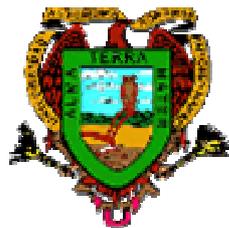


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Pérdida del Rendimiento de Maíz por Daño del Barrenador
Neotropical *Diatraea lineolata* (Walker) y *Fusarium spp.*, en el
Trópico Húmedo.

Por:

ALBERTO AGUIRRE HERNÁNDEZ

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener
El Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

TESIS

**Pérdida del Rendimiento de Maíz por Daño del Barrenador
Neotropical *Diatraea lineolata* (Walker) y *Fusarium spp.*, en el
Trópico Húmedo.**

Por:

ALBERTO AGUIRRE HERNÁNDEZ

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Aprobada por:

Asesor Principal:

MC. Arnoldo Oyervides García

Sinodal:

Dr. Alfredo De la Rosa Loera

Sinodal:

MC. Antonio Cárdenas Elizondo

Sinodal:

Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera

M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2007

DEDICATORIAS

Este trabajo de tesis quiero dedicárselo con todo cariño a mi familia por haberme apoyado siempre y creer en mí.

A MIS PADRES:

Justo Aguirre Montiel y Elena Hernández Méndez.

Por haberme dado la vida, por enseñarme a ser una persona respetuosa, responsable y trabajadora. Por inculcarme siempre el deseo por la superación, por aconsejarme siempre el ser una persona recta. A ellos quiero agradecerles por todo lo que han podido darme y porque me dieron la oportunidad de continuar mis estudios profesionales.

A MIS HERMANOS:

María del Carmen, Silverio, Justo, Fabián, Leodegaria e Irineo Abad.

Por haberme apoyado en las buenas, en las malas y por todo lo que me han enseñado y he aprendido de ustedes.

También les dedico este trabajo a todos mis tíos y a mis primos que junto con mis hermanos me hicieron pasar gratos momentos en la infancia.

A todos ellos les dedico este trabajo con todo mi afecto.

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo quiero agradecerle a nuestro creador por darnos vida y salud. Al ser omnipotente que nos regala en cada amanecer un rayo de luz de esperanza y siembra en nosotros la fe. Gracias dios.

Quiero agradecerle nuestra **alma terra mater** por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente dentro de sus instalaciones y por formar en nosotros el carácter y espíritu sobresaliente.

Quiero agradecerle a mi asesor principal el MC. Arnoldo Oyervides García por darme la oportunidad de trabajar con él en este trabajo de tesis. Por haberme alentado a seguir adelante, por sus sabios consejos, por sus sabios comentarios, por todo lo que he aprendido de él y por ser una gran persona.

A mis sinodales el Dr. Alfredo De la Rosa Loera una gran persona. Le agradezco por su valiosa ayuda y su confianza. Al MC. Antonio Cárdenas Elizondo y al MC. Sergio A. Rodríguez Herrera. Por formar parte de mi comité calificador ya que son personas muy distinguidas de esta institución.

Le agradezco al MC. José A. Daniel González por sus valiosos consejos. Por enseñarme a ser una persona responsable y Por haber sido uno de mis formadores académicos. De igual forma les agradezco a todos los maestros académicos que me formaron académicamente.

Finalmente quiero agradecerles a todos mis compañeros por su amistad y por sus consejos:

Juan, Lupe, Damadiel, Eustaquio, Carlos E., Mayolo, Celso, Eulalio, julio C., Cahuich, Darinel, Cahuare, Leonel, Josué, Osiel, Alfredo, Miguel, Jairo, Clemente, Alvaro, Rosendo, Fernando.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Problemas Parasitológicos.....	4
Taxonomía de los barrenadores del tallo.....	5
Importancia y tipo de daño.....	6
Origen y distribución.....	9
Origen.....	9
Distribución.....	9
Ecología, Biología y Hábitos.....	10
Huevo.....	11
Larva.....	11
Pupa.....	13
Adulto.....	13
RESISTENCIA.....	15
Grados de resistencia decreciente.....	17
Categorías de resistencia funcional.....	18
Evasión del huésped.....	18
Resistencia inducida.....	19
Escape.....	20
Resistencia genética.....	20
Tipos de resistencia controladas genéticamente.....	24
Categorías de resistencia genética.....	25
Resistencia oligogénica.....	25
Resistencia poligénica.....	26
Resistencia citoplásmica.....	26
MÉTODOS DE CONTROL.....	27
Manejo integrado.....	27
Control cultural.....	27
Control químico.....	28
Control biológico y natural.....	30
Control genético.....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. RECOMENDACIONES.....	65
VII. LITERATURA CITADA.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Materiales utilizados en el experimento que se realizó en Francia Nueva, Chicontepec, Veracruz.....	33
Cuadro 3.2. Materiales utilizados en el experimento que se realizó en Úrsulo Galván, Veracruz.....	34
Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia de la variable Rendimiento ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$), para la localidad de Francia Nueva, del municipio de Chicontepec, Veracruz.....	37
Cuadro 4.2. Comparación de medias de repeticiones, para la variable Rendimiento ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$), de la localidad de Francia Nueva en el Municipio de Chicontepec, Veracruz.....	38
Cuadro 4.3. Comparación de medias de tratamientos, para la variable Rendimiento ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) de la localidad de Francia Nueva en el Municipio Chicontepec, Veracruz.....	38
Cuadro 4.4. Cuadrados medios y significancia para la variable Plantas barrenadas (%) de la localidad de Francia Nueva, en el municipio de Chicontepec, Veracruz.....	39
Cuadro 4.5. Comparación de medias de repeticiones para la variable Plantas barrenadas (%), para la localidad de Francia Nueva en el Municipio de Chicontepec, Veracruz.....	40
Cuadro 4.6. Comparación de medias de tratamientos para la variable Plantas barrenadas (%), para la localidad de Francia Nueva en el Municipio de Chicontepec, Veracruz.....	40
Cuadro 4.7. Cuadrados medios y significancia para la variable Plantas con <i>Fusarium spp.</i> (%), de la localidad de Francia Nueva, en el municipio de Chicontepec, Veracruz.....	41

Cuadro 4.8. Comparación de medias de repeticiones para la variable Plantas con <i>Fusarium spp.</i> (%), de la localidad de Francia Nueva, en el municipio de Chicontepec, Veracruz.....	42
Cuadro 4.9. Comparación de medias de tratamientos para la variable Plantas con <i>Fusarium spp.</i> , (%), de la localidad de Francia Nueva, en el municipio de Chicontepec, Veracruz.....	42
Cuadro 4.10. Cuadrados medios y significancia de la variable Rendimiento (ton.ha ⁻¹), para la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz.....	51
Cuadro 4.11. Comparación de medias de repeticiones para la variable Rendimiento (ton.ha ⁻¹), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.	52
Cuadro 4.12. Comparación de medias de tratamientos para la variable Rendimiento (ton.ha ⁻¹), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.....	52
Cuadro 4.13. Cuadrados medios y significancia para la variable Plantas barrenadas (%) de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.....	53
Cuadro 4.14. Comparación de medias de repeticiones para la variable Plantas barrenadas (%), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.....	54
Cuadro 4.15. Comparación de medias de tratamientos para la variable Plantas barrenadas (%), de la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz.....	54
Cuadro 4.16. Cuadrados medios y significancia, de la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz.....	55
Cuadro 4.17. Comparación de medias de repeticiones para la variable Plantas con <i>Fusarium spp.</i> (%), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.....	55
Cuadro 4.18. Comparación de medias de tratamientos para la variable Plantas con <i>Fusarium spp.</i> (%), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal de Plantas con <i>Fusarium spp.</i> vs. Plantas barrenadas Utilizando todos los tratamientos. Francia Nueva; Chicontepepec, Veracruz.....	44
Figura 4.2. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal de plantas con <i>Fusarium spp.</i> vs. Plantas barrenadas.....	45
Figura 4.3. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal del rendimiento vs. Plantas barrenadas. Francia Nueva; Chicontepepec, Veracruz.....	48
Figura 4.4. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal del rendimiento vs. plantas con <i>Fusarium spp.</i> Francia Nueva; Chicontepepec, Veracruz.....	50
Figura 4.5. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal de plantas <i>Fusarium spp.</i> , vs. Plantas barrenadas Úrsulo Galván, Veracruz.....	58
Figura 4.6. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal del rendimiento vs. Plantas barrenadas Úrsulo Galván, Veracruz.....	60
Figura 4.7. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal del rendimiento vs. Plantas <i>Fusarium spp.</i> Úrsulo Galván, Veracruz.....	62

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es considerado el cultivo más domesticado y evolucionado del reino vegetal, es originario de Centroamérica, siendo México la cuna ancestral de las especies silvestres.

El maíz se siembra en más de 100 países en el mundo, Estados Unidos es uno de los principales productores, participando con aproximadamente un 40 % de la producción mundial. A nivel internacional destina el 66 % al mercado, seguido por Argentina con 16%, China con 11%, Brasil con 3%. Los cuatro aportan el 92% del grano que se maneja en el mercado internacional.

En México, el maíz constituye la base de la dieta alimenticia el cual proporciona el 47 por ciento de las calorías y el 39 % de las proteínas, registrándose un consumo per cápita de aproximadamente 127 Kg. anuales. México dedica la mitad de su superficie cultivada a este cultivo con 8 millones 436 mil has. Siendo más del 90% cultivo de temporal.

En la zona norte del estado de Veracruz la producción se destina al autoconsumo, siendo sus principales limitaciones de producción: las malezas, plagas, enfermedades y la falta de capacitación técnica para el manejo del mismo. En esta parte de la entidad se tienen rendimientos muy bajos siendo del orden de 1.5 a 3 ton.ha⁻¹.

Los rendimientos de maíz se ven afectados por diversos factores tanto bióticos como abióticos. En el desarrollo de este estudio nos enfocamos más con los factores de carácter biótico, siendo el tema principal el barrenador neotropical del maíz *Diatraea lineolata* (Walter) y *Fusarium spp.*, factores que ocasionan una considerable reducción en el rendimiento de este cultivo.

En México existen varias dependencias dedicadas a la investigación y desarrollo de Nuevas variedades de maíz, pero son muy pocas las que se dedican a trabajos de investigación en relación con los daños y los efectos causados por barrenador neotropical del maíz *Diatraea lineolata* (Walter). Por ello el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la UAAAN se dedica a la investigación científica e innovación tecnológica en diferentes áreas del país. El IMM realizando trabajos en el estado de Veracruz encontró la presencia del barrenador neotropical del maíz *Diatraea lineolata* (Walter), por lo que esta plaga es el objeto de estudio en el presente trabajo.

OBJETIVOS

Determinar el grado de infestación por *Diatraea lineolata* y *Fusarium spp.*

Determinar si existe asociación entre las plantas barrenadas *Diatraea lineolata* y plantas con daño en el haz vascular por *Fusarium spp.*

Determinar la pérdida del rendimiento por daño del barrenador *Diatraea lineolata* y plantas dañadas en el haz vascular por *Fusarium spp.*

Determinar que materiales son adecuados para la producción en el área de estudio y hacer su posterior recomendación.

HIPOTESIS.

Hay infestación en maíz por el barrenador *Diatraea lineolata* y *Fusarium spp.* en siembras comerciales.

A medida que se incremente el número de plantas barrenadas por *Diatraea lineolata* se incrementara el número de plantas dañadas en el haz vascular por *Fusarium spp.*

Existe pérdida del rendimiento por daño de *Diatraea lineolata* y *Fusarium spp.*

Al menos uno de los tratamientos superara a los demás en rendimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

En nuestro país, el maíz es el cultivo básico anual más valioso, calculándose que se siembra la mitad de la superficie total cultivada (Robles, 1981). A nivel mundial ocupa el tercer lugar respecto a la producción y rendimiento en grano (Jugenheiner, 1981).

Problemas Parasitológicos

Los rendimientos unitarios del maíz son afectados por factores abióticos y bióticos. Dentro de estos últimos destacan los insectos, enfermedades y roedores, como es el caso de la rata de campo principalmente (*Signodon hispidius*). Para México se han reportado plagas y enfermedades de importancia, que atacan al cultivo en las diferentes etapas de su desarrollo y que han sido resaltadas por Frihilich (1970) y Lagunes (1988) entre otros.

Taxonomía de los barrenadores del tallo

Los barrenadores del tallo del maíz, se han considerado dentro de la siguiente clasificación taxonómica Molinari (1942); Essig citado por Cordero (1958), Metcalf (1962); García (1981).

Orden	Lepidóptero
Suborden	Frenatae
División	Heteroneura
Superfamilia	Pyarleloidea
Familia	Pyralidae
Subfamilia	Crambinae
Tribu	Crambrini
Géneros*	<i>Diatraea</i> ; <i>Zeadiatraea</i> ; <i>Eoreuma</i> y <i>Chilo</i>
Especies*	<i>lineolata</i> ; <i>saccharalis</i> ; <i>magnifactella</i> ; <i>grandiosella</i> y <i>loftini</i>

* Más importantes

Dyar y Heinrich (1927), utilizando genitalias de estos insectos determinaron que el género *Diatraea* comprende a 32 especies; anteriormente habían utilizado características morfológicas externas que presentaban los adultos y color, para la clasificación del género *Diatraea* y aumentó el número de especies a 48 proponiendo, además la creación de un nuevo género, *Zeadiatraea*.

Bleszynski (1969), divide a los crambinae con fundamento a sus hábitos, en barrenadores de tallos y/o defoliadores de zacates. Los barrenadores del tallo crambinae se caracterizan por la coloración uniforme y reducción del patrón de las alas anteriores. En las hembras, la papila anal genital es siempre coalescente y en los machos los genitales están a menudo en un saco. Hay dos grupos genéricos en los barrenadores de la caña de azúcar que son *Chilo* y *Acigona*, que se pueden separar fácilmente, el primero contiene *Chilo Zck* y *Diatraea* Guild., y el grupo *Acigona* contiene los géneros *Acigona* Hbn. *Bissetia* y *Girdharia*. Ambos grupos tienen venación alar similar excepto por la celda en ala posterior que es cerrada en el primero y abierta en el segundo.

Metcalf y Flint (1965), citados por Amador y Cadena (1992), sinonimizan a los géneros *Zeadiatraea* = *Diatraea* y contrariamente Sánchez (1978), al referirse al gusano barrenador del tallo del maíz, lo hace solo como *Zeadiatraea*.

