



# Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

IZTACALA

"ESPECIES PRESENTES, BIOLOGIA E INFESTACION  
DEL GUSANO BARRENADOR DEL TALLO DE MAIZ  
*Diatraea spp* (LEPIDOPTERA: PIRALIDAE) EN LA  
COMUNIDAD DE AMATLAN, SIERRA NORTE  
DE PUEBLA"

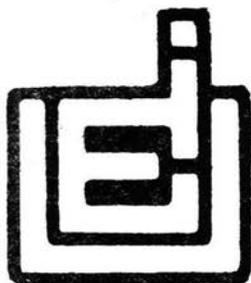
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

ENRIQUETA JUAREZ ROMERO



MEXICO, D. F.

1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*DEDICO ESTE TRABAJO*

*A MIS PADRES ENRIQUE Y JUANA:*

*Gracias por enseñarme todo lo bello de la vida y que la felicidad consiste en tener algo que hacer, algo que amar y algo que esperar.*

*Y PARTICULARMENTE con todo mi cariño A MI MAMA por su entrega, por ser mi amiga, consejera y por el apoyo que siempre me ha brindado.*

*Y MUY ESPECIALMENTE A VICTOR por todo lo que significa para mi*

*Gracias por enseñarme a ser dos sin dejar de ser uno, por ser mi compañero de toda la vida y por compartir el crecer día a día.*

*MIS HERMANAS GEORGINA, NORMA, ELIZABETH , ELVIA Y JUAN JOSE*

*Por su compañía, cariño, confiabilidad y apoyo sin límites en el camino que hemos recorrido.*

*A MIS SOBRINOS ARTURO, JOSE ENRIQUE, JUAN MANUEL Y JOSE LUIS*

*Por su cariño espontáneo y por enseñarme que la naturaleza nos da un regalo en cada uno de ellos.*

*A TODA MI FAMILIA A MIS ABUELITOS , A MIS TIOS VICENTE, RAMON Y MARIO*

*Gracias por su cariño , apoyo y ayuda.*

*A MIS AMIGOS JORGE Y LIDIA:*

*Por su amistad y cariño que a crecido a pesar del paso de los años que nos cambian*

*A TODOS MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS gracias..*

*Cada día fue un logro que nos permitió crecer juntos, gracias....*

## AGRADECIMIENTOS

*A LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA y a todos los maestros que compartieron sus enseñanzas .*

*AL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA UAP y a todos los investigadores por permitir la realización de mi trabajo de tesis.*

*AL M.C. JESUS FRANCISCO LOPEZ- OLGUIN por su amistad, apoyo , enseñanzas y asesoría, además de sus invaluable consejos.*

*AL DR. LUIS ANGEL RODRIGUEZ DEL BOSQUE por su valiosa colaboración en la identificación de la especie trabajada.*

*AL DR. JOHN MIHM DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO por su valiosa ayuda , disponibilidad y proporción del material biológico.*

*A LA BIOL. OBDULIA SEGURA por su apoyo y asesoría.*

*AL SR. LAURO HERNANDEZ DEL CENTRO DE ENTOMOLOGIA DEL C.P DE CHAPINGO por su ayuda y asesoría en el trabajo de laboratorio.*

*A LA COMUNIDAD DE AMATLAN por su amistad, apoyo y cooperación prestada en la realización del trabajo de campo.*

*AL ING. JOSE LUIS GONZALEZ VARELA Y FAMILIA por su gran colaboración, amistad e interés.*

## CONTENIDO

	PAG
RESUMEN.....	i
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
III.1. Generalidades sobre el maíz.....	4
III.1.1. Origen y distribución.....	4
III.1.2. Taxonomía.....	5
III.1.3. Importancia.....	5
III.1.4. Producción nacional y estatal.....	6
III.2. Plagas del cultivo de maíz en México.....	8
III.2.1. Importancia.....	8
III.3. Barrenador del tallo de maíz.....	12
III.3.1. Taxonomía.....	12
III.3.2. Origen y distribución.....	14
III.3.3. Biología y hábitos.....	17
III.3.4. Descripción de los estados biológicos.....	25
III.3.5. Importancia y daños.....	27
III.4. Factores que determinan la infestación de Diatraea sp.....	30
III.4.1. Genéticos.....	31
III.4.2. Ambientales.....	34
III.4.3. Prácticas culturales.....	35
III.4.4. Fecha de siembra.....	36
IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	37

V. METODOLOGIA.....	41
V.1. Determinación taxonómica de las especies de Diatraea.....	41
V.2. Estudios sobre la especie de mayor infesta- ción.....	42
V.2.1. Determinación del ciclo biológico.....	42
V.2.2. Descripción.....	43
V.2.3. Hábitos.....	43
V.3. Efecto de la fecha de siembra sobre el grado infestación y daños.....	44
V.3.1. Selección de fechas de siembra .....	44
V.3.2. Muestreo y registro de datos.....	44
V.4. Análisis de la información.....	47
VI. RESULTADOS.....	49
VI.1. Determinación taxonómica de las especies de Diatraea.....	49
VI.2. Incidencia de las especies de Diatraea en la zona de estudio.....	49
VI.3. Estudios sobre la especie de mayor infesta- ción.....	52
VI.3.1. Oviposición.....	52
VI.3.2. Descripción, longevidad y hábitos de los estados biológicos.....	53
VI.3.3. Ciclo biológico.....	61
VI.3.4. Factores de mortalidad.....	62
VI.3.5. Daños.....	64
VI.4. Efecto de la fecha de siembra sobre la in- festación.....	65

VI.4.1. Resultados de infestación de <i>D. lineolata</i> .....	65
VI.4.2. Efecto de la fecha de siembra sobre las variables de infestación de <i>D. lineolata</i> .....	68
VII. DISCUSION.....	76
VII.1. Determinación de las especies de <i>Diatraea</i> .....	76
VII.2. Grado de infestación de las especies de <i>Diatraea</i> en la zona.....	76
VII.3. Estudios sobre la especie de mayor infestación.....	80
VII.3.1. Oviposición.....	80
VII.3.2. Descripción, longevidad y hábitos de los estados biológicos.....	83
VII.3.3. Ciclo biológico.....	85
VII.3.4. Factores de mortalidad.....	86
VII.3.5. Daños.....	86
VII.4. Efecto de la fecha de siembra sobre el grado de infestación.....	87
VIII. CONCLUSIONES.....	90
IX. RECOMENDACIONES.....	92
X. BIBLIOGRAFIA.....	93
XI. APENDICE.....	103
XI.1. Índice de cuadros.....	104
XI.2. Índice de figuras.....	106
XI.3. Dieta para la cría en laboratorio de <i>D. lineolata</i> .....	109

Este trabajo forma parte del proyecto: "Estimación de pérdidas ocasionada por insectos y Generación de Tecnología Autóctona para Combatir Plagas del Maíz en la Región de Teziutlán, Puebla", en el cual participan DGICSA-SEP, Y UAP. Convenios: C89 01 161 y C90 01 469.

Esta tesis fué realizada en el Area de Parasitología Agrícola del Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas del Instituto de Ciencias de la UAP, bajo la dirección de:

-----  
M.C. Jesús Fco. López Olguín

Ha sido aprobada por la Comisión Revisora que se indica y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

B I O L O G O

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COMISION REVISORA

-----  
M.C. Ma. del Pilar Villeda C.

-----  
M.C. Jorge Padilla R.

-----  
M.C. Jesús Fco. López Olguín

## RESUMEN

En la zona de Amatlán una de las principales plagas que afectan al cultivo del maíz es el gusano barrenador del tallo *Diatraea* spp (Lepidóptera:Piralidae), el cual por su forma de ataque pasa desapercibido hasta la cosecha causando pérdidas de significancia económica; a pesar de esto en México se tienen escasos conocimientos sobre la biología de algunas especies de barrenadores, particularmente de la especie *D. lineolata*, de la cual solo se tienen reportes y estudios en el estado de Tamaulipas. Los objetivos de este trabajo fueron la determinación taxonómica de las especies presentes en el cultivo de maíz criollo blanco en Amatlán, Puebla durante el ciclo otoño-invierno, el conocimiento del ciclo biológico y hábitos de la especie de mayor incidencia, así como la influencia de la fecha de siembra en el grado de infestación.

Primeramente se colectaron 159 larvas de los últimos estadios, los cuales se mantuvieron en cajas de cría hasta la obtención de los adultos; la determinación taxonómica fue realizada por el Dr. Luis Angel Rodríguez del Bosque Investigador del INIFAP-Tamaulipas y el Dr. John Mihm investigador del CIMMYT, Edo. de México.

El trabajo de campo se inició con la búsqueda de huevecillos de la especie más frecuente, de los cuales se observaron 50 larvas emergidas hasta el estado adulto determinando su ciclo biológico y hábitos. Simultáneamente se registraron diariamente las 24 hs la temperatura y humedad

relativa(%) con un higrotermógrafo. Para el estudio de la influencia de la fecha de siembra sobre el grado de infestación, se eligieron cinco parcelas, se hicieron grupos distribuidos en intervalos de clase de acuerdo con la fecha de siembra, lo cual nos dió los valores medios seleccionando las fechas de siembra más frecuentes para la zona de estudio, las muestras se tomaron por el método de cinco de oros, para los años de 1988 y 1990.

Los resultados indican que en la zona se distribuyen dos especies de barrenadores; *Diatraea lineolata* (Walker) y *Diatraea saccharalis*(Fabr) con una incidencia de 80 y 20% respectivamente. En condiciones de campo *D. lineolata* pasa por cuatro estados biológicos: huevo, larva, pupa y adulto, con promedios de longevidad de 7, 33, 8 y 7 días respectivamente, obteniendo un ciclo de vida de 55 días. El estado de larva presenta seis estadios, cinco activos y uno inactivo con una mediana de longevidad de 6, 4, 4, 5, 9 y 4-5 días respectivamente, destacando que los primeros dos estadios pasan aproximadamente 10 días fuera del tallo.

Para determinar la influencia de la fecha de siembra en relación al grado de infestación se realizó la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ( $p < 0.050$ ). Para el ciclo de cultivo otoño-invierno de 1988 no se detectaron diferencias significativas entre las medias de ningún parámetro de infestación de las cinco fechas de siembra. Para 1990 del mismo ciclo se observaron diferencias significativas entre las medias del número promedio de entrenudos dañados por planta y el

número promedio de galerías por planta; obteniendo que las parcelas sembradas en fechas intermedias presentaron menor número de entrenudos dañados por planta.

## I. INTRODUCCION

En México el maíz constituye el principal alimento de la población, siendo las plagas un factor importante que influye en la obtención de bajos rendimientos en la cosecha (S.A.R.H, 1980).

Para el estado de Puebla el maíz es el cultivo que ocupa el primer lugar en superficie cosechada y es el de mayor importancia socioeconómica, del total de la producción de este cereal más del 90% se obtiene bajo condiciones de temporal y tecnología agrícola tradicional o de subsistencia (S.A.R.H, 1990).

Para los habitantes de la Sierra Norte del estado de Puebla el maíz constituye la principal fuente alimenticia; en esta zona los rendimientos son sumamente bajos debido fundamentalmente a dos factores, uno que la tecnología agrícola que se practica es de subsistencia o tradicional, mediante la siembra de maíz criollo regional bajo condiciones de temporal en suelos superficiales con pendiente pronunciada y el segundo es que desde la siembra hasta la cosecha, las plantas son seriamente afectadas por el ataque de insectos, entre las que destaca el barrenador del tallo (*Diatraea* spp).

El gusano barrenador está considerado uno de los insectos más destructivos del maíz, debido al tipo de ataque el daño generalmente pasa desapercibido, así como a su amplia distribución en las zonas templadas y tropicales. A pesar de

esto el barrenador del tallo del maíz *Diatraea lineolata* no se ha estudiado adecuadamente.

En trabajos recientes realizados en Amatlán en el estado de Puebla se reportan infestaciones hasta del 95% y causando daños por encima del nivel económico (López-Olguín y Aragón, 1988), por otro lado; Juárez en 1989, realizó una estimación de las pérdidas para los niveles de daño leve, moderado y severo determinando valores de 278, 778 y 868 Kg / ha con un valor de \$ 68 203.10, \$ 190 806.00 y \$ 212 895.00 respectivamente, proporcionándonos una perspectiva sobre la importancia económica de esta plaga para la zona.

Dada la importancia de este cultivo para la región es necesario realizar trabajos de investigación que permitan conocer la ubicación taxonómica de la especie plaga, la biología, el comportamiento y la dinámica de éstas; información indispensable para formular los criterios a seguir en el control de las mismas (Vera, 1986), repercutiendo en un nivel económico y social más elevado de los habitantes de la región.

## II. OBJETIVOS

- II.1. Determinar taxonómicamente las especies del género *Diatraea* (Lepidóptera:Piralidae) que se distribuyen en la zona de Amatlán, Sierra Norte de Puebla.
- II.2. Determinar el ciclo biológico de la especie de *Diatraea* con mayor incidencia en la zona, bajo las condiciones que prevalezcan a nivel de campo.
- II.3. Conocer los hábitos de la especie de *Diatraea* predominante en la región de estudio.
- II.4. Evaluar el efecto de la fecha de siembra sobre el grado de infestación de la especie de *Diatraea* con mayor incidencia en la zona de Amatlán.

### III. REVISION BIBLIOGRAFICA

#### III.1. GENERALIDADES SOBRE EL MAIZ

##### III.1.1. Origen y distribución

Al maíz se le conoce como planta cultivada desde hace unos 4 o 5 mil años, considerándosele como la base para la creación de centros de civilización del México antiguo. Actualmente es el cereal más importante de América y el resto del mundo (Inédito, 1982).

El centro primario de origen del maíz es probablemente al sur de México y Centroamérica, y el centro secundario de origen de variedades de maíz son los valles altos que incluyen Perú, Ecuador y Bolivia. El origen citogenético está muy relacionado con el teocintle, que es su pariente más cercano. La forma anual del teocintle tiene 10 pares de cromosomas que es el mismo número que se encuentra en el maíz (Macías, 1981).

El maíz se ha difundido por todo el mundo, siendo uno de los cultivos de mayor distribución y de mayor uso en la actualidad. Su amplia dispersión en las diferentes regiones ecológicas nos muestra el uso de una gran gama de variedades (Robles, 1981).

### III.1.2. Taxonomía

La ubicación taxonómica del maíz, de acuerdo con Robles (1981); es la siguiente:

REINO	VEGETAL
DIVISION	TRACHEOPHYTA
SUBDIVISION	PTEROPSYDAE
CLASE	ANGIOSPERMA
SUBCLASE	MONOCOTILEDONEA
GRUPO	GLUMIFLORA
FAMILIA	GRAMINEAE
TRIBU	MAYDEAE
GENERO	<i>Zea</i>
ESPECIE	<i>Z. mays</i> Linneo.

### III.1.3. Importancia

En América Latina el cultivo ocupa un área promedio anual de 206 millones de Has, con una producción total de 315 millones de toneladas grano, siendo el tercer cultivo de importancia en el mundo, aunque en algunas partes solo se ocupa para el alimento de animales (I.N.E.G.I, 1990).

Para México constituye la principal fuente alimenticia de la población, obteniendo de este su mayor aporte de carbohidratos y proteínas; estas últimas constituyen aproximadamente el 70% de las proteínas ingeridas en la alimentación (Cabrera, 1980).

En nuestro país se calcula que esta gramínea cubre el 71% del área total que se encuentra bajo cultivo (Robles, 1981). Con respecto al estado de Puebla es considerado el primero en superficie y el de mayor importancia socioeconómica (S.A.R.H, 1980).

#### III.1.4. Producción nacional y estatal

Varios autores han reportado bajos rendimientos en condiciones de temporal no obstante el maíz en México ocupa el primer lugar en superficie cultivada reportando para los ciclos agrícolas de 1988 6, 505, 000 Has sembradas de donde se obtuvo un total de 10,600 Ton (Nafinsa, 1990). En cuanto a la producción estatal, en el cuadro III.1 se puede observar que de la superficie sembrada de maíz en 1990 en el estado de Puebla, más del 90% fue bajo condiciones de temporal y de esta superficie, el 10% no se cosechó (S.A.R.H, 1991).

CUADRO III.1. DATOS DE SUPERFICIE Y PRODUCCION TOTAL DE MAIZ PARA EL ESTADO DE PUEBLA PARA 1990 (S.A.R.H, 1991).

TIPO DE CULTIVO	SUPERFICIE ( HAS )		PRODUCCION Ton
	SEMBRADA	COSECHADA	
TEMPORAL	585,736	526,686	951,066
RIEGO	39,197	38,604	130,636
TOTAL	624,933	565,290	1'081,702

Con respecto al cuadro III.2. se puede observar que a nivel regional la situación es más grave ya que la totalidad de la siembra de maíz es de temporal, con pérdidas en la cosecha de un 15.30% de la superficie total sembrada. Además el complejo de plagas que afectan a este cultivo ocasiona una pérdida promedio del 70% del cual el 43.23% se debe al ataque del barrenador del tallo del maíz (López-Olguín y Aragón, 1988).

CUADRO III.2. DATOS DE SUPERFICIE Y PRODUCCION DE MAIZ EN EL MUNICIPIO DE ZOQUIAPAN, PUEBLA PARA 1990 (S.A.R.H, 1991).

TIPO DE CULTIVO	SUPERFICIE ( Has )		PRODUCCION TON
	SEMRADA	COSECHADA	
TEMPORAL	130	110	126
RIEGO	-	-	-
TOTAL	130	110	126

Con los rendimientos actuales la producción que se obtiene resulta insuficiente para cubrir las necesidades de este grano, lo que implica que sea subsanado mediante la importación, ocasionando consecuencias negativas sobre la economía regional.

### III.2. PLAGAS DEL MAIZ EN MEXICO

#### III.2.1. Importancia

Cálculos realizados en la Dirección General de Sanidad Vegetal en relación a las pérdidas anuales ocasionadas por parásitos de los cultivos, arrojan las siguientes cifras: insectos 6500 millones de pesos, enfermedades y malezas 3500 millones, roedores 1000 millones; sumando un total de 11000 millones de pesos (Coronado y Marquez, 1983).

De estos datos se tiene que del total de las pérdidas en el campo de la fitosanidad el 56% son ocasionados por insectos. En el caso particular del maíz, desde el momento de la siembra el cultivo está expuesto al ataque de los insectos. El complejo de plagas presentes durante su desarrollo, reduce considerablemente los rendimientos, estimándose que las pérdidas causadas fluctúan del 20 al 50% (Delgado, 1980).

En cuanto a las especies reportadas como plaga para el cultivo de maíz, la Dirección General de Sanidad Vegetal, SARH, notifica que en México existen 41 especies entre insectos y ácaros, consideradas como principales o nocivas, las cuales deben ser combatidas periódicamente aplicando medidas de control además reporta otras 22 especies catalogadas como perjudiciales que se caracterizan por no requerir su control inmediato, ya sea porque sus bajas poblaciones no representan pérdidas económicas o bien porque su presencia y ataque sea casual.

Por otra parte Torres, Sosa y Ortega en 1973 citan que el complejo de barrenadores del tallo del maíz es uno de los grupos más importantes de plagas que causan daño al cultivo. Y las principales especies encontradas pertenecen a los géneros *Diatraea* y *Zeadiatraea*.

Durante 1984 se desarrolló un estudio sobre insectos fitófagos asociados al cultivo de maíz en las comunidades de Amatlán y el Mezquital en el estado de Puebla, reportando como insectos fitófagos importantes al gusano barrenador (*Diatraea* sp) y a la gallina ciega (*Phyllophaga* spp), además reporta la presencia del gusano alambre (Fam: Elateridae), el pulgón (*Ropalosiphum* sp) y tijerillas (Orden Dermaptera) (Prior y Bravo, 1986 ).

Lagunes, Domínguez y Rodríguez en 1985 citaron 30 especies de insectos plaga para el cultivo de maíz presentando su morfología, ciclo de vida y aspectos relacionados con su control (ver cuadro III.3).

