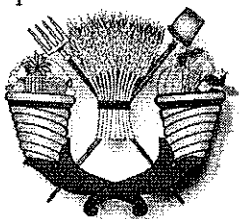


P



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL**

**EVALUACIÓN DE PROTECTANTES DE SEMILLA DE
MAÍZ EN LA REDUCCIÓN DEL DAÑO POR GUSANO
COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH) EN
INVERNADERO**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL**

PRESENTA:

JOSÉ MANUEL VERA HEREDIA

CHAPINGO, MÉXICO, JULIO DE 2009



DIRECCIÓN GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



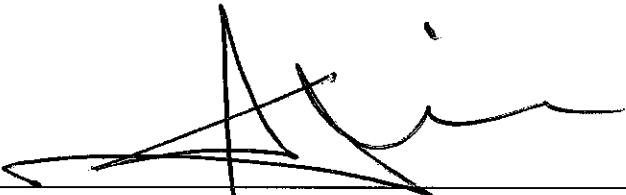
EVALUACIÓN DE PROTECTANTES DE SEMILLA DE MAÍZ EN LA REDUCCIÓN DEL DAÑO POR GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH) EN INVERNADERO.

Tesis realizada por José Manuel Vera Heredia, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

COMITÉ ASESOR:

DIRECTOR:



DR. VÍCTOR MANUEL PINTO

ASESOR :



M.C. ANTONIO SEGURA MIRANDA

ASESOR:



DR. SAMUEL RAMÍREZ ALARCÓN

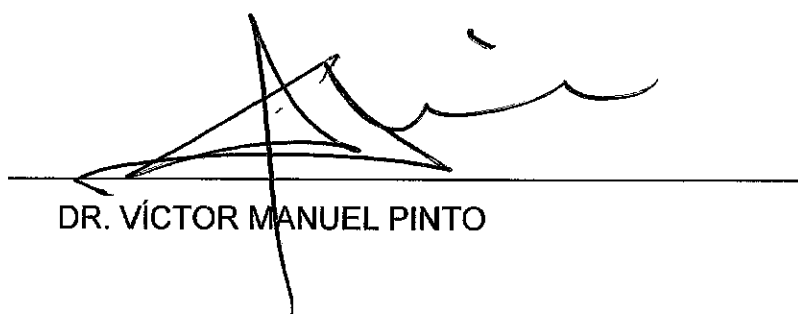
Chapingo, México, Julio de 2009

**EVALUACIÓN DE PROTECTANTES DE SEMILLA DE MAÍZ EN LA
REDUCCIÓN DEL DAÑO POR GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera
frugiperda* J.E. SMITH) EN INVERNADERO.**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de José Manuel Vera Heredia, autor del presente trabajo de Tesis de Maestría en Protección Vegetal estuvo conformado por:

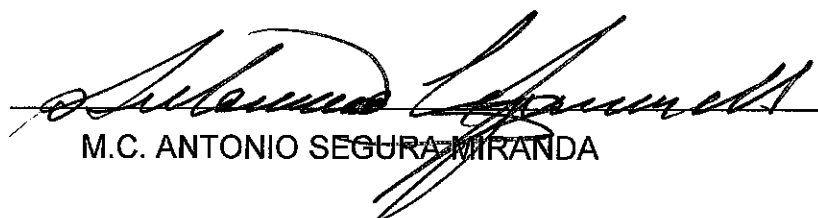
JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE:



DR. VÍCTOR MANUEL PINTO

ASESOR:



M.C. ANTONIO SEGURA MIRANDA

ASESOR:



DR. SAMUEL RAMÍREZ ALARCÓN

Chapingo, México, Julio de 2009

AGRADECIMIENTOS

Al CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, por el apoyo económico otorgado para llevar acabo los estudios Maestría.

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO, por las facilidades otorgadas para mi formación profesional y personal.

Al PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PROTECCIÓN VEGETAL DEL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO, por brindarme la oportunidad de obtener el grado de Maestro en Ciencias en Protección Vegetal.

Al DR. VICTOR MANUEL PINTO, por su ayuda para dirigir esta investigación y por los consejos brindados.

A los M.C ANTONIO SEGURA MIRANDA Y DR. SAMUEL RAMÍREZ ALARCÓN, por su asesoría para concluir esta investigación.

Al SR. LAURO HERNÁNDEZ, Del Colegio de Postgraduados, por su apoyo y enseñanzas para la realización de la cría de insectos utilizados para este trabajo

A TODOS Y CADA UNO DE LOS CATEDRÁTICOS DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PROTECCIÓN VEGETAL, por la formación profesional y personal que me brindaron y la amistad durante mi especialización.

DEDICATORIA

A mis padres: **Octavio Vera Galán y Juana Heredia Hernández**, de quienes siempre he recibido apoyo, amor y confianza; en especial a ellos dedico mi esfuerzo.

A mis hijas: **Denisse Vera Monge** que aunque no esta físicamente conmigo, siempre ha estado a mi lado. **Yareli Vera Mata (Venus)**, porque me ha aguantado todo el tiempo que estuve estudiando y es ella quien me hace que cada día sea más constante en lo que hago.

A mis hermanos: **Román, Antonio, Alberto, Gerardo, Rocío, Silvia, Guadalupe, Yolanda, Rafael, Esther**. Que siempre han estado ahí cuando los he necesitado y me han apoyado de la manera que han podido.

A mis amigos de la maestría: **Zenón, Belén, Chito, Milton, Nelson, Cundapí, Marín, Nayeli, Ericka**. Quienes me apoyaron desde que inicie este estudio.

Una mención especial a las siguientes personas que más que amigos fueron mi familia mientras estuve estudiando la maestría: **Alejandro Valles, Pedro, Magaña (Mariano), Kasumi, Yussel, Cereal, Poncho, la China y Magaña (Feliciano)**.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Importancia del cultivo de maíz en México.....	3
2.2. Plagas del cultivo de maíz en México.....	4
2.2.1. Gallina ciega (larva) ó mayate de junio (adulto).....	4
2.2.2. Guasano de alambre ó escarabajos tronadores	4
2.2.3. Mayate negro del arroz	5
2.2.4. Diabrotica	5
2.2.5. Gusanos trozadores.....	6
2.2.6. Gusanos barrenadores del tallo	6
2.2.7. Gusano soldado	7
2.2.8. Falso medidor del maíz	7
2.2.9. Gusano saltarin	7
2.2.10. Mosca del cogollo	8
2.2.11. Chapulines.....	8
2.2.12. Chicharrita.....	8
2.2.13. Trips.....	9
2.2.14. Pulgón del cogollo	9
2.2.15. Araña roja	9
2.2.16. Frailecilo	10
2.2.17. Gusano elotero	10
2.2.18. Gusano cogollero	11

2.2.18.1 Biología y hábitos de <i>S. frugiperda</i>	11
2.2.18.2. Daños.....	13
2.2.18.3. Control del gusano cogollero	13
2.3. Clotianidina.....	15
2.4. Thiodicarb.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Localización del experimento.....	19
3.2. cría del gusano cogollero	19
3.3. Tratamientos utilizados.....	21
3.4. Prueba de germinación.....	22
3.5. Diseño experimental.....	23
3.6. Infestación con larvas de gusano cogollero	24
3.7. Análisis de datos	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	27
4.1. Porcentaje de germinación	27
4.2. Análisis de eficacia de tratamientos.....	27
4.2.1. Primera infestación.....	27
4.2.2. Segunda infestación.....	29
4.2.3. Tercera infestación.....	30
4.2.4. Cuarta infestación.....	34
V. CONCLUSIONES	37
VI. BIBLIOGRAFIA	38

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Relación de tratamientos evaluados	22
Cuadro 2. Resultados de la prueba de germinación.....	27
Cuadro 3. Resultados del número de larvas vivas, plantas dañadas y porcentaje de efectividad de los tratamientos a las 24 y 48 horas posteriores a la segunda infestación (23 de Enero, 2008) de larvas de cogollero en planta de maíz en invernadero.....	28
Cuadro 4. Resultados del número de larvas vivas, plantas dañadas y porcentaje de efectividad de los tratamientos a las 24 y 48 horas posteriores a la segunda infestación (27 de Enero, 2008) de larvas de cogollero en planta de maíz en invernadero.....	30
Cuadro 5. Resultados del número de larvas vivas, plantas dañadas y porcentaje de efectividad de los tratamientos a las 24 y 48 horas posteriores a la tercera infestación (31 de Enero, 2008) de larvas de cogollero en plantas de maíz en invernadero.....	31
Cuadro 6. Resultados del número de larvas vivas, plantas dañadas y porcentaje de efectividad de los tratamientos a las 24 y 48 horas posteriores a la cuarta infestación (04 de Febrero, 2008) de larvas de cogollero en plantas de maíz en invernadero.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Tomado de Bayer CropScience, México).....	12
Figura 2. Estructura molecular del insecticida Clotianidina.....	16
Figura 3. Estructura molecular del insecticida Thiodicarb.....	18
Figura 4. Recolección de masas de huevos y confinamiento de larvas de segundo instar en microcontenedores con dieta merídica, respectivamente.....	20
Figura 5. Colecta y confinamiento de pupas para la obtención de palomillas, respectivamente.....	21
Figura 6. Prueba de germinación de las semillas tratadas con los insecticidas.....	23
Figura 7. Distribución de los tratamientos y sus repeticiones en el invernadero previamente a la infestación de las plántulas con larvas de primer instar de gusano cogollero.....	24
Figura 8. Infestación inicial de las plántulas de maíz con larvas de primer instar de gusano cogollero.....	25
Figura 9. Larva de primer instar de <i>S. frugiperda</i> cerca del cogollo de una plántula con cinco días de emergida.....	25
Figura 10. Observaciones periódicas del número de larvas vivas y cantidad de daño a las plántulas después de las infestaciones con gusano cogollero.....	26
Figura 11. Larvas vivas de gusano cogollero y ligeros daños a la cutícula de las hojas.....	28

Figura 12. Observación del daño por gusano cogollero en el tratamiento testigo 48 horas después de la primer infestación.....	29
Figura 13. Observación de los resultados a las 48 horas después de la primera infestación.....	30
Figura 14. Observación de resultados 48 horas después de la segunda infestación.....	31
Figura 15. Observación de los resultados 48 horas después de la tercera infestación.....	32
Figura 16. Observación del daño por gusano cogollero en la dosis baja de la mezcla Clotianidina + Thiodicarb 48 horas después de la segunda infestación.....	32
Figura 17. Observación del daño por gusano cogollero en el tratamiento de Thiodicarb aplicado solo, 48 horas después de la tercera infestación.....	33
Figura 18. Observación del daño por gusano cogollero en el tratamiento a base clotianidina aplicada sola, 48 horas después de la cuarta infestación.....	33
Figura 19. Observación de los resultados 48 horas después de la cuarta infestación.....	34
Figura 20. Resultados de la efectividad de los tratamientos a las 48 horas después de cada infestación	36

EVALUACIÓN DE PROTECTANTES DE SEMILLA DE MAÍZ EN LA REDUCCIÓN DEL DAÑO POR GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH) EN INVERNADERO.

EVALUATION OF CORN SEED PROTECTANTS ON FALL ARMYWORM (*Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH) LARVAE DAMAGE UNDER GREENHOUSE.

José Manuel Vera Heredia

RESUMEN

Se evaluó la eficacia de tres dosis de la mezcla de insecticidas Clotianidina + Thiodicarb como protectantes de semillas de maíz, comparada con una dosis estándar de los mismos insecticidas aplicados solos contra el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en condiciones de invernadero en Chapingo, México. Las dosis evaluadas de la mezcla correspondieron a 285, 320 y 350 ml/ 80 mil semillas tratadas; Clotianidina sola 66.5 ml/ 80 mil semillas y Thiodicarb solo 300 ml/100 kg de semillas, y un testigo sin aplicación. Se hicieron seis infestaciones cada cuatro días de larvas de primer instar de gusano cogollero a plántulas de maíz. La primera infestación se realizó cuando las plántulas tuvieron cinco días de emergencia. Cada 24 y 48 horas después de cada infestación se tomaron datos del número de larvas vivas y del porcentaje de daño a las plantas. Los resultados indicaron que la mezcla de Clotianidina + Thiodicarb tuvo una protección de 80% del daño por gusano cogollero hasta 18 días después de la emergencia las plántulas. Ninguna de las dosis de la mezcla fue estadísticamente diferente entre sí. Thiodicarb aplicado solo fue el mejor tratamiento con 86% de protección a los 18 de emergidas las plántulas. Clotianidina sola fue el peor tratamiento con 6% de efectividad a los 18 días de emergidas las plántulas.