Importancia y tipo de daño

El daño causado por los barrenadores en el tallo del maíz, reduce los rendimientos hasta en un 50 por ciento (Metcalf 1962). En algunos casos se llega a infestar el 100 por ciento de los tallos, lo que se traduce en mazorcas caídas, pobre calidad del grano y gran número de plantas acamadas, que dificultan el uso de máquinas cosechadoras. El tallo por un lado presenta orificios en su parte externa con protuberancias húmedas y salientes de polvo fino como aserrín, torcidos, achaparrados ó a veces agrandados en la superficie del suelo. Por otro lado galerías o túneles en su parte interior, observándose destrucción de los haces vasculares; en lo que respecta a las hojas

se ven rasgadas, rotas, colgando y con muchos agujeros, con manchas café rojizas; las mazorcas presentan galerías en el olote, pues las larvas penetran a través del pedúnculo, alimentándose de los granos tiernos; en el jilote hace perforaciones y se introduce en el mismo, ocasionando la pérdida total (Molinari,1942; Metcalf, 1962; Frihilich, 1970; Ortega, 1986 y Davis 1991).

El maíz además de los problemas agronómicos, que usualmente tiene, en México es atacado por muchas plagas, entre las cuales se reporta a diferentes especies de barrenadores de maíz *Diatraea spp.*, (García *et al.*, 1981) las cuales son muy destructivas pudiendo reducir entre 15-50 % los rendimientos (Marcos 1978). Box y Videla (1951), consideran que la primera referencia de daños que causan los barrenadores, se publicó en 1789 en la isla de antigua en las antillas menores inglesas, reportando además pérdidas de millones de pesos al año en las diversas regiones maiceras y cañeras del mundo.

Estos insectos se presentan principalmente en plantas jóvenes, donde las larvas barrenan el interior de los tallos ocasionando que el cogollo de la planta se ponga amarillo, llamándole “corazón muerto”. En plantas adultas dañan los tejidos de sostén pues las larvas para invernar se dirigen a la base los tallos comiendo gran parte de su interior (Halloway 1928), haciendo que fácilmente sean rotas por el viento (Lozano 1973) además, los barrenadores propician la entrada de patógenos por las galerías que hacen en el tallo (Reagan y Flynn 1986).

Wilbur et al (1950) y Davis et al (1986), afirman que el maíz es el principal hospedero de *Diatraea grandiosilla*, siendo la plaga más importante de maíz en parte de los Estados Unidos de Norte América (EE.UU.) y México, aunque ha habido reportes en caña de azúcar y sorgo. Así mismo en el norte de Tamaulipas, México *Diatraea lineolata* (Walter), *D. saccharalis* (F.) y *Eoreuma loftini* (Dyar), (Lepidoptera: Pyralidae), causan importantes pérdidas en maíz (Rodríguez del Bosque 1988). Kevan (1945), informa que *Diatraea lineolata* ataca a maíz en la isla de Trinidad, produciendo pérdidas de miles de dólares.

Scaramuza (1951), asegura que *Diatraea saccharalis*, afecta mucho la economía de América porque provoca pérdidas desde Lousiana E.U.A. hasta Tucuman, Argentina ascendiendo estas a 60,000,000 de dólares.

Las disminuciones en el rendimiento son ocasionadas por los daños que provocan las larvas. Éstas se alimentan primero de tejido foliar y a los dos o tres días (Alvarado *et al.*, 1980) o después del segundo estadio (Greco, 1995), las larvas penetran en el tallo. Cuando el ataque se produce sobre una planta joven, las larvas pueden dañar el brote terminal provocando su muerte (Alvarado *et al.*, 1980).

En plantas más desarrolladas, el efecto directo por la construcción de galerías produce disminución del rendimiento de la planta, al cortar los haces vasculares y disminuir la conducción de fotoasimilados (Alonso y Miguez, 1984). La presencia de un orificio o entrenudo barrenado por tallo, genera una disminución de 2 a 2,5 quintales por hectárea (Iannone, 2001; Serra, 2003).

Los efectos indirectos son el quebrado de plantas desde la fructificación a la cosecha, ingreso de diversos patógenos, siendo la podredumbre del tallo (*Fusarium spp.*, *spp.*, y *Sclerotium bataticola*) la enfermedad más común, y pérdidas durante la cosecha por caída de espigas como consecuencia del barrenado del pedúnculo y base de las mismas (Leiva y Iannone, 1993).

Díaz (1957), encontró que los barrenadores en maíz dañan preferentemente plantas vigorosas, en cambio García (1956), concluyó que *Diatraea spp.*, Ataca tanto a plantas vigorosas como a plantas raquílicas así como a variedades tardías o precoces.

Origen y distribución

Origen

Ingram y bynum (1946) y Pears (1956), opinan que el género *Diatraea spp* es nativo de las Antillas, Centro y Sudamérica, siendo introducido a los Estados Unidos en 1856, y Metcalf y Flint (1965) citados por Amador y Cadena (1992), consideran que el insecto fue introducido de las Indias Occidentales a América por los Estados Unidos en más o menos 1855.

Distribución

La presencia del barrenador Europeo del Maíz en los Estados Unidos de América fue reportado por primera vez por Vinal (1917) en Massachussets. Actualmente los barrenadores están bien distribuidos en el continente americano, causando importantes pérdidas. Flores (1951), dice que *D. saccharalis* se ha detectado en todas las zonas

cañeras de la República Mexicana, y que, es un problema muy fuerte en Sinaloa y Tamaulipas. A su vez Rodríguez (1988), afirma que el barrenador neotropical del maíz *D. lineolata* (Walker) se encuentra distribuido desde el Ecuador en Sudamérica, hasta el sur de Texas E.U.A., incluyendo algunas Islas del Caribe.

El barrenador Neotropical del Maíz generalmente está distribuido en el Centro y Norte de Sudamérica y en las Islas Caribeñas. En los Estados Unidos de América se encuentra en el Sur de Texas (Ainslie, 1919; Leiby, 1920; Davis et al., 1933; Cartwright, 1934; Ingram y Bynum, 1941; Wilbur et al., 1950; USDA, 1966)

Amador y Cadena (1992), en sus trabajos de investigación sobre el daño del barrenador neotropical del maíz, realizaron la clasificación taxonómica de larvas para identificar la presencia de la especie en el lugar de estudio, encontrando que efectivamente esta plaga se encuentra presente en el trópico húmedo.

Ecología, Biología y Hábitos

En general todos los barrenadores se asemejan en las características de sus etapas de desarrollo, por lo cual, se hace una descripción global para todos los barrenadores de tallo del Maíz. (Reed 1956, Metcalf 1962, Bonneimaison 1964, Senmanche 1974, Soto 1980, Knutson 1989, Omelio 1990, Rodríguez 1990).

Según Metcalf y Flint (1978), el ciclo biológico de los barrenadores se da de la siguiente forma:

Huevo

Son aplanados, ovales, blanquizcos, grisáceos o amarillos y depositados en el envés de las hojas en grupos pequeños sobrepuestos como tejas; cada hembra pone por lo común en promedio de 300 a 400 huevecillos.

Los huevecillos incuban en una semana o menos, dependiendo de la temperatura, el periodo de oviposición es a fines de verano y en otoño. El ciclo de vida de huevecillo a adulto requiere de 53 a 56 días en promedio. Se presentan de una a tres generaciones por año o hasta cinco. A una temperatura de (18 – 30 °C) aumenta su fecundidad y longevidad.

Larva

Estas miden de 1.8 a 4 cm. de longitud, con el cuerpo blanco-cremoso o color carne y pequeñas manchas redondas y de color café; otras tienen rayas blancas continuas en el dorso; también hay larvas amarillentas, con manchas pálidas. La cabeza es de color café y las patas de igual color que el cuerpo. Las larvas son amarillentas con manchas muy pálidas durante el invierno, mientras que en verano presenta ocho llamativas manchas redondas café o negras en una hilera transversal, sobre la parte anterior de cada segmento del cuerpo, y otras dos atrás de estas. Jagat et al (1976), observaron que al emerger la larva, principia a alimentarse de hojas las cuales quedan esqueletonizadas y con manchas rojizas.

En el tercer estadio penetran al tallo haciendo galerías hacia arriba y hacia abajo que interfieren la circulación de la savia al afectar la epidermis y parénquima cortical.

Así mismo, en las galerías desarrollan pudriciones secundarias (Wilbur 1950). Metcalf y Flint (1978), hacen notar que las plantas de Maíz infestadas por barrenadores generalmente se ven torcidas y quedan achaparradas o bien presentan agrandamientos del tallo en la superficie del suelo; las hojas a veces están rasgadas, rotas y colgando con muchos agujeros hechos por los barrenadores al alimentarse.

El periodo larvario dura aproximadamente de 3 a 4 semanas. Chirinos et al (1962), afirman que el comportamiento alimenticio de la larva es promovido por sustancias químicas (atrayentes). Halloway et al (1916), reportan que el canibalismo entre larvas es muy alto, pues observaron que de 200 a 300 larvas, se redujeron a 40 – 50 en dos o tres días.

Los barrenadores sufren cinco mudas y el número de estadíos varía de tres a diez, siendo cinco el más común. Wilbur (1950) y Reed (1956), dicen que la larva inverna en el nudo vital (primer nudo de la planta) por ser donde no se presentan cambios bruscos de temperatura. Las larvas una vez que eclosionan se alimentan hasta la mitad de su desarrollo, primeramente en el envés de las hojas, estigmas de elote, así como también de raíces, y puede cubrir las flores masculinas con telarañas; El desarrollo larvario termina en julio y agosto en el Sureste de México.

Pupa

Son de color café de más o menos 0.8 cm., se localizan de bajo de la superficie del suelo y dentro de los tallos de la planta. La transformación de larva a pupa sucede dentro del tallo, pero antes la larva hace un túnel de salida, del tallo recubierto de seda. Este estado dura aproximadamente 9 días.

Adulto

Son palomillas de color pajizo claro, con el cuerpo cubierto de escamas incluyendo patas y antenas. Las hembras son más grandes que los machos siendo su tamaño de 23 a 27 mm. de longitud con colores café claro, amarillento pálido, grisáceas oscuras o pajizas. La cabeza es pequeña con antenas filiformes, ojos oscuros, palpos labiales proyectados hacia delante, pico corto y una expansión alar de 2.5 a 3.0 cm. con manchas oscuras blancuzcas.

Stewart y Walton (1965), observaron que la hembra prefiere ovipositar en plantas próximas a florear. En cambio Meza (1973), afirma que posiblemente el retraso en la fecha de siembra originó que las hembras ovipositaran en otras plantas.

La cópula sucede en la noche y la longevidad del adulto varía de tres a ocho días, siendo la media entre cuatro y siete cuando la temperatura media es de 28.2 grados centígrados (Halloway et al 1928). Según Wilbur et al (1950), la proporción de sexos es 1:1.

La distribución espacial de los huevecillos y larvas pequeñas según Overholt et al (1990) es agregada para las larvas y en estadios posteriores, progresivamente menos amontonada. Las palomillas son de hábitos nocturnos donde efectúan la cópula, alimentación y oviposición y durante el día, se esconden en las parte seca del maíz o arbustos, de donde emerge durante junio. En estados del norte de México continúan saliendo hasta el mes de agosto. Las hembras ponen huevecillos en grupos de 5 a 50, en el envés de las hojas de las plantas hospederas, especialmente en las hojas inferiores de las plantas jóvenes a una altura de 40 cm. algunas especies emigran en julio cambiando de una planta a otra.

RESISTENCIA.

El empleo de plantas resistentes ha tenido bastante éxito en la lucha contra los insectos plaga. Este método a diferencia del químico, ofrece mayor ventaja, pues no altera las condiciones del medio ambiente (FAO 1970). A las plantas que son menos dañadas por las plagas bajo condiciones ambientales semejantes, se les llama resistentes.

Medrano (1959), observó que ciertos híbridos mostraron menor susceptibilidad que otros al daño de *Diatraea* spp.

Davis y Williams (1986), reportaron que las larvas de *D. grandiosella* colectadas en híbridos resistentes fueron más pequeñas y tuvieron un desarrollo larval más largo que las encontradas sobre híbridos susceptibles. Según Maxwell y Jennings (1980), la pubescencia en las plantas interfiere la oviposición y adhesión de los huevecillos así como la alimentación de muchos insectos.

Hernández* afirma que las variedades que se muestran como resistentes, en general contienen un alto porcentaje de fibra. La observación de las interacciones insecto-planta revela que existe una amplia gama de adecuaciones de la planta como huésped del insecto. También la variabilidad de las plantas en la naturaleza y la intensidad de las interacciones, se reflejan en las categorías y definiciones de resistencia. Estas se refieren a las capacidades excepcionales de ciertas plantas para evitar, repeler, retardar, restringir o localizar la infestación y el daño inducidos por insectos, o para tolerarlos mediante rápido reverdecimiento y recuperación después del daño.

Painter (1951), utilizó una definición más amplia que la de Snelling al describir la resistencia de una planta como la cantidad relativa de sus cualidades hereditarias que influye en el grado de daño por el insecto. En la agricultura práctica, resistente es la capacidad de una variedad para producir una mayor cosecha, de buena calidad, que otras variedades bajo la misma población de insectos.

* Hernández M. Comunicación personal. Ingeniero Aarón Saénz Garza, Xicoténcatl, Tamaulipas, México.

Grados de resistencia decreciente

Painter (1951), utilizó la siguiente escala para clasificar los grados de resistencia decreciente:

Inmunidad. Un cultivo inmune es aquel al que un insecto específico jamás consumirá o dañará, en cualquier circunstancia. Así definidos, existen pocos, si esto es cierto, cultivos inmunes al ataque de insectos específicos que atacan a otros cultivos de la misma especie vegetal.

Resistencia elevada. Es la que presenta un cultivo que posee cualidades que ocasionan un bajo nivel de daños causados por un insecto específico en un conjunto de condiciones dadas.

Resistencia baja. Indica cualidades que determinan que un cultivo sufra más daño o infestación, por un insecto, que el promedio de la especie en cuestión.

Susceptibilidad. Un cultivo susceptible presenta una elevada susceptibilidad cuando un insecto le ocasiona daños superiores a los del promedio.

Estos términos expresan las clases utilizadas por la mayoría de los investigadores para ordenar la resistencia tal como se presenta en el campo, sin hacer un análisis de los mecanismos implícitos.

Categorías de resistencia funcional

Al describir las interacciones de insecto-planta, es frecuente que no se tome en consideración la influencia del ambiente. Este puede favorecer a la planta o al insecto en forma desigual o impredecible, o bien aliviar o agravar el daño, por tanto, afecta la expresión de la resistencia. Painter (1951), clasificó ciertos fenómenos relacionados con la resistencia, pero no necesariamente basados en rasgos heredables, de la siguiente manera:

El término *pseudoresistencia* se aplica a la resistencia aparente que es resultado de caracteres transitorios en plantas huésped potencialmente susceptibles. Las especies o cultivos que presentan pseudoresistencia son importantes en la entomología económica, pero deben diferenciarse de aquellos que tienen resistencia en un rango más extenso de ambientes. Se distinguen tres tipos:

Evasión del huésped.

