

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



RESISTENCIA DE TRES VARIEDADES, UN  
HIBRIDO Y UN CRIOLLO DE MAIZ AL  
ATAQUE DE GUSANO COGOLLERO,  
*Spodoptera frugiperda* (Smith).

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA  
HUMBERTO MARTINEZ LIMON

191  
12  
74  
1

MARIN, N.L.

NOVIEMBRE DE 1987

191  
12  
74  
1

T  
S  
M  
C



1080062067

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**RESISTENCIA DE TRES VARIEDADES, UN  
HIBRIDO Y UN CRIOLLO DE MAIZ AL  
ATAQUE DE GUSANO COGOLLERO,  
Spodoptera frugiperda (Smith).**

**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

**PRESENTA**  
**HUMBERTO MARTINEZ LIMON**

MARIN, N.L.

NOVIEMBRE DE 1987

07583 

AGRADECIMIENTO

A MI FAMILIA

## AGRADECIMIENTO

A mi asesor:

Ing. M.C. Héctor Abel Durán Pompa

Por sus acertados consejos y colaboración en  
la realización de éste trabajo.

A mi Escuela:

Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma  
de Nuevo León.

A mis compañeros y amigos:

Con quienes compartí la estancia en la escuela.

A las personas que hicieron posible la realización de éste  
trabajo.

## INDICE

	PAG.
1. INTRODUCCION. . . . .	1
2. LITERATURA REVISADA . . . . .	4
2.1 Características generales del maíz. . . . .	4
2.1.1. Clasificación taxonómica . . . . .	4
2.1.2. Clasificación sexual . . . . .	4
2.1.3. Ciclo vegetativo . . . . .	5
2.1.4. Descripción de partes del maíz . . . . .	5
2.2 Características de los maíces utilizados en el ex- perimento. . . . .	7
2.2.1. Variedad NL-VS-2 . . . . .	7
2.2.2. Variedad Breve Padilla (V-402) . . . . .	7
2.2.3. Híbrido H-412. . . . .	8
2.2.4. Variedad San Juan (V-401). . . . .	8
2.2.5. Criollo San Nicolás. . . . .	8
2.3 Antecedentes del gusano cogollero ( <u>Spodoptera</u> - - <u>frugiperda</u> Smith). . . . .	9
2.3.1. Posición taxonómica. . . . .	9
2.3.2. Importancia económica. . . . .	9
2.3.3. Descripción morfológica. . . . .	10
2.3.4. Biología, hábitos y daños. . . . .	11
2.4 Componentes de la resistencia . . . . .	11
2.4.1. Preferencia o no preferencia . . . . .	12
2.4.2. Antibiosis . . . . .	13
2.4.3. Tolerancia . . . . .	15
2.4.4. Trabajos de resistencia en maíz. . . . .	16
3. MATERIALES Y METODOS. . . . .	19
3.1. Materiales . . . . .	19
3.2. Métodos. . . . .	20
4. RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	22
5. CONCLUSIONES. . . . .	25
6. RECOMENDACIONES . . . . .	26
7. RESUMEN . . . . .	27
8. BIBLIOGRAFIA. . . . .	29
9. APENDICE. . . . .	31

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	PAG.
1	Distribución de los tratamientos en el campo. . .	32
2	Presentación de los análisis de varianza para las variables estudiadas en el presente experimento .	33
3	Presentación de medias de tratamientos de las variables y resumen de los resultados de la comparación de medias . . . . .	34
4	Coefficientes de correlación de las variables medidas con respecto a rendimiento. . . . .	35
5	Rendimiento, carbohidratos y proteínas de los tratamientos del experimento . . . . .	36

## 1. INTRODUCCION

La producción de granos básicos en general ha sido y sigue siendo tema de constante preocupación para los gobiernos y pueblos del mundo.

De estos el maíz es un alimento básico de gran importancia, en la mayoría de los países del mundo, especialmente en México y Latinoamérica.

En un reporte técnico del C.I.A. (1980) se menciona que el maíz (Zea mays L.) es una planta originaria de México, en donde el cultivo en nuestro país se inició antes de la conquista española; fué el alimento básico de diferentes culturas indígenas y sigue siendo junto con el frijol la principal fuente alimenticia del pueblo mexicano.

Robles (1972) menciona que en lo que respecta a producción mundial por especies cultivadas ocupa el tercer lugar, con una superficie total de 105,142,000 hectáreas y un rendimiento total de 214,760,000 toneladas de maíz en grano.

A nivel nacional apenas si es suficiente para el autoabastecimiento del país y el rendimiento es muy bajo, con 1.2 tons./ha en 1970.

En Nuevo León se cultivan cerca de 100,000 has. de maíz siendo el 20% de estas comercial y el 80% de autoconsumo.

Según Harold y Chester (1965) dicen que los factores más importantes para aumentar el rendimiento del maíz son los siguientes: Una población de plantas adaptadas a la fertilidad del suelo, realización oportuna de todas las operaciones de campo, defensa contra erosión y drenaje, combate de malas hierbas e insectos, rotación adecuada de cosechas y aprovechamiento de los residuos de éstas.

De estos factores, el control de plagas se refleja en rendimientos más elevados a menos costos de producción.

Según Amaya (1977) menciona que las plagas más importantes que atacan al maíz a nivel mundial son:

Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda),  
 Gallina ciega (Phyllophaga sp.),  
 Gusano de alambre (Agnotis mancus y otras especies),  
 Gusano soldado (Pseudaletia, unipuntata),  
 Gusano elotero (Heliothis zea),  
 Barrenador europeo del maíz (Pyrausta nubilalis) y  
 Pulga saltona (Chectonema pulicurea).

El CIMMYT (1974) reporta que los insectos, barrenadores, gusano cogollero, elotero y los granos almacenados pueden considerarse como los más importantes ya que además de daños directos, favorecen la invasión de organismos causales de pudriciones en mazorcas y tallos.