Palabras clave: Clotianidina, Cría, Thiodicarb, Mezcla de insecticidas

ABSTRACT

The effectiveness of three doses of the mixture of insecticides Clothianidin + Thiodicarb was evaluated as corn seed protectants, compared with the same insecticides applied alone against Fall armyworm larvae under greenhouse conditions in Chapingo, Mexico. The evaluated doses of the mixture corresponded to 285, 320 and 350 ml/ 80000 treated seeds; Clothianidin alone 66.5 ml/ 80,000 seeds and Thiodicarb 300 ml/100 kg of seeds, and a control without insecticides. Every four days were made six infestations of first instar larvae on corn seedlings. The first infestation was made on five days emerged seedlings. Every 24 and 48 hours after each infestation data on the number of alive larvae and the plants percentage of damage were taken. The results indicated that the mixture of Clotianidina + Thiodicarb had a protection of 80% of the damage by worms up to 18 days after the seedlings emergence. None of the three doses of the mixture was statistically different. Thiodicarb was the best treatment with 86 % of effectiveness and Clothianidin had only 6% of effectiveness at 18 days of emerged seedlings, respectively.

Key Words: Clothianidin, Mixture of insecticides, Rearing, Thiodicarb.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz se considera como uno de los cereales más importantes del mundo y junto con el trigo tienen gran relevancia desde el punto de vista social, puesto que es la base de alimentación de millones de personas. México es el centro de origen del maíz y sigue siendo el mayor centro de diversidad de la especie, es el quinto productor a nivel mundial y el cuarto importador del grano. Por lo anterior el maíz es un producto de enorme importancia social y económica, su consumo *per capita* es de 180 Kg., y representa la mitad del volumen total de alimentos que consumen los mexicanos cada año, proporcionando a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas y es uno de los elementos clave de la cultura, fuente principal de alimentos e ingresos para la mayoría de los campesinos.

En México, el maíz ocupa el 62% de la superficie cultivada y da empleo a cerca de 3.5 millones de agricultores. Su cultivo se extiende a lo largo de todo el territorio nacional, sobre distintos contextos geográficos, ecológicos, técnicos y sociales. Se estima que se cultiva una superficie aproximada de ocho millones de hectáreas, de las cuales el 82 % se explota bajo temporal y el resto en condiciones de riego; en su cultivo intervienen 3.5 millones de campesinos lo que significa que un habitante de cuatro económicamente activos, es productor de maíz, aunque se estima que entre 15 y 18 millones de personas dependen en el país de la producción de esta planta para ganarse la vida.

Los problemas fitosanitarios del maíz en México, entre los que destacan las plagas, enfermedades y maleza, ocupan un lugar prioritario en la relación de factores que limitan la productividad del cultivo, ya que cada uno de estos tres problemas señalados puede por si solo ser la causa de pérdidas en rendimiento que van desde bajos porcentajes hasta la pérdida total de la cosecha, lo cual se refleja en cifras significativas entre la superficie sembrada versus la cosecha obtenida, situación que desalienta a los productores quienes no ven compensados sus esfuerzos con rendimientos satisfactorios que paguen su trabajo y su inversión. Por esta razón, entre otras, muchos de ellos han dejado de sembrar maíz para dedicarse a otros cultivos y en ocasiones a otras actividades diferentes, lo que trae como consecuencia una considerable disminución de la superficie sembrada y por ende de volúmenes producidos lo que origina la necesidad de importar granos de otros países.

Este cultivo, está expuesto al ataque de una gran diversidad de insectos nocivos de los cuales sobresale el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Este insecto tiene gran poder destructivo sobre todo en las regiones tropicales y subtropicales y llega a causar pérdidas que fluctúan de un 50 a un 95% de la producción. Por tal motivo se plantean los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo

Evaluar tres dosis la mezcla de Clotianidina y Thiodicarb aplicados a las semillas antes de la siembra contra el daño de gusano cogollero en plántulas de maíz en comparación con una dosis de Clotianidina y otra de Thiodicarb aplicados solos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del cultivo del maíz en México

El maíz es un producto de enorme importancia social y económica en México. Ocupa el 62% de la superficie cultivada y da empleo a cercada de 3 millones de agricultores. Representa la mitad del volumen total de alimentos que consumen los mexicanos cada año y proporciona a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas.

Es uno de los elementos clave de la cultura, fuente principal de alimentos e ingresos para la mayoría de los campesinos. Se estima que entre 15 y 18 millones de personas dependen en el país de la producción de esta planta para ganarse la vida. Su cultivo se extiende a lo largo de todo el territorio nacional, sobre distintos contextos geográficos, ecológicos, técnicos y sociales.

El maíz se siembra en un amplio rango de condiciones ambientales; lo encontramos en todas las entidades del país en distintos tipos de suelo, clima, sólo o asociado con diversos cultivos.

El grano de maíz producido tiene diversos destinos: un 66% es para consumo humano (168 a 180 kg anuales *per cápita*), un 14% para uso directo por animales de traspatio; Un 19% se industrializa en alimentos balanceados y otros productos y 1% se destina para semilla. (Fuente ACERCA-SAGARPA, 2005).

La superficie que se siembra anualmente es del orden de 7 millones de hectáreas, de las cuales corresponden solo 1 millón a siembras de riego con Una producción aproximada de 10.5 millones de toneladas/año, cantidad que no satisface la demanda nacional.

El déficit actual de maíz en el país, será mayor para los próximos 10 años en virtud del crecimiento de la población y de las limitadas superficies de buena productividad existentes en el país, por lo que la única forma de disminuir ese déficit es mediante la aplicación de la tecnología existente, y en este particular el control de plagas, enfermedades y maleza juega un papel predominante, ya que las pérdidas debidas a estas causas son considerables. (Sifuentes, 1985).

2.2. Plagas del cultivo de maíz en México

Este cultivo, está expuesto al ataque de una gran diversidad de insectos nocivos de los cuales sobresale el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Este insecto tiene gran poder destructivo sobre todo en las regiones tropicales y subtropicales y llega a causar pérdidas que fluctúan de un 50 a un 90% de la producción. Las pérdidas están en función de la variedad utilizada y las condiciones ecológicas (Sifuentes, 1974 y .1985).

En los pasados 40 años y hasta la fecha el control del gusano cogollero del maíz se ha basado fundamentalmente en el uso de insecticidas.

2.2.1. Gallina ciega (larva) ó mayate de junio (adulto)

CLASE: Insecta

ORDEN: Coleoptera

FAMILIA: Melolonthidae

ESPECIE: *Phyllophaga* spp.

Como gallina ciega se conocen las larvas de diversas especies de carábidos de los géneros *Phyllophaga*, *Macrodactylus*, *Cyclocephala*, *Anómala* y otras, que causan serios daños al maíz. En algunas entidades como Jalisco, se han calculado pérdidas de 920 a 1600 kg de grano por causa del complejo de insectos rizófagos. Su distribución abarca todas las zonas productoras de maíz con variación en la predominancia de especies en las distintas regiones, su ocurrencia se ha registrado en las siguientes entidades: Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima, Michoacán, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Tamaulipas, Chihuahua, Morelos, México, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas. Algunas de las especies mencionadas atacan también a sorgo, caña de azúcar, pastos y algunos cultivos hortícolas y ornamentales.

2.2.2. Gusano de alambre ó escarabajos tronadores.

CLASE: Insecta

ORDEN: Coleoptera

FAMILIA: Elateridae

ESPECIE: *Melanotus* spp., *Agriotes* spp.

Aunque los daños causados por gusanos de alambre son en general menor que los de

gallina ciega; su presencia incrementa el daño del complejo de las plagas subterráneas del maíz. Sin embargo esporádicamente en algunas localidades particularmente en suelos arenosos su daño puede ser de cierta importancia económica. Se ha mencionado su ocurrencia en, los estados de Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Sinaloa, Morelos, Hidalgo, Jalisco y Tamaulipas.

2.2.3. Mayate negro del arroz

CLASE: Insecta

ORDEN: Coleoptera

FAMILIA: Melolonthidae

ESPECIE: *Euetheola* sp.

Durante los últimos 8 años han ocurrido fuertes infestaciones de este insecto en las regiones tropicales del país. Su daño como adulto se ha consignado en la zona central de Veracruz. Las larvas forman parte del complejo de especies de "gallina ciega" que dañan raíces de diversas especies vegetales. El adulto es un escarabajo negro de 1 a 1.5 cm. de largo que se alimenta de la base de los tallos principalmente en etapa de emergencia, barrenándolos y trozándolos en la base. El daño se presenta en manchones dentro de una plantación.

2.2.4. Diabrotica.

CLASE: Insecta

ORDEN: Coleoptera

FAMILIA: Chrysomelidae

ESPECIE: *Diabrotica* spp.

A este género pertenecen varias especies de *Diabrotica* como: *D. balteata*, *D. virgifera*, *D. undecimpunctata*, y *D. variegata*, las larvas de estas especies forman parte del complejo de especies rizófagas cuyos daños ocasionan pérdidas hasta de 51% de la producción en algunas áreas del país. Adicionalmente estos insectos pueden ocasionar daño como adultos en plantas de maíz, frijol y muchas otras plantas cultivadas dada su característica de insectos omnívoros. Las diabroticas se encuentran presentes en todas las zonas productoras de maíz; se han señalado daños severos en Jalisco Nayarit, Michoacán, Chiapas y Veracruz. Predominan distintas especies en cada región.

2.2.5. Gusanos trozadores.

CLASE: Insecta

ORDEN: Lepidoptera

FAMILIA: Noctuidae

ESPECIE: *Spodoptera* sp, *Peridroma* sp, *Agrotis* sp, *Prodenia* sp.

Las especies de cortadores mencionados arriba son capaces de causar daños severos a cultivos de maíz en su etapa de emergencia. Una sola larva es capaz de destruir las plántulas de varios metros de un surco, aunque generalmente el daño es localizado. Además de maíz atacan a otras gramíneas, cultivos hortícolas y ornamentales. Diversas especies de trozadores ocurren en todas las zonas productoras de maíz del país. Algunas entidades han reportado mayores daños, como son: Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Coahuila, Durango, Tamaulipas, Hidalgo, Morelos, México, Guanajuato, Guerrero, Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Quintana Roo.

2.2.6. Gusanos barrenadores del tallo.

CLASE: Insecta

ORDEN: Lepidoptera

FAMILIA: Pyralidae

ESPECIE: *Zeadiatraea* (*Diatraea*) spp.

Los barrenadores del tallo causan daño a plantas de maíz, principalmente en las zonas costeras tropicales y subtropicales del país, donde se han reportado pérdidas del 10 al 20%. Se ha señalado su ocurrencia en los estados de Sonora, Sinaloa, Colima, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guerrero, Morelos, Durango, Oaxaca, Puebla, Veracruz, México, Quintana Roo, Campeche y Yucatán, la predominancia de especies por regiones es variable y se señala la ocurrencia de *Z. lineolata*, *Z. grandiosella*, *Z. muellerella*, *Z. saccharalis* y de *Chilo loftini* (barrenador chico). Algunas de las especies de barrenadores son plagas también de caña de azúcar, arroz, sorgo y otras gramíneas.

2.2.7. Gusano soldado.

CLASE: Insecta

ORDEN: Lepidoptera

FAMILIA: Noctuidae

ESPECIE: *Pseudaletia unipuncta* (*Spodoptera exigua*)

El daño de estos insectos es ocasional pero severo en algunas localidades. Su distribución es muy amplia en México. Algunas de las entidades que han reportado sus daños son: Baja California, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Chihuahua, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Morelos, México y Chiapas. Estos insectos son plaga de otras gramíneas importantes como trigo y cebada, particularmente *S. exigua* ataca otros cultivos importantes como algodón, sorgo, linaza, cártamo, ajonjolí, frijol, garbanzo y vid.