Una larva que requiere estructuras frutales para su crecimiento puede morir de hambre en las hojas de la misma planta. Las fenologías de la planta y de los insectos se deben sincronizar con la estructura de la planta para cuando el insecto determinado lo necesita. Las alteraciones en los patrones del crecimiento de la planta que resultan en las asincronías de la fenología del hospedero y el insecto constituyen la modalidad de resistencia llamada *evasión del hospedero* (Painter, 1951).

En algunos casos ciertas especies se afectan de manera diferente en cada generación. El maíz plantado tardíamente en el oeste medio en EE.UU. esta menos infestado por la primer generación de *Ostrinia nubilalis* (Hübner), sin embargo, es más susceptible a los ataques de las larvas de la segunda generación (Everett y colaboradores, 1958).

Resistencia inducida

Algunas condiciones ambientales y las enfermedades infecciosas pueden alterar la fisiología de la planta hasta el grado de que no resulte adecuada como hospedero. Las respuestas de los cultivos hacia las prácticas culturales normales, tales como la fertilización y la irrigación, que pueden causar cambios cualitativos y cuantitativos drásticos en la planta, se incluyen en la resistencia inducida, así como también algunas reacciones de las plantas hacia los patógenos (Metcalf y Luckmann, 1992).

Muchas plantas reaccionan a las enfermedades infecciosas produciendo y concentrando compuestos Fenólicos conocidos genéricamente como fitoalexinas. La inducción en la producción de fitoalexinas es un mecanismo de resistencia contra las enfermedades y plagas de insectos. Estos mecanismos son el resultado de la acumulación de alomonas sólo después de que una reacción se ha disparado por un factor ambiental (enfermedad o competencia por insectos, alteraciones en los nutrientes (Metcalf y Luckmann, 1992).

Escape.

Escape se refiere a la ausencia de infestación del, o daños al, huésped vegetal debido a circunstancias transitorias como una infestación incompleta. El hecho de encontrar una planta no infestada dentro de una población susceptible no implica necesariamente que la primera sea resistente. Incluso en infestaciones muy densas, algunas plantas susceptibles escapan en ocasiones, de modo que solo el estudio de sus progenies establecerá sus verdaderas relaciones (Metcalf y Luckmann, 1992).

Resistencia genética.

La resistencia genética agrupa aquellos mecanismos basados en los caracteres heredados cuya expresión, a pesar de que están influenciados por el medio ambiente, no ha sido disparada por factores ambientales. Normalmente existen en la planta independientemente de que sean provocados por la plaga (Metcalf y Luckmann, 1992). Las principales modalidades de resistencia genética son la antixenosis, antibiosis y la tolerancia. Los dos primeros afectan el comportamiento o la fisiología del insecto, mientras que el tercero carece de efecto sobre los insectos.

Painter (1936, 1941, 1951), propuso un método empírico que resulto ser una avenencia manipulable entre la simple categorización de fenómenos y estudio básicos de los factores o procesos causales. Painter propuso *mecanismos de resistencia* que se agruparon en tres categorías principales:

No-preferencia es la respuesta del insecto ante plantas que carecen de las características necesarias para servir como huéspedes y es resultado de reacciones negativas, o total abstinencia, durante la búsqueda de alimento, sitios de oviposición o refugio. La no-preferencia en los insectos se refleja a menudo como una propiedad de la planta. Por esta razón, Kogan y Ortman (1978), propusieron sustituir el término no-preferencia por el de antixenosis. Se trata de un término paralelo a “antibiosis” y transmite la idea de que la planta es evitada por ser un mal huésped.

Antixenosis.

El término *antixenosis* significa que la planta es refractaria a los “invitados” esto es, a los insectos que la tratan de colonizar (Kogan y Ortman, 1978). Corresponde parcialmente a lo que Painter llamo “tipo de resistencia sin preferencia”. Utilizando este concepto de antixenosis, no puede considerarse la influencia en el comportamiento de los aleloquímicos en la selección por el hospedero, así como las defensas morfológicas. En muchos casos los insectos no se establecen en una planta, debido a la presencia de impedimentos físicos.

Antixenosis química.

No existen ejemplos notables de resistencia atribuidos exclusivamente a los efectos de la antixenosis química. En las situaciones de campo los insectos se pueden alimentar u ovipositar sobre un hospedero cualquiera si no existe otro mejor. Tal vez por ésta razón los factores de resistencia que afectan los mecanismos de comportamiento se consideran de importancia secundaria

Antixenosis morfológica.

En esta categoría se agrupan los mecanismos de resistencia relacionados con las características morfológicas o estructurales que impiden la alimentación normal, la oviposición de los insectos, o que sinergizan ante la situación de otros factores de mortalidad.

Agarwal (1969), revisó los caracteres morfológicos relacionados con la resistencia a *Diatraea saccharalis* (Fabricius). Las larvas jóvenes se alimentan de las hojas y los tejidos que los envuelven, posteriormente penetran el tallo. Algunas estructuras como los dientecillos de las costillas de las hojas, el número de paquetes vasculares, la lignificación de las paredes celulares y el número de las capas sobre las células esclerenquimatosas desempeñan una función importante en la resistencia hacia la primera y segunda etapa. Cuando las viejas larvas taladran el tallo y penetran, sólo la dureza de la fibra y su contenido constituyen los principales factores de resistencia.

Antibiosis.

El termino *antibiosis* comprende todos los factores fisiológicos adversos de naturaleza temporal o permanente que resultan de la ingestión de una la planta por un insecto. La naturaleza temporal de un efecto antibiótico puede demostrarse transfiriendo el insecto de prueba de una planta resistente a una susceptible. En el hospedero susceptible los síntomas de antibiosis desaparecen, y el insecto regresa a su estado

fisiológico normal. Si a pesar de esto, la antibiosis se debe a los principios tóxicos, los síntomas pueden ser irreversibles.

Los insectos que se alimentan de las plantas resistentes pueden manifestar síntomas de antibiosis que van desde letales o agudas a muy leves o subcrónicas. Los principales síntomas que se observan comúnmente son: 1) muerte de las larvas en los primeros estadios, 2) tasas anormales de crecimiento, 3) conversión anormal de alimentos ingeridos y digeridos, 4) falla en alcanzar el estadio de pupa, 5) fallas de los adultos para emerger de las pupas, 6) adultos mal formados o que no alcanzan la talla normal, 7) falla para concentrar las reservas alimenticias después de la hibernación, 8) fecundidad disminuida, 9) fertilidad reducida y 10) inquietud y otro comportamiento irregular.

Las posibles explicaciones fisiológicas para estos síntomas son: 1) la presencia de metabolitos tóxicos (alcaloides, glucósidos, quinonas), 2) ausencia o insuficiencia de los nutrientes esenciales, 3) proporciones no balanceadas de nutrientes, 4) presencia de antimetabolitos que impiden a los insectos llegar a nutrientes indispensables y 5) la presencia de enzimas que inhiben los procesos normales de la digestión de alimentos y por lo tanto, la utilización de nutrientes.

Tolerancia

Esta modalidad de la resistencia se refiere a la capacidad de ciertas plantas para reparar los daños que sufren, o para crecer y producir un rendimiento adecuado, a pesar

de mantener una población de insectos capaz de dañar a un hospedero más susceptible. La tolerancia por lo general es resultado de uno o varios factores: 1) el vigor general de las plantas, 2) el crecimiento de los tejidos dañados, 3) la fuerza de los tallos y la resistencia a albergar los insectos, 4) la producción de las ramas adicionales, 5) la utilización eficiente por el insecto de las partes no vitales de la planta y 6) compensación lateral de las plantas vecinas.

Estas categorías de resistencia son arbitrarias y sus límites son definidos. No todos los fenómenos de resistencia pueden asignarse, de modo inequívoco, a alguna de las tres categorías. La no-preferencia suele confundirse con la antibiosis y viceversa, como ocurre cuando los primeros estadios de un insecto no aceptan a una planta como huésped.

Lamentablemente la tolerancia, se confunde a menudo con una resistencia baja. Las reacciones de la planta ante un insecto; que colectivamente se designan tolerancia, son rasgos heredables de gran importancia biológica y alto valor práctico que merecen ser tratados como uno de los tres mecanismos de resistencia junto con, pero aparte de, la antibiosis y no-preferencia.

Tipos de resistencia controladas genéticamente

Entre los términos de resistencia que se utilizan comúnmente en la literatura fitopatológica y no tanto en la entomología, se mencionan los siguientes:

Resistencia vertical o específica, expresada solo contra ciertos biotipos de una especie de plaga (Van der Planck, 1968).

Resistencia horizontal o general, expresada en forma similar contra todos los biotipos de una especie de plaga (Van der Planck, 1968).

Resistencia hipersensitiva, una intensa, rápida respuesta, caracterizada por muerte prematura (necrosis) del tejido infestado, e inactivación y localización del agente atacante (Muller, 1959).

Categorías de resistencia genética.

Con base en su mecanismo hereditario, los fenómenos de resistencia se dividen en mono-oligo- y poligénicos (Van der Planck, 1968):

La resistencia *monogénica* se determina por genes individuales.

La resistencia *oligogénica* depende de unos cuantos genes.

La resistencia *poligénica* es gobernada por muchos genes

De acuerdo con Day (1972), la resistencia a las plagas puede ser oligogénica, poligénica, o citoplásmica.

Resistencia oligogénica.

También llamada resistencia del gene mayor, es determinada por un gene (monogénica) o por unos cuantos cuyos efectos individuales son fáciles de detectar. La

resistencia monogénica recesiva se presenta en el maíz resistente a *Diabrotica virgifera* Le C. (Pathak, 1970).

La resistencia vertical es típicamente oligogénica.

Resistencia poligénica.

La resistencia poligénica esta determinada por muchos genes, algunas veces de poco efecto individual. La herencia de los caracteres poligénicos generalmente es compleja; estos controlan cuantitativamente caracteres tales como el rendimiento y la calidad del producto. Varios sistemas de resistencia a los insectos están regidos por el control poli génico, como por ejemplo, la resistencia del Maíz *O. nubilalis* Hübner.

La resistencia horizontal es poligénica.

Resistencia citoplásmica.

Este tipo de resistencia se debe a substancias mutables que se auto duplican y que sólo se encuentran en el citoplasma. Puesto que el óvulo contribuye la mayor parte del citoplasma al cigoto, la herencia citoplásmica es maternal. Por lo general este tipo de herencia se analiza para determinar lo que cada progenitor aporta a las cruza recíprocas. Aunque es frecuente y muy importante para resistir a los patógenos (por ejemplo la susceptibilidad al tizón del maíz es citoplásmico), no se ha reportado la resistencia a los insectos (Kindler y Staples, 1968).

MÉTODOS DE CONTROL

Manejo integrado

El manejo integrado de plagas esta basado en la conjunción de todas las técnicas disponibles en un programa para manejar poblaciones de organismos perjudiciales, de modo tal de evitar las pérdidas económicas y minimizar los efectos secundarios sobre el ambiente y sus consecuencias sobre la salud humana (Metcalf y Luckman, 1994).

Control cultural

Por medio de este control, se puede reducir el ataque de la plaga y a su vez disminuir el costo, al no tener que hacer tantas aplicaciones de productos químicos, mediante las siguientes prácticas. (Molinari 1942, Halloway citado por Reed 1956, Metcalf 1962, Bonneimaison 1964, Frohilich 1970, Philbrick 1974). Destrucción de todos los cultivos de residuos de cultivos durante el otoño-invierno o a principio de la primavera, en los cuales los barrenadores pueden pasar el invierno. La destrucción se hace por rotaciones de cultivos por dos o tres años, también por barbechos a fines de otoño e invierno, seguido por rastreos que destruyan la mayor parte de las larvas en un primer estadio, cortándose las inflorescencias masculinas una semana después de la floración.

Los maíces plantados tempranamente son más atractivos para que las mariposas ovipositen su primer generación, mientras que las siembras de maíz de maduración tardía son más atractivos para la mariposa de la siguiente generación. Las etapas de desarrollo de maíz son por lo tanto un factor importante en la velocidad de oviposición y sus figuras prominentemente están determinando la necesidad para insecticidas (Barber, 1925; Hubner et al., 1928; Stirret, 1938).

Control químico

Salas (1979) demostró que el número de orificios causado por el gusano barrenador del tallo del maíz, fue mayor en los tratamientos que no se sometieron a la aplicación de insecticidas.

La aplicación de los insecticidas debe coincidir con la eclosión de los huevecillos y antes de que las larvas penetren al tallo ya que al ocurrir esto se reduce el contacto tanto con los productos químicos como con agentes bióticos de control. El tratamiento químico debe basarse en el porcentaje de plantas que tienen huevecillos o larvas pequeñas, lo cual se determina por muestreos de campo (Hedin et al 1986, Parker et al 1986 y Shaver et al 1991).

Marcos (1978) no encontró diferencia significativa entre parcelas totales y el testigo, siendo clorpirifos líquido el insecticida que mejor se comportó y Johnson (1985), reportó que las dosis más altas de azinfosmetil y monocrotofos redujeron fuertemente el daño. Para el manejo del barrenador del maíz, es necesario combinar las prácticas culturales con una oportuna fecha de aplicación de insecticida.

Dentro de todos los métodos de control, que se han usado para plagas, el químico es el más usado en la actualidad. El control debe hacerse de acuerdo a la susceptibilidad, tolerancia, resistencia, el estado fonológico de la planta, en la zona de explotación, así como de la especie de barrenadores y del estado de desarrollo del insecto. A continuación se mencionan los productos para control de barrenadores, como y cuando aplicarlos que han sido resaltados por Metclaf (1962), De Bach (1964), Torres (1973), Parisi (1973), Bautista (1981), Lagunes (1988), Currier (1990), Shaver (1991), Gray (1991) entre otros. Paratión metílico (1.0 lt. /Ha.), Azinfos metílico (3.0-3.5 lts. /Ha.), Clorpirifos (0.7 lts. /ha), Carbaril (3.0-12.0 kg. /Ha), Carburan (20-25 kg. /Ha), Metomil (0.3-0.4 kg. /Ha), Sevin granulado, Diazinon granulado y Uso de trampas con feromonas. Se recomienda hacer la primera aplicación 10 a 15 días después de la nascencia o cuando 20 a 25 plantas de 100 estén dañadas. Otros criterios que se han dado son en plantas que tengan una altura de hasta 80 cm. Y cuando haya un 50 % de plantas dañadas recientemente o bien al tener 15 % de plantas dañadas y con masa de huevecillos. También se recomienda aplicar cuando la porción de la espiga este expuesta en un 30 a 50 %, aplicándose en la parte superior de la planta y en el cogollo.

Control biológico y natural.