En otro estudio realizado en la zona de Amatlán determinaron que uno de los principales problemas que enfrenta el campesino es una fuerte reducción en la producción del maíz debido al ataque de algunos insectos. Se obtuvo un diagnóstico de la situación a través de los estudios sobre entomofauna presente, dinámica poblacional y evaluación de la infestación de los insectos más dañinos obteniendo que del total de las especies, a 8 se les encontró en mayor abundancia y/o causando daños notables en la planta de maíz durante el ciclo de cultivo

CUADRO III.3. INSECTOS QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE MAIZ EN MEXICO (Lagunes, Dominguez y Rodriguez, 1985).

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	ORDEN Y FAMILIA
<b>PLAGAS SUBTERRANEAS</b>		
GALLINA CIEGA	<i>Phyllophaga</i> spp	Coleóptera Scarabaeidae
GUSANO DE ALAMBRE	<i>Agriotes</i> spp <i>Melanotus</i> spp	Coleóptera Elateridae
GUSANO ALFILERILLO	<i>Diabrotica balteata</i> Le conte <i>D. undecimpunctata</i> F.  <i>D. longicornis</i> (Say)	Coleóptera Chrysomelidae
GUSANO CORTADOR O	<i>Agrotis</i> spp <i>Feltia</i> spp	Lepidóptera
TROZADOR	<i>Peridroma</i> spp <i>Prodonia</i> spp	Noctuidae
<b>PLAGAS DEL COGOLLO</b>		
PICUDO CHICO	<i>Nicentrites testaceipes</i> (Champ) <i>Gereus senelis</i> (Gyll)	Coleóptera Curculionidae
GUSANO COGOLLERO	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith)	Lepidóptera Noctuidae
<b>PLAGAS DEL TALLO</b>		
BARRENADORES DEL TALLO	<i>Zeadiatraea grandiosella</i> (Dyar) <i>Z. muellerella</i> (D yH) <i>Diatraea lineolata</i> (Walker)	Lepidóptera Pyralidae
<b>PLAGAS DEL FOLLAJE, FLORES Y FRUCTIFICACIONES</b>		
GUSANO SOLDADO	<i>Pseudaletia unipuncta</i> (Haworth)	Lepidóptera Noctuidae
GUSANO PELUDO	<i>Estigmene acrea</i> (Drury)	Lepidóptera Arctiidae

continuación del cuadro III.3.....

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	ORDEN Y FAMILIA
PLAGAS DEL FOLLAJE, FLORES Y FRUCTIFICACIONES		
GUSANO SOLDADO	<i>Pseudaletia unipuncta</i> (Haworth)	Lepidóptera Noctuidae
GUSANO PELUDO	<i>Estigmene acrea</i> (Drury)	Lepidóptera Arctiidae
GUSANO ELOTERO	<i>Heliothis zea</i> (Boddie)	Lepidóptera Pyrilidae
FRAYLECILLO	<i>Macroductylus mexicanus</i> (Burm)	Coleóptera
	<i>M. nigripis</i> Bates	Scarabaeidae
	<i>M. virens</i> Bates	
	<i>M. murinus</i> Bates	
CHAPULINES	<i>Bracchistola</i> spp	Orthoptera Acrididae
	<i>Melanoplus</i> spp	
	<i>Sphenarium</i> spp	
PULGON	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch)	Homóptera
	<i>R. padi</i> (Linneus)	Aphididae
TRIPS	<i>Frankliniella williansi</i> (Hood)	Thysanoptera Thripidae
	<i>F. accidentalis</i> (Pergande)	

primavera-verano de 1986 y fueron :

- Blattodea: Blatellidae 1
- Dermaptera: Forficulidae 1
- Coleóptera: Crysomelidae 1
- Lepidóptera: Noctuidae 1
- Lepidóptera: Pyralidae 1

Hymenóptera: Formicidae 1

Hymenóptera: Braconidae 1

Las especies que se observaron causando los mayores daños a las plantas fueron: el gusano barrenador (*Diatraea* sp) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*, Smith) con un porcentaje de infestación del 41 y 23% respectivamente (Aragón, 1987).

En 1988, López Olguín y Aragón realizaron un estudio para obtener información sobre la importancia económica de las plagas en el cultivo de maíz de temporal de la comunidad de Amatlán, concluyendo que tanto las plagas de raíz como del follaje ocasionan pérdidas que justifican aplicar medidas de combate y las plagas en conjunto ocasionan una pérdida equivalente al 78% de la producción total.

### III.3. BARRENADOR DEL TALLO DEL MAIZ

#### III.3.1. Taxonomía

Algunos autores expresan que se conocen unas 52 especies del género *Diatraea*, siendo algunas de ellas plagas de importancia económica de varias gramíneas cultivadas de las Antillas, Centro y Sur de América (Salinas, 1979).

Lagunes, Domínguez y Rodríguez (1985), definen que bajo el término de barrenadores se agrupan varias especies de palomillas, entre las más importantes se encuentran *Zeadiatraea*

*grandiosella* (Dyar), *Z. muellerella* (Dyar y Henrich) y *Diatraea lineolata* (Walker) pertenecientes al orden Lepidóptera, Familia Pyralidae.

En un estudio recientemente efectuado por Rodríguez del Bosque et al 1988 (d), señalan que el uso incorrecto de los nombres científicos ha sido fuente de confusión en la literatura concerniente a los barrenadores de importancia agronómica, especialmente a los de la familia Pyralidae, subfamilia Crambinae. Destacando las especies de barrenadores que atacan gramíneas en México, las cuales han sido identificadas incorrectamente entre las que se encuentran *Diatraea grandiosella* y *Diatraea lineolata*, esta última especie ha sido erróneamente identificada en el noreste de México y sur de Texas, por *D. grandiosella*.

Dyar y Henrich en 1927 y Bleszinski en 1969, separaron las especies en base a la esclerotización de la lamela postvaginal en el octavo segmento del collar, presente en *D. grandiosella* y nó en *D. lineolata* y el esclerito en forma de anillo del ostium presente en la primera y ausente en la última. Los machos pueden distinguirse por los brazos de la lámina juxtal la cual está profundamente bifurcada apicalmente en *D. lineolata* o con una pequeña espina subapical en *D. grandiosella*. Aspectos considerados por Rodríguez del Bosque y colaboradores adecuados para la separación de las especies. La determinación taxonómica de las larvas es extremadamente compleja y no se han encontrado caracteres consistentes para su diferenciación, aunque esta

puede acompañarse basándose en la localidad geográfica, excepto en México central donde los rangos se superponen, generando que se confunda *D. grandiosella* con *D. lineolata* (Rodríguez del Bosque et al, 1988 d).

Borrer y Delong citados por Senmache en 1974 establecen que la ubicación taxonomica de *Diatraea* queda de la forma siguiente:

REINO	ANIMAL
PHYLLUM	ARTHROPODA
SUBPHYLLUM	UNIRAMIA ( MANDIBULATA )
CLASE	INSECTA ( HEXAPODA )
SUBCLASE	PTERIGOTA
DIVISION	ENDOPTERIGOTA
ORDEN	LEPIDOPTERA
SUBORDEN	FRENATAE ( HETERONEURA )
SUPERFAMILIA	PYRALIDOIDEA
FAMILIA	PYRALIDAE
SUBFAMILIA	CRAMBINAE
TRIBU	CRAMBINI
GENERO	<b>Diatraea</b>
ESPECIE	varias especies

### III.3.2. Origen y distribución

Se cree que antes de la venida de los europeos a América, en el siglo XV, el barrenador del tallo de maíz existía alimentándose de las gramíneas silvestres acuáticas presentes en las orillas de los ríos, lagos y pantanos. Es posible que el maíz haya sido

el principal cultivo que sufriera los ataques del género *Diatraea* (Senmache, 1974). Por otro lado Reyes en 1990, menciona que no existe maíz silvestre ya que la domesticación ha sido tan compleja que si no se cultivara, el maíz se extinguiría. Existe amplia información indicando que en Chalco, Edo. de México y en Jalisco, el teocintle crece como maleza entre los cultivos comerciales de maíz; que hay cruzamientos naturales recíprocos entre los géneros ocurriendo la introgresión en el maíz, de germoplasma de teocintle y *Tripsacum*, siendo por lo tanto, otro factor importante en la evolución.

Por otro lado Peairs y Saunders (1980), señalan que el género *Diatraea* es originario de las Antillas, Centro y Sudamérica y fue introducido a los Estados Unidos en el año de 1856. En México las primeras referencias datan de 1896 por Druce. Diversos autores establecen que los primeros ejemplares fueron colectados en el año de 1879-1888. siendo reconocida como plaga del maíz a *Diatraea saccharalis* y *D. lineolata*., además de otras doce especies del género. En cuanto a la especie *D. lineolata* fue localizada por la expedición Godman-Salvin en los estados de Durango, Veracruz, Tabasco y Yucatán.

El género solo se encuentra distribuido en las zonas tropicales, subtropicales y templadas del continente (Macías, 1981 y Rodríguez del Bosque et al, 1988 a).

En las zonas templadas del mundo los barrenadores que causan pérdidas a los cultivos son *Diatraea grandiosella* y *Ostrinia nubilalis*. En el neotrópico las especies que atacan al

maíz son el barrenador neotropical (*Diatraea lineolata*) y el barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) (Rodríguez del Bosque et al, 1988 c).

La distribución del género *Diatraea* en la República Mexicana al parecer es de norte a sur, ya que se ha encontrado esta plaga en 115 campos en la mayoría de los estados de México (Box, 1952 citado por Luna, 1985).

Salinas en 1979 realizó una revisión bibliográfica encontrando que en México se conocen las siguientes especies: *Diatraea saccharalis* Fabr, *Diatraea grandiosella* Dyar, *Diatraea lineolata* Walk y *Diatraea muellerella* Dyar. Chirinos para 1963; citado por Salinas en 1979 reporta en el estado de Nuevo León, la presencia de *D. saccharalis*, *D. lineolata* y en forma escasa *D. grandiosella*.

En el caso de *D. saccharalis* se extiende alrededor de las latitudes 30° Nte hasta 35° Sur desde E.U. hasta Argentina (Torres et al, 1973). Así mismo *D. grandiosella* se distribuye en las latitudes 38° Nte hasta 18.6°Nte (Chippendale y Ready, 1974) y *D. lineolata* tiene una distribución desde el Ecuador, en Sudamérica, hasta el sur de Texas, en E.U., incluyendo algunas islas del Caribe.

La dispersión a diferentes localidades geográficas de los barrenadores del maíz no son bien conocidas pero están sujetas a altas presiones de selección como la diapausa y otros rasgos del ciclo de vida (Dingle y Baldwin, 1983; Dillinger, 1987; Tauber

et al, 1986, citados por Chippendale et al, 1987). Con respecto a esto Rodriguez del Bosque et al 1988 (c) mencionan que la maduración de la planta fue el factor responsable de la inducción de la diapausa, probablemente debido a los cambios químicos y en el contenido de la humedad que ocurren en la planta. La temperatura y el contacto con la humedad fueron importantes en la terminación de la diapausa lo que permite a *D. lineolata* sincronizar su ciclo de vida con la fenología del maíz y sobrevivir durante los periodos en que no existe la disponibilidad de planta.

Con respecto al género *Zeadiatraea*, Sosa Moss en 1963 realizó una revisión especificando que ciertos autores consideraron a las especies *grandiosella* y *lineolata* como especies del género *Zeadiatraea*, Box en 1952 hace una revisión e incluye ambas especies dentro del género *Diatraea*.

### III.3.3. Biología y hábitos

El barrenador neotropical del maíz, *D. lineolata* se encuentra distribuido ampliamente; a pesar de esto la biología y ecología de esta especie ha sido investigada únicamente en Nicaragua, Trinidad y recientemente en el norte de Tamaulipas, encontrándose en caso contrario *D. grandiosella* y *D. saccharalis*, las cuales han sido ampliamente estudiadas.

Con respecto a los hábitos de oviposición varios autores han observado que la hembra oviposita en orden de preferencia en

el envés, en el haz y en algunas ocasiones sobre el tallo. Senmache (1974), reporta la oviposición en el envés de las hojas para *D. saccharalis*. Mientras que Rodríguez del Bosque et al, 1988 (b) reporta que bajo las condiciones agrícolas y climáticas del norte de Tamaulipas *D. lineolata* oviposita en masas, 2 o 3 por planta y en las hojas superiores del maíz.

En un trabajo posterior Rodríguez del Bosque et al (1989) determinaron que el promedio del tiempo de oviposición decrece al incrementar la temperatura en un rango de 5.4 días a 22°C y 3.7 días a 25°C (datos de campo). El máximo de huevecillos viables fue a 22°C y 25°C, la eclosión de estos se reduce en un 3.8% a 31°C; mientras que el máximo de huevecillos viables fue de 39.2%, que se considera bajo con respecto a otros barrenadores (King et al, 1984 y van Leerdam, 1986).

Con respecto a la eclosión Lemus (1979) cita que se realiza a los cinco días de la oviposición; Lozano (1973), entre cuatro a nueve días y Velázquez (1943) citado por Luna en 1985, agrega que la eclosión en el verano ocurre en la mañana y a temperaturas bajas ocurre en las tardes.

Una vez emergidas las larvas, Metcalf y Flint (1978) y Box (1952), señalan que se alimentan de la epidermis de la hoja o de la nervadura central, esto produce en la planta una decoloración que puede ser de un color rojo que va de ligero a intenso, las larvas tienden a penetrar al nivel húmedo de la sección enrollada de la hoja, quedándose ahí hasta introducirse al tallo. Por el contrario Velázquez y Peña

(1954) citados por Luna (1985), expresan que la larva expelle un hilillo sedoso de su boca y le sirve como medio de suspensión para transportarse a otras plantas con ayuda del viento. Diversos investigadores afirman que el comportamiento alimenticio de las larvas es promovido por sustancias químicas que actúan como atrayentes excitantes y estimulantes a través del sistema químico receptor de las larvas (Beck y Chippendale, 1987).

Con respecto al número de estadios y su tiempo de duración se han encontrado datos muy variados, dependiendo principalmente de la especie, mientras los hábitos en este estado son menos específicos, señalando que las larvas antes de mudar se presentan inactivas y rígidas y cuando sucede la muda, algunas veces la cápsula cefálica es desalojada antes que la piel. La cabeza inicialmente es de color blanco y en pocas horas se torna de color café, verificándose este proceso, en 15 min la larva devora la exuvia desechada (Peña, 1954; Reed, 1956, Valle, 1958).

Reed (1956), señala que en la región de Monterrey la larva pasa por cinco estadios, mencionando además que los primeros estadios se observan en los jilotes y mazorcas durante la época de verano, en el tercer estadio la larva comienza a perforar el tallo alimentándose del tejido central esponjoso. También cita a Cordero (1958), quien observó que en los nudos la incidencia del ataque es mayor aún cuando no penetran al tallo, forman un pequeño orificio conocido como intento de entrada y continúa

en su intento de entrar hasta que encuentra el lugar propicio para hacerlo, este orificio es conocido como de entrada y pasan el resto de los estadios dentro del mismo, así cumple su cuarto y quinto estadio larval, siendo este en el que la larva se dirige a las paredes del entrenudo, para preparar su paso a la fase pupal, hace los orificios de salida circulares u ovoides de 3 a 5 mm de diámetro cubriéndolos con una fina tela de seda para protección, lo cual facilita la emergencia del adulto.

Peña (1954), cita el hecho notable que la mayoría de las perforaciones se inician alrededor del tallo donde nacen las vainas de las hojas; también cita que el curso de la larva no está sujeto a regla fija dentro del tallo, por bajar o subir desde el punto de entrada, aunque su mayoría es paralela a las paredes sobre todo cuando se dispone a invernar dirigiéndose al nudo vital del tallo.

Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1989, determinaron que durante el estado larvario de *D. lineolata* esta pasa de 5 a 7 estadios en dieta artificial y natural, mientras que más del 75% de los individuos completan su desarrollo larvario en 6 estadios independientemente de la temperatura, dieta y sexo. La larva requirió  $562.9 \pm 4.4$  unidades calóricas pasando por seis estadios en un tiempo promedio de  $34.2 \pm 0.4$  a  $25^{\circ}\text{C}$  en el laboratorio y en el campo a la misma temperatura  $32.4 \pm 0.5$ . Por otro lado el período larval de la hembra de *D. saccharalis* fue de 1 día más que en machos, en un trabajo anterior Rodríguez del Bosque y colaboradores (1988 b), determinaron en los cultivos de

maiz del norte de Tamaulipas, que al eclosionar las larvas de *D. lineolata* se alimentaron de hojas, vainas y jilotes, siendo en el tercer estadio cuando comenzaron a barrenar el tallo. Las larvas del último estadio (6 o 7) de la segunda generación construyeron celdas dentro del tallo y permanecieron en diapausa durante el verano (ciclo O - I) e invierno (ciclo P - V). Las larvas manifestaron una tendencia a migrar hacia la parte inferior de la planta durante el invierno.

Azcunaga en 1982, indica que el proceso de pupación lo realiza el insecto al contraer el cuerpo, la larva permanece inactiva y pierde el uso de sus patas, desde el inicio de este proceso hasta que se torna de color café oscuro, el insecto tarda alrededor de 10 días. El cuerpo se contrae, dura así dos o tres días ocurre la última muda y pasa a pupa. Dependiendo de la temperatura otros autores señalan que el estado de pupa puede conservarse así de 7 a 10 días (Luna, 1985).

Peña (1954), señala que la pupa es más pequeña que la larva del último estadio; mide 2 cm de longitud y 0.4 cm de diámetro. Al tocar la parte abdominal, realiza movimiento del mismo, pero de lo contrario es inmóvil y además sensible a la luz.

Reed (1956), realiza una comparación entre pupas de *D. saccharalis* y *D. lineolata* encontrando estas últimas son relativamente más grandes y con un tiempo de pupación de 5 a 8 días, pudiendo alargarse hasta 22 días y la longitud varía de 1.30 a 2.50 cm. Peña (1954), obtuvo los siguientes promedios en relación a la temperatura: para primavera 9 días, en verano 6

días, en otoño 10 días y en invierno 15 días. Por otro lado Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1989 encontraron que este mismo estado tiene una duración de  $15.3 \pm 0.1$  a  $8.7 \pm 0.1$  días en rangos de temperatura de 22 a  $31^{\circ}\text{C}$  y en el campo a  $25^{\circ}\text{C}$  requiere de  $11.0 \pm 0.2$  días.

Box (1952), señala que en condiciones de laboratorio los adultos emergen de las 7 a 8:30 am y de la 6 a 7:30 pm. La palomilla emerge a través del intergumento dorsal anterior y se arrastra, dejando la envoltura de la pupa en el túnel. Después de media hora las alas adquieren su total desarrollo y secado, permitiendo luego de una hora estar en condiciones para volar.

Reed (1956), en su trabajo para la región de Apodaca, Nuevo León, encontró la posible presencia de cuatro generaciones; Rodríguez del Bosque et al (1988 b) reporta dos generaciones por ciclo de siembra. Por otro lado con respecto al ciclo biológico completo Peña (1954), encontró una duración de 70 a 75 días, mencionando que Holloway et al 1928, reporta un ciclo como mínimo de 28 días y un máximo de 293 días; con un promedio de 43.1 días.