2.2.8. Falso medidor del maíz.

CLASE: Insecta

ORDEN: Lepidoptera

FAMILIA: Noctuidae

ESPECIE: *Mocis latipes*

El falso medidor del maíz es una plaga ocasional, que adquiere importancia algunos años principalmente en las áreas costeras del Golfo de México, los daños son impresionantes por sus hábitos voraces de alimentación y por las grandes poblaciones que se presentan y defoliar completamente las plantas. Se han reportado daños severos por esta plaga en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Chiapas y Jalisco

2.2.9. Gusano saltarín.

CLASE: Insecta

ORDEN: Lepidoptera

FAMILIA: Pyralidae

GEN.ESP: *Elasmopalpus lignosellus*

Además del maíz, estos insectos dañan al sorgo, arroz, caña de azúcar y otras gramíneas. Se ha catalogado como plaga ocasional primaria en el continente americano.

2.2.10. Mosca del cogollo.

CLASE: Insecta

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Otitidae

ESPECIE: *Euxesta* sp.

Estas moscas son plagas del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de México. En el estado de Michoacán se han reportado hasta 35% de plántulas muertas por el ataque de dicha plaga

2.2.11. Chapulines.

CLASE: Insecta

ORDEN: Orthoptera

FAMILIA: Acrididae

ESPECIE: *Melanopus differentialis*, *Brachystola magna*, *Sphenarium mexicanum*

Son plagas que se presentan ocasionalmente en todas las zonas maiceras del país y llegan a causar severos daños por defoliaciones completas del cultivo. Las entidades que han reportado daños son: Jalisco, Sonora, Sinaloa, Nayarit; Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo, México, Puebla y Oaxaca. Los chapulines atacan también pastos, sorgo, trigo y otros cultivos importantes como: alfalfa, cacahuete, frijol y girasol.

2.2.12. Chicharrita

CLASE: Insecta

ORDEN: Homoptera

FAMILIA: Cicadelidae

ESPECIE: *Dalbulus* spp.

Las chicharritas del maíz pertenecen al género *Dalbulus* del cual hay dos especies principales *D. maidis* y *D. elimatus*; la primera predomina en las zonas cálidas y costeras mientras que la segunda predomina en los valles altos del país. Su importancia radica en su capacidad como transmisores de los patógenos causantes del "achaparramiento del maíz", enfermedad que en las zonas tropicales llega a causar reducción del 25 % o más en rendimiento de grano y además limita la posibilidad de efectuar siembras tempranas o de punta de riego

2.2.13. Trips.

CLASE: Insecta

ORDEN: Thysanoptera

FAMILIA: Thripidae

ESPECIE: *Frankliniella* spp.

Estos insectos se llegan a constituir en plaga de cierta importancia principalmente en las regiones tropicales secas de México. En el Bajío se considera una de las plagas más importantes de Maíz de riego. Sus daños han sido consignados en: Sonora, Sinaloa, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Coahuila, Guanajuato, Morelos y Veracruz

2.2.14. Pulgón del cogollo.

CLASE: Insecta

ORDEN: Homoptera

FAMILIA: Aphididae

ESPECIE: *Rhopalosiphum maidis*

Este insecto es plaga de relativa importancia en algunas regiones de México, debido a su rápida proliferación y abundante población en una misma planta, aunque su daño no es generalizado sino que se presenta en forma de manchones. Además de maíz ataca sorgo y otras gramíneas. Este áfido es capaz de transmitir el virus del mosaico y enanismo del maíz y el virus del punteado foliar del maíz

2.2.15. Araña roja

CLASE: Arachnida

ORDEN: Acarina

FAMILIA: Tetranychidae

ESPECIE: *Olygonychus* spp., *Tetranychus* spp.

Varias especies de ácaros de los géneros *Olygonychus* y *Tetranychus*, son considerados entre las plagas más importantes del maíz en algunas zonas del país, principalmente las de clima cálido seco y clima templado seco, en donde en algunos casos se han consignado pérdidas totales por altas infestaciones de dichos organismos; entre las entidades que han reportado daños se encuentran: Morelos, Puebla, México, Hidalgo,

Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Coahuila, Chihuahua, Tamaulipas, Nuevo León, Nayarit, Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Tlaxcala, Veracruz, Baja California Norte y Baja California Sur, así como Aguascalientes. Prácticamente su presencia es notoria en todo el país excepto en zonas muy húmedas como el estado de Tabasco o sur de Veracruz y Quintana Roo. Además de daños al maíz estas especies infestan otras gramíneas, algunos frutales y plantas hortícolas de importancia económica.

2.2.16. Frailecillo

CLASE: Insecta

ORDEN: Coleoptera

FAMILIA: Melolonthidae

ESPECIE: *Macroductylus spp.*

La larva de estas especies, son parte del complejo de plagas rizófagas del maíz y otras gramíneas. El adulto es plaga ocasional en regiones de clima templado donde llega a causar daños severos a plantas de maíz en etapa de desarrollo y floración. Ataca además a otros cultivos importantes como: frijol, alfalfa, haba y manzano

2.2.17. Gusano elotero

CLASE: Insecta

ORDEN: Lepidoptera

FAMILIA: Noctuidae

ESPECIE: *Heliothis zea*

El gusano elotero es una plaga persistente del maíz cuyos daños se han reportado en la mayoría de las áreas productoras del país. Se han consignado porcentajes de infestación a la mazorca hasta del 100%. Con pérdidas de grano hasta de 15%. Esta plaga puede ser limitante para la comercialización de elote en mercados que exigen buena calidad de los mismos. Se han registrado daños en las siguientes entidades: Sonora, Baja California, Jalisco, Sinaloa, Durango, Guanajuato, Zacatecas, Tamaulipas, Aguascalientes, Michoacán, Querétaro, Hidalgo, Morelos, Puebla, Guerrero, Veracruz, Chiapas, Campeche. Además de maíz atacan otros cultivos como sorgo, jitomate, chile, tabaco y algodón

2.2.18. Gusano cogollero

CLASE: Insecta

ORDEN: Lepidoptera

FAMILIA: Noctuidae

ESPECIE: *Spodoptera frugiperda*

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) es una plaga tropical y subtropical de Centro y Sudamérica, México y las principales zonas productoras de maíz de los Estados Unidos. Presenta más de 60 plantas hospederas, muchos de ellos como el algodón, caña de azúcar, avena, trigo, maíz, camote y papa son sus hospederos.

En México en las regiones tropicales ha ocasionado pérdidas en las cosechas de un 50 a 95%. Estas pérdidas han sido causadas por la baja densidad de las siembras como resultado del ataque durante todo el ciclo vegetativo y por su condición polífaga, la cual hace a este insecto de suma importancia en las zonas maiceras de México (Anónimo, 2000).

2.2.18.1. Biología y hábitos de *S. frugiperda*

En México, especialmente en climas calientes no se presentan generaciones cíclicas definidas. En cualquier momento o época del año podemos encontrar huevecillos, larvas, pupas y adultos. La ovoposición se realiza en el envés de las hojas del maíz en cualquier etapa del desarrollo sobre todo en las primeras hojas tiernas del maíz (Anónimo, 1950). La palomilla es de hábitos nocturnos, durante el día permanece escondida en las grietas del suelo por lo cual es difícil de localizada ya que su color se confunde con el suelo (Anónimo, 1980).

Presenta una metamorfosis completa lo que significa que pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto.

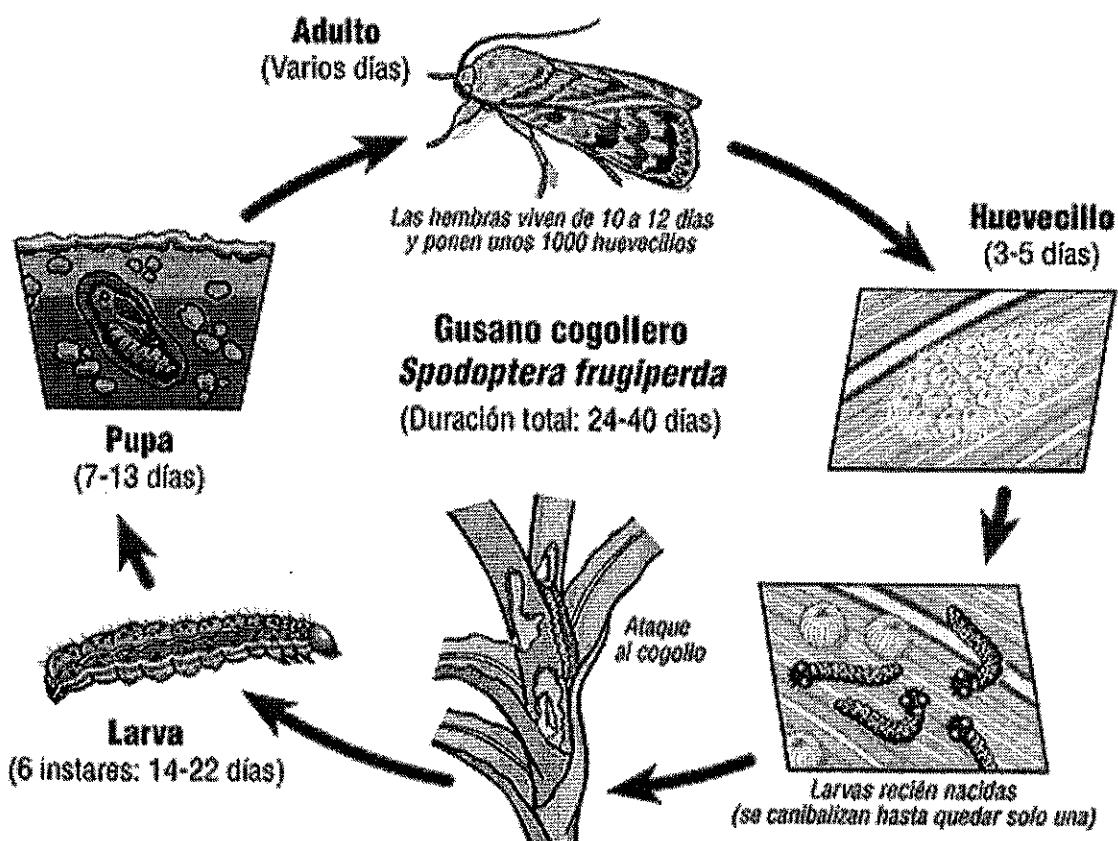


Figura 1. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* (Tomado de Bayer CropScience México)

Huevo. La hembra deposita sus huevecillos en el envés de las hojas, en masas cubiertas de pelo y escamas, habiendo en cada grupo de 50-150 huevecillos, los cuales se caracterizan por su color verde pálido cubierto por un material algodonoso.

Cada hembra puede poner un número aproximado de 1000 huevecillos durante toda su vida como adulto. El clima influye en el tiempo en que tarda el huevecillo para eclosionar, pudiendo variar de 4 a 5 días, en las zonas tropicales y subtropicales; en tanto en lugares fríos pueden tardar hasta 10 días (Anónimo, 1980 y González, 1980).

Larva. Lleg a medir hasta 3.5 cm de longitud, son gusanos de color variado que va desde verde claro a café grisáceo, tienen líneas blancas dorsales y subdorsales muy definidas y la sutura epicraneal de la cabeza tiene la forma de una "Y" invertida de color blanco y bastante prominente. El desarrollo larvario comprende aproximadamente de tres semanas. La larva completamente desarrollada construye una celdilla para pupar a varios

centímetros debajo de la superficie del suelo (McKelvey y Osorio, 1949; y González, 1980).

Pupa. Es de color variado, va del café dorado a rojo dorado y casi negro. La coloración más oscura se presenta cuando la palomilla está próxima a emerger. El período de pupa dura de 10 días a dos semanas; después la palomilla emerge, copula, ovoposita y continúa su ciclo de vida.

Adulto. Es una palomilla que mide de 30.5 a 30.7 mm de expansión alar, las alas anteriores son de color pardo moteado y con una pequeña área de color blanquecino en el extremo apical. Las hembras tienen las alas anteriores de color oscuro en los bordes y con un lustre aperlado o rosado, el cuerpo de la palomilla es de color gris cenizo a negro. El período de vida de los adultos es de 10 a 12 días (McKelvey y Osorio, 1949).

2.2.18.2 Daños

Las larvas recién emergidas se alimentan en el envés de las hojas, posteriormente se dispersan y penetran al cogollo ocasionando el daño principal al alimentarse de las hojas tiernas, los cuales, al abrirse presentan perforaciones. Una característica básica es que deja abundante excremento por donde el gusano va causando daño (Anónimo, 1980).