Muchas plagas de insectos son atacadas y destruidos por otros insectos, ácaros o también por enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus. El control natural se refiere al ataque de los organismos benéficos que se encuentran en el campo regulando la población de las plagas de los cultivos. El aislamiento y cultivo de estos parásitos y predadores en laboratorios, así como su liberación y propagación en las zonas plagadas constituye el método de combate biológico. Se hace mención, de las especies que se han encontrado afectando a los barrenadores en las diferentes etapas de su desarrollo: Beauveria bassiana, Botrytis delacroxil, Mucor botroides, Bacillus thuringiensis, Perezia pyraustae, Hexamernis microamphidis, Lixophaga diatraeae, Ipobracum spp., Apantheles spp., Trichograma minutun, Bracon spp., Diadegma terebrans, Solanopsis germinata. Reed (1956), Box citado por Cordero (1958), Metcalf (1962), De Bach (1964), Philbrick (1974), Campos (1989), Mcguirre (1990), Cline (1990), Youm (1990).

Control genético

La selección de variedades no sólo se ha efectuado para mejorar cualitativa y cuantitativamente la producción, si no para obtener variedades resistentes a diferentes condiciones ecológicas (sequía, heladas, iluminación, etc.) enfermedades (hongos, bacterias, virus etc.) e incluso insectos. (Amador y Cadena, 1992).

Consiste en el uso de genocultivares resistentes o tolerantes al ataque de barrenadores los que al sembrarse reducen el daño, por ejemplo; las variedades precoces (días a floración), son menos dañadas por el barrenador lo que puede atribuirse posiblemente a una no preferencia o escape de la planta. Por otra parte se ha verificado que para reducir el daño por barrenadores es necesario usar maíces duros (grano) y altas densidades de población son menos dañadas. Como lo señalan los trabajos de investigación genética reportados en Morelos y Veracruz (se reportaron las variedades con menos entrenudos dañados): Tuxpan antigua, Santa lucia, M412 y República dominicana (Torres 1973, Parisi 1973, Castillo 1980). Como en otros trabajos se han reportado líneas naturales tolerantes tales como es el caso de TZ14, Marino 330, HI 34, H29, DE811, entre otras. (Senmanche 1975, Soto 1980, Soo-Kwon 1989).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Las localidades de experimentación fueron: el Ejido Francia Nueva ubicado en el municipio de Chicontepec y Úrsulo Galván ambos pertenecientes al estado de Veracruz.

El Municipio de Chicontepec se encuentra ubicado en la región Huasteca, en la Zona Norte del Estado, comprendido entre las siguientes coordenadas:

Latitud norte: 20° 48'

Longitud oeste: 98° 10'

Altitud: 520.00 msnm.

Superficie: 978.00 km²

El Municipio de Úrsulo Galván se encuentra ubicado en la Zona Sur del Estado comprendido entre las siguientes coordenadas:

Latitud Norte: 19° 24'

Longitud Oeste: 96° 22'

Altitud: 20 msnm

Superficie: 149.7 Km²

El trabajo de campo se realizó en el ciclo de Otoño-Invierno del 2005.

El cultivo fue en su totalidad de temporal.

El diseño utilizado fue el de bloques al zar con un total de 10 tratamientos y 10 repeticiones para la localidad de Francia Nueva y para la localidad de Úrsulo Galván se utilizaron 8 repeticiones. Cada parcela consistió de 4 surcos con una longitud de 9.24 metros y una distancia entre surco y surco de 80 centímetros. La distancia entre plantas fue de 22 centímetros, obteniéndose así un total de 168 plantas por parcela útil, y un área total de parcela experimental de 29.56 metros cuadrados, y tomándose en cuenta para la toma de datos solo un total de parcela útil de 14.784 metros cuadrados. Todos estos aspectos fueron los mismos para ambas localidades.

El modelo matemático del diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

μ = Media General.

T_i = Efecto del Tratamiento.

B_j = Efecto de Bloque j

E_{ij} = Error Experimental para cada observación

En el cuadro 3.1 se muestran los materiales experimentales, testigos comerciales y locales con los que se trabajó en la localidad de Francia Nueva de Chicontepec Veracruz, y en el cuadro 3.2 se muestran los materiales que se utilizaron en Úrsulo Galván Veracruz.

Cuadro 3.1. Materiales utilizados en el experimento que se realizó en Francia Nueva, Chicontepec Veracruz

MATERIAL
TC1
VAN-543
543 RPC
AMARILLO (U.G.)
0713 x 0714
TC2
NEGRO*
BLANCO*
AMARILLO*
BOLOTILLO*

TC = Testigos Comerciales

* Nativos de la localidad

Cuadro 3.2. Materiales utilizados en el experimento que se realizó en Úrsulo Galván Veracruz

MATERIAL
TC1
VAN-543
543 RPC
AMARILLO (U.G.)
0713 x 0714
TC2
0715 x 0714
0716 x 0714
0718 x 0714
D-880

TC = Testigos Comerciales

Las variables a medir para las dos localidades fueron:

Rendimiento, Plantas Barrenadas y Plantas con *Fusarium spp.*

En el trabajo de campo lo que se realizó fue lo siguiente:

Para obtener los datos de cada una de las variables a evaluar se cosecho solamente 2 surcos por parcela para facilitar el muestreo y ahorrar tiempo.

Para la localidad de Chicontepec se muestrearon 5 plantas al azar por parcela para estimar el porcentaje de daño del barrenador *Diatraea lineolata*. Para cada planta muestreada se abrió la caña con una navaja para observar si presentaba orificios o minas causados por el barrenador, y si aún se encontraba el gusano en el interior del tallo. Para *Fusarium spp.*, la misma planta muestreada para barrenador se tomaba en cuenta para determinar si estaba dañada por el hongo. En cuanto a plantas Barrenadas y plantas con *Fusarium spp.*, el muestreo consistió en lo siguiente: se cosechaban cinco plantas por parcela y una planta cosechada representaba el 20%, dos plantas cosechadas representaban el 40% y así sucesivamente hasta cinco plantas que nos representaban el 100% del total de las plantas.

En la localidad de Úrsulo Galván la metodología para la toma de datos en cuanto al barrenador y a *Fusarium spp.*, fue diferente ya que en cada planta que se cosechaba se muestreaba para determinar si presentaba daño por barrenador y por *Fusarium spp.*

El factor para convertir a $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ el peso de campo fue de 15.5 % de humedad.

Los datos recabados de las dos localidades de peso de campo se transformaron a toneladas por hectárea utilizando las siguientes formulas:

$$R_{\text{to}} = \text{PS} \times \text{FC}$$

$$\text{PS} = \frac{(100 - \%H)}{100} (\text{PC})$$

$$\text{FC} = \frac{1000}{\text{APU} \times 0.845 \times 1000}$$

Donde:

R_{to} = rendimiento en $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$.

PS = peso seco.

FC = factor de conversión.

%H = Por ciento de humedad del grano.

PC = Peso de Campo.

APU = Área de Parcela Útil

Los datos de plantas con *Fusarium spp.*, y plantas Barrenadas por parcela se transformaron a porcentajes por hectárea. El análisis estadístico se realizó por separado para cada una de las localidades, y consistió en análisis de varianza y comparación de medias para rendimiento, plantas Barrenadas y plantas con *Fusarium spp.*

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados estadísticos obtenidos de cada localidad de evaluación, para la interpretación correspondiente a los datos de analizados de cada localidad se anexan cuadros y figuras. Primero se discutirán los resultados para la localidad de Chicontepec y posteriormente de Úrsulo Galván, ambas localidades pertenecientes al estado de Veracruz.

Rendimiento.

En el cuadro 4.1 se muestra el cuadro del ANVA para la variable rendimiento donde se puede observar que para la fuente de variación repeticiones hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$) por lo cual se puede decir que existe variación de una repetición a otra lo cual justifica la elección del diseño experimental de bloques al azar el cual detectó dicha diferencia, esto se puede observar en el cuadro 4.2 donde se observa que las mejores repeticiones fueron: La número uno (5.0 ton.ha^{-1}), la cinco (4.94 ton.ha^{-1}), la seis (4.81 ton.ha^{-1}), la dos (4.76 ton.ha^{-1}), la tres (4.71 ton.ha^{-1}), la cuatro (4.53 ton.ha^{-1}) y el siete (4.49 ton.ha^{-1}). Y la peor repetición con el valor más bajo es la diez (2.32 ton.ha^{-1}) respectivamente.

En lo que respecta a la fuente de variación tratamientos se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$), lo que nos indica que al menos un tratamiento es diferente de los demás estadísticamente, esto se puede observar en el cuadro 4.3 el cual muestra que hay dos tratamientos que resultaron ser superiores a los demás estadísticamente, siendo el tratamiento seis (5.4 ton.ha^{-1}) y el tratamiento cinco (4.6 ton.ha^{-1}) respectivamente, por el contrario el peor tratamiento resultó ser el tratamiento siete (3.59 ton.ha^{-1}).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia de la variable Rendimiento (ton.ha^{-1}), para la localidad de Francia Nueva, del municipio de Chicontepec, Veracruz.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Repeticiones	9	96.412	10.712	11.52	<0.0001
Tratamientos	9	30.472	3.3858	3.64	0.0007
Error	81	75.3	0.9296		
Total	99	202.18			

$$C V = 23.3 \%$$

Cuadro 4.2. Comparación de medias de repeticiones, para la variable Rendimiento (ton.ha^{-1}), de la localidad de Francia Nueva en el Municipio de Chicontepec, Veracruz.

Repetición	Media		
1	5.00	a	
5	4.94	a	
6	4.81	a	
2	4.76	a	
3	4.71	a	
4	4.53	a	
7	4.49	a	
8	3.23		b
9	2.50		b c
10	2.32		c

Duncan ($\alpha = 0.05$)

Cuadro 4.3. Comparación de medias de tratamientos, para la variable Rendimiento (ton.ha^{-1}) de la localidad de Francia Nueva en el Municipio Chicontepec, Veracruz.

Tratamiento	Media		
6	5.40	a	
5	4.60	a	b
10	4.39		b c
4	4.23		b c
3	4.21		b c
8	3.89		b c
9	3.87		b c
1	3.70		b c
2	3.59		c
7	3.40		c

Duncan ($\alpha = 0.05$)

Plantas barrenadas

El ANVA para esta variable se muestra en el cuadro 4.4, en el cual se observa que hubo diferencia significativa ($P \leq 0.01$) entre repeticiones por lo que se puede afirmar que hay una alta probabilidad de encontrar por lo menos una mejor repetición diferente a las demás, por lo que se realizó la comparación de rango múltiple para esta fuente de variación la cual se muestra en el cuadro 4.5, en el cual se puede observar que las mejores repeticiones resultaron ser las siguientes: la repetición dos (18 %) y la diez (20%), presentando menor porcentaje de infestación por el barrenador. Las peores repeticiones fueron la repetición uno (56 %), tres (48 %) y siete (42 %) que presentaron el mayor porcentaje de plantas barrenadas.

Cuadro 4.4. Cuadrados medios y significancia para la variable Plantas barrenadas (%) de la localidad de Francia Nueva, en el municipio de Chicontepec, Veracruz.

F V	GL	SC	CM	F C	Pr > F
Repetición	9	12324	1369.30	3.00	0.0039
Tratamiento	9	4164	462.67	1.01	0.4368
Error	81	36996	456.74		
Total	99	53484			

C V = 60.37

Cuadro 4.5. Comparación de medias de repeticiones para la variable Plantas barrenadas (%), para la localidad de Francia Nueva en el Municipio de Chicontepepec, Veracruz.

Repetición	Media	
1	56	a
3	48	a b
7	42	a b
8	38	a b c
6	36	a b c
4	36	a b c
5	30	b c
9	30	b c
10	20	c
2	18	c

Duncan ($\alpha = 0.05$)

Cuadro 4.6. Comparación de medias de tratamientos para la variable Plantas barrenadas (%), para la localidad de Francia Nueva en el Municipio de Chicontepepec, Veracruz.

Tratamiento	Media	
1	44	a
3	42	a
8	38	a
5	38	a
7	38	a
2	36	a
9	36	a
4	32	a
10	30	a
6	20	b

Duncan ($\alpha = 0.05$)

En cuanto a la fuente de variación tratamientos se puede observar en el análisis de varianza (cuadro 4.4) que no hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$), lo que indica que la medias de tratamientos son estadísticamente iguales, lo cual se puede comprobar en el cuadro 4.6, en este mismo cuadro se observa que sólo el tratamiento seis (20 %) tiene menor porcentaje de plantas barrenadas por lo que se puede asumir que es el mejor tratamiento.

Plantas con *Fusarium spp.*

En el cuadro 4.7 se presenta el ANVA para la variable plantas con *Fusarium spp.*, el cual detectó que para la fuente de variación repeticiones hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$), no siendo así para la fuente de variación tratamientos, lo que indica que fue efectivo usar el diseño de bloques completamente al azar. En el cuadro 4.8 se muestra dicha diferencia entre repeticiones, en el que se puede observar que la repetición menos afectada es la diez (30 %) por lo que se le considera la mejor repetición, y las segundas mejores repeticiones resultaron ser la nueve (48 %), seis (48 %), siete (52 %) y ocho (52 %), por el contrario se observa en el mismo cuadro que la repetición más afectada es la uno (72 %).

Cuadro 4.7. Cuadrados medios y significancia para la variable Plantas con *Fusarium spp.* (%), de la localidad de Francia Nueva, en el municipio de Chicontepec, Veracruz.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Repetición	9	13364	1484.80	3.00	0.0038
Tratamiento	9	4084	453.70	0.92	0.5140
Error	81	40036	494.27		
Total	99	57484			

C V = 40.7

Cuadro 4.8. Comparación de medias de repeticiones para la variable Plantas con *Fusarium spp.* (%), de la localidad de Francia Nueva, en el municipio de Chicontepec Veracruz.

Repetición	Media	
1	72	a
3	70	a b
5	64	a b
4	56	a b
2	54	a b
8	52	a b c
7	52	a b c
6	48	b c
9	48	b c
10	30	c

Duncan ($\alpha = 0.05$)

En lo referente a la fuente de variación tratamientos ya se mencionó anteriormente que no hubo diferencias significativas, lo que nos indica que todos los tratamientos resultaron ser iguales estadísticamente, esto se puede comprobar en el cuadro 4.9 el cual presenta la comparación de medias, como se puede observar hay dos grupos de medias por lo que se puede asumir que el mejor tratamiento es el ocho (38%) y el peor tratamiento el tres (62%).

Cuadro 4.9. Comparación de medias de tratamientos para la variable Plantas con *Fusarium spp.* (%), de la localidad de Francia Nueva, en el municipio de Chicontepec, Veracruz.