Con respecto a *D. lineolata*, Rodríguez del Bosque et al en 1989, encontraron que de huevecillo a adulto a  $25^{\circ}\text{C}$  tarda 52.6 días y a nivel de campo tarda 49.4 días. La fecundidad fue reducida al incrementar la temperatura. El período de preoviposición fue aproximadamente 2 días independiente a la temperatura la cual es similar a lo observado para *D. saccharalis* por King et al (1984). El punto medio de la

oviposición ocurre de 3.7 a 5.4 días después de la eclosión del adulto de 22 a 31°C. Observando que las hembras depositan el 50% de sus huevos en la primera mitad de su vida a 22 y 25°C. Mientras que 50% de la oviposición fue completada al 67 y 83% de la vida de la hembra a 28 y 31° C, lo que indica que la hembra de *D. lineolata* al incrementar la temperatura pone más huevecillos a mayor edad. La longevidad del adulto fue inversamente relacionada a la temperatura en un rango de 10 días a 22°C y 5 días a 31°C. Esta no es diferente entre sexos ( $p < 0.05$ ) a ninguna temperatura. La capacidad reproductiva fue similar en hembras alimentadas con dieta artificial y natural: fecundidad total, viabilidad del huevecillo, preoviposición, oviposición y longevidad de adultos no mostraron diferencias entre dietas y en campo el máximo de fecundidad de *D. lineolata* fue mayor que 160 huevecillos por hembra.

El estado de crecimiento y tamaño de la planta esta correlacionado con la oviposición para *D. lineolata*. La variabilidad en el crecimiento y tamaño de la planta sugiere ser un factor interespecífico en la asociación y es también responsable de la agregación con otras especies de barrenadores (Rodríguez del Bosque et al 1989). En 1990 (a) el mismo autor y colaboradores determinaron la distribución espacial de larvas y pupas de los barrenadores del tallo *Diatraea lineolata* (Walker), *Diatraea saccharalis* (Fabr) y *Eoreuma loftini*(Dyar), en maíz cultivado en el norte de Tamaulipas, México, obteniendo que todas las especies de barrenadores manifestaron una distribución agregada ( $b > 1$ ). Dicho índice de agregación fue más acentuado

en las etapas tempranas de desarrollo (larvas pequeñas a medianas), mientras que las tardías (larvas grandes y pupas) tendieron a distribuirse al azar. La agregación de *D. saccharalis* se atribuyó al hecho de que deposita sus huevecillos en masa. La agregación de *D. lineolata*, especie que deposita huevecillos aislados o masas de pocos huevecillos, fue ocasionado probablemente por las oviposiciones múltiples en una misma planta.

Otro trabajo realizado por Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1990 (b), fue determinar la abundancia estacional y fenología del complejo de barrenadores en maíz en el noreste de Tamaulipas, México de 1985 a 1988. Encontrando que *D. lineolata* es la especie dominante, la presencia de *D. saccharalis* fue más común durante el otoño de 1985. Detectando la asociación interespecífica positiva entre especies, particularmente durante el otoño que es cuando se presentan altas densidades. La primera generación fue inicialmente detectada a mediados o después del estadio de espigamiento, mientras que invernaron como larvas maduras en los tallos de maíz secos, la segunda generación normalmente ocurre al inicio de la madurez. Todas las especies invernaron como larvas maduras en los tallos de maíz secos, *D. lineolata* también expresó el proceso de diapausa en verano. La maduración de la planta fue el factor responsable para la inducción de la diapausa independientemente de la época del año. Se requiere una acumulación mínima de unidades calóricas y contacto con humedad para que la larva de *D. lineolata* termine la diapausa. También

encontraron una proporción de larvas pigmentadas durante la primavera e invierno lo que se puede deber a la variabilidad en el crecimiento de las plantas. Además, una variabilidad intrínseca en la pigmentación de las larvas en diapausa podrá ser responsable de la presencia de ambas formas. Para la inducción a la diapausa el responsable directo es el grado de madurez de la planta. Este proceso le permite tener un amplio rango geográfico, además de sobrevivir a condiciones críticas de temperatura y humedad lo que al parecer es una característica de la especie, ocurre cuando las especies exhiben solapamiento en sus requerimientos de hábitat o interactúa en una manera que favorecen la ocurrencia mutua (Cole 1949; citado por el autor). Así en estos estudios la asociación puede derivarse de una preferencia mutua de los adultos a plantas específicas. La preferencia de oviposición por varias especies de Crambinae, incluyendo *D. lineolata* dependen del tamaño de la planta (peso, área foliar y estadio de crecimiento) ya que en el estudio en otoño hay un crecimiento más heterogéneo, debido a que en primavera se utilizaron híbridos.

#### III.3.4. Descripción de los estados biológicos.

La morfología de los diferentes estados de desarrollo del género *Diatraea* presentan las siguientes características generales :

Huevecillos. Peña en 1954, establece que los huevecillos de *D. lineolata* son ovipositados en masas de forma ovalada y

aplanada, presentan coloración blanco cremoso y gradualmente se oscurecen para adquirir un color rojizo con puntos negros. Davis y Horton (1933), señalan que los huevecillos de *D. grandiosella* al ser ovipositados, se observan de color verde brillante, al final de las primeras 24 horas cambian a color crema y entonces aparecen tres líneas paralelas transversas de color rojo naranja las cuales dividen al huevo en cuatro partes más o menos iguales. En cuanto al tamaño miden un promedio de 1.5 mm de largo por 1.2 mm de ancho en el caso de *D. saccharalis* y en el caso de *D. grandiosella* la longitud promedio es de 1.3 mm de largo y de ancho 0.8 mm (Davis et al. 1933 y Luna 1985). Valle (1958), señala que los huevecillos son aplanados con mediciones entre 1.16 mm de largo y 0.75 mm de ancho de *D. lineolata*.

Larvas. Son de tipo eruciforme, de color blanco cremoso para *D. grandiosella* y *D. lineolata* y algo rosáceas en el caso de *D. saccharalis*, al emerger miden de 2 a 3 mm, con placas esclerosadas en la parte dorsal del cuerpo de color café oscuro a negro en el caso de *D. grandiosella* y *D. lineolata*, para éstas dos especies es difícil diferenciar los estadios en base a las características morfológicas, las líneas dorsales muy sobresalientes, variando de grisáceo a rosado (Jacob y Chippendale, 1971). En *D. saccharalis* las placas son de color café brillante. Presentan el proceso de diapausa donde se observan libre de pigmento sin importar la especie (Luna, 1985).

Pupa. Es de tipo obteta de color café oscuro cuando está

madura, ya que conforme avanza su desarrollo cambia progresivamente de color amarillo, miel, café claro y por último a caoba (Luna, 1985). Otros investigadores mencionan que al principio la pupa posee un color blanco sucio, obscureciéndose hasta que después de una o dos horas se torna color café. Su tamaño promedio es de 2 cm de longitud y 0.4 cm de diámetro. Para las especies que se presentan en México este estado es similar solo en tamaño, se pueden observar diferencias encontrando que *D. grandiosella* es más robusta que *D. saccharalis* y *D. lineolata* (Luna, 1985).

Adulto. Son palomillas cuyos colores varían de blanco sucio al blanco semioscuro y pajizo claro, sus palpos labiales son muy prominentes y se extienden hacia adelante de la cabeza (Metcalf et al, 1978). El segundo par de alas es blanco plateado y todo el cuerpo está cubierto de escamas, miden de 2.5 a 3.5 cm de expansión alar y una longitud de 1.0 a 1.9 cm (Davis et al, 1933; Azcunaga, 1982. Luna, 1985).

### III.3.5. Importancia y daños

El gusano barrenador del tallo constituye una de las plagas más importante para el cultivo del maíz en América. Su importancia económica radica principalmente en su amplio radio de ataque a la planta y en lo difícil de su combate ( Senmache, 1974 ).

También es responsable de la reducción en los rendimientos que van desde un 15 hasta un 50%. Sin embargo debido al tipo de

ataque el daño pasa desapercibido alcanzando en ocasiones infestaciones hasta de un 100% , variando la intensidad del daño (Chirinos 1962, citado por Salinas, 1979).

La gravedad del daño ocasionado por los barrenadores, estriba en que la larva al perforar el tallo, lo vuelve más susceptible al acame, el cual puede ser incrementado cuando hay vientos, cuya velocidad puede ser de moderada a fuerte: aunque el daño por sí mismo puede ocasionar que la planta se doble exponiendo la mazorca a ser destruída por roedores o simplemente que al estar en contacto con el suelo se pudra. Se calcula que por este daño se puede perder del 10 al 30% de la cosecha (Sifuentes, 1985).

Chirinos en 1962; citado por Salinas (1979), encontró en Apodaca, Nuevo León., infestaciones de un 23.28% y 32.50% de entrenudos barrenados (ciclo de primavera - verano), el mismo autor señala que la larva perfora el corazón, penetrando por el pedúnculo, además de alimentarse de granos tiernos. Así mismo algunas larvas perforan las hojas envolventes del jilote impidiendo la formación de la mazorca o que estas no alcancen la maduración del grano. Reed (1956), al respecto menciona que el daño es poco frecuente encontrarlo reduciendo en forma directa la calidad y cantidad de grano.

Rodríguez del Bosque en 1978, cita que un ataque severo del gusano barrenador puede reducir la producción hasta en un 40% si no se le controla adecuadamente. Sifuentes 1985, reporta que en Tamaulipas este insecto ocasiona pérdidas anuales de entre 10

y 30% de la producción total de maíz.

Azcunaga en 1982, reporta que el principal problema de este insecto lo produce el tercer estadio larval debido a que forma galerías en el tallo ocasionando que disminuya el paso de la savia, ya que las larvas afectan el parénquima cortical y la epidermis, debido a lo cual el crecimiento del cultivo de maíz se torna disparejo y los rendimientos decrecen.

Por otro lado al barrenar el tallo las larvas propician el ataque de agentes patógenos, principalmente hongos, los cuales penetran en las partes heridas de la planta y terminan por destruir la médula del tallo (Azcunaga, 1982).

Reed (1956), coincide en que el daño del barrenador también se extiende a las hojas, al jilote y a las mazorcas, encontrando Floyd en 1960, (citado por el mismo autor) que el 86.7% de los entrenudos son atacados en maíces de 10 a 11 entrenudos.

Finalmente Juárez en 1989 estimó las pérdidas que ocasiona el gusano barrenador del tallo del maíz en la zona de Amatlán, donde evaluaron tres niveles de daño como son leve, moderado y severo donde se encontró para cada uno pérdidas de 278, 778 y 868 Kg / ha, con un nivel de daño económico promedio de 9.85% de infestación y un umbral económico promedio de 8.85% de infestación, determinando que se justifica aplicar medidas de control de dicha plaga.

#### III.4. FACTORES QUE DETERMINAN LA INFESTACION DE *Diatraea* sp.

McCulloch (1923), citado por Wisseman en 1985, reporta que la resistencia de las plantas a insectos podrian ser clasificados en dos categorias generales : 1) natural y 2) artificial. La resistencia natural es la que presentan las plantas nativas o adquieren en cultivo. La resistencia artificial es la desarrollada a través de prácticas de entrecruzamiento.

Otros tipos de resistencia han sido designados por Van Der Plank en 1963 y 1968 que son la resistencia vertical y horizontal y Gallum y Khusk (1980); citados por Wisseman (1985) están de acuerdo en esta clasificación. Se refiere a la resistencia especifica o vertical aquella que es controlada principalmente por los genes implicando una serie de diferentes cultivos de las mismas plantas infestadas con series de diferentes biotipos de insectos de la misma especie que muestran una interacción diferencial, por otro lado la resistencia general u horizontal es controlada por varios genes, implica que el nivel de resistencia ofrecido por un hospedero particular es similar contra todos los biotipos de insectos.

Algunas características de la resistencia son de tipo genético, tales características son muy moldeables y fluctúan ampliamente bajo la influencia de condiciones ambientales, así la resistencia se puede clasificar en resistencia ecológica, las que están bajo control primario de factores ambientales y resistencia genética, implica que las características están bajo

control primario de factores genéticos (Painter, 1955).

Los mecanismos de resistencia aceptados son los propuestos por Painter en 1955 y son preferencia, antibiosis y tolerancia, en 1956 incluye la no-preferencia, pero Kogan y Artman en 1978; citados por Wisseman en 1985, proponen el término de antixenosis para reemplazar el de no-preferencia, siendo así que tanto factores genéticos como ambientales interactúan para determinar la diseminación de una especie.

#### III.4.1. Factores genéticos.

El cultivo de maíz y sus características particulares son limitativas sobre el daño de los barrenadores. Elías (1970) y Torres (1973), en estudios realizados en México y Argentina respectivamente. Indican que plantas precoces y de menor diámetro del tallo, son menos dañadas por estos insectos, y Patch et al (1941), trabajando con híbridos y variedades de polinización abierta, concluyeron que los híbridos son más tolerantes al barrenador, que las variedades (citados por Parisi, Ortega y Reyna, 1973).

Elías (1970); citado por Luna 1985, encontró diferencias en el daño de 57 variedades e híbridos del maíz frente al ataque de un complejo de barrenadores del tallo (incluyendo a *D. saccharalis*, *D. lineolata*, *D. grandiosella*). Este autor indica que hay una influencia del diámetro del tallo y la amplitud del ciclo de desarrollo de la planta sobre la magnitud del daño del

insecto, lo cual es importante considerar en la búsqueda de maíces resistentes a barrenadores.

Williams y Davis en 1981 trabajaron maíces con genotipos resistentes al daño ocasionado por *D. grandiosella*, probando híbridos de la progenie F1 (tres líneas resistentes a la alimentación y tres líneas susceptibles); obteniendo mayor peso en larvas que se alimentaron de líneas susceptibles el que fue de 17.8 mg a 10.8 mg respectivamente, también trataron de establecer la relación específica de combinación y la capacidad general de combinación al utilizar progenie de consanguíneos resistentes indicando que ambos tipos aditivos y no aditivos son importantes, obteniendo menor daño en plantas resistentes y efectos adversos sobre la biología del barrenador. Griffing en 1956, observó resultados similares obteniendo que los híbridos con ambos padres susceptibles presentaron altos niveles de daño, con ambos padres resistentes el daño fue menor y los híbridos de un padre resistente y el otro susceptible tuvieron un nivel de daño medio.

Davis y William en 1986 estudiaron los efectos que producen los híbridos resistentes de maíz (de padres consanguíneos) en la supervivencia, crecimiento y desarrollo de *D. grandiosella* de los primeros estadios a adulto obteniendo que 30 y 15% de la población inicial sobrevive 7 días en híbridos susceptibles y resistentes.

La mortalidad se incrementa gradualmente después de 7 días, en el día 42 el promedio de supervivencia es de 10.5% en

híbridos susceptibles y 5.5% en híbridos resistentes. Las plantas de maíces híbridos resistentes causan significativos efectos adversos en la sobrevivencia, crecimiento y desarrollo. El movimiento larvario en espiral en el tallo fue retrasado para los que fueron criados en plantas resistentes. Estos efectos adversos a la biología del insecto indican que la antibiosis es un mecanismo que opera con la resistencia de la planta (Davis y William en 1986).

Macías (1981), investigó el comportamiento de 2 variedades comerciales de maíz en dos distancias entre surco observando el efecto causado por el gusano barrenador del tallo de maíz (*Diatraea* sp) y el gusano elotero bajo la hipótesis de que las densidades interactúan en las variedades y en los problemas entomológicos encontrando que bajas densidades de siembra muestran un daño mayor al barrenador independientemente de la variedad, solo la variedad semienana con mayor densidad de siembra presentó un ataque menor.

Luna en 1985 investigó el daño causado por el gusano barrenador del tallo del maíz, observando que la variedad semienana NLVS-I presentó un daño del 80.4% mientras que la variedad dulce fue de 69.6%. El número de galerías por tallo fue similar en ambas variedades con un promedio de 1.56 galerías/tallo de un total de 292 plantas revisadas.

### III.4.2. Factores ambientales

En el estudio realizado por Chippendale y Connor en 1989 presentan datos sobre el efecto de *D. grandiosella* en varias ciudades de E.U. con medias de temperaturas bajo cero. Estas temperaturas son lo suficientemente extremas, que puede ocurrir una alta mortalidad en invierno. Consecuentemente las poblaciones del insecto mantienen un periodo largo de invernación, aunque en zonas de alta infestación donde se registró un crudo invierno, la población de insectos fue suprimida. En latitudes de 37°N donde *D. grandiosella* causa pérdidas económicas al maíz, se midió la temperatura del suelo estableciendo que en zonas donde es alta, favorece la sobrevivencia de la larva, pero aunada a una precipitación alta, las poblaciones son suprimidas. Lo que sugiere que las poblaciones de insectos son suprimidas cuando hay temperaturas bajas asociadas con altos niveles de humedad del suelo.

En otro estudio efectuado en el estado de Tamaulipas se observó que la densidad de larvas y daño fue menor en el otoño de 1986 que en el 1985, probablemente por las condiciones de desarrollo tardío de la planta y un crecimiento totalmente pobre. Un máximo de 71.9% de planta fue el rango de daño en uno de los campos y 42% fue el daño en otra localidad durante el otoño de 1985. El daño en las plantas fue raro en el periodo de primavera. Altas poblaciones de barrenadores se establecen en otoño, la especie más abundante en ambas estaciones fue *D. lineolata*, las poblaciones de *D. saccharalis* fueron muy bajas

mientras la otra especie fue significativamente más abundante durante el otoño de 1985 que en la otra estación. La baja incidencia de *D. saccharalis* en maíces cultivados en primavera se observaron en Río Grande Valley de Texas (Fucho y Harding 1979, citados por Rodríguez del Bosque et al, 1988 c). El promedio de pérdidas en el campo fue de 1.3, 17.0 y 2% durante la primavera de 1985, otoño del mismo año y primavera de 1986 respectivamente.

#### III.4.3. Prácticas culturales

La influencia de la fertilización en la infestación y daño ocasionado por *D. grandiosella* en campos de maíz fue, investigada por Archer et al (1987), encontrando que la fertilización con nitrógeno es asociada con el incremento del número de tallos barrenados y al adicionar fósforo hay un efecto opuesto. Los altos niveles de nitrógeno en plantas hospederas son consideradas a acelerar el desarrollo larvario de lepidópteros e incrementar la sobrevivencia debido al aumento de aminoácidos en los tejidos de la planta (McNeill y Southwood, 1978; Mattson, 1980; Scriber, 1984; citados por Archer et al, 1987), el fósforo podría tener un efecto negativo débil en la oviposición y/o sobrevivencia del barrenador.

El tipo de suelo y fertilidad del mismo, son señalados por varios autores como factores de fuerte influencia sobre barrenadores del maíz. Suelos sueltos y abonados con estiércol son más dañados por varias especies de barrenadores y son más

atractivos para la oviposición y/o sobrevivencia del barrenador.

#### III.4.4. Fecha de siembra

La fecha de siembra tiene efecto sobre la intensidad del daño de barrenadores del maíz; así lo señalaron Walton y Bierberdorf (1948), Wilbur et al (1950) y Henderson y Davis (1969); citados por Archer y colaboradores en 1987. Parisi, Ortega y Reyna (1973) indican que los maíces sembrados en fechas tempranas son menos dañados por *D. grandiosella*.

Chippendale y Connor en 1989 efectuaron un estudio en los E.U. sobre la expansión de *D. grandiosella* de regiones subtropicales a templadas donde debe sincronizar su ciclo estacional con la de la planta hospedera. El maíz proporciona un sitio más aceptable para la oviposición y fuente alimenticia cuando está en la fase vegetativa, la cual tarda 9 semanas. Si el maíz es sembrado temprano, antes de la emergencia de las palomillas en primavera (por ejemplo a principios de junio para el barrenador del maíz del sureste de Missouri), el ciclo estacional de la planta hospedera y el insecto son menos sincronizados que cuando el maíz es sembrado y cosechado después. Las variedades de maíz de maduración temprana también ayudan al rompimiento de la sincronización de la segunda y tercera generación de *D. grandiosella*, con la planta hospedera.

#### IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El trabajo experimental se realizó en cultivos de maíz de la comunidad de Amatlán, municipio de Zoquiapan, Distrito de Tetela de Ocampo, Puebla.