Las pérdidas que el gusano cogollero ocasiona al maíz en los climas calientes de México, es que las larvas se alimentan del verticillo y de la base de las plantas (independientemente del estado fenológico en que se encuentre el cultivo), así como de las inflorescencias y mazorcas que están por madurar. Las larvas que se alimentan de los verticillos de las plantas jóvenes bajan a la base de la planta y perforan el tallo o lo cortan completamente en dos (McKelvey y Osorio, 1949).

2.2.18.3. Control del gusano cogollero.

El hombre combate a las plagas ya sea químicamente mediante el uso de insecticidas, culturalmente mediante labores o ciertas prácticas agrícolas, legalmente mediante disposiciones y acuerdos o genéticamente mediante la formación de variedades o híbridos resistentes a los insectos (Cruz, 1982). El combate de los insectos en su sentido más amplio incluye cualquier actividad hacia éstos, ya sea que los mate o evite su diseminación por el mundo (Metcalf y Flint, 1984).

Entre los métodos de control más utilizados contra el gusano cogollero se encuentran: control cultural, control biológico, control físico y por último control químico

El control del gusano cogollero puede realizarse integrando diversos métodos que tengan una acción complementaria tales como las prácticas culturales, control biológico, uso de trampas para adultos, uso de variedades tolerantes, manejar densidades de siembra y de población para reponer lo que se daña, control químico, reflejando esto en ganancia económica para el productor.

Prácticas culturales. Las labores de preparación del terreno, como barbecho y rastreo, ayudan a disminuir la densidad de población del gusano cogollero, al exponer las pupas invernantes a condiciones adversas; también se puede disminuir el daño de esta plaga considerando las fechas de siembra establecidas para una región, pudiendo tener el cultivo un escape al ataque y consecuentemente una disminución del número de generaciones durante el ciclo del cultivo. Otra actividad que puede regular la densidad de población es mantener el vigor de la planta mediante fertilizaciones oportunas que ayuden a minimizar la exposición de la etapa susceptible del maíz, además de ayudar a su recuperación acelerando su crecimiento. La disminución del daño mediante un incremento en la densidad de siembra ayuda a mantener los rendimientos al compensar la muerte de plantas. Así como también el control de gramíneas silvestres que contribuye a disminuir las poblaciones de esta plaga (King y Saunders, 1984).

Control biológico. Dentro del nicho ecológico en el que se desarrolla el gusano cogollero, existen factores naturales de mortalidad que ejercen un control biológico natural sobre esta especie. En este sentido García y colaboradores (1986), reportan que existe un alto potencial para el control de larvas de este noctuido por la acción de ocho especies de parasitoides de los órdenes *Diptera* e *Hymenoptera*, además de existir alta mortalidad de huevecillos y larvas pequeñas por las precipitaciones pluviales.

Uso de trampas para adultos. El uso de trampas de luz ultravioleta ayuda a la determinación de la época de arribo de los adultos de gusano cogollero al maíz y a predecir con este método y muestreos oportunos, la dinámica de población para la aplicación de los insecticidas; es decir, que este método puede usarse como apoyo al control químico. (Cruz, 1972) indica que los daños ocasionados por el gusano cogollero

se reducen por la captura de adultos cuando se colocan trampas con feromona sexual en el cultivo del maíz al momento de la siembra.

Resistencia vegetal. Entre los programas de mejoramiento genético se incluyen, aparte de los caracteres agronómicos deseables, los referentes a resistencia de plagas y enfermedades se desarrollan plantas genéticamente mejoradas que incluyan toxinas que logren controlar al gusano cogollero.

Control químico. Actualmente el método de control más utilizado contra el gusano cogollero es el control químico en las regiones donde la economía de los agricultores permite la utilización de estos insumos (Rodríguez, 1987; Villar, 1989).

El uso de productos químicos es la principal herramienta con que cuenta la entomología económica dado que este método de combate es sencillo, práctico y económico, además de proporcionar resultados satisfactorios inmediatos en el control de insectos plaga. Es el único instrumento de control confiable para acciones de emergencia cuando las poblaciones de plagas se aproximan o rebasan el umbral económico (Sifuentes, 1985; Lozoya, 1987; Metcalf y Tuckman, 1990).

2.3. Clotianidina.

Identificación:

- . nombre químico: (E)-1-(2-cloro-1,3-tiazol-5-ilmetil)-3-metil-nitroguanidina ó [C(E)]-N-[(2-cloro-5-tiazolil)metil]-N'-metil-N''nitroguanidina;
- . nombre común: clothianidin (ISO);
- . códigos alfanuméricos: CA DPR Chem Code 5792. CAS 210880-92-5 (E-isómero). 205510-53-8 (mezcla estereoquímica). CIPAC 738. PC Code 044309. TI 435 (mezcla estereoquímica).

Ingrediente activo: Neonicotinoide. Cloronicotinilo. Nitroguanidina sistémica con actividad insecticida para aplicación al suelo, al agua, foliar y tratamientos de semillas, contra coleópteros, dípteros, hemípteros, lepidópteros y tisanópteros. Posee también actividad translinar. Actúa como agonista sobre el receptor nicotínico de la acetilcolina del sistema nervioso central, primero estimulando las membranas postsinápticas y después paralizando la conducción nerviosa. Actúa bloqueando los ganglios en los receptores postsinápticos de los insectos de forma similar a la nicotina. No inhibe la colinesterasa, es

un inhibidor de los receptores de la colinesterasa.

Campo de actividad: mediante aplicación foliar o al suelo resulta efectivo en el control de: barrenador del tallo del arroz (*Chilo suppressalis*), chinche de los cereales (*Blissus leucopterus*), conchuela verde (*Nezara viridula*), diabrotica (*Diabrotica balteata*), diabrotica o doradilla (*Diabrotica undecimpunctata*), falsa chicharrita del arroz (*Sogatella [Sogatella] furcifera*), gallina ciega (*Phyllophaga spp*), gusano de la semilla (*Delia platura*), gusano defoliador (*Spodoptera litura*), gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), gusano trozador (*Agrotis sp*), gusanos de alambre (*Melanotus spp*), hormigas (*Solenopsis spp*), mayate rayado (*Colas pis spp*), minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), mosquita blanca del jitomate (*Bemisia argentifolii*), palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), piojo harinoso de la vid (*Planococcus ficus*), pulgón (*Myzus persicae*), pulgón del algodón y del melón (*Aphis gossypii*), pulgón del cogollo (*Rhopalosiphum maidis*), pulgón del tallo (*Rhopalosiphum padi*), trips del aguacate (*Frankliniella cephalica*), trips occidental de las flores (*Frankliniella occidentalis*), etc. en diversos cultivos. Puede ser utilizado en tratamientos de semillas de maíz para prevenir ataques de insectos terrícolas que dañan sus cultivos durante su nascencia y las plagas tempranas del follaje más importantes durante la primera etapa de su crecimiento. Y en plantaciones de vid (ver "Insecticidas"). Tolerancia EPA, ppm: maíz 0.01. (Liñan, 2003)

Esta registrado por la IUPAC como (E)-1-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-3-methyl-2-nitroguanidine. Su formula es $C_6H_8ClN_5O_2S$ y la estructura de su molécula es la siguiente,

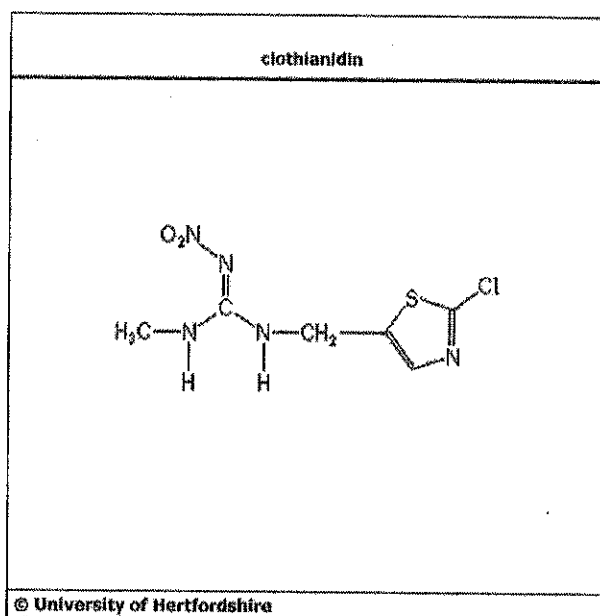


Figura 2. Estructura molecular del insecticida clotianidina

2.2.4. Thiodicarb

Identificación:

- . nombre químico: dimetil N',N'-[tio bis(metilimino)carboniloxi]bis(etanimidotioato),
- . nombre común: thiodicarb (ANSI, ISO),
- . códigos alfanuméricos: AI3 29311. CA DPR Chen Code 2202. CAS 59669-26-0. CGA 45156. CIPAC 543. PC Code 114501. RPA 80600 M. UC 51762. UC 51769. UC 80502.

Ingrediente activo: Carbamato sistémico con actividad insecticida, muy activo por ingestión, menos por contacto. Actúa por ingestión impidiendo la formación de colinesterasas, inhibición que, en mamíferos, resulta temporal y reversible. Desarrollado para su empleo en aplicación foliar con efecto residual de 4-14 días y aún más, en función de la dosis, condiciones ambientales, cultivo y plaga. En tratamiento de semillas, se trasloca rápidamente por toda la planta, en cuyo caso, su efecto puede mantenerse durante 30 días. Posee cierta actividad ovicida en algunos insectos. No favorece el desarrollo de la araña roja. Como molusquicida, provoca parálisis y muerte.

Se biodegrada rápidamente en el suelo, tanto en condiciones aerobias como anaerobias, siendo su vida media de 3-8 días. La degradación es más rápida en suelos con textura ligera, con mayor temperatura, grado de aireación y actividad microbiana que en los arcillosos. Una vez aplicado se transforma por oxidación e hidrólisis produciendo metomilo y metomilo oxima. Su movilidad es baja en todo tipo de suelos. Se considera ligeramente persistente.

Campo de actividad: Resulta efectivo en el control de:

enrollador de la hoja (*Sparganothis pilleriana*), grusanos trozadores (*Agrotis spp*), gusano bellotero o de la yema (*Heliothis virescens*), gusano bellotero o del fruto (*Helicoverpa zea*), gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*), gusano del cuerno del tabaco (*Manduca sexta*), gusano del fruto de las cucurbitáceas (*Helicoverpa armigera*), gusano falso medidor de la soya (*Chrysodeixis includens*), gusano medidor del algodón (*Labama argillacea*), gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*), gusano saltarin (*Elasmopalpus lignosellus*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*), gusano terciopelo (*Anticarsia gemmatalis*), gusano trozador (*Spodoptera ornitogalli*), gusano

trozador de la alfalfa (*Agrotis malefida*), gusano trozador del algodón (*Spodoptera praefica*), gusano trozador del maíz (*Euxoa auxiliaris*), gusano trozador del tabaco (*Agrotis ipsilon*), gusano trozador del tabaco (*Fe/lia subterranea*), gusano trozador del tabaco (*Peridroma saucia*), gusanos de alambre (*Agriotes spp*), medidor del tomate en hortalizas y ornamentales (*Chrysodeixis chalcites*), palomilla de la manzana (*Cydia pomonella*), pulgón del algodón y del melón (*Aphis gossypii*), trips del algodón (*Thrips tabaci*), trips occidental de las flores (*Frankliniella occidentalis*), incluso razas resistentes a piretroides, a organofosforados, y a otros carbamatos, en diversos cultivos y en el tratamiento de semillas. Puede ser utilizado en el tratamiento de semillas de algodón, maíz y soya.