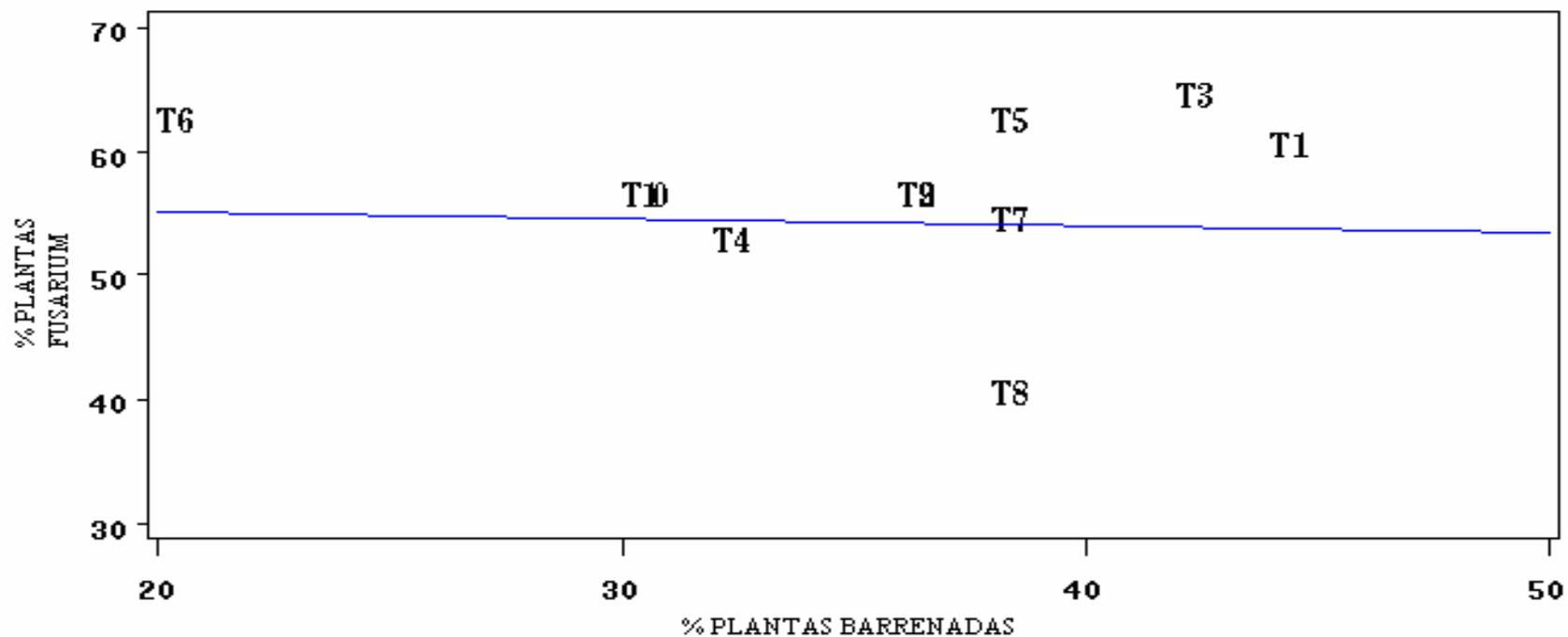
Tratamiento	Media	
3	62	a
6	60	a b
5	60	a b
1	58	a b
4	54	a b
2	54	a b
9	54	a b
10	54	a b
7	52	a b
8	38	b

Duncan ($\alpha = 0.05$)

En la figura 4.1 se muestra la asociación que hay entre las plantas barrenadas y las plantas con *Fusarium spp.*, como se puede observar no hay una relación muy clara entre estas dos variables, ya que la variable plantas con *Fusarium spp.*, debe estar en función de las plantas barrenadas, esto es que el porcentaje de plantas barrenadas debe ser proporcional al porcentaje de plantas con *Fusarium spp.* y en la grafica se muestra lo contrario, esto tal vez se debe a que el hongo no estaba presente en la planta barrenada.

Al no encontrar asociación entre plantas con *Fusarium spp.* y plantas barrenadas en la figura 4.1, se concluyó que la falta de asociación entre estas dos variables se debía a que el tratamiento seis y el tratamiento ocho estaban afectando de manera negativa el comportamiento de la recta de regresión por lo que se optó por realizar una segunda gráfica en la que se eliminaron los tratamientos seis y ocho, la cual se muestra en la figura 4.2.

En la figura 4.2 se ve claramente la asociación existente entre las dos variables ya que se observa como al incrementarse el número de plantas Barrenadas se incrementa el número de plantas con *Fusarium spp.*



Regression Equation:
PF = 56.29395 - 0.058021*PB
RSQUARE=0.0033031184

Figura 4.1. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal de plantas con *Fusarium* vs. Plantas barrenadas Utilizando todos los tratamientos. Francia nueva; Chicontepec, Veracruz.

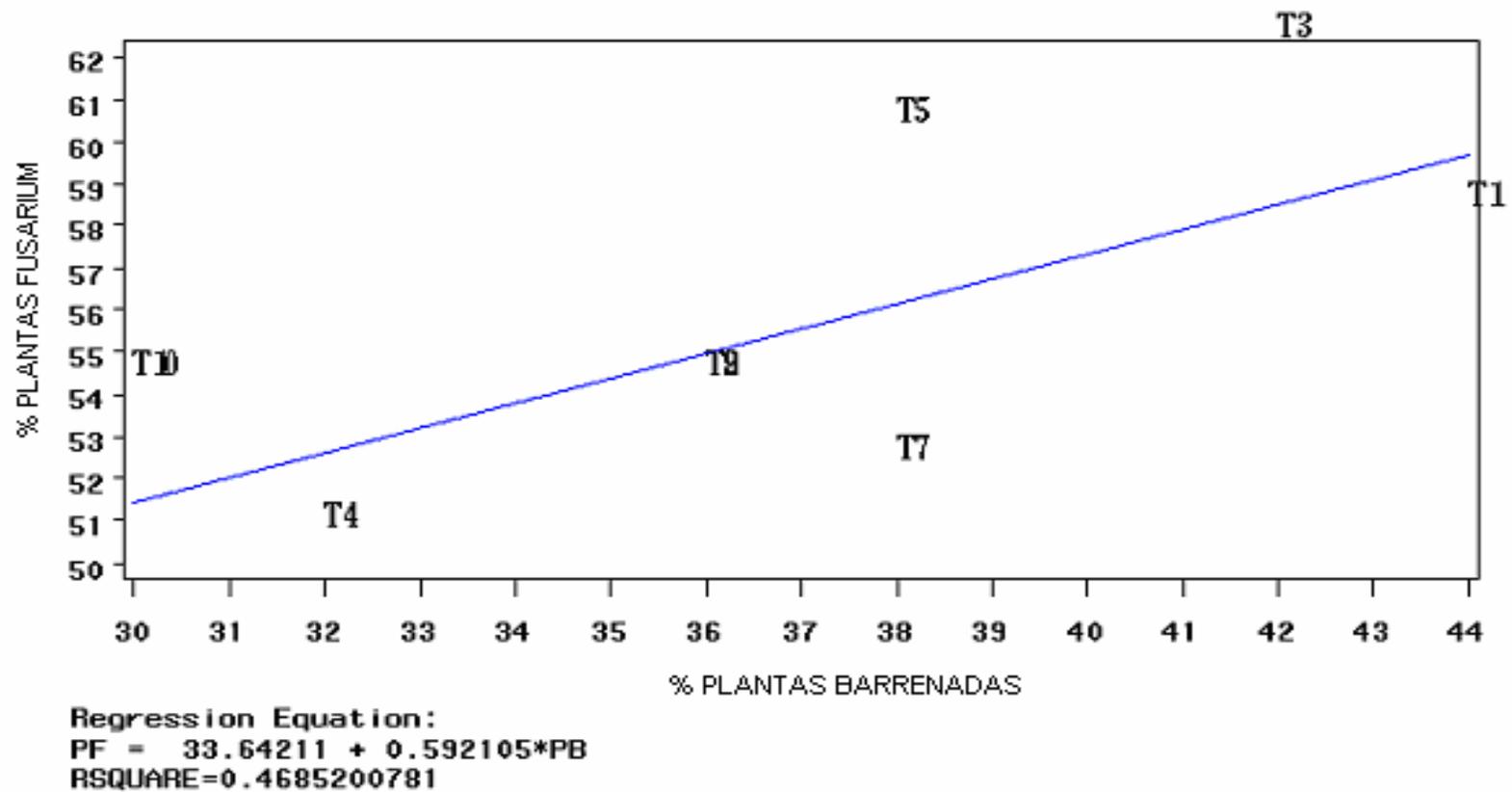


Figura 4.2. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal de plantas con *Fusarium spp.* vs. plantas barrenadas

En la figura 4.3 se puede observar como afecta la larva del barrenador neotropical al rendimiento, ya que al aumentar el porcentaje de cañas barrenadas el rendimiento de maíz tiende a disminuir, esto se debe a que la larva al barrenar el tallo del maíz cuando el rendimiento biológico aún no ha alcanzado su madurez fisiológica, destruye la fuente de translocación de nutrientes, por lo que la mazorca no llena completamente su grano y provoca que la misma planta al no alimentarse de los nutrientes que provee el sistema radical se alimente de sus reservas nutritivas que en este caso el almacén es la mazorca.

En otras investigaciones se ha encontrado que las disminuciones en el rendimiento son ocasionadas por los daños que provocan las larvas, estas se alimentan primero de tejido foliar y a los dos o tres días (Alvarado et al., 1980) o después del segundo estadio (Greco, 1995) las larvas penetran en el tallo.

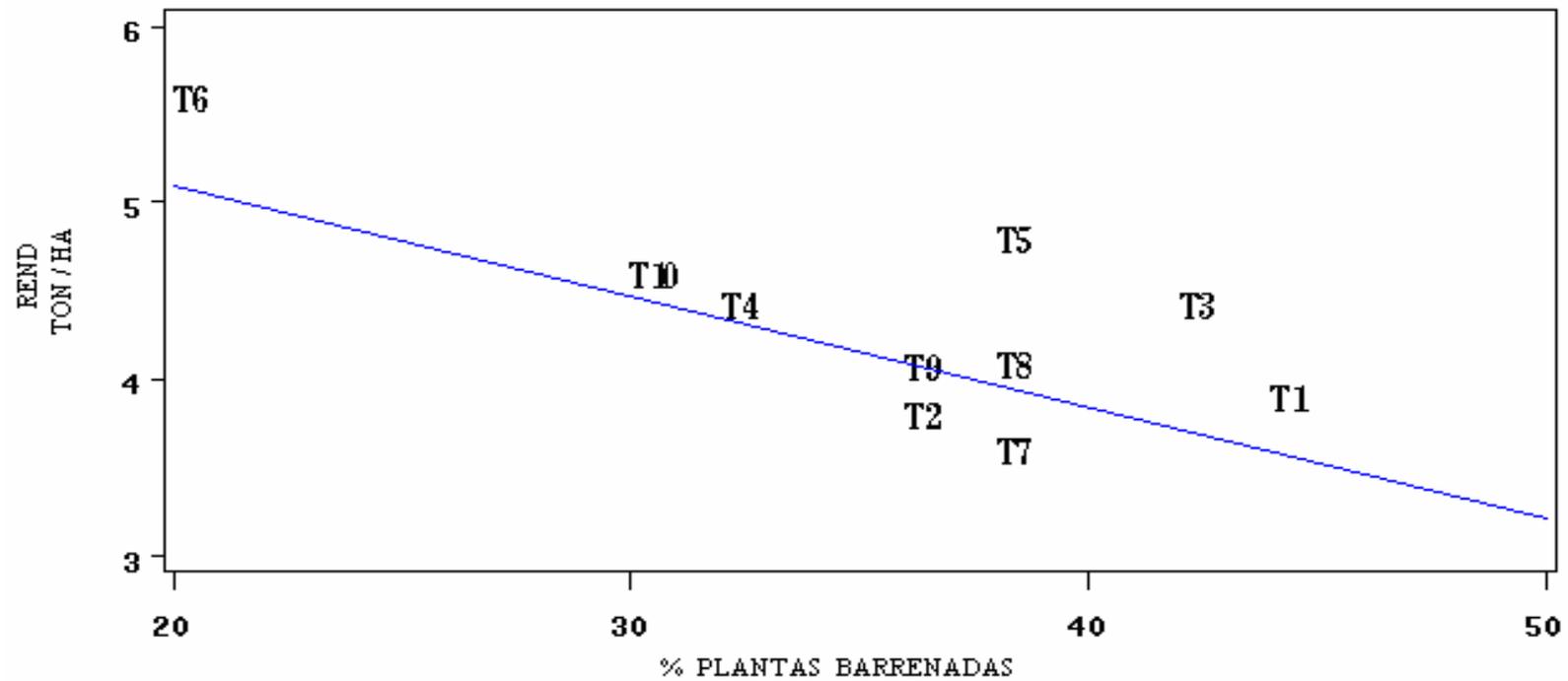
En esta misma figura se puede apreciar que el tratamiento con más rendimiento y menos porcentaje de cañas barrenadas es el tratamiento seis (TC1), esto se debe a que este material presenta un tallo muy duro, siendo su consistencia fibrosa el impedimento para que las larvas puedan barrenarlo y por consecuencia mejor translocación de nutrientes y una respuesta fisiológica más eficiente que manifiesta mayor rendimiento.

El tratamiento cinco (testigo experimental) resultó ser uno de los materiales con un buen promedio en rendimiento y un alto porcentaje de cañas barrenadas, por lo que se puede decir que este material tiene la capacidad fisiológica para tolerar el ataque del

barrenador y producir buen rendimiento, esto se puede deber a que la planta fue invadida cuando la mazorca ya estaba en madurez de fisiológica, o puede deberse a que la planta manifiesta algún tipo de resistencia, lo que es favorable ya que podría servir como para incorporar resistencia genética a otros materiales de alto rendimiento.

La ecuación de la regresión ($\text{Rend.} = 6.357378 - 0.06292 * \% \text{PB}$) muestra que el rendimiento disminuye 629.2 Kg. por cada 10 % que se incremente el porcentaje de cañas barrenadas.

El maíz además de los problemas agronómicos, que usualmente tiene, en México es atacado por muchas plagas, entre las cuales se reporta a diferentes especies de barrenadores de maíz *Diatraea* spp. (García et al., 1981) las cuales son muy destructivas pudiendo reducir entre 15-50 % los rendimientos (Marcos 1978).