Robles (1972) y Sifuentes (1974) enfatizan que en el país, el ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) es una de las plagas más ampliamente distribuidas en las zonas agrícolas, particularmente en zonas tropicales y subtropicales. Su distribución geográfica se extiende desde el norte de los Estados Unidos hasta América del Sur.

Jugenheimer (1981) dice que el uso de variedades de maíz con mayor resistencia y tolerancia a los insectos reducirá los gastos en materiales y equipos, para medidas de control, mejoraría los rendimientos y la calidad; y disminuiría los costos de producción de cosecha y almacenamiento.

El uso de variedades resistentes es una de las soluciones al problema de las plagas y sobre todo en esta región el gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) y por tal motivo se realizó el presente estudio en donde se plantearon los

siguientes objetivos:

- 1) Determinar cuál de los 5 maíces es más resistente al ataque de gusano cogollero. (S. frugiperda Smith).
- 2) Observar el efecto del gusano cogollero (S. frugiperda Smith) en el rendimiento.
- 3) Tratar de determinar porque resisten los maíces al ataque de gusano cogollero (S. frugiperda Smith).

Estos objetivos permitirán hacer recomendaciones para investigaciones posteriores y sobre el uso de estos maíces en esta localidad o localidades con condiciones ecológicas similares.

## 2. REVISION DE LITFRATUPA

### 2.1. Características generales del maíz.

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica del maíz.

La clasificación taxonómica del maíz, según Pobles (1972) es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledoneas
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Tribu	Maydiae
Género	<u>Zea</u>
Especie	<u>mays</u>

#### 2.1.2. Clasificación sexual.

De acuerdo a Pobles (1972) el maíz es una planta sexual por su multiplicación, se realiza por semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y de un gameto femenino.

Monoica.- Por encontrarse un androceo y gineceo en la misma planta.

Unisexual.- Por contener flores con sólo el androceo (órgano reproductor) y flores con gineceo (órgano reproductor), o sea flores separadas y con un sólo sexo.

Incompleta.- Por carecer de una de las estructuras del perianto floral, en este caso sin pétalos y sépalos.

Imperfecta.- (Pistiladas y estaminadas) por encontrarse flores sólo pistiladas (femeninas) o sólo estaminadas -

(masculinas), o sea que tienen los dos órganos sexuales, -- pero en flores diferentes.

Protandra.- Por hacer dehiscencia las anteras antes de que los primeros estigmas sean receptores.

### 2.1.3. Ciclo vegetativo.

De acuerdo a Robles (1972), menciona que es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según sus variedades, en contrando algunas tan precoces con alrededor de 80 días, -- hasta las más tardías de 200 días desde la siembra hasta la cosecha. En general, las variedades de mayor rendimiento son de 100 a 140 días.

### 2.1.4. Descripción de las partes del maíz.

Robles (1972) menciona que la raíz es fibrosa o fasciculada y poco profunda, además se pueden desarrollar raíces adventicias en los primeros nudos del tallo.

El tallo es más o menos cilíndrico, formado por nudos y entrenudos. El número general es de 14 entrenudos. Los entrenudos en la base de la planta son cortos y van siendo más largos a medida que se encuentran en posiciones más su periores. Los inferiores son de mayor diámetro que los su periores, existen además de 5 cm., hasta menos de 1 cm. de grosor. Los entrenudos son medulares o sea no huecos.

La altura del tallo depende de la variedad, varía alre dedor de 80 cm. a 4 m.

El número de hojas depende del número de nudos del tallo, ya que cada uno emerge una hoja.

La hoja del maíz es larga y angosta con venación

paralelinerve y constituida por vaina, ligula y limbo. La vaina es envolvente y con sus extremos no unidos.

La ligula es incipiente, el limbo es sesil con longitud variable desde 30 cm. hasta más de un metro, la anchura también es variable desde 5 cm. hasta 10 cm.

En el maíz existen 2 tipos de flores y en diferente lugar de la planta, las que se denominan flores, estaminadas se encuentran dispuestas en espiguillas, estas últimas se distribuyen en ramas de inflorescencia, conocida comunmente como "espiga", lo que propiamente es una panícula abierta y más o menos laxa según las variedades. Cada flor está integrada por dos brácteas, una es la lema (glumilla inferior) y la otra es la palea (glumilla superior), ambas son de estructura apergaminada y filogenéticamente constituyen sépalos modificados de verticilo floral primario.

Las flores estaminadas se incertan de dos en dos y contienen cada una tres estambres, estos tres últimos con su filamento y entera cada una. Las flores pistiladas se encuentran distribuidas en una inflorescencia, con un soporte central denominado "olote". La inflorescencia pistilada hasta antes de la fecundación se denomina "jilote", después de la fecundación y formación de granos tiernos en estado lechoso-masoso constituyen el "elote" al madurar los granos y estar en condiciones de cosecha, la inflorescencia esta cubierta con "espatas", las que en conjunto se conocen como "totomoxtle". Las espatas son hojas modificadas que nacen de nudos acortados.

Botánicamente el fruto es un cariopside conocido comunmente como "semilla" o grano variado en tamaño, en cantidad, en coloración y en el endosperma del fruto, según las variedades y su constitución genética.

## 2.2. Características de los maíces utilizados.

Los maíces que a continuación se describen fueron proporcionados por el Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo, para las partes bajas del estado de Nuevo León, estos son materiales aptos para el noreste de México.

### 2.2.1. La variedad NL-VS-2.

Según Osuna (1986) es una variedad producida por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, que se formó de la cruce de la variedad V-524 x NL-VS-1 y fue aumentada por cruces fraternales hasta f2 y después se multiplicó en lote aislado en f2, para que en f4 se obtuviera NL-VS-2.