Recomendaciones de uso: Debe ser aplicado cuando las larvas se encuentren en sus primeros estados de desarrollo. Incompatible con productos de fuerte reacción alcalinas y ácidas, sales metálicas, óxidos de metales pesados, bronce y sales de algunos fungicidas como maneb, mancozeb excepto formulados WP, caldo bordelés, etc. Los formulados actuales son incompatibles con emulsiones oleosas. No emplear agua con pH inferior a 3 ni superior a 8.5. Produce una respuesta sinérgica en combinación con carbaril, metomilo y piretroides. Tóxico a aves y peces y moderadamente tóxico a abejas. Tolerancias EPA, ppm: Algodón 0.4; maíz 2.0; ¿soya 0.2.? (Liñan, 2003)

Su estructura molecular es la siguiente:

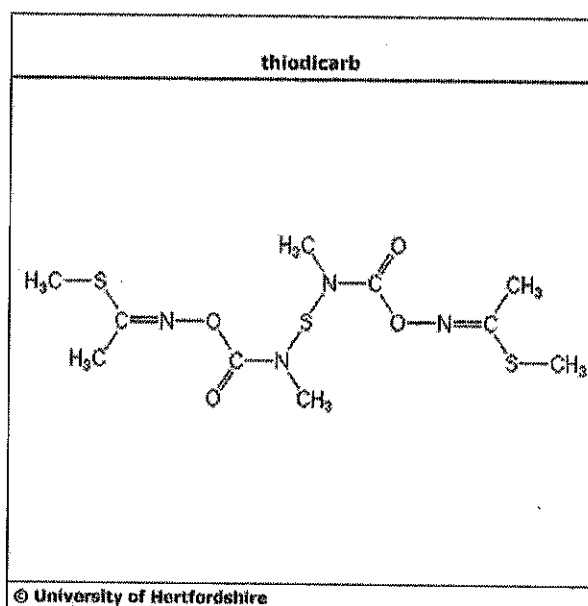


Figura 3. Estructura molecular del insecticida Thiodicarb

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento.

El presente estudio se realizó tanto en condiciones de laboratorio como de invernadero en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México.

3.2. Cría del gusano cogollero.

En laboratorio se realizó la cría del gusano cogollero con el propósito de contar suficiente material biológico para la evaluación de los tratamientos insecticidas en contra de esta plaga.

La cría inició con palomillas de *S. frugiperda* provenientes de un pie de cría permanente del Colegio de Postgraduados. Para la oviposición, las palomillas, machos y hembras, fueron inactivadas enfriándolas en un refrigerador horizontal por unos cuantos minutos y posteriormente colocadas en bolsas de papel para aparearse. En cada bolsa se colocó también una caja de Petri conteniendo una esponja humedecida con agua azucarada como alimento de las palomillas.

Las bolsas con palomillas se conservaron en un cuarto a 25 °C y 80% de humedad relativa hasta que se observaron las primeras masas de huevos (aproximadamente a los dos o tres días después del apareamiento). Posteriormente, las palomillas fueron transferidas a otras bolsas de papel durante un período de cuatro a seis días hasta obtener la suficiente cantidad de huevos para continuar la cría.

Las bolsas con las oviposiciones se abrieron y se recortaron las masas de huevos para luego colectarlas en recipientes cilíndricos de plástico e incubarlas durante dos días a 30 °C ó bien durante cinco días a 20 °C, dependiendo de que tan rápidamente se necesitara la siguiente generación de larvas de primer ínstar en las fechas programadas de evaluación de los tratamientos insecticidas. Así mismo, una vez que las larvas nacieron se le mantuvo en un refrigerador a 10-12 °C hasta por cinco días, sin efectos aparentes de mortalidad.

Las larvas recién nacidas (de un día de edad) fueron puestas a alimentar en una dieta artificial para mantener la colonia de laboratorio. Para ello se tomaron dichas larvas con un pincel fino y se fueron colocando una por una en las celdas con alimento en una charola de plástico; se pusieron hasta dos larvas por celda.

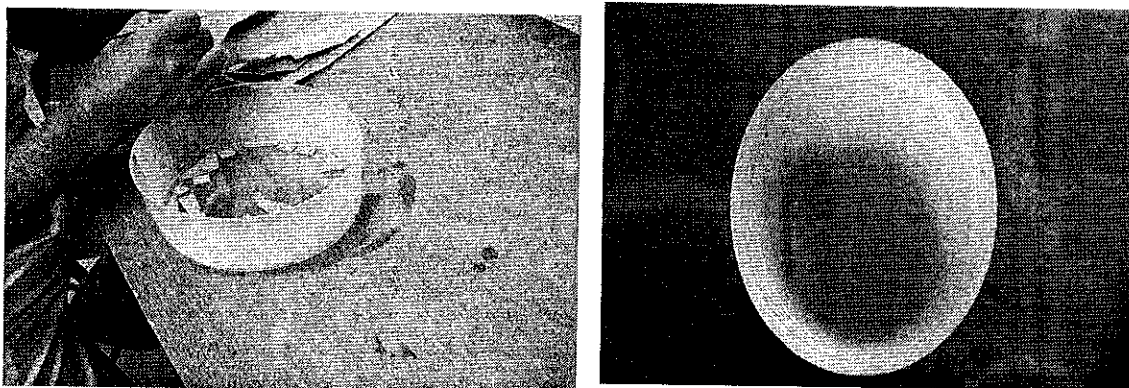


Figura 4. Recolección de masas de huevos y confinamiento de larvas de segundo ínstar en microcontenedores con dieta merídica, respectivamente,

Después de esta etapa, cuando las larvas están en su segundo ínstar, fueron colocadas en vasitos de plástico con capacidad de una onza, llenados previamente con la dieta merídica preparada a base de soya, levadura, germen de trigo y maíz opaco (Singh, 1977). Las larvas fueron colocadas una por una en estos contenedores utilizando pinzas de disección, teniendo cuidado de no presionarlas demasiado para evitar la mortalidad. En cada uno de los vasitos solo se colocó una larva debido a que al crecer estas larvas tienen hábitos canibalísticos.

Después se cubrieron las charolas de las celdas con una película plástica, la cual tiene cortes para que entre oxígeno y humedad al interior de las celdas. Finalmente, las charolas de crianza se colocaron en cuarto con 70 a 80% de humedad relativa y temperaturas que variaron entre 20 y 32 ° C, durante un periodo comprendido entre 4 a 7 días.

Dependiendo de la temperatura, las larvas maduraron a los siguientes ínstares y comenzaron a pupar en 18 a 30 días. El estado de desarrollo pudo ser comprobado levantando la tapa de cada minicontenedor para observar las larvas, aunque esto último no es recomendable ya que los recipientes no se deben abrir hasta el estado de pupa, por

eso al inicio de esta etapa siempre se colocaron más vasitos que los necesarios para que las pérdidas en esta etapa no interfieran en nuestros propósitos.

Al convertirse en pupas, éstas se encuentran abajo de la superficie de la dieta, por lo que se extrajeron con pinzas de disección removiendo una parte de la dieta. En ocasiones se observaron larvas que no alcanzaron a pupar, otras que murieron en algún instar previo o algunas dietas contaminadas con hongos, esto tuvo necesariamente que ser deshechado.

Las pupas después de extraídas fueron lavadas bajo el chorro de agua utilizando una coladera de malla; luego se sumergieron 10 segundos en agua jabonosa con cloro y enjuagadas para eliminar los desechos que van adheridos. Después las pupas son depositadas en un contenedor de plástico y colocadas en una jaula con tela de mosquitero para la emergencia de los adultos y así continuar el ciclo nuevamente.

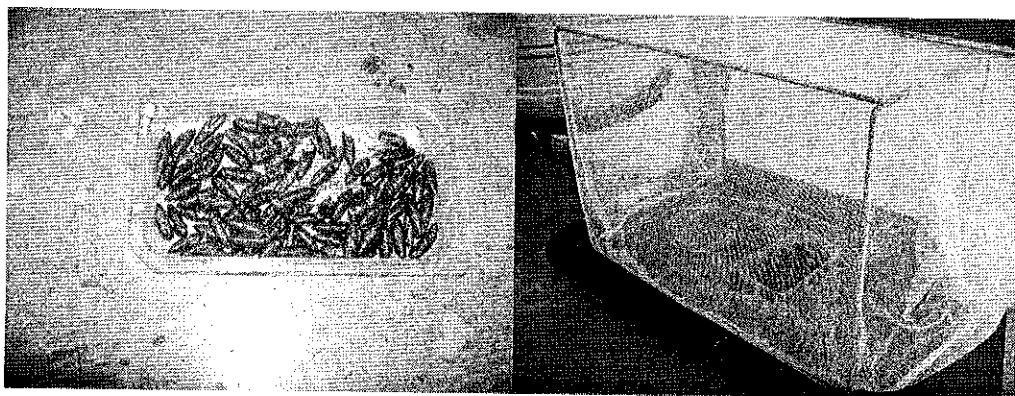


Figura 5. Colecta y confinamiento de pupas para la obtención de palomillas, respectivamente.

3.3. Tratamientos utilizados

Se evaluaron cinco tratamientos a base de insecticidas como protectantes de la semilla de maíz antes de la siembra; tres de ellos fueron una mezcla de clotianidina + thiodicarb, uno a base clotianidina solamente y uno más a base thiodicarb solamente. Todos estos se compararon con un testigo absoluto. Las dosis de estos tratamientos, expresadas en la cantidad de producto formulado necesario para el cubrimiento de un número determinado de semillas de maíz (híbrido tigre) se señalan en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Relación de tratamientos evaluados y dosis correspondientes

TRATAMIENTO	NOMBRE	DOSIS
1	TESTIGO	SEMILLA SIN INSECTICIDA
2	CLOTIANIDINA (14%) + THIODICARB (40%)*	285 ml/80,000 SEMILLAS
3	CLOTIANIDINA (14%) + THIODICARB (40%)	320 ml/80,000 SEMILLAS
4	CLOTIANIDINA (14%) + THIODICARB (40%)	350 ml/80,000 SEMILLAS
5	THIODICARB (35%)	3000 ml/100 KG SEMILLAS
6	CLOTIANIDINA (60%)	66.5 ml/80,000 SEMILLAS

*Los porcentajes expresan la cantidad de ingrediente activo, en gramos por litro de producto formulado, que fueron Poncho-Super® para la mezcla de los tratamientos 2,3 y 4; Semevin® para el tratamiento 5; Poncho® para el tratamiento 6.

Los tratamientos insecticidas fueron aplicados a las semillas antes de la siembra. La dosis correspondiente se diluyo en la cantidad suficiente de agua para cubrir las semillas, homogeneizando el tratamiento con movimientos vigorosos del contenedor con semilla para que todas quedaran impregnadas del producto

3.4. Prueba de germinación

Paralelamente, para conocer si las semillas tratadas con insecticidas fueron afectadas en su germinación se realizó una prueba colocando cinco semillas de maíz tratado en una caja de Petri con una toalla de papel humedecido e incubarlas a 25°C y 65% de humedad relativa. Para esta prueba se hicieron cuatro repeticiones de cada tratamiento y se comparó con el testigo absoluto sin tratamiento alguno. El porcentaje de germinación (%G) se obtuvo mediante la fórmula $\%G = (\text{número de semillas germinadas} / \text{número total de semillas en prueba}) \times 100$



Figura 6. Prueba de germinación de las semillas tratadas con los insecticidas.

3.5. Diseño experimental

Las semillas tratadas se sembraron en macetas de unicel de un litro de capacidad y como sustrato se utilizó tierra de monte previamente esterilizada. Se puso solamente una semilla tratada en cada maceta, enterrándola aproximadamente a cinco centímetros de profundidad. Cada tratamiento tuvo 10 repeticiones, siendo cada repetición una maceta con una planta de maíz.

Las 60 macetas fueron puestas en una distribución completamente al azar en un invernadero del Departamento de Parasitología Agrícola para la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas, para ello después de la siembra se dio un riego ligero a las macetas y posteriormente, cada dos ó tres días, hubo riegos periódicos determinados según las condiciones de humedad en el sustrato.



Figura 7. Distribución de los tratamientos y sus repeticiones en el invernadero, previamente a la infestación de las plántulas con larvas de primer ínstar de gusano cogollero.

3.6. Infestación con larvas de gusano cogollero

El día 23 de enero de 2008 se realizó la primera infestación de larvas de gusano cogollero cuando las plántulas de maíz tenían 5 días en promedio de emergidas. Las larvas infestadas provenían de la cría establecida previamente. Las larvas infestadas siempre fueron de primer ínstar, prácticamente emergiendo de los huevos que las contenían con el propósito de simular el comportamiento de la infestación en campo. Para ello se utilizó un pincel de cerdas finas y de manera individual fueron depositadas 10 larvas en el cogollo de cada una de 60 plantas del experimento.