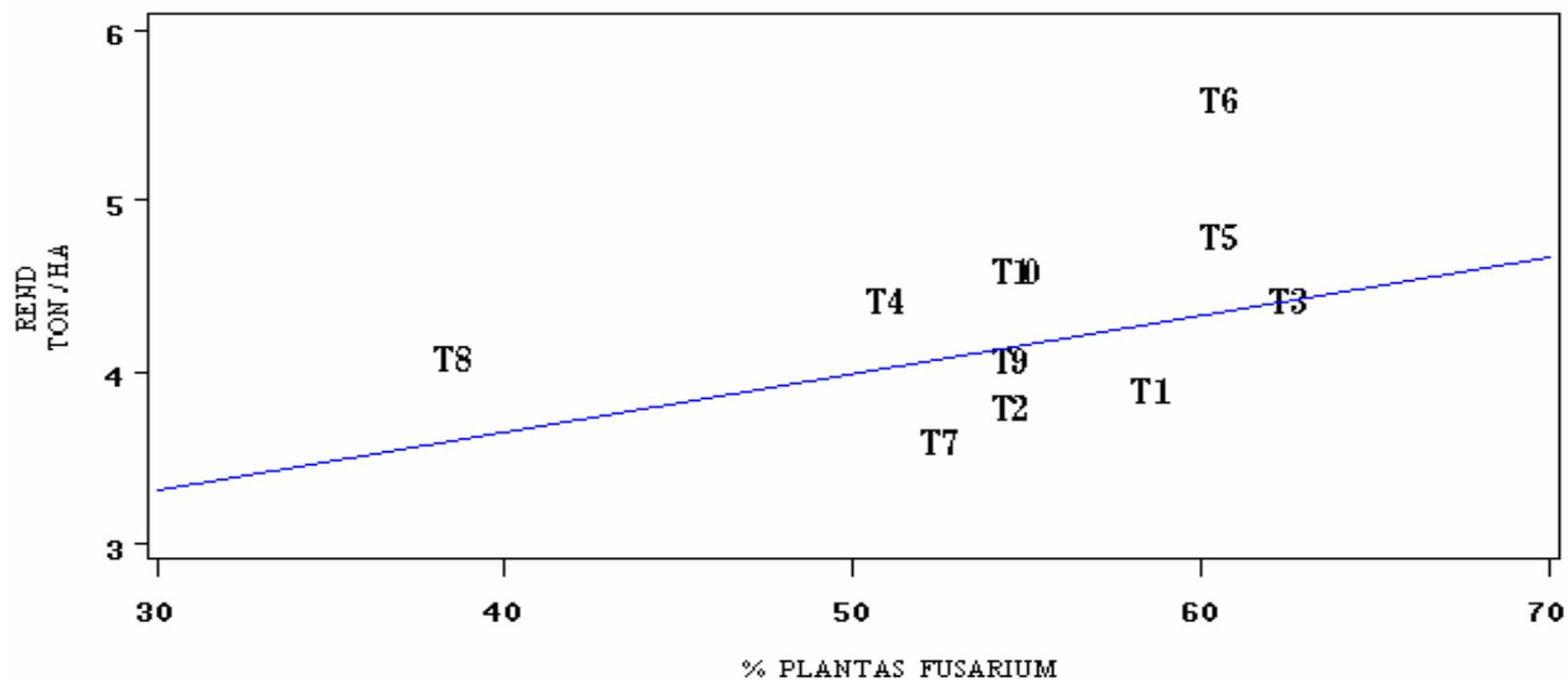


Regression Equation:
 $REND = 6.357378 - 0.06292 * PB$
 RSQUARE = 0.541063098

Figura 4.3. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal del rendimiento vs. Plantas barrenadas.
 Francia nueva; Chicontepec, Veracruz.

La figura 4.4 muestra la gráfica de la variable rendimiento y porcentaje de plantas con *Fusarium spp.*, esta grafica se realizó para ver la influencia que tiene *Fusarium spp.*, sobre el rendimiento.

Como se puede ver en la figura hay una relación positiva, ya que al aumentar el porcentaje de plantas con *Fusarium spp.*, hay una tendencia del rendimiento a aumentar. Esto no debería ser así ya que el hongo *Fusarium spp.*, al afectar los tejidos de conducción de nutrientes afecta directamente el transporte de nutrientes al almacenamiento de reservas (mazorca) provocando una disminución del rendimiento. Ésta relación positiva tal vez se debe a que el ataque de este hongo se manifestó después de que la mazorca ya había alcanzado su madurez fisiológica ó que la planta es tolerante al ataque del hongo.



Regression Equation:
 $REND = 2.287509 + 0.033969 * PF$
RSQUARE = 0.160726171

Figura 4.4. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal del rendimiento vs. plantas con *Fusarium spp.* Francia nueva; Chicontepec, Veracruz.

A continuación se muestran los resultados del análisis estadístico, la comparación de rango múltiple y las figuras de las variables estudiadas para la localidad de Úrsulo Galván.

Rendimiento

En el cuadro 4.10 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento donde se puede observar que para la fuente de variación repeticiones hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$), indicando esto que existió variación entre las mismas, lo que justifica la utilización del diseño experimental de bloques completamente al azar, esto se puede observar en el cuadro 4.11 el cual muestra que la comparación de medias separó los valores en tres grupos estadísticos, encontrando así que la mejor repetición es la cinco (4.79 ton.ha^{-1}) y las segundas mejores repeticiones son la uno (4.08 ton.ha^{-1}) y la cuatro (3.98 ton.ha^{-1}), la peor repetición estadísticamente es la ocho (2.68 ton.ha^{-1}).

Cuadro 4.10. Cuadrados medios y significancia de la variable Rendimiento (ton.ha^{-1}), para la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Repeticiones	7	29.701	4.243	2.94	0.0099
Tratamientos	9	24.220	2.691	1.87	0.0738
Error	63	90.874	1.442		
Total	79	144.796			

C V = 32.96 %

Cuadro 4.11. Comparación de medias de repeticiones para la variable Rendimiento ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.

Repetición	Media	
5	4.79	a
1	4.08	a b
4	3.98	a b
3	3.60	b c
2	3.52	b c
6	3.47	b c
7	3.03	b c
8	2.68	c

Duncan ($\alpha = 0.05$)

Con respecto a la fuente de variación tratamientos se observa en el cuadro 4.10 que el análisis de varianza no encontró diferencias significativas por lo que se puede decir que todos los valores son estadísticamente iguales, esto se puede corroborar en el cuadro 4.12 el cual muestra la comparación de medias, en este cuadro se observa que excepto el tratamiento uno ($2.12 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.12. Comparación de medias de tratamientos para la variable Rendimiento ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.

Tratamiento	Media	
4	4.312	a
3	4.175	a
6	3.987	a
2	3.862	a
10	3.750	a
9	3.662	a
7	3.512	a b
5	3.512	a b
8	3.450	a b
1	2.212	b

Duncan ($\alpha = 0.05$)

Plantas Barrenadas

Para la variable plantas barrenadas se muestran los resultados estadísticos del análisis de varianza en el cuadro 4.13 en el que se puede observar que para la fuente de variación repeticiones hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$), lo que justifica la elección del diseño de bloques completamente al azar, por tal motivo se presenta en el cuadro 4.14 la comparación de medias entre repeticiones encontrando que las mejores repeticiones son: la siete que es la que presenta el menor número de cañas barrenadas con un promedio de (57.51 %) y la segunda mejor repetición es la ocho (62.34 %), las demás repeticiones son las que tuvieron más ataque por barrenación, por lo tanto son estadísticamente las peores repeticiones.

Cuadro 4.13. Cuadrados medios y significancia para la variable Plantas Barrenadas (%) de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Repetición	7	643.53	91.9	3.05	0.0079
Tratamiento	9	5744.06	638.2	21.19	<.0001
Error	63	1897.40	30.1		
Total	79	8285.00			

$$C V = 8.5$$

Cuadro 4.14. Comparación de medias de repeticiones para la variable plantas barrenadas (%), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.

Repetición	Media	
2	67.26	a
1	65.74	a
5	65.58	a
4	65.37	a
6	65.27	a
3	64.17	a
8	62.34	a b
7	57.51	b

Duncan ($\alpha = 0.05$)

En lo que respecta a la fuente de variación tratamientos se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$), indicando esto que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, las cuales se muestran en el cuadro 4.15, como se puede observar el mejor tratamiento estadísticamente es el siete con menor porcentaje de cañas barrenadas (56.9 %) y el tratamiento con mayor número de cañas barrenadas es el uno con (88.46 %), siendo este el peor tratamiento estadísticamente.

Cuadro 4.15. Comparación de medias de tratamientos para la variable Plantas Barrenadas (%), de la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz.

Tratamiento	Media	
1	88.46	a
8	64.42	b
4	64.11	b
3	63.80	b
2	62.93	b c
5	62.75	b c
10	60.50	b c
6	59.40	b c
9	58.22	b c
7	56.90	c

Duncan ($\alpha = 0.05$)

Plantas con *Fusarium spp.*

En el cuadro 4.16 se muestra el análisis de varianza para la variable plantas con *Fusarium spp.*, en el cual se puede observar que para la fuente de variación repeticiones hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$), por lo que se procedió a realizar la comparación múltiple de medias, estos datos se presentan en el cuadro 4.17 en el cual se puede observar que las repeticiones superiores son la siete (54.72%) y la uno (57.06%) respectivamente y las peores repeticiones estadísticamente son la ocho (60.9%), tres (63.98%), seis(64.28%), cuatro(64.39%), cinco (64.55%) y dos (67.42%).

Cuadro 4.16. Cuadrados medios y significancia, de la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz.

F V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Repetición	7	1291.10	184.44	4.21	0.0007
Tratamiento	9	5763.06	640.34	14.60	<.0001
Error	63	2762.37	43.84		
Total	79	9816.54			

C V = 10.6

Cuadro 4.17. Comparación de medias de repeticiones para la variable Plantas con *Fusarium spp.*, (%), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.

Repetición	Media
2	67.42 a
5	64.55 a
4	64.39 a
6	64.28 a
3	63.98 a
8	60.90 a b
1	57.06 b
7	54.72 b

Duncan ($\alpha = 0.05$)

En cuanto a la fuente de variación tratamientos el análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P \leq 0.01$), lo que indica que al menos un tratamiento es diferente a los demás estadísticamente, o que hubo diferencias entre estos, esto se puede comprobar al observar el cuadro 4.18 donde se puede observar que hay un tratamiento superior siendo este el tratamiento siete (53.06%) y siendo el peor tratamiento estadísticamente el uno (86.05%)

Cuadro 4.18. Comparación de medias de tratamientos para la variable Plantas con *Fusarium spp.*, (%), de la localidad Úrsulo Galván, Veracruz.

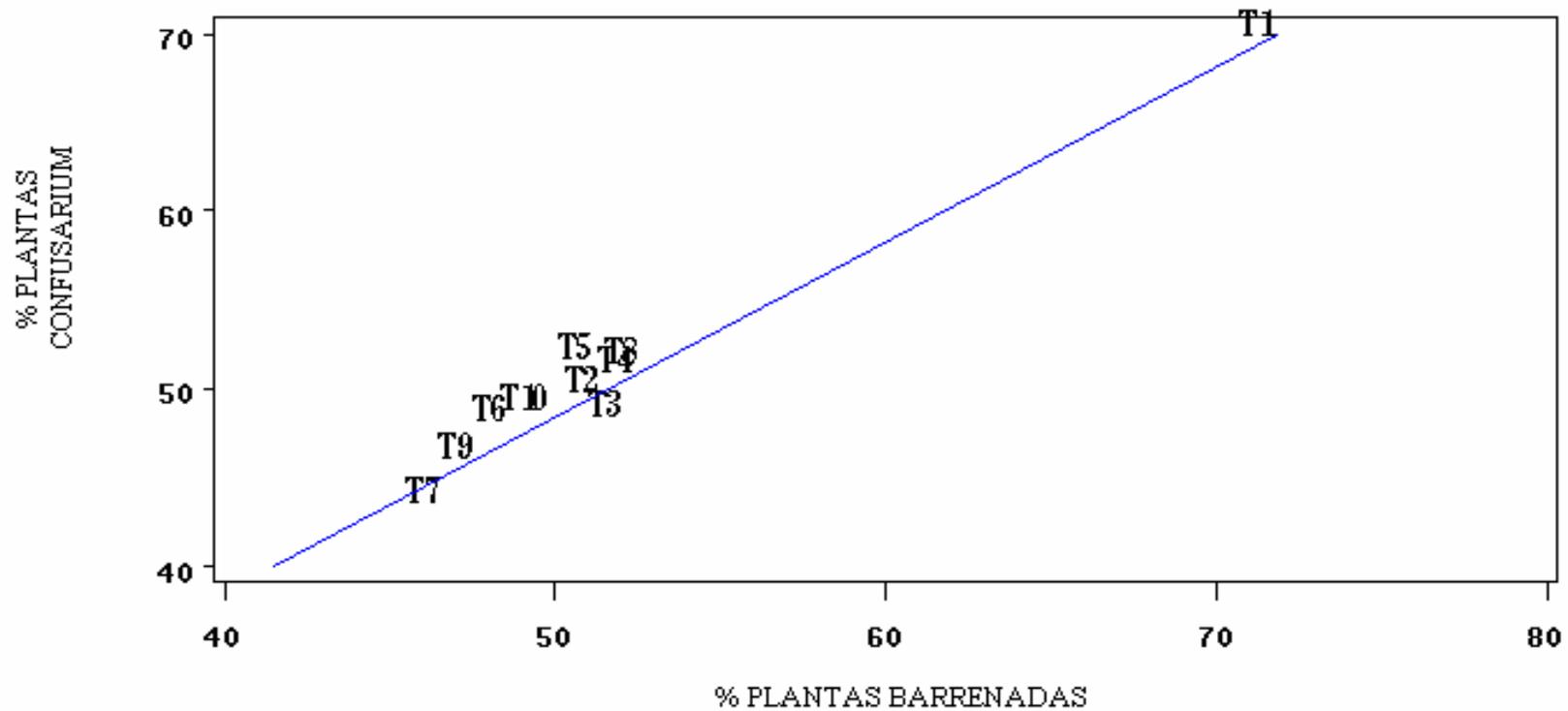
Tratamiento	Media	
1	86.05	a
5	63.18	b
8	62.80	b
4	62.12	b
2	60.78	b
10	59.56	b c
3	59.12	b c
6	58.77	b c
9	56.15	b c
7	53.06	c

Duncan ($\alpha = 0.05$)

En la grafica 4.5 se aprecia como al incrementar el porcentaje de plantas barrenadas se incrementa el porcentaje de plantas con *Fusarium spp.*, esto se debe a que los orificios provocados por el barrenador son la puerta para que entre el hongo, en otros trabajos de investigación se encontró que los barrenadores propician la entrada de patógenos por las galerías que hacen en el tallo (Reagan y Flynn 1986).