##### IV.1. Ubicación geográfica

Amatlán se localiza en la parte norte del estado de Puebla, en la provincia fisiográfica que se conoce como Declive del Golfo, en las inmediaciones de la Sierra Madre Oriental (fig IV.1), a una altura que varía entre los 100 y 200 msnm. Las coordenadas geográficas son: latitud norte entre los 20° 7' y los 20° 8' y longitud oeste entre los 97° 28' y 97° 29' (I.N.E.G.I., S.P.P., 1984 a).

##### IV.2. Relieve y geología

Constituido por lomeríos altos de pendientes pronunciadas, con cimas redondeadas debido al efecto de la erosión y pies de talud rellenos por los acarrees. La localidad está constituida por rocas de origen sedimentario, perteneciente al período cretácico superior de la era mezozoica, en particular las rocas presentes son lutitas y calizas (I.N.E.G.I., S.P.P., 1984 b).

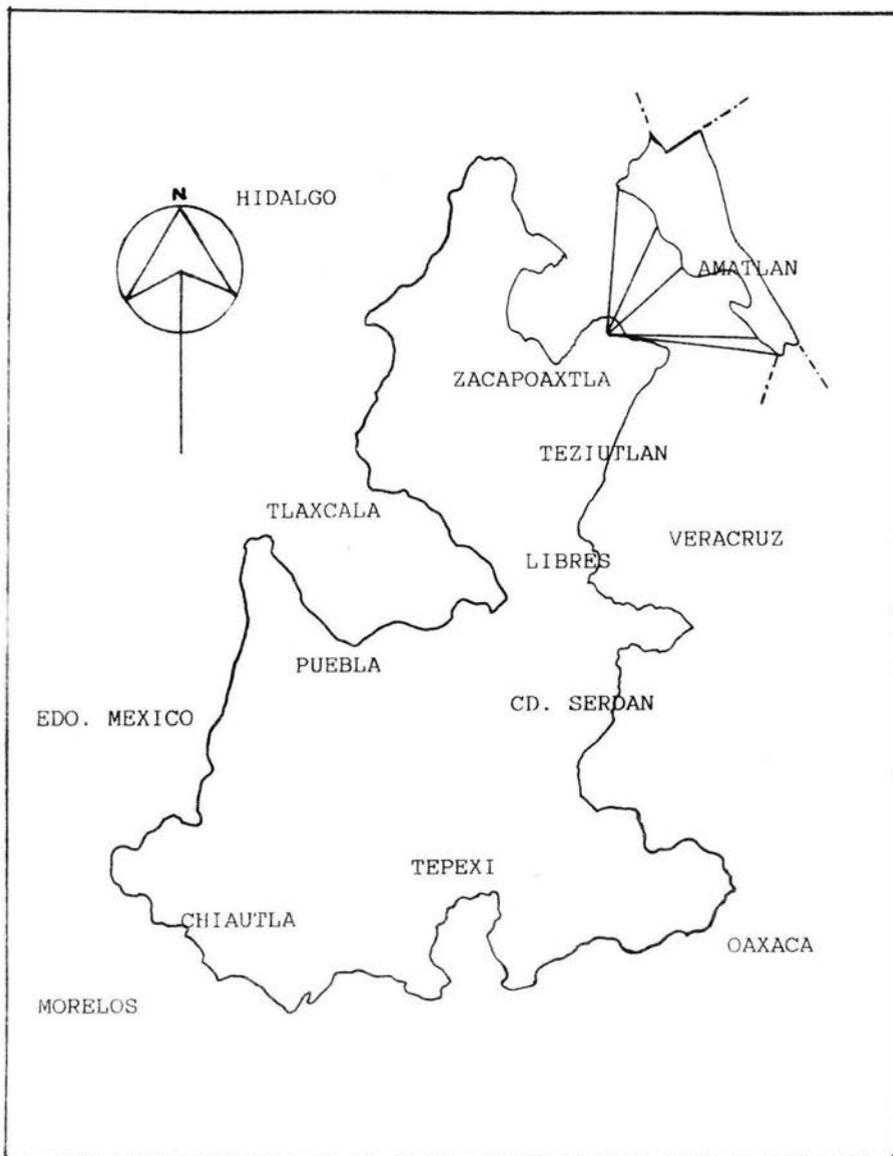


FIG.IV.1. Localización geográfica de la comunidad de Amatlán en el estado de Puebla.

#### IV.3. Clima y vegetación

El clima según la clasificación de Köpen modificada por García (1981) es tipo Af (m) (e), esto es semicálido húmedo, con lluvias casi todo el año y verano cálido. La precipitación anual promedio es de aproximadamente 3000 mm, con temperatura media anual de 22 a 24°C (Datos del Departamento de Edafología, ICUAP, 1986).

La vegetación predominante de la zona es del tipo de galería y pastizal cultivado (I.N.E.G.I., S.P.P., 1984 ref a), con árboles tales como caoba, cedro rojo, pimiento y palo mulato, existen también algunos frutales como mango, aguacate, plátano, cítricos y cafetos (I.N.E.G.I., S.P.P., D.G.G., 1984 a,b).

#### IV.4. Tecnología agrícola

La tecnología agrícola que se practica es de tipo tradicional (López-Olguín, 1988) la cual consiste en:

Rosa-tumba y pica. Consiste en desyerbar con el machete, tumbar los árboles más grandes y picar y distribuir los residuos vegetales por todo el terreno.

Siembra. Se realiza en forma manual por medio de un palo con punta llamada coa con el cual se hace un hoyo en la tierra, donde se depositan 4 semillas. Se siembra principalmente maíz criollo regional con una distancia promedio de 1.2 mts.

Finalmente se obtiene una densidad aproximada de 22 000 plantas por hectárea.

Labores. Son las actividades para limpiar los cultivos se realizan dos labores de limpia y un aporque.

Limpia. Comprende desherbar manualmente todo el cultivo.

Aporque. Consiste en atar las hojas de las plantas y cubrirlas con tierra.

Fertilización. Dependiendo de la situación económica de los campesinos se efectúan dos aplicaciones de fertilizantes en forma manual y localizada.

Dobla. Tarea que consiste en doblar la planta en la parte inferior de la mazorca. Se realiza con la finalidad de proteger al maíz de la lluvia y los pájaros.

Cosecha. Se recolecta la mazorca con todo y hojas y se le almacena en un lugar seco y cerrado (troje). El maíz se utiliza en su mayor parte para el autoconsumo.

## V. METODOLOGIA

De acuerdo a los objetivos propuestos, el presente trabajo contempló la determinación taxonómica de la(s) especie(s) de *Diatraea* spp en la comunidad de Amatlán; el ciclo biológico y grado de infestación sobre la especie de mayor incidencia.

Se realizaron estudios a nivel de campo en cultivos de maíz criollo blanco de la comunidad de Amatlán durante los periodos de octubre a diciembre de 1988 y 1990.

### V.1. DETERMINACION TAXONOMICA DE LAS ESPECIES DE *Diatraea*

Se realizaron cinco colectas de larvas de *Diatraea* spp en cultivos de la comunidad de Amatlán durante 1988. Estas se colocaron individualmente en recipientes de vidrio con dieta artificial (ver apéndice) como fuente alimenticia y se trasladaron al Colegio de Postgraduados de Chapingo para la obtención del estado adulto. En el insectario se mantuvieron en la cámara de cría a temperatura controlada de  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  y humedad relativa  $70 \pm 5\%$ . Una vez obtenidos los adultos, se mataron y montaron en alfiler entomológico, después de ocho días de preservación se enviaron al Campo Experimental Río Bravo del INIFAP-Tamaulipas con el Dr. Luis Angel Rodríguez del Bosque y al Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) del Estado de México con el Dr. John Mhim, quienes realizaron la determinación taxonómica.

## V.2. ESTUDIOS SOBRE LA ESPECIE DE MAYOR INFESTACION

### V.2.1. Determinación del ciclo biológico

Este se determinó a partir de la búsqueda de huevecillos en el cultivo de maíz en una parcela de la comunidad de Amatlán. Las plantas donde se detectaron los huevecillos se etiquetaron anotando la fecha de observación e información para su localización de acuerdo a un diagrama de campo.

Una vez detectados los huevecillos estos se observaron diariamente para obtener el período de incubación y registrar el momento de la eclosión de larvas; a 35 de estas larvas se les colocó individualmente en pequeños recipientes de plástico con orificios en las tapas y una sección de tallo de maíz como fuente alimenticia. Estas larvas se colocaron dentro de una caja de cartón en el centro de la parcela y en lo alto, para evitar el ataque de hormigas por los tallos seccionados. Se realizaron observaciones diarias para detectar las cápsulas celáticas indicadoras de las mudas y de los diferentes estadios larvarios. En esta fase del estudio se registró: número de mudas y estadios, longevidad y longitud de la larva para cada estadio, duración del periodo de prepupa; longevidad, longitud y diámetro de la pupa; y longevidad, longitud y expansión alar de los adultos.

### V.2.2. Descripción

Durante los estudios de campo para la determinación del ciclo biológico de la especie de *Diatraea* de mayor incidencia se realizó la descripción de los diferentes estados biológicos de este insecto, considerando las siguientes características:

Huevecillo	forma, color y diámetro.
Larva (para cada estadio)	longitud, color y morfología general.
Pupa	longitud, forma, color y cambios durante su desarrollo.
Adulto	longitud, expansión alar, coloración y morfología general.

### V.2.3. Hábitos

Las observaciones sobre hábitos de la larva de *Diatraea*, con mayor incidencia fueron: comportamiento durante la eclosión, periodo de tiempo en que se alimenta de hojas y tallo, descripción de los daños. Estas observaciones se realizaron paralelamente a la determinación del ciclo biológico en el campo.

Durante la determinación del ciclo biológico se utilizó un higrómetro para determinar humedad relativa y temperatura ambiente.

### V.3. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL GRADO DE INFESTACION Y DAÑOS.

#### V.3.1. Selección de las fechas de siembra

Para la realización de los estudios de infestación, primero se levantó una encuesta en la comunidad para obtener los siguientes datos: nombre de los ejidatarios de la comunidad, fecha de siembra y variedad sembrada en el ciclo de temporal (otoño-invierno) en 1988 y posteriormente de 1990. Se decidió trabajar con maíz criollo blanco por ser el más frecuente. Para la selección de las parcelas se procedió a establecer los intervalos de clase para el cálculo de frecuencias de fecha de siembra, como se observa en el cuadro V.1.

Con respecto al año de 1990 se seleccionaron las mismas fechas de siembra que en 1988 para efectos de comparación, las parcelas seleccionadas se presentan en el cuadro V.1 con los números marcados con comilla. Además, se elaboró el esquema de localización de las parcelas seleccionadas en el área agrícola de la comunidad (fig. V.1).

#### V.3.2. Muestreo y registro de datos

El diseño de muestreo seleccionado fue el de cinco de oros con selección de unidad de muestreo al azar, el cual consiste en ubicar imaginariamente en la parcela cinco círculos de aproximadamente cinco mts de diámetro, localizando dos al lado

CUADRO V.1. TABLA DE FRECUENCIAS POR FECHA DE SIEMBRA PARA LA SELECCION DE PARCELAS EN EL TRABAJO DE INFESTACION DE *D. lineolata* EN LA COMUNIDAD DE AMATLAN, 1988, 1990.

INTERVALO DE CLASE	VALOR MEDIO		f	F.S.S	No PARCELA	
	DE	CLASE			1988	1990*
16 JUN-30 JUN	22 JUN		2	16 JUN	1	1'
1 JUL-15 JUL	6 JUL		14	6 JUL	2	2'
16 JUL-31 JUL	23 JUL		23	20 JUL	3	3'
				25 JUL	4	4'
1 AGO-15 AGO	8 AGO		5	5 AGO	5	5'

f = frecuencia: No de parcelas de la comunidad con esa fecha de siembra.

F.S.S. = Fecha de siembra seleccionada.

1 - 5 = Parcelas seleccionadas para 1988.

1' - 5' = Parcelas seleccionadas para 1990.

\* = para seleccionar las fechas de siembra de 1990 no se determinaron los intervalos de clase, eligiendo las mismas fechas para efectos de comparación.

derecho, dos al lado izquierdo y uno al centro. En cada uno de estos círculos se tomó la primer planta al azar, la cual se localizaba en el centro de la parcela y a partir de ésta se midieron cinco mts para seleccionar las otras cuatro plantas, las cuales formaban un cuadro dentro del círculo (Fig. V.2).

Una vez seleccionadas las 4 plantas por sitio cada una se cortó a nivel del suelo para los estudios de infestación en 1988 y 1990 evaluándose el número de perforaciones de entrada y salida para cada entrenudo; después se seccionó longitudinalmente el tallo para determinar el número de galerías, dirección y tipo de barrenado, número de larvas de las

200 Has.

	(4) 25 JULIO			
			(4')	
			(3) 20 JULIO	
	(2')			
	(5) 5 AGOSTO		(5')	
			(2) 6 JULIO	
	(1) (1')			
	16 JUNIO			
			(3')	

FIG.V.1. Esquema de la ubicación de las parcelas seleccionadas para determinar el grado de infestación *D. lineolata* en la comunidad de Amatlán. 1-5 parcelas seleccionadas para 1988; 1'- 5' parcelas seleccionadas en 1990.

diferentes especies detectadas y número de pupas por cada entrenudo. También se observó el fruto y jilote para determinar el daño al grano, número de larvas y orificios. La información se vació en cuadros de doble entrada para su posterior análisis.

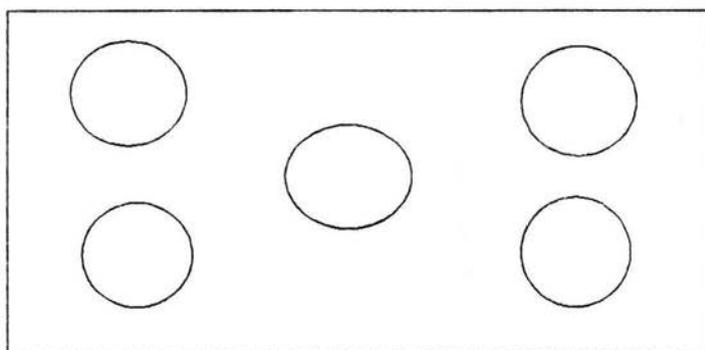


FIG.V.2. Diagrama del método de muestreo cinco de oros, seleccionado para evaluar la influencia de la fecha de siembra en el grado de infestación de *D. lineolata* en la comunidad de Amatlán, Puebla.

#### V.4. ANALISIS DE LA INFORMACION.

Para determinar el efecto de la fecha de siembra sobre los parámetros de infestación evaluados (porcentaje de plantas atacadas, número promedio de entrenudos dañados por planta y número promedio de galerías por planta) se realizó el análisis de varianza bajo los principios del diseño completamente al azar, la comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey y el análisis gráfico de las medias de cada variable.

Como apoyo al trabajo realizado durante el desarrollo del ciclo biológico se determinaron el porcentaje de humedad relativa y la temperatura en grados centígrados diariamente por medio de un hidrotermógrafo el cual se colocó en la parcela seleccionada para determinar el ciclo biológico al lado de un árbol, a una altura de 1.50 metros y protegido con un techo de dos aguas para que tanto los vientos como el sol no incidieran directamente. Estas determinaciones se registraron durante mes y medio que duró el ciclo biológico.

## VI. RESULTADOS

### VI.1. DETERMINACION TAXONOMICA DE LAS ESPECIES DE *Diatraea*

Durante el estudio se observaron 50 individuos adultos que fueron determinados taxonómicamente. Las especies que se distribuyen en la comunidad de Amatlán son *Diatraea lineolata* (Walker)(80%) y *D. saccharalis* (Fabr)(20%), determinadas por el Dr. Luis Angel Rodriguez del Bosque investigador del Campo Experimental Río Bravo del INIFAP-Tamaulipas y por el Dr. John Mihm del CIMMYT, Estado de México.

La determinación taxonómica se realizó en base al estudio de Reidentificación de los barrenadores mexicanos de la subfamilia Crambinae (Lepidóptera:Pyralidae), donde el autor hace la diferenciación de *D. lineolata* y *D. grandiosella* en base a los genitales del estado adulto (Fig. VI.1).

### VI.2. INCIDENCIA DE LAS ESPECIES DE *Diatraea* EN LA ZONA DE ESTUDIO

La incidencia se determinó en base al número de larvas de cada especie de barrenadores del tallo del maíz colectadas en las diferentes salidas al campo (ver cuadro VI.1).

En el cuadro VI.1. se observa que la especie más abundante es *D. lineolata* con una proporción de 4 a 1 con respecto a *D. saccharalis* aunque del total de las larvas no todas sobrevivieron debido al parasitismo por himenópteros.

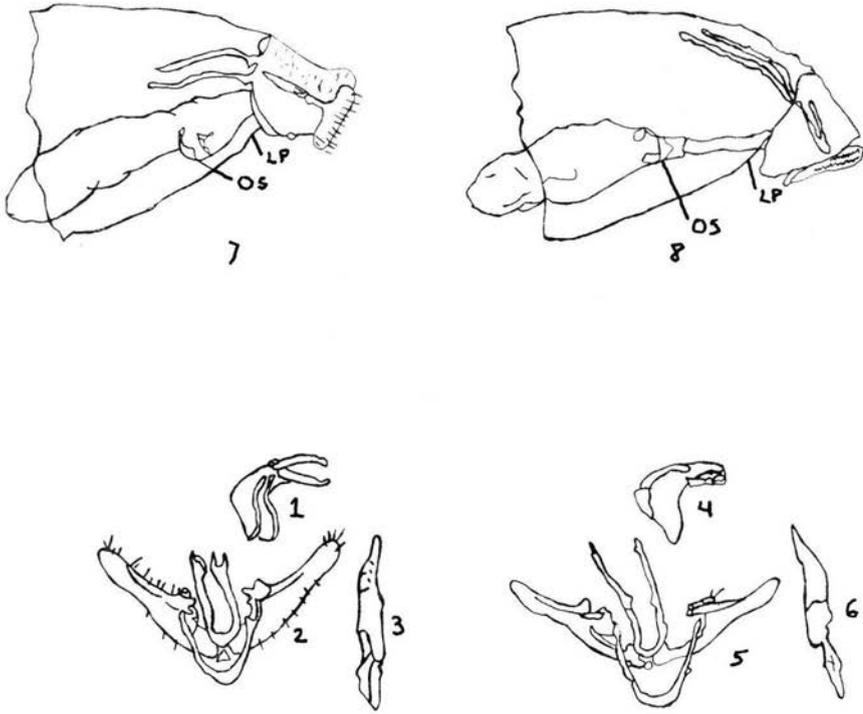


FIG.VI.1. Genitales de D. lineolata macho 1) uncus y gnathos, 2) valvae, juxta, 3) aedeagus D. grandiosella macho 4) uncus y gnathos, 5) valvae, 6) aedeagus. Fig 7 hembra de D. lineolata lamela postvaginalis (LP), esclerito osteolar (OS), fig 8 hembra de D. grandiosella

CUADRO VI.1. NUMERO TOTAL DE LARVAS COLECTADAS PARA LA DETERMINACION TAXONOMICA DE LAS ESPECIES DE BARRENADOR PRESENTES EN LOS CULTIVOS DE MAIZ EN LA COMUNIDAD DE AMATLAN, 1988.

COLECTA No.	No. TOTAL DE LARVAS	No. DE LARVAS	
		D. lineolata	D. saccharalis
1	40	32	8
2	30	24	6
3	20	16	4
4	30	24	6
5	45	36	9
Total	165	132	33

Además en el cuadro VI.2 se presenta el número total de larvas de cada especie de *Diatraea* encontradas durante el muestreo para evaluar el grado de infestación de dicho género. En este cuadro se observa que de 159 larvas de *Diatraea* colectadas en 1988 y 1990, 128 individuos fueron de la especie *D. lineolata* y 31 fueron *D. saccharalis*. Con estos datos se corrobora que *D. lineolata* es la especie de mayor incidencia en el cultivo de maíz en Amatlán y se conserva la proporción de 4:1 con respecto a *D. saccharalis*.