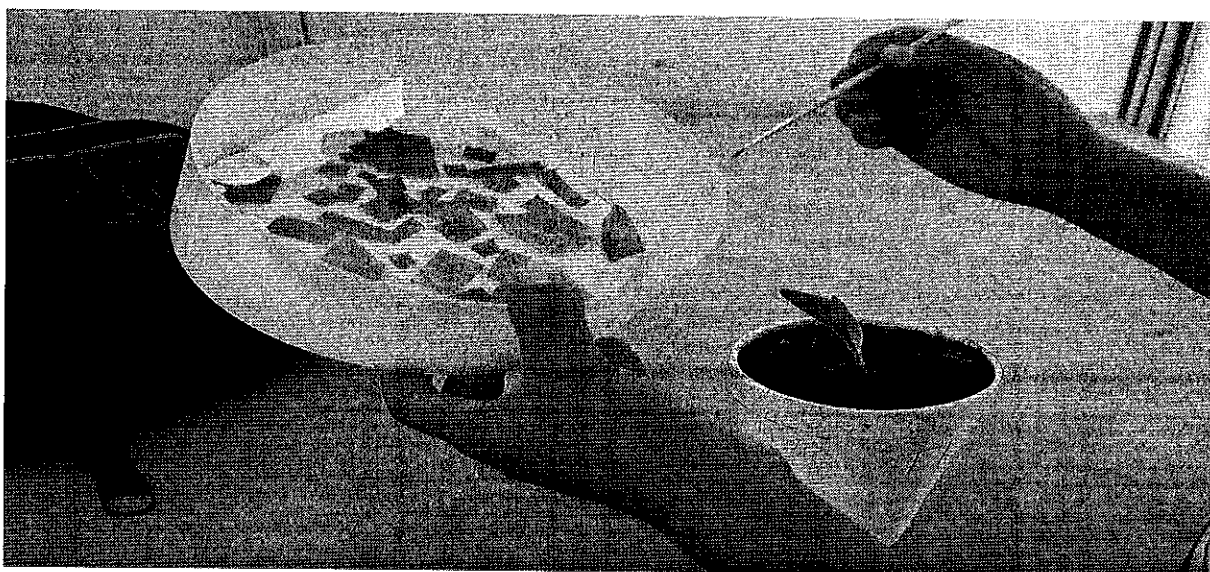


Figura 8. Infestación inicial de las plántulas de maíz con larvas de primer ínstar de gusano cogollero

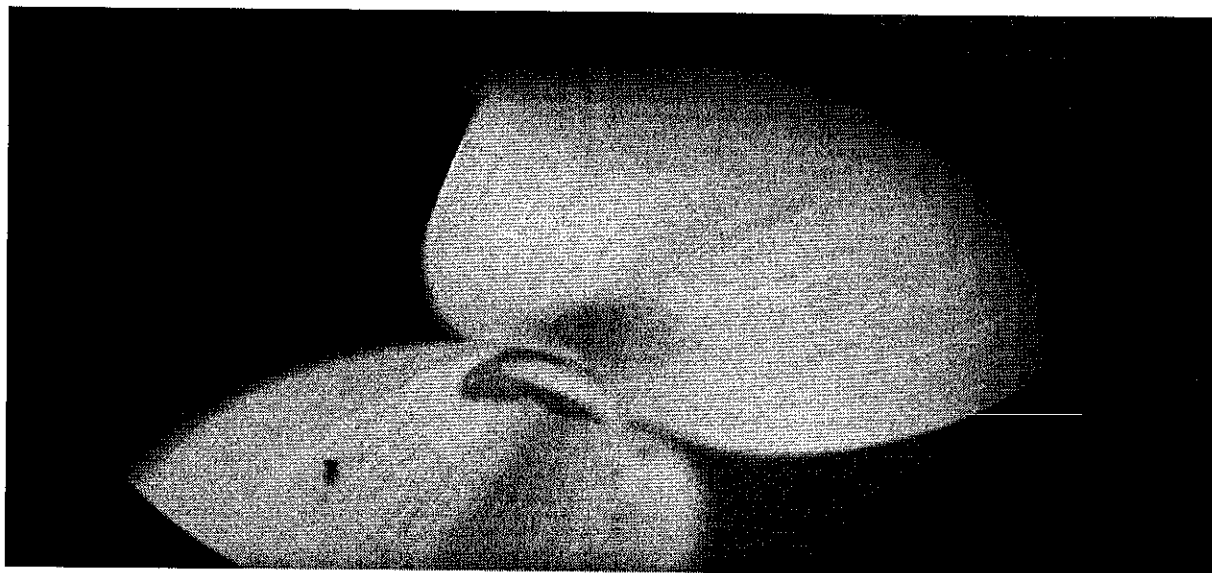


Figura 9. Larva de primer ínstar de *S. frugiperda* cerca del cogollo de una plántula con cinco días de emergida.

En total se realizaron seis infestaciones de larvas de primer ínstar, cada una con una periodicidad de 4 días; es decir, a los 5, 9, 13, 17, 21 y 24 días después de la emergencia de las plántulas, que correspondieron a las fechas de 23, 27 y 31 de enero, y 4, 8 y 12 de febrero de 2008, respectivamente. Todas las infestaciones se realizaron entre las 9 y 11 de la mañana. Después de cada infestación se realizaron dos muestreos (a la 24 y 48

horas posteriores a la infestación) para el porcentaje de daño a las planta.

Así mismo, se registraron los datos de temperatura y humedad en el invernadero durante todos los días que duro el experimento.

3.7. Análisis de datos

Los datos del número de larvas vivas y el promedio de daño a las plantas se procesaron estadísticamente mediante un análisis de varianza y se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para finalmente obtener el porcentaje de efectividad de los tratamientos evaluados respecto al testigo absoluto mediante la fórmula de Abbott:

$$\% \text{ Efectividad} = ((A-B)/A)100$$

Donde:

A = Promedio de (larvas vivas ó daño a las plantas) en el testigo absoluto

B = Promedio de (larvas vivas ó daño a las plantas) en el tratamiento correspondiente



Figura 10. Observaciones periódicas del número de larvas vivas y cantidad de daño a las plántulas después de las infestaciones con gusano cogollero.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de germinación

En el cuadro número dos se muestran los resultados de la prueba de germinación de las semillas tratadas y el testigo.

Cuadro 2. Resultados de la prueba de germinación

TRATAMIENTO	Número total de semillas en la prueba	Número de semillas germinadas	% de germinación
1	20	20	100
2	20	20	100
3	20	20	100
4	20	20	100
5	20	19	95
6	20	20	100
TOTAL	120	119	99.2

Como se puede observar no existieron diferencias en la germinación entre semillas tratadas y el testigo por lo que el efecto de los insecticidas no es un factor que influya en la germinación. Por otro lado, el porcentaje de germinación fue bastante alto por lo que se aseguro una confiabilidad en la germinación de las plantas requeridas para el experimento.

4.2. Análisis de eficacia de tratamientos.

4.2.1. Primera infestación

En el cuadro 3 se muestran los resultados de las observaciones a las 24 y 48 horas posteriores a esta primera infestación, donde se detectó que los tratamientos 3 y 6 registraron un daño relativamente mayor a los demás tratamientos evaluados, a excepción del testigo. En el caso del tratamiento 6 esta situación pudo deberse al tratamiento en sí mismo, pues en general resultó, después de 48 horas de la infestación, con 69% de efectividad contra el daño de la plaga. Sin embargo, en el caso del

tratamiento 3 el daño registrado fue solamente en 2 plantas, posiblemente provenientes de semillas no adecuadamente tratadas con el insecticida, pero que afectaron la efectividad general del tratamiento, que registró 88% efectividad en la protección a las plantas, inclusive por debajo de la dosis baja de la mezcla de clotianidina + thiodicarb que tuvo 93%. La efectividad más alta se registró con el tratamiento 4 (dosis alta de clotianidina + thiodicarb), con 100% de protección, mientras que thiodicarb solo (tratamiento 5) tuvo 98%, aunque estadísticamente todos los tratamientos insecticidas fueron similares entre sí después de 48 horas de la infestación con larvas de gusano cogollero, siendo el testigo absoluto el único tratamiento diferente con 14.3% de daño a las plantas, siendo el tratamiento con mayor daño por la plaga.

Cuadro 3. Resultados del número de larvas vivas, plantas dañadas y porcentaje de efectividad de los tratamientos a la 24 y 48 horas posteriores a la primera infestación (23 de Enero, 2008) de larvas de cogollero en plantas de maíz en invernadero.

TRATAMIENTO	Observación del 24/01/2008			Observación del 25/01/2008		
	Promedio de larvas vivas	Promedio de daño en plantas*	Porcentaje de efectividad (Abbott)	Promedio de larvas vivas	Promedio de daño en plantas*	Porcentaje de efectividad (Abbott)
1.	10	7.9 (A)	0	9.7	14.3 (A)	0
2.	3.4	0.2 (B)	98	2.1	1.0 (B)	93
3.	4.5	0.75 (B)	88	2.7	1.9 (B)	87
4.	3.2	0.0 (B)	100	1.8	0.0 (B)	100
5.	1.1	0.2 (B)	98	0.6	0.3 (B)	97.9
6.	5.2	1.35 (B)	83	4.0	4.5 (B)	68.5

*Las letras en paréntesis indican la agrupación de medias de Tukey, donde los tratamientos con letras iguales no son estadísticamente diferentes entre sí ($\alpha=0.05$)

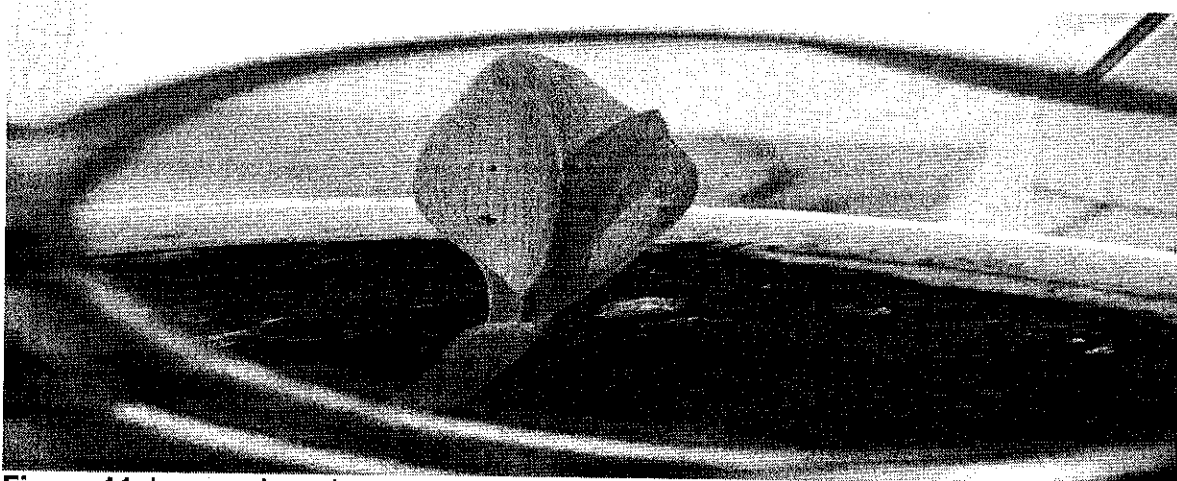


Figura 11. Larvas vivas de gusano cogollero y ligeros daños a la cutícula de las hojas.

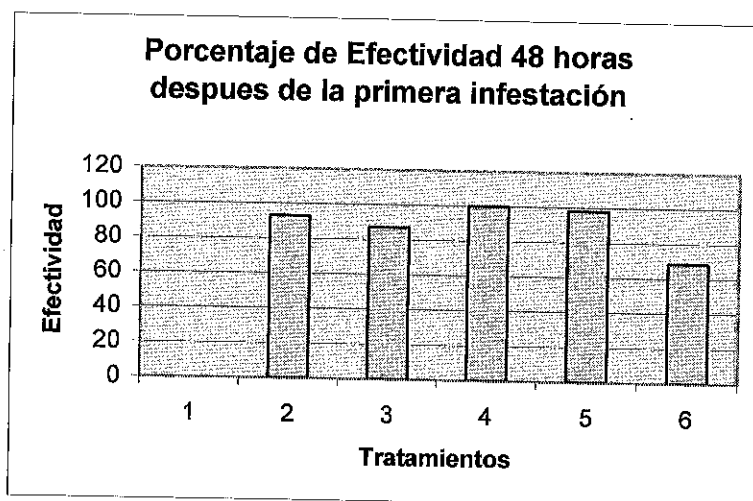


Figura 12. Observación de los resultados a las 48 horas después de la primera infestación

4.2.2. Segunda infestación.

En el cuadro 4 se muestran los resultados de las observaciones a las 24 y 48 horas posteriores a esta segunda infestación, el análisis estadístico indica claramente tres grupos diferentes en el daño del cogollero a las plantas de maíz: el peor que fue el testigo absoluto con 47.5 de porcentaje de daño después de 48 horas; después el tratamiento 6 (Clotianidina sola) 26.5% de daño, y el tercer grupo conformado por las tres dosis de la mezcla Clotianidina + Thiodicarb y el tratamiento 5 (thiodicarb solo) que fueron estadísticamente similares en el porcentaje de daño registrado a las plantas tratadas con estos insecticidas, a pesar de que la dosis media de la mezcla clotianidina + thiodicarb (tratamiento 3) mostró la efectividad más baja de todos (89%) debido al daño de las plantas afectadas desde la primera infestación. Las dosis baja y media de la mezcla, así como thiodicarb solo, tuvieron una efectividad 98, 99 y 99%, respectivamente. Clotianidina sola tuvo una baja efectividad (44%) a las 48 horas de la infestación.