Al respecto (Leiva y Iannone, 1993). Mencionan que los efectos indirectos son el quebrado de plantas desde la fructificación a la cosecha, ingreso de diversos patógenos, siendo la podredumbre del tallo (*Fusarium spp.*, spp. y *Sclerotium bataticola*) la enfermedad más común, y pérdidas durante la cosecha por caída de espigas como consecuencia del barrenado del pedúnculo y base de las mismas

La ecuación determinó que por cada 10 % en el incremento de plantas barrenadas se incrementó el porcentaje de plantas con *Fusarium spp.*, en un 9.8% lo cual corrobora la asociación entre el barrenador y *Fusarium spp.*



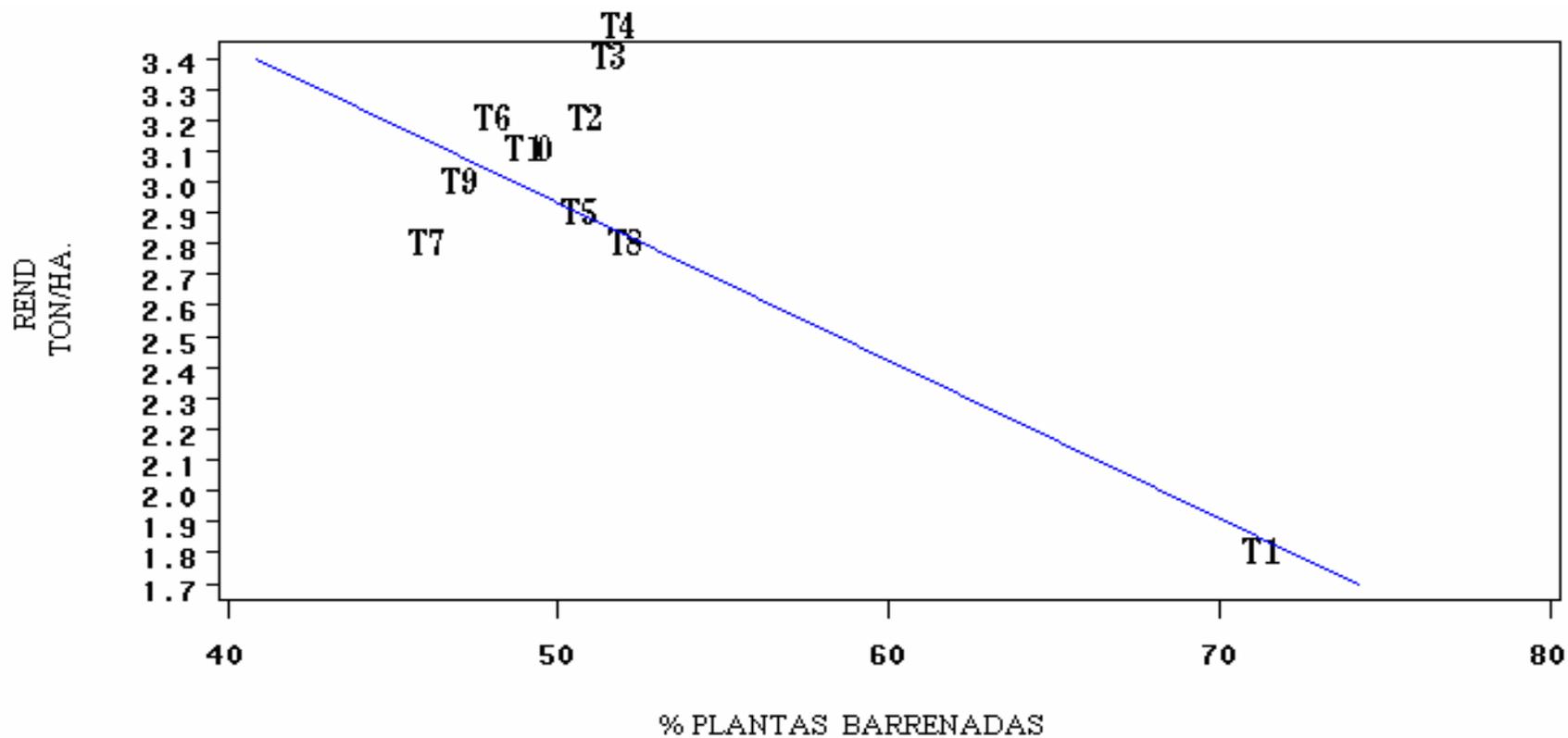
Regression Equation:
 $FUS = -1.008584 + 0.988662 * PB$
 RSQUARE=0.9716600683

Figura 4.5. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal de plantas *Fusarium spp.* vs. Plantas barrenadas

En la figura 4.6 se muestra la grafica de la asociación que hay entre el rendimiento y el porcentaje de plantas barrenadas, en ésta grafica se observa la línea recta de la regresión, en la cual se muestra la tendencia a disminuir del rendimiento al incrementarse el porcentaje de plantas barrenadas.

La ecuación de la regresión demuestra que por cada 10 % que aumente las plantas barrenadas provoca un decremento del rendimiento de 510.76 Kg.

En plantas desarrolladas, el efecto directo por la construcción de galerías produce disminución del rendimiento de la planta al cortar los haces vasculares y disminuir la conducción de fotoasimilados a la espiga (Alonso y Miguez, 1984). Según (Iannone, 2001; Serra, 2003). La presencia de un orificio o entrenado barrenado por tallo genera una disminución de 2 a 2,5 quintales por hectárea

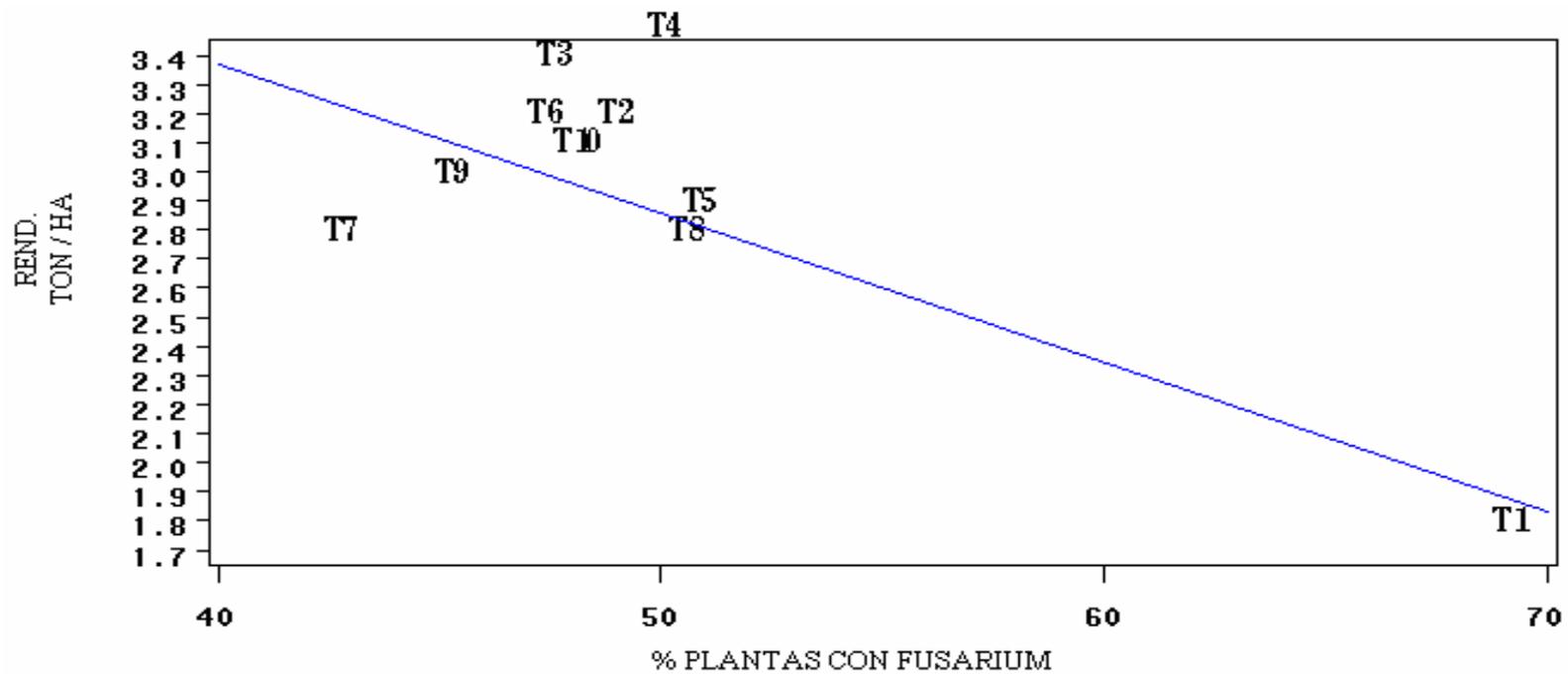


Regression Equation:
 $REND = 5.489166 - 0.051076 * PB$
 $RSQUARE = 0.5917815819$

Figura 4.6. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal del rendimiento vs. Plantas barrenadas
 Úrsulo Galván, Veracruz.

En la figura 4.7 se puede observar que el rendimiento también es afectado por el hongo *Fusarium spp.*, ya que el rendimiento tiende a disminuir al incrementarse el porcentaje de plantas con *Fusarium spp.* La ecuación muestra que por cada 10 % en el incremento de plantas con *Fusarium spp.*, el rendimiento disminuye 512 Kg.

La "pudrición de la raíz y del tallo" constituye una de las principales enfermedades del maíz en otras partes del mundo. La enfermedad causa la muerte prematura de las plantas e incrementa la probabilidad de acame. La muerte prematura induce la producción de espigas vanas y granos livianos y pequeños, aunque algunas pudriciones del tallo afectan a partir de la segunda mitad del ciclo de cultivo, cuando todas las plantas están en activo crecimiento, las que ocurren hacia el final del ciclo son las más comunes e importantes. Estas últimas pueden ser causadas por varios hongos que atacan cuando los tejidos del tallo y raíz comienzan a senescer. Sin embargo, en la mayoría de los casos, estas enfermedades comienzan a establecerse tardíamente en la estación, causando las mayores pérdidas de cosecha por rotura del tallo, acamado de las plantas y obstruyendo las vías de transporte de nutrientes. Agrios (1997) estima entre 10 y 30% a las pérdidas que causa esta pudrición.



Regression Equation:
 $REND = 5.414141 - 0.0512 * FUS$
 $RSQUARE = 0.5982146996$

Figura 4.7. Gráfica en la que se muestra la recta de regresión lineal del rendimiento vs. Plantas *Fusarium* Úrsulo Galván, Veracruz.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados anteriores se concluye que:

- La infestación se concentra en un 50-60% del total de las plantas cultivadas.
- Existe una asociación positiva entre plantas barrenadas por *Diatraea lineolata* y *Fusarium spp.*, ya que en el caso de Francia Nueva por cada 10% de plantas barrenadas, las plantas dañadas por *Fusarium spp.* se encontraba en 5.9 % y para el caso de Úrsulo Galván por cada 10% de plantas barrenadas, las plantas dañadas por *Fusarium spp.*, era de 9.8%.
- Por cada 10% de plantas Barrenadas se pierden de 500 a 600 Kg. de maíz por hectárea.
- En rendimiento los mejores tratamientos resultaron ser el tratamiento seis (TC2) para la localidad de Chicontepec. y el tratamiento cuatro (AMAR U.G.) para la localidad de Úrsulo Galván. Los tratamientos más resistentes al ataque de *Diatraea lineolata* son el tratamiento seis (TC2) y el tratamiento diez (Bolotillo) para la localidad de Francia Nueva y el tratamiento siete (0715 x 0714) y nueve (0718 x 0714) para la localidad de Úrsulo Galván. Los tratamientos más resistentes al ataque de *Fusarium spp.* son el tratamiento ocho (Blanco) para la localidad de Francia Nueva y el tratamiento siete (0715 x 0714) para la localidad de Úrsulo Galván.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estos mismo trabajos pero ahora con diferente forma de muestreo.
- Los tratamientos experimentales con resistencia al barrenador se pueden utilizar como fuente de resistencia para incorporar esta característica a otros materiales.
- Realizar este mismo estudio en más localidades del Estado y en las dos épocas de siembra del año.

VII. LITERATURA CITADA

- Ainslie, G.G. 1919. The larger corn stalk-borer USDA Farmers Bull. 1025.
- Alonso, S. N. y F. N. Miguez, 1984. El barrenador del tallo del maíz. Crea 109: 20-30
- Alvarado, L., J. Basail, J. Bonel, J. Brasesco, A. Codromaz de Rojas, A. Conde, A. Coscia, E. Dagoberto, y otros. 1980.
- Alvarez, M. del P., G. Eyhérbide y D. Presello, 1997. Comportamiento de Híbridos Comerciales de Maíz Bajo Infestación Natural y Artificial del Barrenador del Tallo (*Diatraea saccharalis* Fab.). Rev. de Tecnología Agrop. INTA, Pergamino. II (5): 40-43.
- Agarwal, R.A. 1969. Morphological Characteristics of Sugarcane and Insect Resistance.
- Amador, P. J. F. 1992. Daño del Barrenador *Diatraea lineolata* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) a Tallos de Maíz Bajo Riego en Úrsulo Galván, Veracruz. Tesis UAAAN. 41 p.
Entomol. Exp. Appl. 12: 767-776.
- Barber, G.W.1925. A Study of the Cause of the Decrease in the Infestation of the European Corn Borer (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) in the New England Area During 1923 Ecology 6:39-47.
- Bautista, V. J. 1981. Prueba Comparativa de Insecticidas, 4 Concentrados, 1 Polvo Huméctable y un Granulado para el Control del Gusano Cogollero *Spodoptera spp* y barrenador del Maíz *Diatraea spp* en el Cultivo del Maíz. Tesis U.A.N.L. 46 p.
- Bleszynsky, S. 1969. Pest of Sugarcane. Elsevier Publishing Co. New. York. 11- 41 p.
- Bonneimaison, L. 1964. Enemigos Animales de las Plantas Cultivadas y Forestales. Editorial Oiskos-taw, S.A. 496 p.
- Box, H. E. y Videla, P. 1951. Apuntes de Agronomía Trópical. Caracas, Venezuela. (1): 223 - 236.
- Cadena M. I. 1992. Daño de *Diatraea lineolata* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) a Tallos de Maíz Temporalero en el Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. Tesis UAAAN. 31 p.
- Campos, F. 1989. Genetic Resistance of Corn Inbreeds to Second-Generation European Corn Borer (Lepidoptera: Pyralidae). J. Econom. Entomol. 82 (4): 1207-1211.
- Castillo, E.J. 1980. Resistencia de 3 Variedades y un Híbrido de Maíz al Ataque de Gusano Cogollero *Spodoptera exigua*, Barenador *Diatraea lineolata* y Elotero *Eliothis zea* Durante el Ciclo de Primavera Verano, Tesis UANL. 82 p.