Es una variedad de porte alto y libre polinización de ciclo tardío, que abarca de 125-140 días de siembra a cosecha. Se adapta a regiones tropicales y subtropicales hasta 1000 m.s.n.m. Tiene semilla blanca dentada. Es una variedad que se puede utilizar, tanto como para grano como para forraje. Para condiciones de temporal se recomienda 40,000 plantas por hectarea para riego con óptima fertilidad.

### 2.2.2. Variedad Breve Padilla.

En un boletín de PRONASE (1980), reporta que la variedad Breve Padilla es una variedad del trópico seco, sus plantas presentan una altura de aproximadamente 2 m., sus tallos son delgados de color verde con diámetro de 2.6 cm.

Tiene ligera tendencia al cuateo en terrenos de alta productividad, su ciclo vegetativo es de 90 días desde el nacimiento a la madurez en la siembra temprana y entre 95 a 100 días en las siembras tardías.

Su mazorca está bien formada y se encuentra a una altura de 128 cm., de olote delgado y grano blanco.

### 2.2.3. Híbrido H-412.

Hinojosa (1978) menciona que este híbrido fue formado por el INIA con cuatro líneas de la variedad Carmen.

La planta es de tamaño uniforme con una altura de 2-2.5m. El ciclo vegetativo fluctúa de 100 a 105 días bajo riego y 90 a 100 días en temporal. Florea de los 60-70 días. Es susceptible a las bajas temperaturas. La época de siembra para Nuevo León y Tamaulipas es del 1° de Marzo al 30 de Abril en primavera, y del 1° de Julio al 31 de Agosto en verano. La densidad de siembra para temporal es de 10-12 Kg/Ha, y para riego y humedad de 15-18 Kg/Ha.

### 2.2.4. Variedad V-401

PRONASE (1980) reporta que es una variedad recomendable para el noreste de México (trópico seco), de polinización libre, son de bajo porte; ya que miden de 1.70 m. a 2.10 m. de altura; sus tallos son gruesos y con raíces fuertes y abundantes, ésto hace que la variedad V-401 resista vientos fuertes, sin tener problemas de acame.

Su rendimiento se ve favorecido por el gran cuateo de mazorcas, muy gruesas que logren desarrollos con granos blancos y suaves. Esta variedad desarrolla espigas muy ramificadas con abundante polen, que florecen a los 62 días y maduran a los 105 días en las siembras tempranas, y 5 días más en la temporada tardía.

### 2.2.5. Criollo San Nicolás

Cantú (1987)\* menciona que este criollo es originario de

\*Comunicación personal con el Ing. M.C. José Luis Cantú G.

la Hacienda el Canadá, municipio de Escobedo, N.L., realizado en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Es un material con un ciclo de selección masal, y ciclo intermedio 120 días y es de porte alto 2.2 2.4 m., 15 hojas en promedio; el grano y elote de color blanco, con un rendimiento a nivel experimental 4-5 ton/ha.

2.3. Antecedentes del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) como una plaga que causa ataques tan serios, en cualquier estado de desarrollo del maíz y en ocasiones se han encontrado pérdidas de un 30-40%.

#### 2.3.1. Posición taxonómica.

El gusano cogollero de acuerdo a Borrór, et al (1970)-- está ubicado del mayor al menor taxón de la siguiente manera:

Reino	Animal
Phyllum	Arthropoda
Subphyllum	Euarthropoda
Superclase	Mandibulata antenata
Clase	insecta
Subclase	Pterygota
Orden	Lepidoptera
Suborden	Heterocera-Frenátae
Superfamilia	Noctuidea
Subfamilia	Acronictinae
Familia	Noctuidae
Tribu	Prodenini
Género	<u>Spodoptera</u> (=Laphigma)
Especie	<u>frugiperda</u>

#### 2.3.2. Importancia Económica.

Según Amaya (1977) este insecto está considerado como la

principal plaga del maíz en México. Se encuentra distribuido por todo el país, registrándose los mayores daños en los estados de Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Veracruz y Yucatán. Ataca principalmente al maíz sorgo en otros cultivos -- como son chile, cebolla y algodouero.

### 2.3.3. Descripción Morfológica.

Adulto.- Es una palomilla de color café grisáceo que --- mide aproximadamente 2 cm. de largo y 3.5 cm. de expansión a-- lar. Las alas anteriores son de color café grisáceo moteado-- con pequeñas manchas, unas más claras y otras más oscuras, --- en el ángulo apical de estas alas se encuentra una mancha blan quizca. Las alas posteriores son de color claro con vena-- ción de color oscuro.

Huevecillos.- Son de color verde pálido al principio y -- café claro cuando están próximos ha eclosionar, su forma es-- esférica. Son depositados en el envés de las hojas en masas-- de 100 a 150 huevecillos, cubiertos por un material blanco al godonoso.

Larva.- Recién nacida es de color amarillento, después -- adquiere un color café y presenta 3 bandas longitudinales de-- color claro en la región dorsal a todo lo largo de su cuerpo-- (una en la región media dorsal y las otras 2 en la región la-- terodorsal). La cabeza es de color café y la sutura epicraneal forma una y perfecta pero invertida. La larva cuando está -- completamente desarrollada mide alrededor de 3.5 cm. de lon-- gitud.

Pupa.- Es de tipo obtecta y de color café dura al princi-- pio y gradualmente se va oscureciendo con la edad; tiene una-- longitud de 2 cm. aproximadamente.

#### 2.3.4. Biología, hábitos y daños.

El adulto es de hábitos nocturnos; durante el día permanece escondido en las grietas del suelo y es difícil localizarlo debido a que su color se confunde fácilmente con el suelo. También se puede encontrar bajo el follaje.