CUADRO VI.2. NUMERO TOTAL DE LARVAS COLECTADAS POR PARCELA DE LAS ESPECIES DEL GENERO *Diatraea*, EN LA COMUNIDAD DE AMATLAN, PUEBLA, 1988, 1990.

No. DE PARCELA	No. DE LARVAS COLECTADAS DE CADA ESPECIE			
	<i>D. lineolata</i>		<i>D. saccharalis</i>	
	1988	1990	1988	1990
1	9	7	2	2
2	13	8	4	0
3	10	5	4	3
4	19	15	6	0
5	22	20	7	3
TOTAL	73	55	23	8

### VI.3. ESTUDIOS SOBRE LA ESPECIE DE MAYOR INFESTACION

(*Diatraea lineolata*)

#### VI.3.1. Oviposición

El sitio de preferencia para la oviposición de la palomilla ocurre en el haz, esto depende del estado de desarrollo de la planta, se realizan sobre la nervadura central, en la porción media longitudinal total de la hoja. Cada ovipostura comprende una sola masa llegando a encontrarse dos masas por planta con un promedio de 18 huevecillos, cada masa tiene una longitud promedio de 8.6 mm de largo y 4 mm de ancho. Su distribución en el campo es en manchones

VI.3.2. Descripción, longevidad y hábitos de los estados biológicos

De las larvas emergidas se observaron 50 para obtener datos sobre hábitos, morfología y longevidad de los diferentes estados biológicos. La información sobre longevidad promedio de cada estado biológico de *D. lineolata* en condiciones de campo se resume en el cuadro VI.3., donde se indica el número de individuos de cada estado biológico que se observaron y el promedio de longevidad correspondiente.

En este cuadro se observa que el ciclo biológico de *D. lineolata* se completa en un promedio de 55 días que se distribuyen en 7 días correspondientes al período de incubación, 28 días de período activo como larva, 4-5 días de período inactivo, 8 días en estado de pupa y 7 días para el estado adulto.

CUADRO VI.3. CICLO BIOLÓGICO DE *Diatraea lineolata* A NIVEL DE CAMPO, AMATLAN - ZOQUIAPAN, PUEBLA, 1988.

ESTADO BIOLÓGICO	HUEVO	-----LARVA-----		PUPA	ADULTO	TOTAL
		ACTIVA	PREPUPA			
No. DE IND						
OBSERVADOS	450	50	31	29	25	25
MEDIANA DE						
LONGEVIDAD (días)	7	28	4-5	8	7	55

La descripción, longevidad y hábitos de cada estado se indica a continuación:

Huevo. Son ovipositados en masas, acomodadas en forma de escama de pescado, de forma ovoide, traslúcidos al momento de la oviposición, aproximadamente después de una hora se tornan de color crema muy claro, después de 24 hs cambian a color naranja intenso pasando por el salmón. Al final de su maduración se observan puntos negros que constituyen las cabezas de las larvas indicando que está por realizarse la eclosión, que se realiza 24 hs después de observados estos puntos, además de presentar pequeños filamentos rojizos que parecen ser sus cuerpecillos, (esto solo se observó en el laboratorio). De 450 huevos observados el período de incubación promedio fue de 7 días (Fig.VI.2).

Larva. Esta pasa por seis estadios durante un período promedio de 33 días. Los primeros cinco son activos y el sexto corresponde al período de prepupa. En el cuadro VI.4. se presentan los resultados de longevidad para cada estadio.

Primer estadio. Después de la eclosión las larvas miden 1.5 mm de longitud, son de color lechoso con la cabeza y escudo protorácico de color negro, presentan pequeñas placas esclerosadas que caracteriza a la especie, dando la apariencia de pequeños puntos en el cuerpo. Además emergen con la capacidad de secretar una babilla sedosa a través de su boca que utilizan como adherente la cual impide que caiga al suelo y les permite pasar de una planta a otra. Al emerger se estiran para salir del

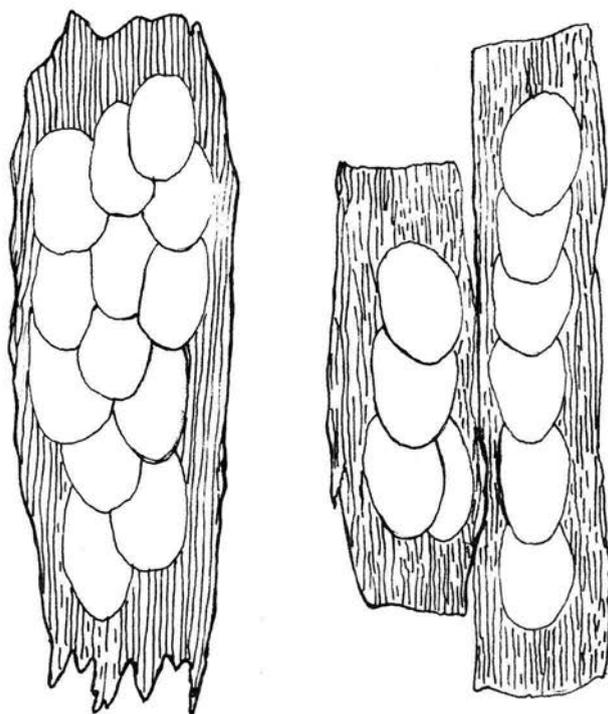


FIG.VI.2. Masa de huevecillos de *D. lineolata* observados en maiz criollo blanco en Amatlán, Puebla, 1988.

CUADRO VI.4. LONGEVIDAD PROMEDIO DE LOS DIFERENTES ESTADIOS DE LA LARVA DE *Diatraea lineolata* EN CULTIVOS DE MAIZ AMATLAN, ZOQUIAPAN, PUEBLA, 1988.

INSTAR	I	II	III	IV	V	VI
No. DE INDIVIDUOS	50	42	38	35	31	31
MEDIANA DE LONGEVIDAD (días)	6	4	4	5	9	4-5

huevo cillo, una vez logrado esto recorren la hoja donde se encontraba la masa de huevecillos; alrededor de una hora después, se empieza a distribuir por el tallo y en las vainas (solo tres o cuatro), prefiriendo la mayoría irse al elote y jilote, donde se comportan gregariamente y se establecen en el pedúnculo y entre las hojas del fruto. Se alimentan del pedúnculo o de la cutícula de las hojas que envuelven al elote haciendo pequeñas raspaduras y produciendo pequeñas cicatrices amarillentas. En estos primeros estadios son altamente dependientes de la humedad, de ahí la preferencia de las hojas del fruto y las brácteas.

Segundo estadio. La longitud promedio de las larvas de este estadio es de 5 a 7 mm. Son de color blanco lechoso, las manchas dorsales son más definidas, observándose cuatro por segmento de color negro, en cada costado tienen dos líneas de puntos

oscuros ordenados longitudinalmente. En este estadio la larva empieza su dispersión a otras plantas aprovechando el roce de las hojas, empiezan a raspar el tallo llegando a formar pequeñas fositas en las brácteas alrededor de los entrenudos, llegando a constituir lo que se conoce como intento de entrada, así mismo cuando se encuentran en el fruto el daño al pedúnculo es considerable ya que lo dejan completamente hueco.

Tercer estadio. En su tercer estadio la larva mide 15 mm, la coloración es similar a los estadios anteriores, la cabeza y escudo protorácico son de color café oscuro, las placas esclerosadas son oscuras y continúa presentando las mismas características morfológicas de los estadios anteriores. El daño que ocasiona a la planta es notable ya que cuando mide aproximadamente 13 mm penetra al tallo iniciando su etapa de barrenador, lo que implica que en un promedio de 10 días desde la eclosión la larva penetra al tallo. Varias larvas pueden utilizar el mismo orificio de entrada, el cual es de un diámetro menor que el de las salidas: el orificio de entrada lo hacen preferentemente en los primeros entrenudos aunque esto depende de la madurez de la planta. Ya en el interior, la mayoría barrena hacia arriba y solo cuando la planta es doblada (práctica mecánica en la región), cuando se troza o cuando la planta está por secarse, estas empiezan a barrenar hacia los primeros entrenudos, preferentemente en el primero.

Cuarto estadio. En este estadio las larvas miden de 1.9 cm a 2.1 cm de longitud, son de color blanco lechoso muy intenso

por lo cual las placas esclerosadas se aprecian negras, manteniendo las características morfológicas de los estadios anteriores. La larva al alimentarse es muy activa formando galerías que recorren varios entrenudos detectándose dos, tres o más galerías por entrenudo, en ocasiones el daño es tan severo que la larva forma una galería que recorre todo el tallo dejándolo hueco.

Quinto estadio. Mide de 2.2 a 3.0 cm, su color es blanco lechoso presentando las mismas características que el cuarto estadio. La larva continúa barrenando el parénquima de la planta, mientras que en plantas en fructificación también suben al elote formando una galería dañando la calidad del grano o el llenado de este. Algunas larvas, cuando el cultivo se seca en lugar de pupar se transforma en una larva madura y permanece en el elote, o en el mismo tallo cuando este aún no es retirado pudiendo perder su pigmentación (diapausa), en la zona una misma planta puede sostener hasta 3 larvas en diapausa. Esto fue observado en los trabajos de infestación para 1988 y 1990, cuando llega la primavera o ya hay cultivos la larva pasa al estado de pupa. Algunas larvas presentan una o dos mudas más sin aumento de longitud antes de la prepupa.

Sexto estadio. En esta etapa la larva puede conservar su longitud pero generalmente disminuye y es inactiva desde el punto de vista alimenticio, antes de mudar construye una celdilla para pupar y un orificio de salida, ambas son recubiertas con la seda que secreta, lo que impide la entrada de

depredadores.

Al mudar queda de color cremoso perdiendo su pigmentación, algunas larvas consumen su exuvia. Al principio disminuye su consumo de alimento hasta dejar de alimentarse completamente, pierde el uso de sus patas contrae el cuerpo y empieza a tornarse a un color miel, ubicándose aproximadamente de 3 a 5 cm de distancia del orificio de salida. La siguiente generación aprovecha los orificios de salida ya construídos y ahí pupan.

Diez larvas presentaron un estadio más, pero no se tomaron en cuenta debido a que no se sexo ningún individuo.

En la Fig.VI.3 se presenta la morfología general de la larva de D. lineolata.

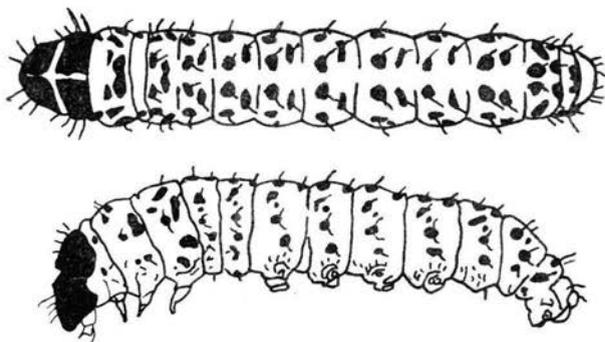


Fig.VI.3. Vista dorsal y lateral de la larva de *Diatraea lineolata* en cultivos de maíz, Amatlán, Puebla, 1988.

Pupa. Su longitud promedio es de 1.5 cm, inicia de color blanco el cual cambia a color miel después de seis horas, conforme va madurando se torna a café rojizo y al finalizar más obscuro indicando que el adulto está por emerger. Morfológicamente es de tipo obteta con movilidad del abdomen. Su desarrollo lo realiza en el tallo en el primer tercio basal del entrenudo, con una marcada preferencia de pupar en los primeros cinco entrenudos. Cuando la pupa se torna negra muere, se puede diferenciar los sexos en este estado (Fig.VI.4).

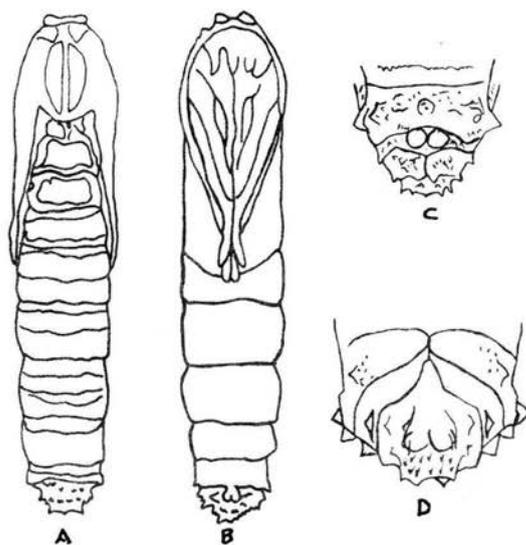


FIG.VI.4. Diferencias morfológicas entre pupas hembras y machos de *D. lineolata*. A) Vista dorsal, B) Vista ventral; C) Porción posterior del macho; D) Porción posterior de la hembra.

Adulto. Es una palomilla de color amarillento pajizo con la venación remarcada en color café, durante el reposo las alas son ligeramente extendidas y sobrepasan la punta del abdomen, la parte dorsal del tórax es de color café claro, aspecto sobresaliente en el insecto, los palpos labiales están bien desarrollados dirigidos hacia adelante de la cabeza, las antenas son largas, filiformes llegando casi a la mitad del cuerpo. Presentan dimorfismo sexual ya que la hembra es más larga y con el abdomen más abultado, con una expansión alar promedio de 3.0 cm y una longitud de 1.8 cm; mientras que el macho es más pequeño con una expansión alar de 2.5 y una longitud de 1.5 cm. Al emerger el adulto rompe la cubierta pupal en la parte anterior se arrastra y no sale inmediatamente del tallo, pasadas dos o tres horas sus alas se despliegan totalmente y sale del tallo; la hembra tiene longevidad promedio de 8 días y el macho 5 días. Son de hábitos nocturnos y durante el día permanecen a la sombra, albergados en los rastrojos, sobre la planta de maíz, en el envés de las hojas o sobre la parte inferior del tallo (ver Fig.VI.5).

### VI.3.3. Ciclo biológico

Bajo condiciones de campo la mediana de longevidad de los diferentes estados biológicos de *D. lineolata* son los siguientes:

Huevo	7 días
Larva	33 días
Pupa	8 días
Adulto	7
	----
	55 días

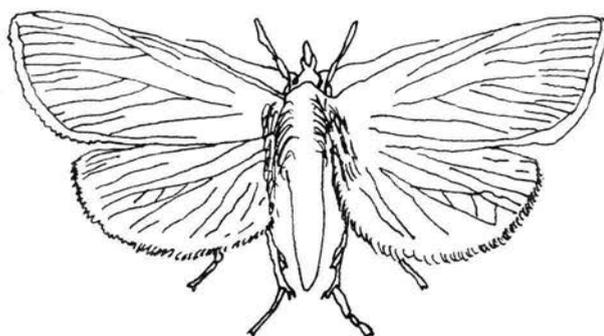


Fig.VI.5. Adulto del barrenador neotropical *D. lineolata* infestando cultivos de maíz en Amatlán, Puebla, 1988.

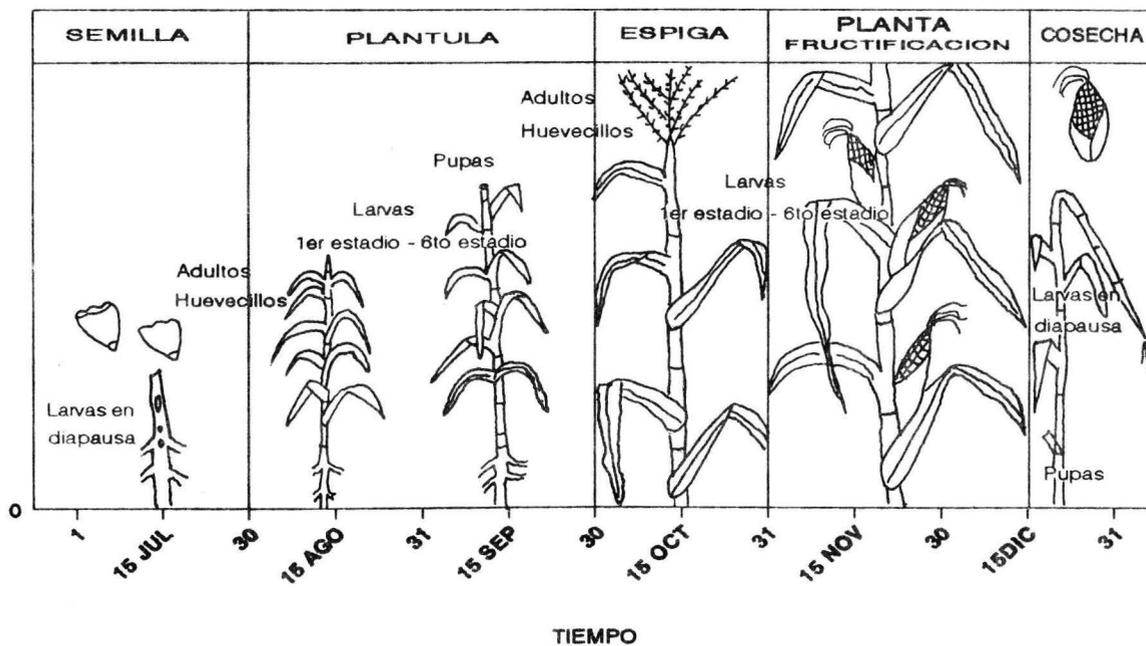
Lo anterior indica que desde la puesta del huevecillo hasta la muerte del adulto pasan 55 días, para el ciclo agrícola otoño-invierno (ver fig VI.6).

#### VI.3.4. Factores de mortalidad

El porcentaje de mortalidad para el estado de huevo fue de 6.7%, este porcentaje fue asociado principalmente a la falta de humedad.

**FIG.VI.6. ESQUEMA DE LOS ESTADOS DE DESARROLLO DE *D. lineolata* CON RESPECTO A LA FENOLOGIA DEL MAIZ CICLO OTOÑO-INVIERNO EN AMATLAN, PUEBLA.**

ETAPA FENOLOGICA



En el estado larval se observó 50% de mortalidad en los dos primeros estadios los cuales por su tamaño, fragilidad y altos requerimientos de humedad son muy susceptibles al viento y depredadores (hormigas y tijerillas). En el tercer, cuarto y quinto estadio por estar dentro del tallo no se ven expuestas a factores ambientales, pero hay depredadores como avispa del género *Apanteles*, y una enfermedad bacteriana que las necrosa (no identificada). Otra causa de mortalidad en el quinto estadio es la diapausa, ya que algunas larvas quedan indefinidamente en este proceso.

El estado de pupa presentó un 10% de mortalidad, la causa no fue determinada, pero se observó una alta dependencia a un ambiente húmedo.

En el adulto la mortalidad fue por causas naturales algunas veces presentaron un enrollamiento de sus alas y cuando están lastimadas estas son depredadas por hormigas del género *Solenopsis* y arañas.

#### VI.3.5. Daños

La larva de *D. lineolata* presenta especial importancia debido a que es el estado biológico que causa daños a la planta de maíz. Durante esta fase se presentan seis estadios; en los dos primeros los daños son directamente al jilote y elote ya que al barrenar el pedúnculo que lo sostiene es el que proporciona el paso de los nutrientes reduce la cantidad y calidad del grano, encontrándose en algunas ocasiones en el olote. El tercer,

cuarto y quinto estadio el daño lo ocasionan al tallo, ya que al barrenar las larvas forman galerías que disminuyen el paso de la savia ya que las larvas afectan el parénquima cortical y la epidermis, generando que los entrenudos queden cortos, los elotes no completan su desarrollo quedando la punta sin grano y cuando hay nortes en el mes de noviembre, por falta de sostén, ocurre el acame.

#### VI.4. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA INFESTACION

##### VI.4.1. Resultados de infestación de *D. lineolata*

Los resultados de infestación de *D. lineolata*, considerando el número de plantas atacadas, número promedio de entrenudos dañados por planta y el número promedio de galerías por planta, para las cinco fechas de siembra consideradas en el ciclo agrícola otoño-invierno de 1988 y 1990, se presentan en los cuadros VI.5 y VI.6.