Cuadro 4. Resultados del número de larvas vivas, plantas dañadas y porcentaje de efectividad de los tratamientos a la 24 y 48 horas posteriores a la segunda infestación (27 de Enero, 2008) de larvas de cogollero en plantas de maíz en invernadero.

TRATAMIENTO	Observación del 28/01/2008			Observación del 29/01/ 2008		
	Promedio de larvas vivas	Promedio de daño en plantas*	Porcentaje de efectividad (Abbott)	Promedio de larvas vivas	Promedio de daño en plantas*	Porcentaje de efectividad (Abbott)
1.	9.9	37.5 (A)	0	5.2	47.5 (A)	0
2.	3.8	1.1 (C)	97	0.0	1.1 (C)	98
3.	3.6	4.7 (C)	87	1.1	5.2 (C)	89
4.	3.4	0.3 (C)	99	1.3	0.5 (C)	99
5.	1.9	0.3 (C)	99	0.0	0.7 (C)	99
6.	5.1	20.5 (B)	45	4.7	26.5 (B)	44

* Las letras en paréntesis indican la agrupación de medias de Tukey, donde los tratamientos con letras iguales no son estadísticamente diferentes entre sí ($\alpha=0.05$)

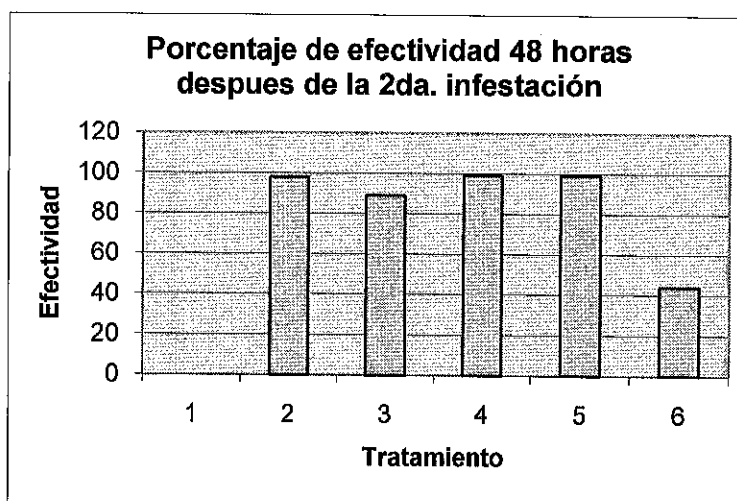


Figura 13. Observación de resultados 48 horas después de la segunda infestación.

4. 2.3. Tercera infestación

En el cuadro 5 se muestran los resultados de las observaciones a las 24 y 48 horas posteriores a esta tercera infestación, el análisis estadístico repitió su clasificación de tres grupos diferentes en el daño del cogollero a las plantas de maíz: nuevamente el peor fue el testigo absoluto con 70.5 de porcentaje de daño en la observación de las 48 horas después de la infestación; el siguiente grupo fue el tratamiento a base de Clotianidina sola con 51.5 % de daño, y el tercer grupo nuevamente estuvo conformado por las tres dosis de la mezcla y el tratamiento de Thiodicarb solo que fueron estadísticamente similares en el porcentaje de daño registrado a las plantas tratadas con estos insecticidas, aunque la dosis media de la mezcla tuvo la efectividad más baja de todos (87%), mientras que las

dosis baja y alta tuvieron una efectividad 95 y 97%, respectivamente. Thiodicarb solo mantuvo su efectividad del 99%. La clotianidina sola redujo su efectividad a 27 %.

Cuadro 5. Resultados del número de larvas vivas, plantas dañadas y porcentaje de efectividad de los tratamientos a la 24 y 48 horas posteriores a la tercera infestación (31 de Enero, 2008) de larvas de cogollero en plantas de maíz en invernadero.

TRATAMIENTO	Observación del 01/02/2008			Observación del 02/02/2008		
	Promedio de larvas vivas	Promedio de daño en plantas*	Porcentaje de efectividad (Abbott)	Promedio de larvas vivas	Promedio de daño en plantas*	Porcentaje de efectividad (Abbott)
1.	3.8	58.5 (A)	0	3.4	70.5 (A)	0
2.	2.4	3.0 (C)	95	1.7	3.4 (C)	95
3.	2.2	7.5 (C)	87	1.8	9.0 (C)	87
4.	1.7	1.5 (C)	97	1.4	2.0 (C)	97
5.	1.0	1.0 (C)	98	0.8	1.0 (C)	99
6.	3.3	44.5 (B)	24	2.8	51.5 (B)	27

* Las letras en paréntesis indican la agrupación de medias de Tukey, donde los tratamientos con letras iguales no son estadísticamente diferentes entre sí ($\alpha=0.05$)

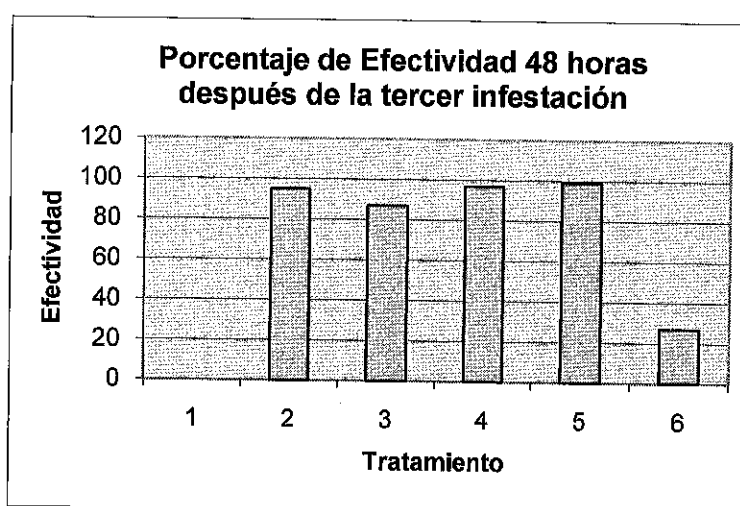


Figura 14. Observación de los resultados 48 horas después de la tercera infestación.

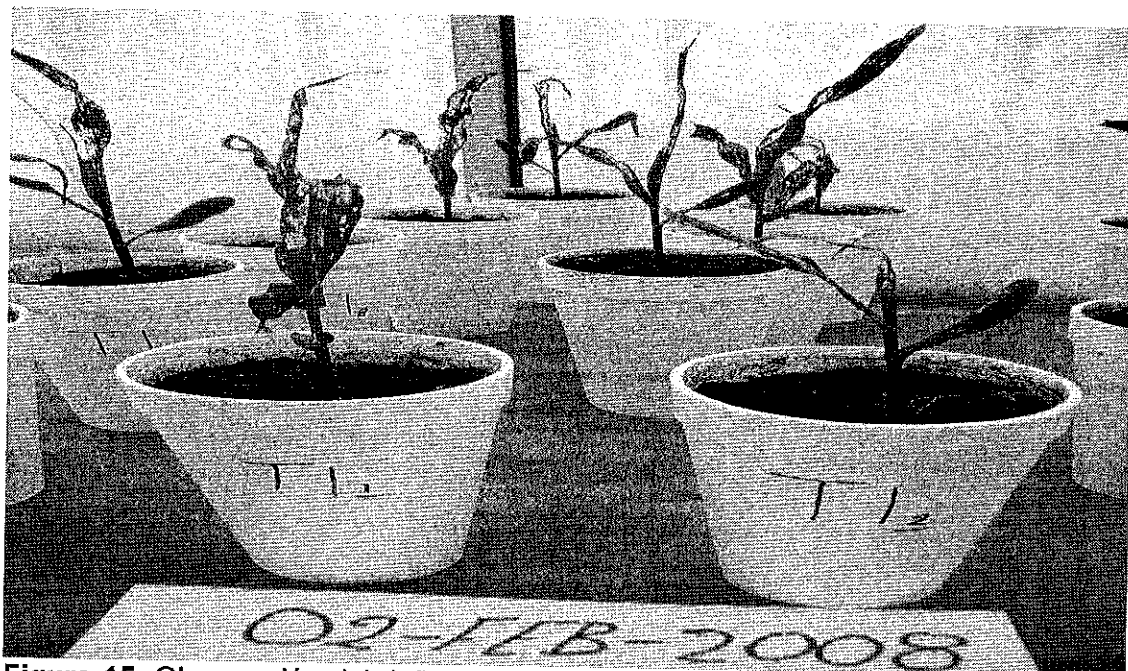


Figura 15. Observación del daño por gusano cogollero en el tratamiento testigo a las 48 horas después de la tercera infestación



Figura 16. Observación del daño por gusano cogollero en la dosis baja de la mezcla de Clotianidina + Thiodicarb 48 horas después de la tercera infestación

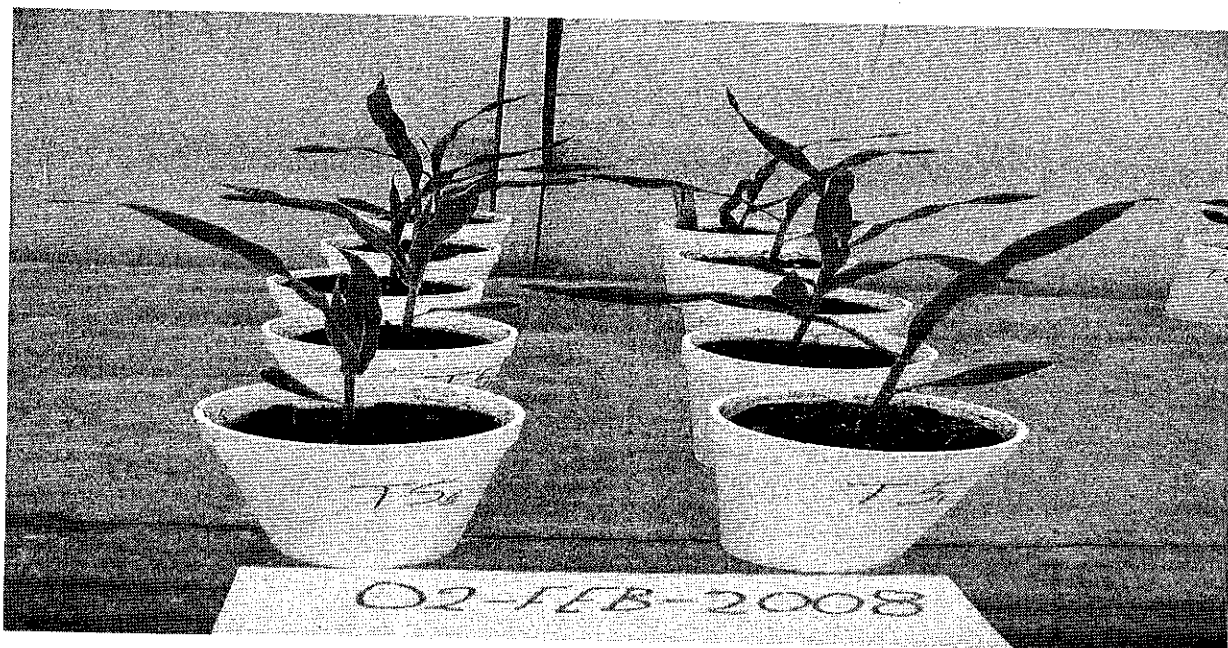


Figura 17. Observación del daño por gusano cogollero en el tratamiento Thiodicarb aplicado solo, 48 horas después de la tercera infestación