Cada hembra deposita alrededor de 1000 huevecillos durante toda su vida, la cuál es de 10 a 12 días.

La oviposición se realiza en el envés de las hojas en grupos de 10 a 150 huevecillos. Después de 3 a 5 días nacen las larvas y se alimentan juntas en una área foliar reducida, pero pocos días después se dispersan en las plantas vecinas y penetran al cogollo, pudiéndose encontrar en éste una o varias larvas. El estado larvario tiene una duración de 3 semanas, pasando por 6 instares. La larva completamente desarrollada se introduce en el suelo para convertirse en pupa, y después de una semana emerge el adulto. Este insecto inverna en estado de pupa en el suelo.

#### 2.4. Componentes de la resistencia.

Según la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (1980) citado por Durán (1981) las plantas y animales que reciben esencialmente menos daño o son menos atacadas que otras bajo condiciones ambientales similares, se llaman resistentes. El término resistencia se emplea para los estudios iniciales en el campo o en el invernadero cuando no se conocen los componentes implicados.

Según Painter (1951) citado por la N.A.S. (1980) se conocen 3 mecanismos de resistencia de la planta al ataque de insectos, los cuáles son: la preferencia o no preferencia, antibiosis y tolerancia.

#### 2.4.1. Preferencia o no preferencia.

Esto se refiere a un grupo de características del huésped y respuestas del insecto que lo inducen a elegir o rechazar a un huésped en particular, variedad o raza para la ovopositura, alimentación y refugio o una combinación de estas 3 últimas finalidades.

Existen por lo menos 2 tipos de no preferencia:

- a) El . . . se manifiesta sólo en presencia de un huésped predilecto.
- b) Cuya presencia en la planta resistente se puede demostrar aún en ausencia del huésped predilecto, en este caso la no preferencia puede ser tan fuerte que el insecto llegara a morir de hambre, aunque no se produjeran efectos desfavorables si se alimentara de la planta no predilecta. Esto se demostró con claridad gracias a los estudios realizados -- por Waldenbaver sobre el gusano del cuerno del tabaco Manduca sexta (Johansson), en los que se pudo observar que -- grandes larvas intactas se rehusaban a alimentarse de las plantas no predilectas, mientras que las larvas cuyas maxilares habían sido extirpadas, algunas veces comían las plantas sin sufrir efectos nocivos.

Los fenómenos de preferencia a los que responden los insectos son extensos, incluyendo características físicas tales como color, superficie de la planta, estructura interna de las mismas.

En general, se cree que las características químicas son más importantes.

De acuerdo a Praver (1981) los factores más sobresalientes desde el punto de vista bioquímico y biológico, son los compuestos atrayentes y repelentes, los estimulantes o - - -

inhibidores para la alimentación, los inhibidores para el crecimiento de las plagas y su reproducción, el efecto de los nutrientes, la humedad, la temperatura, la edad y otros factores de las plantas.

#### 2.4.2. Antibiosis.

Jugenheimer (1981) menciona que la antibiosis se refiere a los efectos detrimentales de la planta sobre la biología del insecto. Estos efectos de la planta pueden dar por resultado una reducción del tamaño, de la fecundidad y una vida más corta del insecto.

La antibiosis provoca uno o más efectos anormales tales como:

- 1) A menudo se produce la muerte de larvas y ninfas de primer estadio, de manera que las diferencias entre las plantas resistentes y susceptibles varían de cero infestación en las resistentes a la infestación abundante en las susceptibles.
- 2) Es probable que una menor reproducción por las hembras criadas o alimentadas en las plantas resistentes son el segundo efecto observado con más frecuencia.
- 3) Con frecuencia la duración del ciclo vital resulta anormal ya sea como un período larval o ninfal más largo o un período de vida adulta más corto en comparación con los criados en las plantas susceptibles. Un período vital más largo de las larvas a las ninfas expone al insecto joven a sus enemigos por un lapso más largo; esto puede conducir a una reducción en la densidad de la población; una vida adulta más corta limita el tiempo disponible para el apareamiento de las hembras y postura de huevecillos.

4) A menudo se acumulan menores reservas de alimento; esto afecta en forma adversa la capacidad de supervivencia del insecto, si este inverna.

5) En algunos casos se ha observado la muerte de los insectos poco antes de iniciarse la etapa adulta, reduciéndose así la población, por lo tanto la muerte acontece en un momento de esfuerzo fisiológico, sobre todo en un insecto con metamorfosis completa.

6) Algunas veces aparecen varias anomalías fisiológicas y de conducta.

Hasta la fecha no ha sido posible dar una explicación general de la antibiosis, pero existen posibles bases fisiológicas y bioquímicas, las cuáles son las siguientes:

- a) Es la presencia de una toxina en la planta resistente. Los entomólogos están informados del hecho de que las plantas, se pueden obtener insecticidas tales como la nicotina, piperitina y rotenona. Existen varios cientos de especies de plantas que contienen sustancias bioquímicas capaces de matar insectos. Además, las diferencias entre distintas variedades influyen o modifican las propiedades insecticidas de las 3 sustancias mencionadas.
- b) Es la presencia de un factor inhibidor del desarrollo, reproducción o ambos por ejemplo: goosypol en el algodón retarda el crecimiento del gusano del elote, Heliothis zea (Boddie), también la metoxivenzolina que inhibe el crecimiento del gusano barrenador europeo del maíz (Ostrina nubilalis).
- c) Es la ausencia de algunas sustancias nutritivas, tales como vitaminas, aminoácidos esenciales en la planta

resistente de la cuál se alimenta el insecto.

