del maíz. Tesis de licenciatura. ENA. Chapingo, México. 51 p.
- PACHECO M.,F. 1970. Plagas del Valle del Yaqui, Son. CIANO-INIA-SARH. Circular 53:121 p.
- \_\_\_\_\_ y R.W. YOUNG, 1975. Combate del gusano cogollero en el noroeste de México. Agricultura Técnica México. 4:6.
- PACHECO C.,J.J. 1983. Búsqueda de sustancias tóxicas en plantas medicinales contra larvas de mosquito casero Culex quinquefasciatus Say. (Diptera: Culicidae). Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 63 p.

- PAINTER R.,H. 1968. Insect resistance in crop plants. Congress Card Catalogue Number 69-25820. Kansas. USA. p. 23-83.
- PASOS P.,A. 1986. Las áreas agrícolas. X Congreso Nacional Agronómico. 20-22 febrero 1986. Metepec, México. p. 45-61.
- PEDRAZA F.,J.J. y M. ALBARRAN, M. 1986. Utilización de sustancias acuosas vegetales para el combate del gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), en San Antonio del Rosario. Tlatlaya, Estado de México. Tesis profesional. 96 p.
- PENNINGTON, D.T. y J. SARUKHAN. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF. FAO. p. 246.
- PEÑA E.,G. 1980. Posibilidades de reproducir Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en dieta artificial. VIII Reunión Nacional de Control Biológico, Manzanillo, Col. México.
- PERDOMO E.,A.J. 1970. El efecto del afolato como esterilizante en tres especies de palomillas (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis M.C. ITESM. Monterrey, N.L. 135 p.
- PLANK H.,R. 1950. Insecticidal properties of some plants growing in Puerto Rico, Puerto Rico, Agric. Expt. Sta. Bul. 49:17.
- REZNIK, P.A. and Y.G. IMBS, 1965. Ixoditicks an phitoncides. Zool. Zhur. 44:1861-1864.

RIOS R., F. y E. ESQUILIANO S. 1978. Los insectos del suelo como plagas del maíz en México. Memorias del VI Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. IAP. p. 467-522.

RODRIGUEZ del B., L.A. 1978. Clave de campo para identificación de plagas del maíz y su combate en el Norte de Tamaulipas. Circular CIAGON. INIA. México. 6:20-25.

RODRIGUEZ H., C. 1982. Búsqueda de plantas nativas del Estado de México con propiedades tóxicas contra gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) y mosquito casero Culex quinquefasciatus (Say). Tesis de licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 89 p.

\_\_\_\_\_. 1986 Actividad tóxica de Cestrum spp. (Solanaeae) en larvas de mosquito casero Culex quinquefasciatus (Say) (Díptera: Culicidae). Tesis de maestría. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 83 p.

ROMERO P., S. 1980. Plagas del maíz en México. Memorias del VIII Simposio Nacional de Parasitología, IAP. p. 21-28.

ROMO de V., A. 1976. Lactonas sesquiterpénicas. Clasificación. Actividad y biogénesis. En: Estado actual del conocimiento de plantas medicinales mexicanas. IMPLAM. México. p. 151-162.

RZEDOWSKI, J. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí, UNAM. Tesis de maestría.

\_\_\_\_\_ y G.C. RZEDOWSKI. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II, p. 30.