En el cuadro VI.5 se observa que para los parámetros, número de plantas atacadas, número promedio de entrenudos dañados por planta y número promedio de galerías por planta para cada sitio, los valores más altos se registraron en las parcelas sembradas en fechas tempranas y tardías y valores menores especialmente para las parcelas sembradas el 20 y 25 de julio, mostraron una dispersión al azar y por manchones en cada sitio para el número de plantas atacadas; con respecto a los otros dos

**CUADRO VI.5. PROMEDIO DE DATOS SOBRE INFESTACION DE  
D. lineolata EN MAIZ CRIOLLO BLANCO DE LA  
COMUNIDAD DE AMATLAN CICLO (1988)**

FECHA DE SIEMBRA	No DE PLANTAS REVISADAS	No DE PLANTAS ATACADAS					No PROMEDIO DE ENTRENUDOS POR PLANTA					No PROMEDIO DE GALERIAS POR PLANTA				
		SITIO					SITIO					SITIO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16 JUN	20	4	4	4	4	4	7.75	4.75	4.00	4.75	6.5	7.25	5.5	4.00	5.25	6.25
6 JUL	20	4	4	4	4	3	3.5	5.00	5.5	5.75	4.5	2.75	5.25	6.25	5.31	3.5
20 JUL	20	2	4	4	4	4	0.75	4.5	4.5	3.75	5.75	0.5	4.25	4.5	2.75	4.5
25 JUL	20	3	3	4	4	4	3.25	3.5	4.5	5.25	3.0	4.00	3.5	3.81	4.5	5.5
5 AGO	20	4	4	4	4	4	6.25	6.00	6.25	5.00	6.0	5.5	5.5	6.0	6.25	4.75

**CUADRO VI.6. PROMEDIO DE DATOS SOBRE LA INFESTACION DE  
D. Ilneolata EN MAIZ CRIOLLO BLANCO DE LA  
COMUNIDAD DE AMATLAN CICLO (1990)**

FECHA DE SIEMBRA	No DE PLANTAS REVISADAS	No DE PLANTAS ATACADAS					No PROMEDIO DE ENTRENUDOS POR PLANTA					No PROMEDIO DE GALERIAS POR PLANTA				
		SITIO					SITIO					SITIO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>16 JUN</b>	<b>20</b>	4	4	4	3	4	6.00	2.5	2.25	4.5	4.75	4.5	4.00	4.00	4.00	7.5
<b>6 JUL</b>	<b>20</b>	3	3	3	4	4	5.25	2.5	2.00	3.00	6.0	5.25	2.75	3.25	4.0	4.75
<b>20 JUL</b>	<b>20</b>	3	3	3	4	3	3.00	1.25	2.00	3.5	2.5	1.75	3.75	1.25	3.25	2.25
<b>25 JUL</b>	<b>20</b>	4	4	3	2	3	2.75	2.5	3.75	1.75	2.0	2.25	2.75	3.25	1.25	2.5
<b>5 AGO</b>	<b>20</b>	4	4	4	4	3	6.0	6.00	6.75	5.25	6.0	8.25	7.5	8.75	7.25	9.5

parámetros no se observa un patrón de comportamiento de acuerdo al sitio .

En contraste con lo observado para el año de 1988 (cuadro VI.5), en 1990 (cuadro VI.6), se observó que la infestación descendió en aproximadamente un 10% en el número de plantas atacadas y con respecto al número promedio de entrenudos dañados y número promedio de galerías por planta también disminuyeron para este año excepto para la parcela sembrada el 5 de agosto, especialmente en lo que se refiere al número promedio de galerías por planta.

#### VI.4.2. Efecto de la fecha de siembra sobre las variables de infestación de *D. lineolata*.

Para determinar el efecto de la fecha de siembra sobre los parámetros de infestación (% de plantas atacadas, número de entrenudos dañados por plantas y números de galerías por planta), se analizaron estadísticamente los datos considerando a las fechas siembra como tratamientos, los sitios de muestreo de cada parcela como repeticiones de la fecha de siembra correspondiente y se realizó el análisis de varianza bajo el diseño completamente al azar. Los resultados se resúmen en el cuadro VI.7.

Del cuadro VI.7. se infiere que no hay efecto estadísticamente significativo de las fechas de siembra sobre el porcentaje de plantas atacadas de acuerdo con los datos de 1988,

lo que se corrobora en el muestreo de 1990. Respecto a los otros parámetros se determinó que la fecha tiene efecto significativo sobre el número de entrenudos dañados y número de galerías por planta. Esto significa que por lo menos una de las fechas de siembra seleccionada presenta número promedio de entrenudos dañados por planta y número promedio de galerías por planta, diferente a las demás.

CUADRO VI.7. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LOS PARAMETROS DE INFESTACION DE *D. lineolata* EN MAIZ CRIOLLO BLANCO DE AMATLAN - ZOQUIAPAN, PUEBLA, 1988, 1990.

PARAMETRO	EFECTO SOBRE FECHA DE SIEMBRA (SIGNIFICANCIA ESTADISTICA)	
	1988	1990
‡ DE PLANTAS ATACADAS	N.S.	N.S.
No. DE ENTRENUDOS DAÑADOS POR PLANTA	*	*
No. DE GALERIAS POR PLANTA	**	**

N.S. : Efecto no significativo.

\* : Efecto significativo a  $p \leq 0.05$

\*\* : Efecto significativo a  $P \leq 0.01$

Por otra parte se realizó la prueba de Tukey de separación de medias para determinar estadísticamente cual o cuales medias de cada variable difieren de las demás. Los resultados se presentan en el cuadro VI.8.

La comparación múltiple de medias (cuadro VI.8) indica que en los datos de 1988 no se detectó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las medias de las variables de infestación de las fechas de siembra seleccionadas. Sin embargo para 1990 se

CUADRO VI.8 COMPARACION DE MEDIAS DE LAS VARIABLES DE INFESTACION DE D. lineolata DE LAS DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA, AMATLAN-ZOQUIAPAN, PUE.1988, 1990.

FECHA DE SIEMBRA	VARIABLE					
	% PA *		NED/P *		NG/P *	
	1988	1990	1988	1990	1988	1990
16 JUN	100 A	95 A	5.55 A	4.00 B	5.65 A	4.80 B
6 JUL	95 A	85 A	4.85 A	3.75 AB	4.61 A	4.00 AB
20 JUL	90 A	80 A	3.85 A	2.45 A	3.35 A	2.45 A
25 JUL	90 A	90 A	3,90 A	2.55 A	4.26 A	2.50 A
5 AGO	100 A	95 A	5.90 A	6.00 C	5.60 A	8.50 C

\* CLAVE: % PA Porcentaje de plantas atacadas  
 NED/P No. Promedio de entrenudos dañados por planta  
 NG /P No. de galerías por planta.

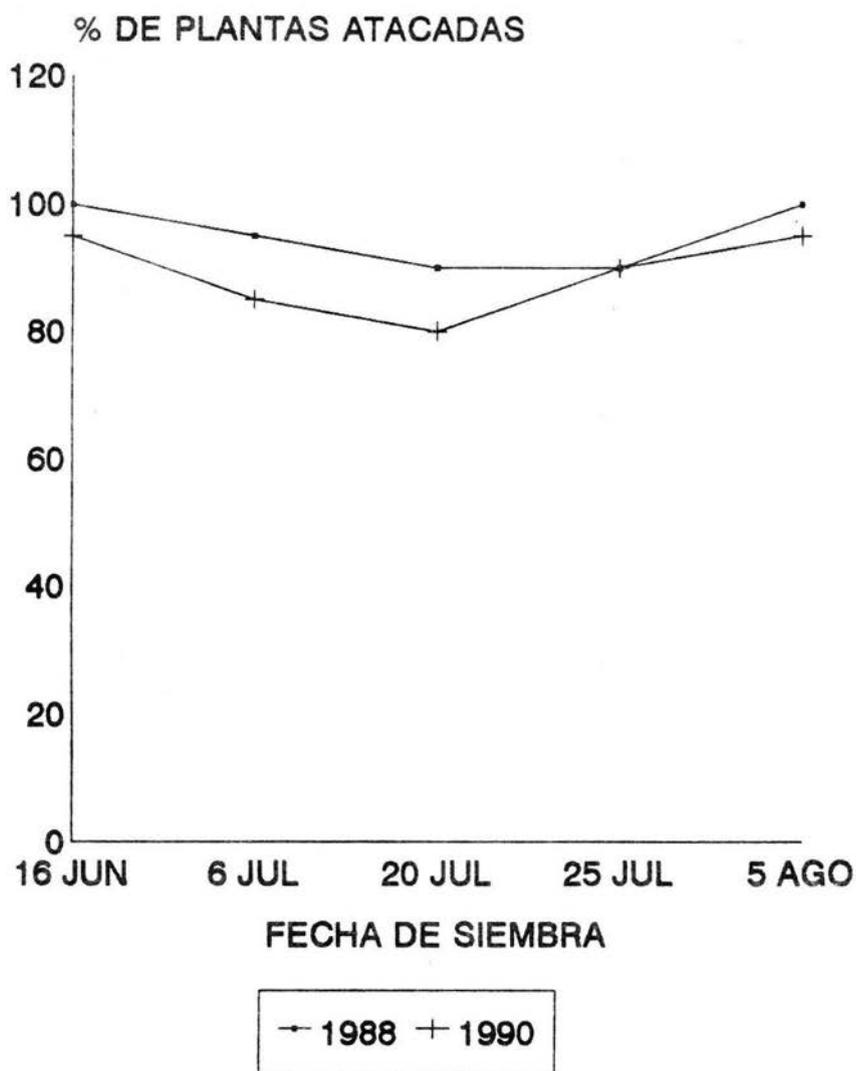
Nota: La diferencia observada entre medias con la misma letra no es significativa prueba de Tukey,  $P < 0.05$ .

reporta diferencias significativas entre las medias de Número de Entrenudos dañados por planta (NED/P) y Número Promedio de Galerías por Planta (NG/P), observándose tres grupos de medias que corresponden a las fechas de siembra 16 de Junio; 6, 20 y 25 de Julio; y 5 de Agosto. Observando que para 1988 el Porcentaje de Plantas Atacadas (%PA), mostró valores máximos en las fechas de siembra tempranas y tardías, así mismo ocurre para 1990 y para las variables NED/P y NG/P para 1988 el comportamiento es similar al del primer parámetro y con respecto a 1990 se distinguen 3 grupos que son las fechas del 16 de Junio y 6 de Julio; 20 y 25 de Julio y la del 5 de Agosto; lo que implica que los parametros NED/P y NG/P si son influenciados significativamente de acuerdo a la fecha de siembra mostrando un menor daño las fechas 20 y 25 de Julio.

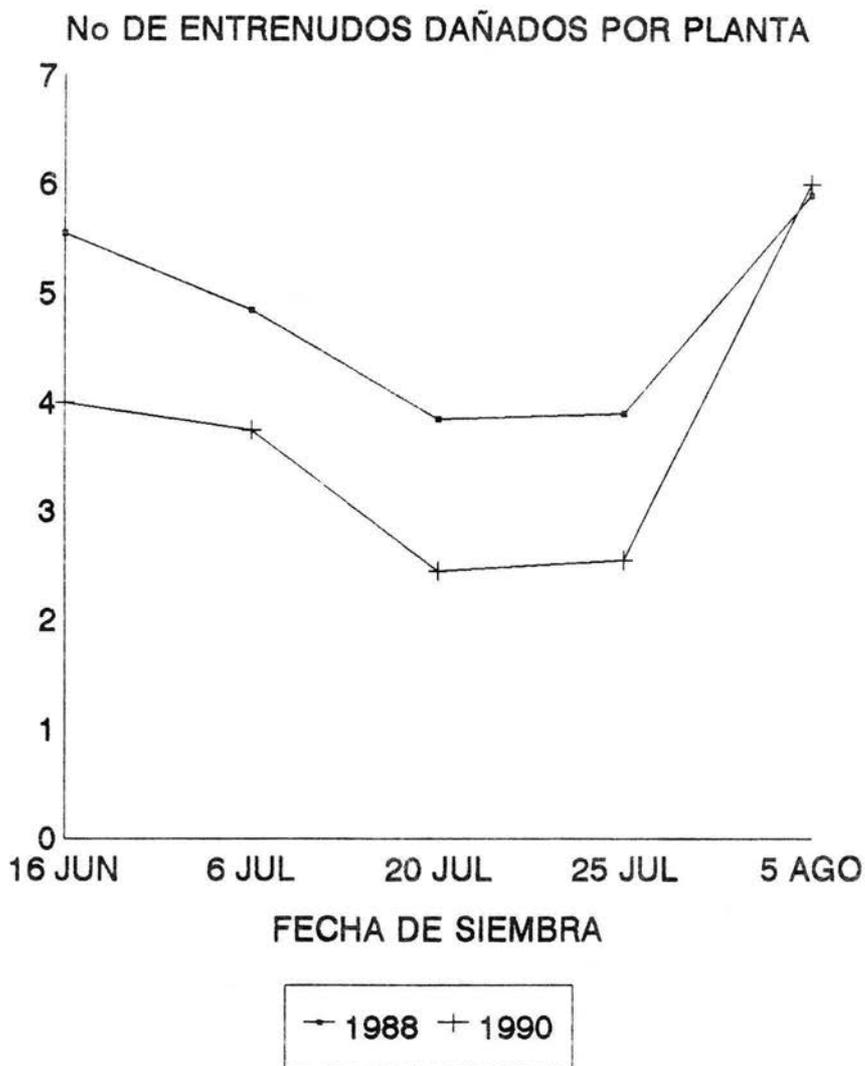
El comportamiento de cada una de las variables de infestación de *D. lineolata* respecto al tiempo (fecha de siembra y año) se observan en las gráficas de las figuras VI.7, VI.8 y VI.9.

En la fig.VI.7. se observa que el porcentaje de plantas atacadas por *Diatraea lineolata* disminuyó en 1990 encontrando que para 1988 fue más alto. Y en ambos años las fechas de siembra del 20 y 25 de julio presentaron menor daño por parte de este insecto.

Con respecto a la fig VI.8. la variación del número de entrenudos dañados por planta por *Diatraea lineolata* fue también mayor en el año de 1988 que para 1990, observando que en ambos



**FIG. VI.7 VARIACION DEL PÒRCENTAJE DE PLANTAS DE MAIZ ATACADAS POR *D.lineolata* EN AMATLAN, PUEBLA**



**FIG. VI.8 VARIACION DEL NUMERO DE ENTRENUDOS DAÑADOS POR PLANTA POR D.lineolata EN MAIZ, AMATLAN, PUE.**

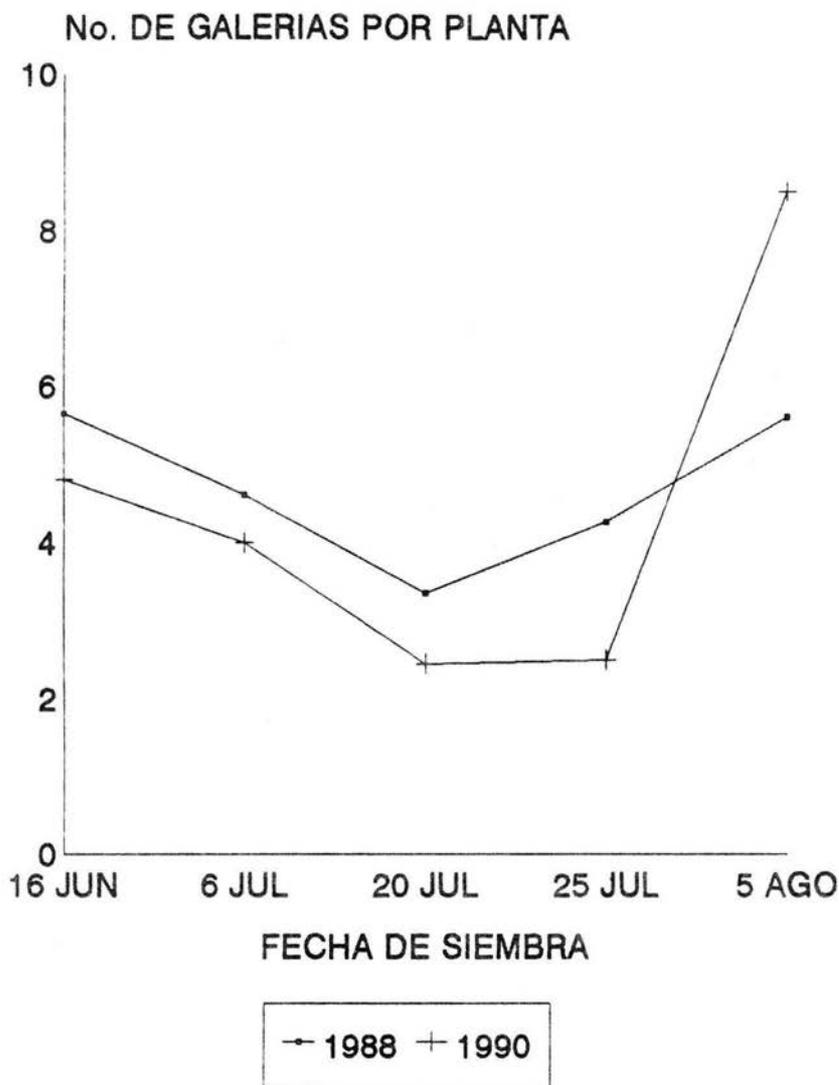


FIG. VI.9 VARIACION DEL NUMERO DE GALERIAS POR PLANTA DE MAIZ ATACADAS POR *D.lineolata* EN AMATLAN,PUE.

años el daño a los entrenudos fue severo en la fecha de siembra tardía (5 de agosto), siguiéndole en disminución de daño las fechas del 16 de junio, 6 de julio, 20 y 25 de julio.

Por último en la fig VI.9, se observa que el número de galerías por planta atacadas por *Diatraea lineolata* en 1988 fue mayor que en 1990, solo que en este último para la fecha de siembra del 5 de agosto fue más severo que para 1988, donde el número de galerías fue mayor en la fecha de siembra temprana (16 de junio), y para 20 y 25 de julio en ambos años se observa un menor número de galerías.

## VII. DISCUSION DE RESULTADOS

### VII.1. DETERMINACION TAXONOMICA DE LAS ESPECIES DE *Diatraea*

La determinación taxonómica a nivel de especie del género *Diatraea* a tenido varias revisiones, debido a las confusiones que se han hecho entre *D. lineolata* y *D. grandiosella*. En este estudio se encontró que las especies que infestan el cultivo de maíz son *D. lineolata* y *D. saccharalis* en un 80 y 20% respectivamente, lo que concuerda con Salinas en 1979 y Chirinos (1963) en el estado de Nuevo León. Así mismo Box en 1931 reporta para el estado de Puebla a *D. saccharalis* y *D. lineolata*. En 1988 Rodríguez de Bosque y colaboradores reportan la misma especie en ejemplares colectados en la Sierra Madre Oriental por Elías (1970); Cevallos (1970) determinados erróneamente como *Diatraea grandiosella*.