- d) Es la deficiencia de ciertas sustancias nutritivas, sobre todo en aminoácidos y esteroides específicos, como por ejemplo ciertas especies resistentes al maíz, tienen menores concentraciones de aminoácidos que aquellas de las variedades susceptibles.
- e) El desequilibrio en elementos nutritivos disponibles, sobre todo en las proporciones azúcar-proteína o azúcar. --- Por ejemplo, el efecto sobre larvas de la palomilla de los granos Sitotroga cerealella (Olivier), resultante del contenido diferente de amilosa de los granos de maíz, las variedades de maíz con alto como escaso contenido de amilosa parecen más favorables (susceptibles) que aquellas líneas -- en que su contenido esta entre regular y alto.
- f) Consiste en la proliferación de tejidos o el aumento de secreciones de las plantas resistentes, tales como las que -- causan las muertes de los huevos o larvas juveniles del picudo algodonero Anthonomus grandis (Boheman) y la del minador de la hoja de melón Liriomyza pictella (Thompson), -- etc.

#### 2.4.3. Tolerancia.

La N.A.S. (1980) citada por Durán (1981) el componente de la resistencia que se encuentra presente cuando la planta tiene la capacidad para crecer y reproducirse o para reparar los daños a un grado considerable a pesar de mantener una población más o menos igual a la que se perjudica o destruye a un huésped susceptible. Este componente de resistencia se diferencia de los otros dos en que está vinculado con una respuesta de la planta mientras que la no preferencia y preferencia y la acción antibiótica requiere características de la

planta y una respuesta del insecto a las mismas. Para entender la tolerancia es necesario tener un conocimiento adecuado de la forma en que los insectos perjudican a las plantas y de la manera en que éstas reparan los daños; tal vez la tolerancia es la más influenciada por la adaptación de una variedad a las condiciones climatológicas. Las variedades más cultivadas pueden tener consigo tolerancia, más que otros componentes de resistencia a un insecto que se ha encontrado presente en una área determinada durante un largo período. En general el reemplazo, renovación y reparación de los tejidos dependen de la etapa de madurez de la planta en el momento del ataque del insecto.

#### 2.4.4. Trabajos de resistencia en maíz.

Painter (1951) encontró que a varios insectos, al darles de comer diferentes variedades de una misma planta, estas causaban efectos en los insectos, como son: adelanto o atrasos en los ciclos biológicos, así como tamaños muy diferentes en las pupas, adultos, disminución en la ovoposición o incapacidad y problemas para efectuar la cópula.

Se han encontrado maíces resistentes a las plagas que existen concentraciones variables de una sustancia similar al goosypol y que según la concentración varía el efecto antibiótico sobre el insecto.

Steinhaus y Smith (1957) dicen que la resistencia interna de una planta, puede ser también el resultado de la presencia en la planta de sustancias que impiden el establecimiento o crecimiento de parásitos tales como los taninos, ácidos, aceites esenciales, glucosidos, alcaloides y otras sustancias similares.

Fife y Frampton (1940) hicieron estudios sobre maíz que

fue expuesto a varias plagas (Lepidopteros) y se encontró que la resistencia que demostraba uno de los maíces se debía a -- que el floema se encontraba un pH muy alcalino, causando varios trastornos al insecto.

Flores y colaboradores (1979) aseveran que la susceptibilidad de los cultivos al ataque de plagas esta en relación directa a sus propiedades de resistencia genética y a las condiciones prevalecientes en su medio ambiente las cuáles pueden ser naturales y en muchos casos inducidas por el hombre. En este trabajo los tratamientos probados fueron fertilización, control de plagas, fertilización más control de plagas y testigo en maíz. De acuerdo a las observaciones y resultados obtenidos se infiere que la práctica fertilización crea una "resistencia ambiental transitoria" que les permitió a los materiales genéticos estudiados, tolerar los daños causados por los insectos masticadores.

Vazquez (1974-75) realizó 5 pruebas bajo condiciones de laboratorio, en donde se llegó a la conclusión que una dieta artificial a base de maíz opaco y soya fue efectiva para la cría masiva, en el laboratorio de gusano cogollero.

La fluctuación de las larvas con la dieta artificial bajo temperatura y humedad controlada no afectó la biología del insecto. Al alimentar a los adultos con soluciones al 10% de piloncillo en agua y azúcar, en agua se observó un aumento en su longevidad y ovoposición.

En 2 experimentos de campo efectuados se observaron diferencias en susceptibilidad de 24 variedades de maíz que se infestaron artificialmente con huevecillos obtenidos en la cría masiva en el laboratorio. Las más tolerantes fueron --

(Cuba x República Dominicana) x (Mezcla amarilla x Veracruz - 181), blanco cristalino y antigua x Veracruz 181.

Horovitz y Marchioni (1940) citados por Pobles (1968) en contraron que en el maíz amargo que fue infestado con gusa- - nos soldados, mostró una gran resistencia. Se infestó luego- el mismo maíz con locustidos y se encontró igualmente una re- sistencia considerable. Al hacer el estudio cromosómico de-- la planta, se encontró que la resistencia se debía a un gene- recesivo acarreado en el primer par cromosómico.

### 3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el ciclo tardío de 1985, siendo su ubicación geográfica 23° 49' latitud norte y 99° 10' latitud oeste y una altura sobre el nivel del mar de 427 m.

El clima de la región ha sido clasificado como semiárido con un ciclo de lluvias muy irregular, teniendo una precipitación pluvial que varía de 360 a 720 mm. anuales con una temperatura anual de 21-24°C.

#### 3.1. Materiales.

Cada tratamiento consto de 7 m. de longitud y 6.8 m. de ancho dando una superficie total de 47.6 m<sup>2</sup>.

La semilla de los maices fue proporcionada por el Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la F.A.U.A. N.L.

Se dieron 3 riegos, 1 de siembra y 2 de auxilio; a un intervalo de 26 días de igual forma para todos los tratamientos. También se aplicó herbicida preemergente (Azinotox) en la calle de los surcos para todos los tratamientos. Para marcar las plantas en la que se llevó a cabo la toma de datos se utilizó cinta plástica.