- Cartwright, O.L. 1934. The Southern Corn Stalk Borer (*Diatraea Crambidoides* (Grote) in South Carolina. South Carolina Agric. Epx. Stn. Bull. 294.
- Chirinos, A. y Enkerlin, S.D. 1962. Descripción de Daño Hecho por *Diatraea saccharalis* (F.) y su Relación con la Reducción de Rendimiento en Maíz Memorias III Congreso Nacional de Entomología. Soc. Mex. de Entomol. 39 p.
- Cordero, R. P. 1958 y Metclaf R.L. 1962. Poblaciones y Control de Barrenador del Maíz *Diatraea* spp. Tesis. ITESM. 33 P.
- Currier, D. R. 1990. Residual Efficacy of Chlorpyrifos 4E Applied Through a Center – Pivot Irrigation System on European Corn Borer (Lepidóptera: Pyralidae) Larvae. J. Econom. Entomol. 83(3): 1049 -1052.
- Cline, L. D. 1990. Reduction in Almond Moth (Lepidóptera: Pyralidae) Infestations Using Commercial Packaging of Foods in Combination With the Parasitic Wasp, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) J. Econom. Entomol. (83) 3: 1049 – 1052.
- Davis, E.G., J.R. Horton, C.H. Gable, E.V. Walter, and R.A. Blanchard. 1933. The Southwestern corn borer. USDA Tech. Bull. 388.
- Davis, F.W. and Williams, P. 1986. Survival Growth and Development of Southwestern Corn Borer on Resistant and Susceptible Maize Hybrids. J. Econom. Entomology 79:847-851
- Davis, P. M. 1991. Injury Profiles and Yield Responses of Seedling Corn Attacked by Stalk Borer (Lepidoptera: Pyralidae). J. Econom. Entomol. 84 (1): 294-299.
- Day, P.R. 1972. Crop Resistance to Pests and Pathogens. Págs 257-271 en Pests Control Strategies for the Future. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- De Bach, P. 1964. Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas. Editorial Continental México. 930 p.
- Díaz, P.R. 1957. Susceptibilidad de Algunos Mestizos de Maíz al Ataque del Barrenador *Diatraea saccharalis* y *Diatraea lineolata*. Tesis ITESM. N.L. México. 87-88 p.
- Dyar, H.G. and Heinrich,. 1927. The American Moths of *Diatraea* and Allies. U.S. Nat. Mus. Proc. 71:48-1.
- Everett, T.R., H.C. Chiang, y E.T. Hibbs. 1958. Some Factors Influencing Populations of European Corn Borer [*Pyrausta nubilalis* (Hubn.)] in the North Central States. *Minn. Agric. Exp. St. tech. bull* 229: 1-63.
- F.A.O. 1970. Lucha Integrada Contra las Plagas. Folleto Informativo. 4 p.
- Flores, C.S 1951. Plagas y Enfermedades de la Caña de azúcar en Algunos Ingenios de la Republica Mexicana. Primera Asamblea Latinoamericana de Fitoparasitología. México D.F. Foll. Mis. (4): 302-320.
- Frihilich., G. 1970. Enfermedades y Plagas de las plantas Tropicales, Descripción y Lucha. Editorial UTEHA. México. 376 p.
- García, L.R. 1956. Estudio de Correlación en Mestizos de Maíz para Gusano Barrenador *Diatraea* spp. Tesis ITESM. N.L. México. 88-95 p.
- García. M.C. 1981. Lista de Insectos y Ácaros Perjudiciales a los Cultivos en México. Fitofilo. No. 86. SARH. DGSV. 196 p.
- González Llanos, R., M. V. Gaitán y A. Etiennot, 1988. Comparación de dos métodos de control químico de Barrenador del tallo del maíz (*Diatraea saccharalis* Fab.). IV Congreso Nacional del Maíz. Pergamino, AIANBA. Bs. As. 70-76

- Halloway, T.E. et al. 1928. The sugarcane Moth Borer in United States. USDA. Washington D.C. Bull. (41): 1-74
- Hedin, P.A. Davis, F.M. and Dickens, J.C. 1986. Identification of the Sex Attract and Pheromone of the Southwestern Corn Borer. *J. Chem. Ecol.* 12:2051-2063
- Gray, M.E. 1991 European Corn Borer (Lepidoptera: Pyralidae) Moth Captures in Aerial Water Pan Traps Influenced by Replacement of Pheromone at Different Intervals. *J. Econom. Entomol.* 84 (4) : 1196 – 1202.
- Greco, N. 1995. Densidad y Número de Generaciones de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) en el Maíz de la Zona Marginal Sur de la Región Maicera Típica de la Argentina. *Rev. Fac. de Agr., La plata.* 71 (1): 61-66
- Huber, L.L., C.R. Neiswander, and R.M. Salter. 1928. The European corn borer and its environment. *Ohio Agric. Epx. Stn. Bull.* 429.
- Iannone, N. 2001. Control químico de *Diatraea* Tecnología que Apunta a la Alta Producción. *Revista de tecnología agropecuaria. Divulgación técnica del INTA Pergamino.* Vol. VI. No. 17. pp.33-37.
- Ingram J.W. and Bynum E.K. 1946. The Sugarcane Borer. Washington D.C. Farms Bull. (1884):17.
- Ingram, J.W., and E.K. Bynum. 1941. The Sugarcane Borer. *USDA Farmers. Bull.* 1884
- INTA, 1998. Guía Práctica para el Cultivo de Maíz. Actualización 1998. Eds. INTA; S.A.G.P. y A. y Cambio rural. pp. 13.
- Jagat, A.B., Naik, L.M. and Salunkhe G.N. 1976. Comparative Efficacy of Some Insecticides Against Jowar Shoot Fly. *Field Crop Abstracts* 29 (4):2845.
- Johnson, K.J. 1985. Seasonal Occurrence and Insecticidal Suppression of *Eoreuma loftini* in Sugarcane. *J. Econom. Entomol.* 78:960-966.
- Jugenheiner, R. W. 1981. Maíz. Editorial Limusa, México. 841 P.
- Kevan, M.E. 1945. The Neotropical Corn Stalk Borer *Diatraea lineolata* and the Sugarcane Moth Borer *Diatraea saccharalis* is Maize Pest in Trinidad With Notes From Grenada *Tropical Agriculture.* 20 (9) : 167-174 .
- Kindler, S.D. y R. Staples. 1968. Lack of Cytoplasmic Inheritance of Alfalfa Resistance to the Spotted Alfalfa Aphid. *J. Econ. Entomol.* 61: 1455-1456.
- Knutson, A.E. 1989. Temperature Dependent Model for Predicting Emergence of Adult Southwestern Corn Borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Texas. *J. Econom. Entomol.* 82 (4): 1230-2136.
- Kogan, M., y E.F. Ortman. 1978. Antixenosis – A new Term Proposed to Define Painter’s “Nonpreference” Modality of Resistance. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 24: 175-176
- Lagunes, T. A. 1988. Combate químico de Plagas Agrícolas en México. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de postgraduados Chapingo. 266 p.
- Leiby, R.W. 1920. The larger corn stalk-borer in North Carolina, North Carolina Dept. Agric. 41:No 274.
- Lozano, A.J. 1973. Estudio de Resistencia de tres Selecciones de Maíz al Complejo de barrenadores del tallo. Tesis sin publicar ITESM.

- Macguirre, M. R. 1990. Field Evaluation of Granular Starch Formulations of *Bacillus thuringiensis* Against *Ostrinia nubilalis* (Lepidóptera: Pyralidae). *J. Econom. Entomol.* 83(6): 2207 - 2210.
- Maxwell, F.G. y Jennings, P. R. 1980. *Breeding Plant Resistance to Insects*. Wiley N.Y. U.S.A. 322 P.
- Medrano, C.F. 1959. Observaciones Estadísticas Sobre la Resistencia a *Zea diatraea* spp., En Ciertos Híbridos de Maíz. Tesis ITESM. N.L. México 88 – 89 p.
- Metcalf, C.L. y Flint, W.P. 1978. *Insectos Destructivos e Insectos Útiles*. Primera Ed. Continental S.A. México D.F. 555 – 560 P.
- Metcalf, R. L. y W. H. Luckman, 1994. *Introduction to Insect Pest Management*. John Wiley y Sons, New York
- Metcalf, R. L. y W. H. Luckman, 1992 *Introducción al Manejo de Plagas de Insectos* Ed. Limusa. Pág. 123-172.
- Meza, R.O. 1973. Efecto del Número de Surcos Sobre el Ataque del Gusano Barrenador *Diatraea* spp. Tesis ITESM. N.L. México. 37-40p.
- Molinari, C. O. 1942. *Entomología Agrícola*. Editorial. 930 p.
- Muller, K.O., 1959. Hypersensitivity. *In Plant Pathology*, J.G. Horsfall, y A.E. Diamond, Eds., Vol. 1 *Academic Press*, Nueva York, Págs. 469-519
- Omelio, S. JR. 1990. Oviposition Preference by the Sugarcane Borer (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Econom. Entomol.* 83 (3) : 866-868.
- Overholt W.A. Knutson, J.W. Smith, J.R. and Gilstrab, F.E. 1990. Distribution and Sampling of Southwestern Corn Borer in Preharvest Corn. *J. Econom. Entomol.* 83 (4): 1370-1375.
- Painter, R.H., 1936. The Food of Insects and its Relation to Resistance of Plants to Insect Attack. *Am. Nat.* 70: 547-566
- Painter, R.H., 1941. The Economic Value and Biological Significance of Plant Resistance to Insect Attack. *J. Econ. Entomol.* 34: 358-367.
- Painter, R.H., 1951. *Insect Resistance in Crop Plants*. The Macmillan Co., Nueva York, 520 págs.
- Parisi, C.R. 1973. El daño de *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidóptera Pyralidae) en Relación con la Intensidad de Plantas, Nivel de Fertilidad e Híbridos de Maíz en Argentina. *Agrociencia Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.* vol. 13 pp. 43-63.
- Parker, R.D. Stewart, J.W. and Morrison, W.P. 1986. *Managing Insect and Mite Pest of Texas Agricultural Extension Service*. Bull. 1366 College Station. 153 – 155 p.
- Pathak, M.D. 1970. Genetics of Plants in Pest Management. Págs 138-157 en R.L. Rabb and F.E. Guthrie, Eds., *Concepts of Pest Management*. North Carolina State University, Raleigh, Carolina del Norte.
- Pears, L.M. 1956. *Insects Pest of Farm Garden and Orchard*. J. Willey and Son Inc. 28 (2): 1085.
- Philbrick, J. 1974. *Control inofensivo de insectos*. Editorial continental. S.A. México. 119 p.

- Reagan, T.E. and Flynn J.L. 1986. Insects Pest Management on sweet Sorghum in Sugarcane Production Systems of Louisiana, Problems and Integration Department of Agronomy. Louisiana State University. Agricultural center. 364-669 p.
- Reed, G.C. 1956. Estudio sobre Biología de Campo, Hospederos y Poblaciones de Barrenador *D. lineolata* *D. saccharalis* de Maíz. Tesis sin publicar ITESM.
- Robles, S. R. 1986. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, México. 608 p.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A., J. W. Smith, Jr., and H. W. Browning, 1988. Bibliography of the Neotropical Cornstalk Borer *Diatraea lineolata* (Lepidoptera: Pyralidae). Florida Entomologist 71: 176-186. INIFAP, MEXICO
- Rodríguez, L. A. 1990. Feeding and Pupation Sites of *D. lineolata*, *D. saccharalis*, and *Eureoma loftini* (Lepidoptera: Pyralidae) in Relation to Corn Phenology. J. Econom. Entomol. 83 (3): 850-855.
- Salas, G. 1979. Estudios de Daño por Barrenador *Diatraea spp.*, En Variedades con Características Enanas. Tesis ITESM. N.L. México. 62 – 64 p.
- Sánchez, R. 1978. Producción de Granos 1ra. Edición Ed. Limusa. México. 95-97 p.
- Scaramuza, L.C. 1951. El Control biológico y sus Resultados en la Lucha Contra el Barrenador en Cuba. Primera Asamblea Latinoamericana de Fitoparasitología. México D.F. Foll. Mis. (4):282-291.
- Senmanche, J.M. y García J.C. 1975. Cría Artificial de *Diatraea saccharalis* y su Aplicación en la Evaluación de la Resistencia en Maíz. Memorias X Congreso Nacional de Entomología. Soc. Mex. De Entomol. 4 p.
- Serra, G. V. 2003. Incidencia de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) Sobre el Rendimiento del Cultivo de Maíz y Comparación de Tácticas de Manejo Químico y Resistencia Transgénica. Tesis de Maestría. UNLAR.
- Shaver, T.N. and Brown, H.E. 1990. Use of Pheromones to Suppress Populations of *Eureoma loftini*, *Heliotis spp.*, y *Spodoptera spp.*, Memorias XXV Congreso Nacional de Entomología. Soc. Mex. de Entomol. 112 p.
- Shaver, T.N. 1991. Field Evaluations of Pheromone – Baited Traps for Monitoring Mexican Rice Borer (Lepidoptera: Pyralidae). J. Econom. Entomol. 84 (4) : 1216 – 1219.
- Snelling, R.O., 1941. Resistance of Plants to Insect Attack. *Bot. Res.* 7: 543-586
- Soo-Kwon, K. 1989. Genetic Resistance of Tropical Corn Inbreds to Second-Generation European Corn Borer (Lepidoptera: Pyralidae). J. Econom. Entomol. 82 (4): 1207-1211
- Soto, R.A. 1980. Estudio Preliminar del Barrenador en Apodaca N.L. Tesis Profesional UANL.
- Stewart, K.W. and Walton R.R. 1965. Extensión of the Incubation Period on the Southwestern Corn Borer Eggs by Refrigeration J. Econom. Entomology 58: 36-37.

- Stirret, G.M. 1938. A Field Study of the Flight, Oviposition and Establishment Periods in the Cycle of the European Corn Borer *Pyrausta nubilalis* Hbn. and the Physical Factors Affecting Them. *Sci. Agr.* 18:355-369, 536-557, 568-585, 656-683
- Torres, G.C. 1973. Comportamiento de Variedades e Híbridos de Maíz Frente al Ataque de *D. saccharalis* Fabr. (Lepidóptera: Pyralidae) en Argentina. *Agrociencia, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.* Vol. 13. pp. 31-341.
- USDA. 1966. Neotropical corn borer (*Zeadiatraea lineolata* (Walker)).
USDA Coop. Econ. Inst. Rep. 16:33,823.
- Youm, O. 1990. Parasitism of Stem Bores (Lepidóptera: Pyralidae) Associated With Corn and Sorghum in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *J. Econ. Entomol.* 83 (1): 84 - 88
- Van der Plank, J.E., 1968. *Disease resistance in plants.*
Academia Press, Inc., Nueva York, 206 Págs.
- Vinal, S.C. 1917. The European Corn Borer, *Pyrausta nubilalis* Hubner, a Recently Established Pest in Massachusetts. *Massachusetts Agric. Exp. Stn. Bull.* 178.
- Wilbur D.A. and Bryson H.R. 1950. Southwestern Corn Borer in Kansas *Bull.* 339-34