### VII.2. GRADO DE INFESTACION DE LAS ESPECIES DE *Diatraea* EN LA ZONA

Sobre el grado de infestación de las especies de *Diatraea* en la zona de Amatlán, se encontró que de un total de 159 larvas colectadas 128 fueron de la especie lineolata mientras que 21 fueron de la especie saccharalis, probablemente esto se deba a la preferencia de esta última por la caña de azúcar, lo que coincide con Macías en 1981, quien menciona que además de atacar la caña de azúcar también ataca gramíneas cultivadas. En la zona

de Amatlán la caña de azúcar se encuentra de forma escasa, determinando que *D. saccharalis* representa un 20% del total del complejo de barrenadores y el 80% restante corresponde a *D. lineolata*, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1990 encontrando como especie dominante a *Diatraea lineolata* sobre *D. saccharalis* y *Eoreuma loftini* para las estaciones de primavera y otoño, siendo menos abundante *D. saccharalis* en primavera, esto se debe a que *D. lineolata* presenta dos etapas de diapausa asegurando la infestación durante los dos ciclos de cultivo, por otra parte *D. lineolata* esta mejor adaptada a la agregación interespecífica y su forma de oviposición la cual realiza en pequeñas masas, varias veces y sobre una misma planta. En el caso de este estudio la oviposición se realiza en dos masas por planta en el haz, pero por la densidad de plantas permite su distribución en manchones, ocurriendo lo contrario con *Diatraea saccharalis* la cual oviposita masas grandes pero una sola postura en el envés. Otra explicación a esto puede ser la dada por Senmache (1974) quien reporta que *Diatraea saccharalis* tiene mas hospederos que cualquier otro barrenador, lo que probablemente influye sobre el grado de infestación al maíz. Por otro lado la presencia de ambas especies en la zona se debe a que ambas han sido reportadas como especies presentes en el neotrópico por Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1990, coincidiendo con los datos encontrados en este trabajo, debido a las características climatológicas de la zona las cuales se puede observar en las figuras VII.1 y VII.2.

# DIURNO

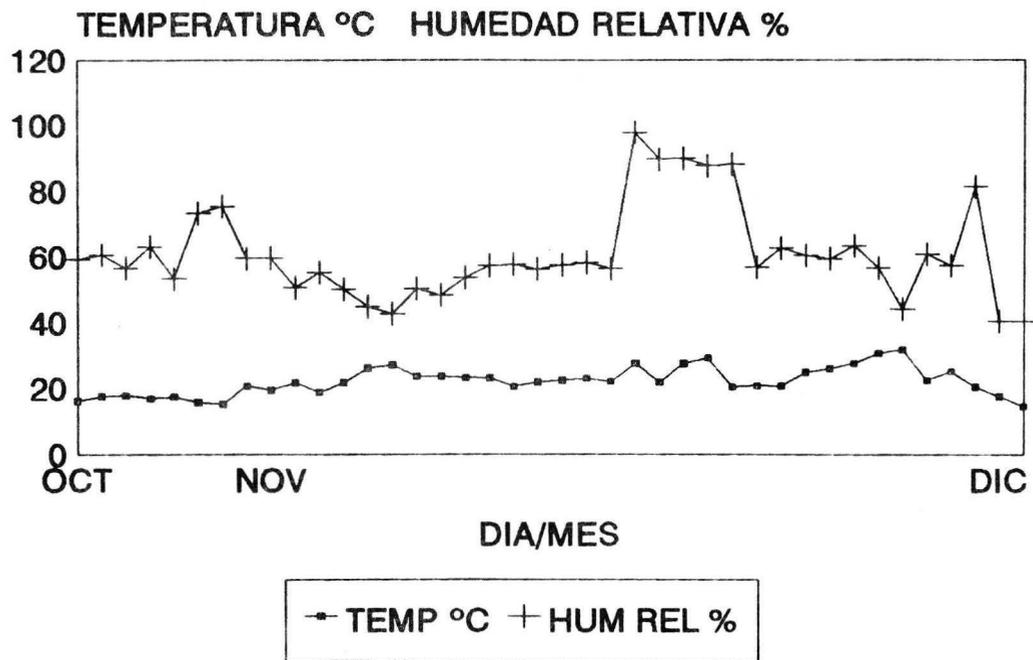


FIG.VII.1 PROMEDIO DIARIO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DE LA COMUNIDAD DE AMATLAN,PUEBLA, 1988.

# NOCTURNO

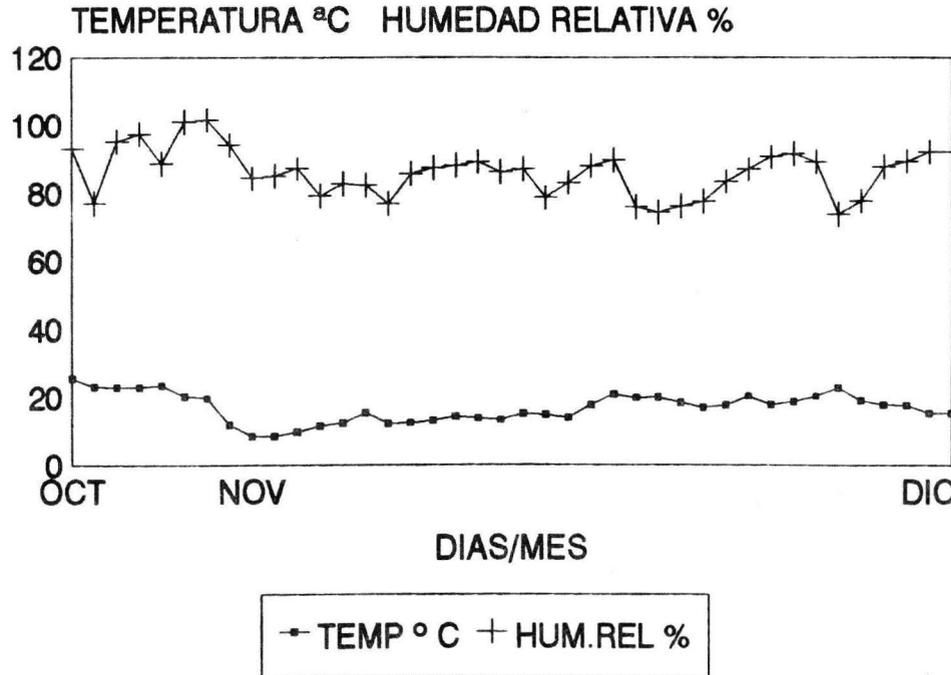


FIG.VII.2 PROMEDIO DIARIO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DE LA COMUNIDAD DE AMATLAN,PUEBLA, 1988.

Otro dato obtenido fue el del grado de infestación de cada especie, encontrando que para *D. lineolata* en el cultivo de temporal de 1988, se registraron en cinco parcelas muestreadas 9, 13, 10, 19 y 22 larvas y para 1990 se encontró 7, 8, 5, 15 y 20 larvas, esto concuerda con lo observado por Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1990 donde también *D. lineolata* se presenta en mayor proporción con respecto a *D. saccharalis*, lo cual se puede deber a que *D. lineolata* está más adaptada a la agregación entre especies y a su preferencia sobre el maíz lo cual no ocurre con *D. saccharalis* quien tiene otros hospederos. Estos datos también nos permiten inferir que la infestación a los futuros cultivos está asegurada, sin necesidad de presentar el proceso de diapausa ya que el número de larvas es mayor en parcelas sembradas en fechas tardías, asegurando de esta forma tener hospederos para continuar su desarrollo, debido a la costumbre de sembrar en fechas tempranas.

### VII.3. ESTUDIOS SOBRE LA ESPECIE DE MAYOR INFESTACION

#### (*Diatraea lineolata*)

##### VII.3.1. Oviposición

La oviposición en campo no se observó, pero la mayoría de las masas fueron encontradas en las primeras horas de la mañana, lo que indica que esta se realiza por la noche o en la madrugada ya que tenían color amarillo casi traslúcido y las observadas en horas subsiguientes fueron de color amarillo más

intenso, características observables dentro de las primeras 24 hr de la oviposición. Esto coincide con lo reportado por Davis (1933) para *D. grandiosella* lo que se puede extrapolar para *D. lineolata*, debido a la semejanza en su comportamiento al ovipositar (Rodríguez del Bosque et al, 1989).

El sitio de la oviposición fue preferentemente en el haz de las hojas sobre la nervadura central, lo cual se debe probablemente al grado de maduración ya que esto ocurrió en las hojas medias, permitiendo también ser un medio de protección a una exposición prolongada al sol provocando la desecación, lo que también se corrobora observando las fig. VII.1 y VII.2 donde se puede apreciar que en el día hay temperaturas muy altas descendiendo la humedad ambiental lo que provoca la desecación, además de estar ocultos a los depredadores por ubicarse las masas de huevecillos en hojas superiores, aunque esto se debe principalmente a la preferencia de *D. lineolata* por hospederos en etapa reproductiva y no vegetativa como lo observó también Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1990 en su trabajo sobre estacionalidad de los barrenadores del tallo de maíz en Tamaulipas, México. La lluvia no representa ningún daño debido a la forma de oviposición ya que los adultos secretan una capa serosa que sirve de protección a los huevecillos; además de tener un acomodo a manera de escamas de pescado lo que les da mayor área de contacto. La preferencia del sitio de oviposición coincide con lo que observaron Luna (1985), Kevan (1944) y Davis (1933).

Con respecto al número de masas de huevecillos, en este trabajo se encontró que *D. lineolata* oviposita dos masas por planta, lo que no coincide con lo observado por Rolston 1955, ya que se observa que la misma especie deposita sus huevecillos individualmente o en pequeñas masas de 2 a 9 huevecillos y varias oviposiciones en una planta. Sin embargo Peña (1954), menciona que el número de masas depende del vigor de la planta, lo que en la zona también se presenta debido a que algunas plantas que tienen el tallo grueso, no estaban dañadas, presentándose lo contrario en las plantas de tallo delgado.

En relación al promedio de eclosión se observó un 63.3% de emergencia de larvas con un número promedio de 18 huevecillos por masa, lo cual no es similar a lo reportado por Rodríguez del Bosque en 1988 para la misma especie observando que el 92.3% de las masas contenían uno o dos huevecillos, el número máximo de masas fue de cinco en cultivos de maíz en el estado de Jalisco, México. Varios investigadores citados por Rodríguez del Bosque en 1989, encontraron un promedio de huevecillos por masa de 2 a 3 en localidades de E.U, esta diferencia probablemente se deba a las zonas de trabajo elegida, por otro lado en la zona de Amatlán el cultivo crece muy heterogéneo y considerando que *D. lineolata* tiene preferencia de ovipositar en plantas en etapa reproductiva hay hospedero constante a lo largo del ciclo de cultivo, por otro lado el que las hembras logren sus mayores oviposiciones en la segunda mitad de su longevidad les permite coordinar su maduración con la del hospedero.

### VII.3.2. Descripción, longevidad y hábitos de los estados biológicos.

La descripción de los diferentes estados de *D. lineolata* se realizaron con el fin de obtener un conocimiento sobre la especie, debido a que esta ha sido determinada equivocadamente por varios autores como Elías (1970) y Cevallos (1970), quienes reportaron la presencia de *D. grandiosella* en el norte de la República Mexicana, cuando en realidad era *D. lineolata*.

Para la región de Amatlán, encontramos que el período de incubación fue de 6.85 días mientras que Lemus en 1979, cita que la eclosión se realiza a los cinco días después de la oviposición y Lozano en 1973 reporta que se efectúa entre cuatro y nueve días. Las diferencias que se observan pueden ser debido a las condiciones de temperatura en que se realizaron los estudios, ya que este trabajo se realizó a nivel de campo con rangos de temperatura que van de los 6 a los 30°C y los autores mencionados trabajaron en laboratorio teniendo condiciones homogéneas.

Las larvas de *D. lineolata* en campo pasan por seis estadios en 33 días con una mediana de longevidad de 6, 4, 4, 5, 9 y 4-5 días del primer al sexto estadio respectivamente, lo que cae dentro del rango observado por Rodríguez del Bosque en 1989 quién observó que las larvas pasan por seis, siete y ocho estadios bajo condiciones de laboratorio y en campo las larvas pasan generalmente por seis estadios, para esta misma especie.

Por otro lado Jacob y Chippendale (1971), bajo condiciones de laboratorio obtuvieron que de 24 larvas observadas una pasó por 5, trece por 6, nueve por 7 y una por 8 estadios, sugiriendo que en condiciones de campo la mayoría pasa por 6 estadios con un tiempo de desarrollo de 3, 3, 2, 3, 3, y 2 días respectivamente. Estas diferencias se debieron a que probaron el crecimiento bajo condiciones de períodos de luz y oscuridad, obteniendo una alta proporción de crecimiento en condiciones de fotofase, encontrando como explicación de los datos obtenidos que los ritmos endógenos bajo condiciones ambientales constantes podrían ser desfasados con algún otro cambio, resultando una proporción de crecimiento baja, lo que se observa en el campo, al parecer en la zona de Amatlán ocurre algo parecido debido a que se presentan altas temperaturas en el día y descienden en la noche como se observa en las figuras VII.1 y VII.2. Valle y Reed (1958) citados por Luna (1985), mencionan que las larvas pasan por cinco estadios y Davis (1933), menciona que todo el estado larvario dura 27 y 25 días para la primera y segunda generación.

Otro dato que se determinó en este trabajo fue la, longevidad de la pupa en el campo, siendo de 8 días; se observó una diferencia de longitud entre macho y hembra, el primero más pequeño; este dato no concuerda con el obtenido por Rodríguez del Bosque en 1989 quien menciona que la pupa tarda 11 días en condiciones de campo a 25°C. Con respecto al sitio de pupación dice esta ocurre por debajo del suelo lo que no coincide con lo observado en este trabajo, ya que todas las pupas se observaron

en el tallo y las larvas que se encontraron presentaron el proceso de diapausa a principios de diciembre.

La longevidad del estado adulto observada bajo condiciones de campo fue de 7 días efectuándose en la tarde la emergencia del adulto lo que probablemente es propicio debido a los hábitos nocturnos del insecto. Esto último coincide con lo reportado por Davis en 1933, aunque difiere respecto a la longevidad (de 2 a 6 días). Además Box (1951) citado por Luna (1985), coincide con lo observado en este trabajo encontrando que el 72% de adultos emergieron de 5:00 pm a 10:00 pm.

#### VII.3.3. Ciclo biológico.

Durante su ciclo de vida *D. lineolata* pasa por cuatro estados biológicos: huevo, larva, pupa y adulto. Bajo condiciones de campo la mediana de longevidad de cada uno de ellos fue de 7,33, 8 y 7 días respectivamente, con una duración del ciclo de 55 días, este dato no concuerda con otros realizados en campo pero se aproxima con el observado por Rodríguez del Bosque y colaboradores (1989), donde menciona que el ciclo a 25°C tarda 52.6 días para la misma especie, probablemente esto se deba en parte a la similitud de las condiciones bajo las cuales se efectuó el ciclo biológico en campo, lo cual se menciona en la metodología y con respecto a las condiciones climáticas cuyo efecto se observa en las figuras VII.1 y VII.2.

#### VII.3.4. Factores de mortalidad.

En el presente trabajo no se observó un factor específico de la mortalidad en los huevecillos, King et al (1984) y van Leerdam (1986) observaron que bajo condiciones de laboratorio la viabilidad disminuye al aumentar la temperatura a 31°C, algo similar fué observado por Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1989.

Para el estado de larva se observó una avispa parásita, la cual ha sido reportada en huevecillos de *D. grandiosella* por Davis y Horton en 1933 y Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1989. Otro factor determinante fue la disminución de humedad y temperatura críticas ya que estos factores inducen a la diapausa generando en campo alta mortalidad lo que fue observado en el trabajo, mientras que para Rodríguez del Bosque y colaboradores en 1990 (a) observaron que el efecto de la temperatura y humedad inducen a la larva a permanecer en diapausa.

En el estado de pupa y adulto no se observó un factor determinante de mortalidad lo cual no corresponde a lo observado por Salinas en 1979 quien determina que para ambos estados los depredadores son hormigas y tijerillas.

#### VII.3.5. Daños.

En el trabajo se observó que los daños más severos lo ocasionan las larvas de tercero, cuarto y quinto estadios, lo que coincide

con lo observado por Salinas en 1979 provocando la susceptibilidad al acame como lo reporta Sifuentes en 1985, así mismo se observó un ataque severo a las mazorcas ya señalado por Salinas. Otro efecto del daño fue el número y forma de las galerías las cuales se encontraron en mayor cantidad en los cinco primeros entrenudos lo que afecta el transporte de nutrientes desde que la planta mide aproximadamente 1.00 metro coincidiendo con lo observado por Azcunaga (1982). Así mismo otra manifestación del daño es el ataque al elote, lo cual también fue observado por Chirinos en 1962.

#### VII.4. EFECTO DE FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA INFESTACION

El efecto que se observó sobre las tres variables evaluadas es una menor infestación en las fechas de siembra del 20 y 25 de julio que corresponden a las tradicionales en la zona y que en fechas tempranas y tardías la infestación por *D. lineolata* es mayor. Esto puede deberse a que ambas fechas tempranas y tardías proporcionan hospedero durante todo el año ya que cuando un cultivo se cosecha otro está en pleno desarrollo, impidiendo la disrupción de la sincronización de las generaciones posteriores, que permite que la larva en proceso de diapausa este menos tiempo expuesta a depredadores o enfermedades, además de proporcionar hospederos en etapa reproductiva a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Observando que el porcentaje de infestación no es significativamente afectado por la fecha de siembra, probablemente esto se deba a que la larva entra en

diapausa conservando su estado larvario hasta que las condiciones ambientales sean favorables siendo para la zona a finales de noviembre cuando detiene su desarrollo y al llegar el cultivo siguiente continua con este, lo que es frecuente en la zona de Amatlán debido a que dejan las cañas de maíz en la parcela hasta que la mazorca seque, ofreciendo así el sitio de permanencia ideal, protegiéndolas de los cambios de temperatura tan intensos como los que se presentan en la zona de Amatlán para los meses de invierno como se observa en las figs. VII.1 y VII.2 . Además de que en la zona una misma planta sostiene hasta 3 larvas en estado de diapausa lo que aumenta la probabilidad de sobrevivencia para la infestación, siendo contrario a lo observado por Rodríguez del Bosque 1989 quien menciona que una planta no puede sostener más de una larva en diapausa para la región noreste de Tamaulipas. Otro factor que puede favorecer esta condición del cultivo es la densidad, ya que en cada sitio se siembran cuatro plantas las cuales son fácilmente infestadas por larvas de los primeros tres estadios debido a sus hábitos migratorios, además de encontrar más hospederos para la oviposición. Los datos observados en este trabajo no coinciden con lo reportado por Parisi y colaboradores (1973) y Chippendale y Connor (1989) quienes mencionan que los maíces sembrados en etapas tempranas son menos dañados por *D. grandiosella*. Estas diferencias pueden deberse a la homogeneidad de los cultivos y probablemente otro factor que influye para una alta infestación en campos sembrados en fechas tempranas es lo observado por Rodríguez del Bosque (1990 b),

quien menciona que esto se debe a que presentan el proceso de diapausa, lo que le permite pasar el período entre cultivo y cultivo.

## VIII. CONCLUSIONES

El barrenador neotropical del maíz, *D. lineolata* es una especie ampliamente distribuida en la República Mexicana, a pesar de esto, no ha sido bien documentada, por lo cual este trabajo intenta dar una aportación al conocimiento de la biología e infestación del barrenador bajo las condiciones climáticas y de cultivo que prevalecen en la zona de Amatlán, concluyendo lo siguiente:

1. Las especies que se presentan en la comunidad de Amatlán, Sierra Norte de Puebla son *D. lineolata* (80%) y *D. saccharalis* (20%).
2. Bajo las condiciones que pervalecen a nivel de campo durante el ciclo otoño-invierno en el cultivo de maíz en la zona de Amatlán, *D. lineolata* pasa por los estados biológicos de huevo, larva, pupa y adulto, con una mediana de longevidad de 7, 33, 8 y 7 días respectivamente.
3. *D. lineolata*, oviposita preferentemente en el haz de las hojas en la nervadura central, observándose una masa por planta para el ciclo otoño-invierno.
4. La larva de *D. lineolata* pasa por seis estadios con longevidad promedio de 6, 4, 4, 5, 9 y 4.5 días, respectivamente.
5. La larva de *D. lineolata* empieza a causar daños a los frutos durante el segundo estadio, mientras que el tercero,

cuarto y quinto estadio dañan al tallo.