Se realizó fertilización nitrogenada y fosforada, los requerimientos fueron: 120-60-00, las fuentes utilizadas fueron urea (46% N) y fertimón (18-46-00) se aplicó en bandas en el primer riego de auxilio.

Para la medición de los parámetros se utilizó: bernier -- para medir los diámetros, cinta métrica para medir la altura y longitud de la hoja bandera, cuaderno de anotaciones, bolsas de papel para cosechar los tratamientos, báscula para ---

pesar el maíz con olote y sin olote y desgranadora de olotes.

### 3.2. Métodos.

Los análisis estadísticos realizados fueron de la siguiente manera: Para analizar los datos obtenidos en el campo, --- se utilizó el diseño bloques al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, además del estudio de comparación de medias --- por Tukey (5%). Los tratamientos fueron los siguientes: ---

T1 = NL-VS-2

T2 = Breve Padilla V-402 (Testigo)

T3 = H-412

T4 = San Juan V-401

T5 = San Nicolás (criollo)

Se tomó como testigo la variedad Breve Padilla debido a que es la variedad más usada en la zona. La distribución de los tratamientos se muestra en el Cuadro 1 (ver apéndice)

La siembra se realizó en forma manual a una densidad de 45,000 plantas / ha. Cada tratamiento consto de 8 surcos --- con 7 m. de largo, respetando un metro de cabecera, y el primero y el último dejando 6 surcos con plantas con competencia completa. Teniendo una superficie de  $47.6 \text{ m}^2$ , se marcaron 25 plantas al azar, dentro de la parcela útil con la cinta plástica, cuando la planta tenía aproximadamente 10cm de altura. De estas plantas se estuvo muestreando una vez por semana para determinar la población de gusano cogollero hasta la floración femenina.

Los parámetros evaluados a mitad del ciclo del maíz --- fueron: Altura de la planta, diámetro mayor y menor, número de hojas, entrenudos y un análisis foliar en el cuál se

cuantificó su contenido de carbohidratos y proteínas. Al final del ciclo se tomaron los mencionados y se incluyó:- Longitud de la hoja bandera y rendimiento en grano.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente experimento se trato de determinar cuál de los 5 maices presenta mayor resistencia al ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith), para que el agricultor cuente con más opciones en lo que se refiere a maices resistentes a estos organismos, ya que en esta región en el ciclo tardío es la plaga que causa mayores pérdidas en el rendimiento.

Para dar a conocer los resultados se utilizarán cuadros con concentraciones de datos para su interpretación.

En el cuadro 2 (ver apéndice) se hace una presentación de los análisis de varianza para las variables estudiadas, en donde se aprecia que las variables que presentaron significancia fueron:

- a) Altura de la planta a mitad de ciclo.
- b) Diámetro menor a mitad de ciclo.
- c) Número de hoja y entrenudos a mitad de ciclo.
- d) Altura de la planta a final de ciclo.
- e) Número de hojas y entrenudos al final de ciclo.
- f) Rendimiento en grano.

De las variables anteriormente enunciadas, las que fueron altamente significativas son las siguientes: Altura de la planta a mitad y a final de ciclo, las que mostraron significancia fueron diámetro mayor a mitad de ciclo y al final de ciclo, diámetro menor al final de ciclo y longitud de la hoja bandera.

En lo que respecta al coeficiente de variación, este (ver Apéndice Cuadro 2) resultó pequeño en las variables medidas, ya que el manejo del experimento fue homogéneo en todos los tratamientos. El coeficiente de variación más alto

fue para la variable rendimiento, esto debido al efecto individual de los tratamientos.

En el Cuadro 3, (ver apéndice) se encuentran concentrados los resultados de la comparación de medias por la prueba de Tukey (.05%) en el cuál a continuación se hace una presentación de las medias y su grado de significancia.

En lo que respecta al grupo de variables que mostraron significancia estas fueron: A mitad de ciclo altura de la planta, diámetro menor y al final de ciclo fueron altura de la planta y rendimiento.

Siendo los resultados los siguientes: Para altura de la planta a mitad de ciclo se encontró diferencia altamente significativa entre San Nicolás con el H-412 y San Juan (V-401) y diferencia significativa entre San Nicolás con el NL VS-2.

Para diámetro menor a mitad de ciclo se encontró diferencia significativa entre NL-VS-2 con el Breve Padilla (V-402).

Para altura de planta a final de ciclo se encontró diferencia significativa entre San Nicolás, Breve Padilla con NL-VS-2.

En el Cuadro 4 (ver apéndice) se presenta a los coeficientes de correlación de las variables estudiadas con respecto al rendimiento para determinar que variable está más relacionada con el rendimiento. En dónde se pueda apreciar que la variable número de hojas y entrenudos a mitad y al final de ciclo mostró una mayor correlación, siguiéndoles sucesivamente diámetro mayor a mitad de ciclo, altura de la planta a final de ciclo, altura de la planta a mitad de ciclo,

diámetro menor a mitad de ciclo, diámetro mayor y menor a final de ciclo y longitud de la hoja bandera.

Además del análisis estadístico de las variables se realizó un análisis bromatológico de la hoja en el cual se determinó el contenido de carbohidratos y proteínas para saber que tanto contenido de estas sustancias se encontraban presentes en los maíces probados en la época de ataque del gusano cogollero y observar si el daño es proporcional al contenido de proteínas y carbohidratos y si esto es reflejado en el rendimiento.

Para el análisis bromatológico se tomaron sólo 5 muestras, las cuáles estaban compuestas de hojas del tratamiento con sus 4 repeticiones, no pudiéndose analizar muestras de cada tratamiento por el alto costo del análisis.