- SANCHEZ N., A. M. GALLEGOS G. y L.J. GALAN W. 1986. Propagación y toxicidad de cepas de Bacillus thuringiensis contra Spodoptera frugiperda y Heliothis virescens (Lepidoptera: Noctuidae) Resúmenes del XXI Congreso Nacional de Entomología. 16-19 marzo. Monterrey, N.L. México. p. 179-180.
- SEKUL, A.A. and A.N. SPARKS. 1967. Sex pheromone of the fall armyworm moth insolation. Identification and zynthesis. J. Econ. Entomol. 60(5): 1271-1272.
- STANLEY P., C. 1926. Trees and shrubs of Mexico. Contributions from the United States National Herbarium (Reprint in 1982 by J. Cramer). Strauss and Cramer. CmbH, D-6945, Hirschberg 2, ISEN<sub>3</sub> 7682-1288-2 Germany. p. 1162-1163.
- SIFUENTES A., J.A. 1974. El gusano cogollero del maíz y su control en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. INIA. (Folleto de Divulgación No. 52). 6 p.
- \_\_\_\_\_. 1978. Plagas del maíz en México y algunas consideraciones sobre su control. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. INIA. Folleto de Divulgación No. 58. 30 p.
- SORIA R., G. 1985. Flora de Morelos; descripción de especies vegetales de la selva caducifolia del Cañón de Lobos, Municipio de Yautepec, Mor. UAM. p. 70.
- SPARKS A., N. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. Florida. Entologist. 62(2): 82-87.

STARRAT, A.N. y D.G.R. McLEOD, 1982. Monitoring fall armyworm, Spodoptera frugiperda, moth populations on southwestern traps. Canadian Entomol. 114(7): 545-549.

STEINHAUS, A.E. 1963. Insect pathology and advance treatise. Academic Press. New York. 1:133-154.

TORRES G.,J. 1976. Comportamiento de variedades e híbridos de maíces de alto valor nutritivo al ataque del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), en condiciones de campo e invernadero. Folia Entomológica Mexicana. 36:86.

/VAZQUEZ G.,M. 1975. Cría masiva del gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) y evaluaciones en el campo. Tesis de maestría. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 81 p.

VELEZ L.,E. 1974. Notas del curso de parasitoidas agrícolas. Departamento de Parasitología Agrícola. ENA. Chapingo, México. 397 p.

VICKERY R.,A. 1929. Studies on the fall armyworm in the gulf coast district of Texas, USDA. Tech. Bull. p. 138-163.

/VILLANUEVA B.,J. 1961. La práctica del doblado del maíz en el trópico, en relación con el rendimiento, secado del grano e infestación de insectos en la mazorca. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. 46 p.

\_\_\_\_\_. 1974. El gusano cogollero del maíz. Memorias del II Simposio Nacional de Parasitología Agrícola, Mazatlán, Sinaloa. México. p. 297-302.

- VON RIES, A. 1973. Drugs and foods from little know plants  
Harvard University Press. Cambridge. Great Britain.
- WEBB, R.E. M.A. HINEBAUGH R.K. LINDQQUIST y M. JACOBSON.  
1983. Evaluation of aqueous solution of neem seed  
extract against Liriomyza sativae and L. trifolii  
(Diptera: Agromyzidae) J. Econ. Entomol. 76(2):357-362.
- WENDELL, S.J.; J.R. YOUNG; W.J. LEWIS y R.L. JONES, 1972.  
Sterilization of adult fall armyworm by gamma  
irradiation and its effects on competitiveness. J.  
Econ. Entomol. 65(5): 1431-1433.
- WISEMAN, B.R.; R.H. PAINTER and C.E. WASSOM, 1966. Detecting  
corn seedling differences in the greenhouse by visual  
classification of damage by the fall armyworm. J. Econ.  
Entom. 59:1211-1214.
- \_\_\_\_\_. 1967. Resistance of corn, Zea mays L. and  
related plant species to the fall armyworm, Spodoptera  
frugiperda (J.E. Smith). Ph. D. Thesis. Kansas State  
Univ. 178 p.
- YAMAGUCHI, A.I.; J. SOYUK; M. SASA and S. LIDA, 1950. Studies  
on the insecticidal action of japanese plants: screening  
test for insecticidal plants. Botyu Kagaku. 15:39-46.
- ZALKOW, L.H.; M.M. GORDON and N. LANIR, 1979. Antifeedants  
from rayless golden rod and oil of pennngroal toxic  
effects for the fall armyworm. J. Econ. Entomol.  
72(6):812-815.