6. *D. lineolata* pupa en el tallo.
7. Para el cultivo de primavera-verano *D. lineolata* presenta una alta incidencia de parasitismo en su estadio larvario, por la avispa *Apanteles* sp, la cual se ve disminuida para el cultivo otoño-invierno.
8. La fecha de siembra no tuvo efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre el porcentaje de plantas atacadas por *Diatraea lineolata*.
9. Los cultivos de maíz en el ciclo otoño-invierno con fechas de siembra intermedias (20 - 25 de julio) presentan menor número de entrenudos dañados por planta.
10. Los cultivos de maíz en el ciclo otoño-invierno con fechas de siembra intermedias (20 - 25 de julio) presentaron menor número de galerías por planta.
11. Las siembras de maíz tempranas y tardías proporcionan hospederos continuos para *D. lineolata*.
12. La fecha de siembra tiene efecto significativo sobre el número de entrenudos dañados y número de galerías por planta.

#### IX. RECOMENDACIONES.

1. Realizar actividades de control cultural removiendo los rastrojos y encañes para evitar que las larvas en diapausa sobrevivan.
2. Realizar la siembra a mediados del mes de julio para el ciclo agrícola otoño-invierno.

## X. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo, 1982. Los libros del maíz origen, tradición y leyendas. I.N.E.A., Ed. Cántaro, México.
- 2.- Aragón, G.A.1987. Entomofauna presente en el cultivo de maíz durante el ciclo agrícola primavera-verano de 1986 en la comunidad de Amatlán, municipio de Zoquiapan, Puebla. Tesis licenciatura. Univ. Aut. de Puebla, México.
- 3.- Archer, T.L., E.D. Bynum, J.R y A.B. Onken. 1987. Influence of fertilizer on southwestern corn borer, *D. grandiosella grandiosella*, infestation and damage to field corn. Entomol. Exp. Appl. 43: 217- 274.
- 4.- Azcunaga, R.E, 1982. Comportamiento del gusano barrenador del tallo de maíz (*Z. grandiosella*) a distintas dosis de insecticida sistémico aldicarb aplicadas al inicio de la época de encañe Tesis licenciatura. Univ. Aut. de Nvo León, México.
- 5.- Bleszynski, S, 1969. Taxonomy of the Crambinae moth borers of sugarcane (estudies on the Crambinae (Lepidoptera) part 45) pp: 11-59. In J.R.Williams, J.R. Metcalf, R.W. Montgomery and Mathes (Eds) Pest of sugarcane.Elsevier Publishing co, New York.
- 6.- Beck, S.D. y Chippendale, G.M 1987. Resistance of plants to insects. A. Rev. Ent. 10, 207-232.

- 7.- Box, H.E. 1952. Investigaciones sobre los taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp) en Venezuela. El proyecto de combate biológico. Informe del progreso combate biológico. Informe del progreso durante 1949-1951. Min. Agric. y cria, Inst. Nac. Agric., Maracay. Bol.tec.
- 8.- Cabrera, P.J. 1980. El maíz. Cuaderno de licenciatura e investigación política. Colegio de Postgraduados, UACH, México.
- 9.- Chippendale, G. M. y Connor, K. L. 1989. Factors contrololling populations and dispersal of the southwestern corn borer, *D. grandiosella* Dyar, in the United States. *Southwestern Entomologist*. vol. 14, No2, pp : 182- 190.
- 10.- Chippendale, G.M. y Mahmalji, M.Z. 1987. Seasonal life history adaptations of neotropical corn borers, *D. grandiosella*. *Insect Sci. Applic*, vol 8, nos. 4/5/6. pp : 501-506.
- 11.- Chippendale, G.M. y A.S. Ready. 1974. Diapause of the southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella*: low temperature mortality and geographical distribution. *Environ. Entomol* 3: 233-238.
- 12.- Coronado, R y Márquez, A. 1983. Introducción a la entomología. Morfología y Taxonomía de insectos. Ed.

Limusa, México.

- 13.- Davis, E.G., Horton, J.R., Gable C.H., Walter E.R., and Blanchard R.A. 1933. The southwestern corn borer U.S.D.A. Technical Bulletin No. 388, 61 pp. 61 pp. Departament de Agriculture.
- 14.- Davis, M.F. and Williams, P.W. 1986. Survival, growth and development of southwestern corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) on resistant and susceptible maice hibrids. Journal of Economic Entomologic, vol 79 (3): 847-850.
- 15.- Delgado, G.S. 1980. Principales plagas del maíz en la región de Delicias, Chihuahua. Memorias del VIII. Simp. Nac. de Paras. Agric. Torreón, Coah., México.
- 16.- Dyar, H.G. y Henrich, C. 1927. The american moths of the genus *Diatraea* and allies, U.S. Nat. Mus. Proc 71(19) 4pp.
- 17.- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, México, D.F.
- 18.- I.N.E.G.I., S.P.P, 1984 (A). Carta topográfica Cuetzalam F14 D85. Escala 1:50,000. Pue, Puebla.
- 19.- I.N.E.G.I., S.P.P, 1984 (B). Carta geológica Poza Rica F14-12, Escala 1:250,000.
- 20.- I.N.E.G.I., S.C.F.I. y S.V.A.N. 1990. Abasto y

comercialización del maíz. I.N.E.G.I., México.

- 21.- Jacob, D. and Chippendale, G.M. 1971. Growth and development of the southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella* on the meridic diet. Annals of the entomological Society of America, vol.64, No.2, pag:485-488.
- 22.- Juárez, Z. H. 1989. Estimación de pérdidas ocasionadas por el gusano barrenador del tallo de maíz (*Diatraea* sp ) en la comunidad de Amatlán, Sierra Norte de Puebla. Siembra de temporal de 1987. Tesis de licenciatura. Univ. Aut de Puebla, México.
- 23.- King, A. B. S. and J. L. Saunders. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en America Central. Overseas Development Administration, London. pp 53-54 (1,3,4,5,7).
- 24.- Lagunes, T.A. Rodríguez, R. R. y Dominguez, M. J. C. 1985. Plagas del maíz, Colegio de Postgraduados, UACH, México.
- 25.- Lemus, M.E. 1979. Control cultural del barrenador de la caña de maíz utilizando diferentes densidades de población de las plantas de maíz NLSV-1 enano, en Apodaca, N.L. ITESM. Tesis de licenciatura.
- 27.- López-Olguín, J.F. 1987. Estimación de pérdidas ocasionadas por insectos y generación de tecnología autóctona para combatir plagas del maíz en la región de

Teziutlán, Puebla. Proyecto de investigación. Departamento de Investigación de Ciencias Agrícolas, ICUAP, Puebla, México.

- 27.- López-Olguín , J.F y Aragón, G.A. 1988. Estimación de pérdidas ocasionadas por insectos fitófagos del maíz en la comunidad de Amatlán, Sierra Norte de Puebla, ciclo tornamil de 1987. Resumen del XXIII. Con. Nac. de Ent. Morelia, Michoacán, México.
- 28.- Lozano, A. 1973. Estudio de resistencia de 3 selecciones de maíz HLVS-1 al complejo del barrenador del tallo (*Zeadiatraea* spp). Tesis licenciatura. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- 29.- Luna, S.J.F. 1985. Parasitismo natural sobre larvas de *Diatraea* spp. Tesis licenciatura ITESM, Monterrey, N.L. México.
- 30.- Macías, S.A. 1981. Estudios de dos distancias entre surco en 2 variedades comerciales de maíz (*Zea mays*) evaluando el daño del gusano barrenador del tallo (*Diatraea* spp) y el gusano elotero (*Heliothis zea*) durante el ciclo primavera-verano 1980. Tesis licenciatura. ITESM, Monterrey N.L. México.
- 31.- Margheritis, A. y Rizzo, H. 1965. Lepidópteros de interes agrícola. Ed. Sudamericana, pag 85.
- 32.- Metcalf, C.L. y Flint. W.P. 1978. Insectos destructivos e

insectos benéficos, sus costumbres y su control.  
Cap.9, Ed.CECSA, México, D.F.

- 33.- Nacional Financiera. 1990. La economía mexicana en cifras 1990. Nafinsa 11a. ed. Banco de México.
- 34.- Painter, R.H. 1955. Insects on corn and teosinte in Guatemala. J. Ecom. Entomol 48:36-42.
- 35.- Parisi, C.R.A, Ortega, C.A y Reyna, R.R. 1973. El daño de *Diatraea saccharalis* Fab (Lepidóptera:Pyralidae), en relación con la densidad de plantas. Agrociencia No.13; pag 25-31. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 36.- Peairs, F.B. y Saunders, J.L. 1980. *Diatraea lineolata* y *D. saccharalis*: una revisión en relación con el maíz. Agrom. Costarric 4(1): 123-35.(3,4,5).
- 37.- Peña, R. 1954. Estudio del barrenador *Diatraea saccharalis* F. en maíz en intentos para su control. Tesis licenciatura, ITESM, Monterrey, N.L. México.
- 38.- Prior, E.J. y S.R.Bravo,P. 1986. Principales insectos fitófagos encontrados en el maíz de temporal y sus fluctuaciones poblacionales durante los ciclos agrícolas primavera-verano y otoño-invierno en la comunidad de Amatlán y el Mezquital en el edo. de Puebla, Tesis de Licenciatura. Univ.Aut.de Puebla, Pue, México.

- 39.- Reed, G.L. 1972. Improved procedures for mass rearing the european corn borer., J. Econ. Entomol 65 (5):1473-1476.
- 40.- Reyes, C.P. 1990. El maiz y su cultivo. 1a.edición Ed. AGT EDITOR, S.A., México, D.F.
- 41.- Robles, S.R., 1981. Producción de granos y forrajes, Ed. Limusa, México, D.F.
- 42.- Rodríguez del Bosque, L.A. 1978. Evaluación del daño de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (Smith), gusano elotero (*Heliothis zea*) (Bodie), y gusano barrenador (*Diatraea saccharalis*) (Fab) en maiz. Tesis licenciatura. Univ. de Nuevo León México.
- 43.- Rodríguez del Bosque, L.A. and Smith, Jr.J.W. 1988(a) Bibliography of the neotropical cornstalk borer *Diatraea lineolata* (Lepidóptera:Pyralidae). Florida Entomologist.71(2): 176-186.
- 44.- Rodríguez del Bosque, L.A. and Smith, Jr.J.W. and Browning, H.W.1988(b). Fenología de *Diatraea lineolata* (Walker) (Lepidóptera:Pyralidae) en el norte de Tamaulipas XXIII. Con. Nac.de Entología, Morelia, Michoacán, México.
- 45.- Rodríguez del Bosque, L.A. et al, 1988(c). Damage by stalk borer (Lepidoptera:Pyralidae) to corn in north eastern México. Journal of Economic Entomology, vol.

81, No.6:1775-1780.

- 46.- Rodríguez del Bosque, L.A. Agnew. W.C. and y Smith J.R. 1988(d). Missidentification of mexican stalkborer in the subfamily Crambinae (Lepidóptera:Pyralidae). Folia Entomológica Mexicana. No.75 : 63- 75.
- 47.- Rodríguez del Bosque, L.A, et al, 1989. Development and life fertility tables of *D.lineolata* (Lepidoptera:Pyralidae) at constant temperatures. Entomological Society of América. vol.82(4): 450-458.
- 48.- Rodríguez del Bosque, L.A, J,W. Smith, Jr.and H.W.Browning, 1990 (a).Spatial dispersion patterns of *Diatraea lineolata*, *Diatraea saccharalis* and *Eoreuma loftini* on corn. Southwestern Entomologist vol.15, No.3: 291-299.
- 49.- Rodríguez del Bosque, L.A. J.W. Smith, Jr., and H.W.Browning;1990(b). Seasonality of cornstalk borers (Lepidóptera:Pyralidae) in Northwester, México. Environmental Entomology, vol.19, vol.2:345-355.
- 50.- S.A.R.H. 1980 a. Avances y resultados de investigación agrícola en el estado de Puebla, I.N.I.A., C.I.A.-M.E.C., Campo Agrícola Experimental, Tecamachalco, Puebla, México.
- 51.- S.A.R.H. 1980 b. Principales plagas que afectan al maíz y frijol. Representación Sanidad Vegetal, Puebla.

- 52.- S.A.R.H. 1990. Anuario Estadístico sobre cultivo de maíz. SARH. Dirección General de Estadística. México.
- 53.- Salinas,C.P. 1979. Determinación de los diferentes factores bióticos y abióticos como posible control natural para el complejo barrenador del tallo *Diatraea* sp. Tesis licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey. Monterrey, N.L., México.
- 54.- Senmache,S.C. 1974. Cría artificial de *Diatraea saccharalis* Fab.(Lepidóptera:Pyralidae) y su aplicación en la evaluación de resistencia en maíz. Tesis de maestría en ciencias. Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 55.- Sifuentes, A.J.A. 1985. Plagas del maíz en México. Folleto Técnico No.85, 3a ed. SARH, México.
- 56.- Torres,G.C; Sosa,M.C. y Ortega,C.A, 1973. El daño de *Diatraea saccharalis* Fab (Lepidóptera:Pyralidae) en Argentina Agrociencia No.3, pp: 31-42, Colegio de Postgraduados de Chapingo México.
- 57.- Valle-Duarte, G.A. 1958. Biología de los barrenadores del maíz. *Diatraea saccharalis* (F) y *D. lineolata* (Walker) y experimentos de control. Tesis Ing.Agr. ITESM. Monterrey, N.L. México. 105 pp.(3,4,7).
- 58.- Van Leerdam, M.B. 1986. Bionomics of *Eoreuma loftini*, a

pyralid stalk borer of sugarcane. Ph.D. disertation,  
Texas A&M University, College Station.

59.- Vera, G.J. 1986. Temas selectos sobre ecologia de  
poblaciones, UACH, Chapingo, México.

60.- Williams, W.P; Davis,F.M, 1981. Reaction of resistant and  
susceptible corn hibrid to various southwestern corn  
borer infestation levels. Agron.J. vol.76(5) p: 855-  
856.

61.- Wisseman, B.R. 1985. Types and mechanisms of host planta  
resistance to insect attack. Sci. Applic.vol.6, No.3,  
pp : 239-242.

XI. A P E N D I C E

## XI.1. INDICE DE CUADROS

CUADRO III.1.	Datos de superficie y producción total de maíz para el estado de Puebla 1990.....	6
CUADRO III.2.	Datos de superficie y producción de maíz en el municipio de Zoquiapan, Puebla. 1990.....	7
CUADRO III.3.	Insectos que afectan la producción del maíz en México.....	10
CUADRO V.1.	Tabla de frecuencias por fecha de siembra para la selección de parcelas de la infestación de <i>D. lineolata</i> en la comunidad de Amatlán, 1988, 1990.....	45
CUADRO VI.1.	Número total de larvas colectadas de las especies de barrenador presentes en los cultivos de maíz en la comunidad de Amatlán, 1988.....	51
CUADRO VI.2.	Número total de larvas colectadas por parcela de las especies del género <i>Diatraea</i> , en la comunidad de Amatlán, Puebla, 1988, 1990.....	52
CUADRO VI.3.	Ciclo biológico de <i>D. lineolata</i> a nivel de campo Amatlán-Zoquiapan, Puebla, 1988.....	53
CUADRO VI.4.	Longevidad promedio de los diferentes estadios de la larva de <i>D. lineolata</i> en campo Amatlán-Zoquiapan, Puebla 1988.....	56
CUADRO VI.5.	Promedio de datos sobre infestación de <i>D. lineolata</i> en maíz criollo blanco de la comunidad de Amatlán ciclo otoño-invierno, 1988..	66

CUADRO VI.6.	Promedio de datos sobre infestación de <i>D. lineolata</i> en maíz criollo blanco de la comunidad de Amatlán ciclo otoño-invierno 1990...	67
CUADRO VI.7.	Efecto de la fecha de siembra sobre los parámetros de infestación de <i>D. lineolata</i> en maíz criollo blanco de Amatlán-Zoquiapan, Puebla, 1988, 1990.....	69
CUADRO VI.8.	Comparación de medias de las variables de infestación de <i>D. lineolata</i> en las fechas de siembra, Amatlán-Zoquiapan, Puebla, 1988, 1990.....	70

## XI.2. INDICE DE FIGURAS

FIGURA IV.1.	Localización geográfica de la comunidad de Amatlán en el estado de Puebla.....	38
FIGURA V.1.	Esquema de la ubicación de las parcelas seleccionadas para determinar el grado de infestación de <i>D. lineolata</i> en la comunidad de Amatlán, 1988, 1990.....	46
FIGURA V.2.	Diagrama del método de muestreo cinco de oros seleccionado para evaluar la influencia de la fecha de siembra en el grado de infestación de <i>D. lineolata</i> en la comunidad de Amatlán.....	48
FIGURA VI.1.	Genitales: <i>D. lineolata</i> macho 1) Uncus y gnathos, 2) Valvae, juxta, 3) Aedeagus. <i>D. grandiosella</i> macho 4) Uncus y gnathos, 5) Valvae, 6) Aedeagus. <i>D. lineolata</i> hembra, lamella postvaginalis (LP), esclerito (OS) 8) <i>D. grandiosella</i> hembra, lamella postvaginalis (LP), esclerito osteolar (OS).....	50
FIGURA VI.2.	Masa de huevecillos de <i>D. lineolata</i> observados en maíz criollo blanco en Amatlán Pue, 1988.....	55
FIGURA VI.3.	Vista dorsal y lateral de la larva de <i>D. lineolata</i> en cultivos de maíz criollo blanco en Amatlán, Pue, 1988.....	59
FIGURA VI.4.	Diferencias morfológicas entre pupas hembras	

	y machos de <i>D. lineolata</i> .....	60
FIGURA VI.5.	Adulto del barrenador neotropical <i>D. lineolata</i> infestando cultivos de maíz en Amatlán, Pue, 1988.....	62
FIGURA VI.6.	Estados de desarrollo de <i>D. lineolata</i> con respecto a la fenología del cultivo de maíz para el ciclo otoño-invierno, en la zona de Amatlán, Puebla.....	63
FIGURA VI.7.	Variación del porcentaje de plantas de maíz atacadas por <i>D. lineolata</i> en Amatlán, Puebla, 1988, 1990.....	72
FIGURA VI.8.	Variación del número de entrenudos dañados por planta por <i>D. lineolata</i> respecto a las fechas de siembra en el maíz de temporal, Amatlán, Puebla, 1988, 1990.....	73
FIGURA VI.9.	Variación del número de galerías por planta atacadas por <i>D. lineolata</i> respecto a las fechas de siembra en el maíz de temporal, Amatlán, Puebla, 1988, 1990.....	74
FIGURA VII.1.	Variación diurna de los promedios de temperatura y humedad relativa tomadas diariamente en el estudio del ciclo biológico de <i>D. lineolata</i> en la comunidad de Amatlán. 1988.....	78
FIGURA VII.2.	Variación nocturna de los promedios de temperatura y humedad relativa tomadas diariamente en el estudio del ciclo biológico	

de <i>D. lineolata</i> en la comunidad de Amatlán,	
1990.....	79

### XI.3. DIETA PARA LA CRIA EN LABORATORIO DE *D. lineolata*

La formulación de la dieta utilizada para la cria en laboratorio de *D. lineolata* desarrollada en el CIMMYT es la siguiente:

INGREDIENTES	CANTIDAD PARA HACER 10 KG
Agua	5.2 lts
Agar	100 gr
Dieta preparada Vanderzant	850 gr
Gránulos olote maíz (estéril)	250 gr
Germen de trigo	200 gr
Agua fría	3.5 lts
Cloruro de colina	20 gr
Acido ascórbico	20 gr
Metil p-Hidroxibenzoato	15 gr
Acido propiónico	50 ml
Mezcla de vitaminas	150 ml
Aureomicina	40 gr
Estreptomicina	1 unit
Acido sórbico	5 gr
Polvo de panoja estéril	200 gr