Debido a lo anteriormente mencionado no se pudo hacer un análisis estadístico para respaldar los resultados de la relación de carbohidratos y proteínas en relación al rendimiento.

En el cuadro 5 (ver apéndice) se muestran los resultados del rendimiento en kg/ha, el contenido en porcentaje de carbohidratos y proteínas de los maíces probados. Observándose que en lo que respecta al porcentaje de carbohidratos, los tratamientos fueron similares en su contenido, pero en el porcentaje de proteínas se aprecia que es inversamente proporcional al rendimiento en grano, o sea mayor contenido de proteínas, menor rendimiento.

## 5. CONCLUSIONES

En base a los resultados se concluye lo siguiente:

1. Que el criollo San Nicolás fue el que presentó significativamente mayor rendimiento siguiendo en orden decreciente, la variedad Breve Padilla (V-402); el híbrido H-412; variedad San Juan (V-401) y por último la variedad sin-tética NL-VS-2.
2. Las variables que resultaron altamente significativas fueron: Altura de la planta a mitad y a final de ciclo.
3. En lo que se refiere a los coeficientes de variación - - - fueron bajos debido al buen manejo del experimento.
4. Las variables que presentaron mayor corelación fueron: - - Rendimiento con número de hojas y entrenudos al final de ciclo y rendimiento con número de hojas y entrenudos a - - mitad de ciclo.
5. De acuerdo a los análisis bromatológicos, la relación entre el rendimiento y el porciento de proteína fue inversamente proporcional, es decir a mayor rendimiento menor porciento de proteínas.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Para este tipo de experimentos se recomienda tener un control de la población de insectos para que los maíces probados presenten una infestación homogénea.
2. Tomar muestras para análisis bromatológicos, tanto en la época de ataque del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith), como al final de ciclo para obtener datos del contenido general de carbohidratos y proteínas en la hoja.
3. Que se realicen análisis bromatológicos de cada parcela aunque sea costoso para poder realizar posteriormente un análisis estadístico y poder hacer inferencia en la relación rendimiento por ciento de proteína y carbohidratos.
4. Los trabajos de resistencia de maíz al ataque de gusano cogollero (S. frugiperda Smith) en esta región deberán realizarse en el ciclo tardío ya que es cuando esta plaga causa mayores daños a la producción.

## 7. RESUMEN

El presente experimento se realizó con la finalidad de conocer cuál de los 5 maíces probados resiste al ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) para que el agricultor de la región cuente con mayor número de maíces resistentes a esta plaga. El desarrollo de éste trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.-A.N.L. localizado en el municipio de Marín, N.L.

Los maíces utilizados fueron: N.-VS-2, Breve Padilla (V-402), H-412, San Juan (V-401) y San Nicolás. El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Las variables medidas fueron: Altura de planta, diámetro mayor y menor, número de hojas y entrenudos, longitud de la hoja bandera y rendimiento en grano a mitad y final de ciclo.

En los tratamientos se eligieron 25 plantas con competencia completa en la que se tomaron las variables anteriormente mencionadas.

La siembra se efectuó el 15 de Julio, colocando 3 semillas por punto a 80 cm. entre surcos y 20 cm. entre plantas.

Después de la siembra, se dió riego de siembra el 16 de Julio y 2 de auxilio el 13 de Agosto y 5 de Septiembre.

El 12 de Agosto se llevó a cabo la labor de cultivo.

Para la fertilización se utilizó urea al 46%N como fuente de nitrógeno y fertimón (18-46-00) como fuente de fósforo

y se aplicó en bandas en una sóla aplicación el 13 de Agosto.

Se efectuaron los análisis de varianza correspondientes y comparaciones de medias por el método de Tukey.

Los resultados obtenidos nos dicen que la criollo San Nicolás produjo el rendimiento más alto.

Existe una relación altamente significativa entre número de hojas y entrenudos con respecto a rendimiento en grano.

En la cantidad de proteínas resultó inversamente proporcional al rendimiento en grano, o sea a mayor rendimiento, menor cantidad de proteínas.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Amaya, R., R. 1977. Notas del curso de Entomología Económica, Chapingo, México.
- Anónimo. C.I.A. 1980. El cultivo del maíz en México.
- Banda T, J.F. 1981. Importancia económica de Heliothis zea (Boodie) y determinación del umbral económico, distribución matemática y muestreo secuencial de Spodoptera frugiperda Smith en maíz criollo. Tesis ITESM - Monterrey, N.L.
- Borror, D.J. and White P.E. 1970. A field guide to the insects of America North of Mexico. Houghton Mifflin Company Boston.
- Braver. H,O. 1981. Fitogenética Aplicada, Fd. Limusa. México, D.F.
- C.I.M.Y.T. 1974. Memoria, El mejoramiento del maíz en México.
- Durán. P, H.A. 1981. Apuntes de Control Integrado de Plagas Depto. de Parasitología. Facultad de Agronomía - U.A.N.L. México.
- Fife, J.M. and Frampton, V.L. 1940 the pH gradient from the floem into the parenchyma. Jour Economic of Entomology.
- Flores, F.L. Feyes, J.L. Martínez, M.A. 1979 Comportamiento de maíces mejorados al ataque de plagas bajo diferentes prácticas culturales en tres localidades de Irapuato, Gto., Saltillo y Matamoros, Coah. Tesis UAAAN. México.
- Harold K. Wilson y Chester Focher, 1965. Producción de cosechas. Trad. J.L. Loma. Editorial Continental. Ed.1. en español, México, D.F.