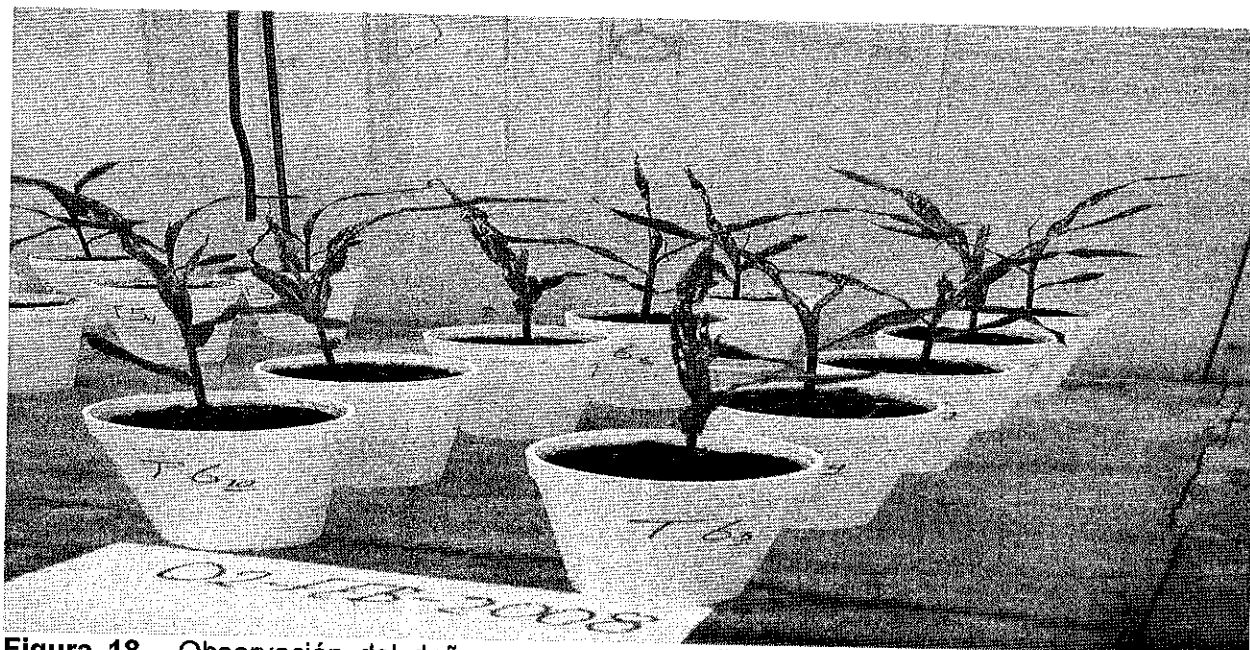


Figura 18. Observación del daño por gusano cogollero en el tratamiento a base de clotianidina sola, 48 horas después de la tercera infestación

4.2.4 Cuarta infestación

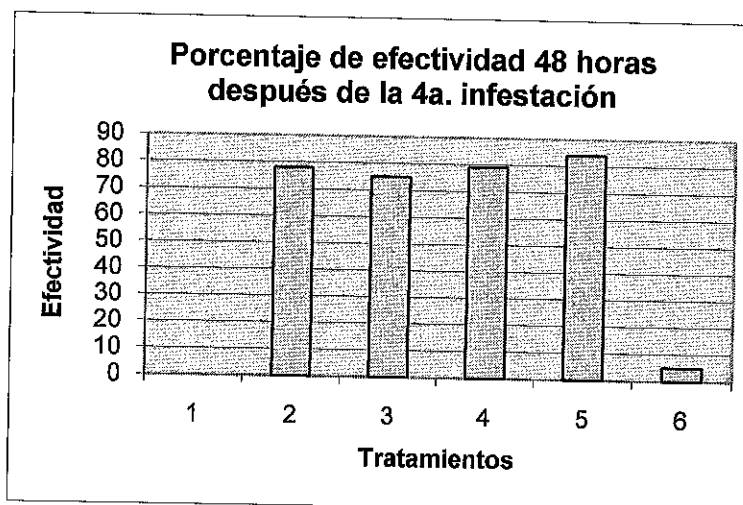


Figura 19. Observación de los resultados 48 horas después de la cuarta infestación.

En el cuadro 6 se muestran los resultados de las observaciones a las 24 y 48 horas posteriores a esta cuarta infestación, donde el análisis estadístico separa solo dos grupos de tratamientos diferentes en el porcentaje de daño del cogollero a las plantas de maíz. El peor grupo estuvo conformado por el testigo absoluto y clotianidina sola (tratamiento 6) con 70.5 y 51.5% de daño a las 48 horas después de la infestación; el segundo grupo estuvo conformado por las tres dosis de la mezcla y el thiodicarb solo, que fueron estadísticamente similares en el porcentaje de efectividad para la protección de plantas de maíz, aunque en esta observación se evidencia que la mezcla, en sus tres dosis, reduce su efectividad a menos del 80% (78, 75 y 79% para las dosis baja, media y alta, respectivamente). Thiodicarb solo (tratamiento 5) tuvo 84% de efectividad.

Cuadro 6. Resultados del número de larvas vivas, plantas dañadas y porcentaje de efectividad de los tratamientos a las 24 y 48 horas posteriores a la cuarta infestación (04 de Febrero, 2008) de larvas de cogollero en plantas de maíz en invernadero.

TRATAMIENTO	Observación del 05/02/2008			Observación del 06/02/2008		
	Promedio de larvas vivas	Promedio de daño en plantas*	Porcentaje de efectividad (Abbott)	Promedio de larvas vivas	Promedio de daño en plantas*	Porcentaje de efectividad (Abbott)
1.	2.3	82.5 (A)	0	0.9	85 (A)	0
2.	2.1	15.7 (B)	81	2.1	18.5 (B)	78
3.	3.6	20.2 (B)	76	2.8	21.0 (B)	75
4.	2.3	14.2 (B)	83	2.3	18.2 (B)	79
5.	2.7	11.2 (B)	86	2.3	14.0 (B)	84
6.	2.0	77.5 (A)	6	1.3	81.0 (A)	5

* Las letras en paréntesis indican la agrupación de medias de Tukey, donde los tratamientos con letras iguales no son estadísticamente diferentes entre sí ($\alpha=0.05$)

Se considera, en base a estos resultados que el período de protección de la mezcla de Clotianidina + Thiodicarb fue hasta la cuarta infestación de larvas de cogollero; es decir hasta el 05 de febrero, lo que equivale a 13 días de protección (con una efectividad superior al 80%) a partir de la primera infestación de la plaga (realizada el 23 de enero) hecha cuando las plantas de maíz tenían 5 días de emergidas, por lo que podríamos concluir que la mezcla en cualquiera de sus tres dosis, tiene una efectividad superior al 80% contra el daño de gusano cogollero por un período de al menos 18 días después de la emergencia de las plantas de maíz.

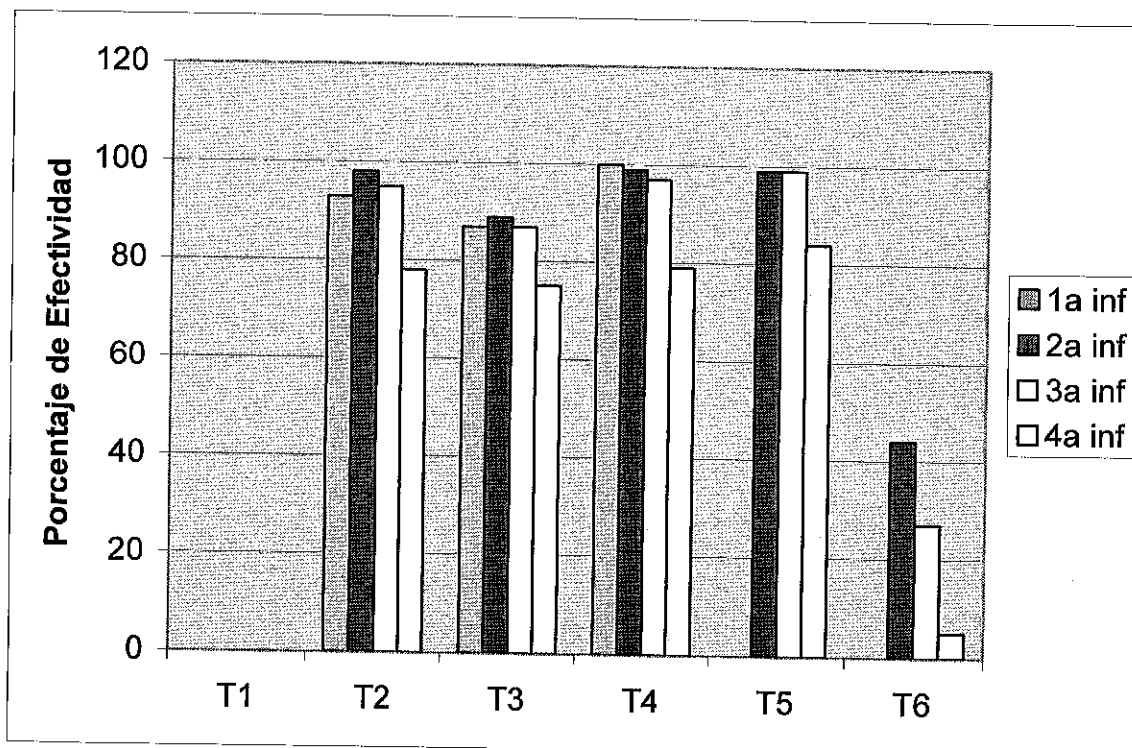


Figura 20. Resultados de la efectividad de tratamientos a las 48 horas de cada infestación

En la figura 20 se resumen los resultados de la efectividad de los tratamientos a las 48 horas después de cada infestación, encontrando que hasta los 18 días de emergidas las plántulas, la protección de las tres dosis de la mezcla (clothianidina + thiodicarb) se mantuvo por arriba del 80 % de efectividad, sin existir diferenciación estadística entre dichas dosis y el tratamiento a base de thiodicarb aplicado solo. Pero si respecto al tratamiento seis (clothianidina sola) que evidencio fallas en el control del gusano cogollero desde la primera infestación.

V. CONCLUSIONES

1. La mezcla de clotianidina + thiodicarb tuvo un tiempo de protección de 18 días en plántulas recién emergidas de maíz contra el ataque de larvas de gusano cogollero
2. Durante ese período de protección la mezcla de clotianidina + thiodicarb tuvo una efectividad del 80% en la reducción del daño por gusano cogollero respecto al testigo absoluto.
3. Las tres dosis evaluadas de la mezcla de clotianidina + thiodicarb fueron estadísticamente similares en el tiempo de protección y en la reducción del daño a las plantas por larvas de gusano cogollero.
4. El tratamiento a base de thiodicarb aplicado solo resultó el mejor tratamiento contra el daño de gusano cogollero puesto que después de 19 días de emergidas las plántulas de maíz mantuvo un 84% de reducción de daño en comparación con el testigo absoluto.
5. El tratamiento a base solo de clotianidina resultó el peor tratamiento insecticida ya que a los nueve días de emergidas las plántulas su porcentaje de protección contra el daño de gusano cogollero fue apenas del 45% y a los 18 días fue del 5%, respecto al testigo absoluto.

Ingenieros Agrónomos Parasitólogos. 1980. Memorias del VIII Simposio Nacional de Parasitología Agrícola y VI Muestra de Agroquímicos y otros insumos. Torreón, Coah. 15-18 Oct. 1980. IAP! México 665p.

Liñan C.V. 2003. Farmacología Vegetal. Ediciones Aerotécnicas, S.L., Madrid

Metcalf C. L. y Flint W. P. 1965. Insectos destructivos é Insectos útiles. Sus costumbres y control Décima impresión 1978. C.E.C.S.A.

Metcalf L. Robert y Luckman H. William. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. Editorial Limusa. México. 710 p.

Rodríguez del B. L. 1987. Clave de campo para identificación de plagas del Maíz y su combate. Norte de Tamaulipas. SARH-INIA-CIAGON. Río Bravo, Tamps. México.

Sifuentes A. J. A. 1978. Plagas del Maíz en México. 3a Edición Dpto. de Entomología, SARH-INIA. México, D.F.

Shing, H. C. 1978. Pest management in corn Annual Rev. Entomol. 23:101-23.