- Hinojosa A, M.A. 1978. Dinámica poblacional de la entomofauna maicera en el municipio de Gral. Bravo, N.L. ciclo Primavera-Verano 1977. Tesis FAUANL México.
- Jugenheimer, W.P. 1981. Maíz variedades mejoradas Ed. Limusa, México, D.F.
- National Academy of Sciences, 1980. Manejo y control de plagas de insectos. Vol. 3. Ed. Limusa. México, D.F.
- Osuna, OM.F. 1986 Estudio de 9 variedades de maíz (Zea mays-L), en dos localidades del norte de México, Mazatlán, Sinaloa y Apodaca, N.L. Tesis I.T.E.S.M. México.
- Painter, R.H. 1951. Insect resistance in crop plants Ed. 1 The Mac Millan Co. New York.
- Pronase, S.A.R.H. 1980. Polinización libre. Hoja de divulgación No. 2, México, D.F.
- Robles, G.M.G.A. 1968. Suceptibilidad de 6 variedades de maíz al ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) Tesis ITESM, México.
- Robles, S.F. 1972. Agrotecnia del maíz ITESM, México.
- Sifuentes, A.J. 1974. El gusano cogollero del maíz en México y su combate I.N.I.A. Depto. de Divulgación Técnica. Folleto No. 52. INIA-SAG, México.
- Steinhaus, E.A. and Smith, R.F. 1967. Ann Pev Vol. No. 1.
- Vasquez, G.M. 1974-75. Avances en la enseñanza y la investigación. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.

9. APENDICE

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en el campo Resistencia de tres variedades un híbrido y un criollo de maíz al--ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) en el ciclo tardío de 1985. Tesis Profesional F.A.U.A.N.L.

4	2	3	1	5
2	5	4	1	3
2	5	1	4	3
5	2	4	1	3

Quadro 2. Presentación de los análisis de varianza para las variables estudiadas en el presente experimento.  
 Resistencia de tres variedades, un híbrido y un criollo de maíz al ataque de gusano cogollero --  
 (*Spodoptera frugiperda* Smith) en el ciclo tardío de 1985. Tesis Profesional F.A.U.A.N.L.

VARIABLE	C.M. TRATS.	C.M. ERROR	SIGNIFICANCIA	PPROMFIO-	Y.C.V.
				X	
+Altura planta	0.07	0.06	**	1.148	6.01
+Diámetro mayor	0.10	0.04	NS	2.451	7.81
+Diámetro menor	0.16	0.01	*	1.876	5.14
+No. hojas y entrenudos	0.75	0.18	*	12.12	3.5
++Altura de la planta	0.08	0.01	**	1.51	6.06
++Diámetro mayor	0.03	0.02	NS	2.071	7.48
++Diámetro menor	0.02	0.02	NS	1.719	7.70
++No. de hojas y entre- nudos.	1.08	0.29	*	12.824	4.22
Longitud de la hoja bandera.	0.05	0.0008	NS	.675	3.75
Rendimiento en grano por tonelada.	1024.22	206991.36	*	3.72	12.20

\*Significativo

\*\*Altamente Significativo

+A 1/2 de ciclo

++A final de ciclo.

Cuadro 3. Presentación de medias en el tratamientos de las variables y resultados de la comparación de Tukey (.05%). Resistencia de tres variedades, un híbrido y un criollo de maíz al ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) en el ciclo tardío de 1985. Tesis Profesional T.A.U.A.N.L.

Variable	Altura de la planta 1/2 ciclo	Diámetro >1/2 c.	Diámetro <1/2 c.	No.hojas y entre-nudos 1/2 c.	Altura de la planta FC	Diámetro >FC	Diámetro <FC	Long. hoja y entre-bandera nudos.	No.hojas Pto.	
1	1.0930 b	2.650 <sup>NS</sup>	2.090 a	12.8 <sup>NS</sup>	1.63 ab	2.14 <sup>NS</sup>	1.78 <sup>NS</sup>	0.703 <sup>NS</sup>	13.65 <sup>NS</sup>	3.2 b
2	1.227 ab	2.295 <sup>NS</sup>	1.795 b	12.3 <sup>NS</sup>	1.34 b	1.97 <sup>NS</sup>	1.63 <sup>NS</sup>	0.633 <sup>NS</sup>	12.31 <sup>NS</sup>	9.10ab
3	1.025 b	2.530 <sup>NS</sup>	1.865ab	11.98 <sup>NS</sup>	1.40ab	2.14 <sup>NS</sup>	1.73 <sup>NS</sup>	0.65 <sup>NS</sup>	12.47 <sup>NS</sup>	3.52ab
4	1.057 b	2.487 <sup>NS</sup>	1.822ab	11.45 <sup>NS</sup>	1.51ab	2.11 <sup>NS</sup>	1.76 <sup>NS</sup>	0.68 <sup>NS</sup>	12.90 <sup>NS</sup>	3.4 ab
5	1.342 a	2.97 <sup>NS</sup>	1.812ab	12.58 <sup>NS</sup>	1.675a	1.98 <sup>NS</sup>	1.67 <sup>NS</sup>	0.70 <sup>NS</sup>	12.79 <sup>NS</sup>	4.4 a

Cuadro 4. Coeficientes de correlación de las variables medidas con respecto a rendimiento. Persistencia de tres variedades, un híbrido y un criollo de maíz al ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) en el ciclo tardío de 1985. Tesis profesional F.A.U.A.N.L.

x	Altura planta 1/2 c.	Diámetro > mayor	Diámetro < menor	Nºhojas y entre nudos	Altura planta	Diámetro > mayor	Diámetro < menor	Nºhojas y entre nudos	Diámetro	Nºhojas entre nudos	Longitud hoja barrera
Pendimiento	0.11 <sup>NS</sup>	0.12 <sup>NS</sup>	0.08 <sup>NS</sup>	0.35 <sup>*</sup>	0.12 <sup>NS</sup>	0.07 <sup>NS</sup>	0.07 <sup>NS</sup>	0.59 <sup>**</sup>	0.07 <sup>NS</sup>	0.59 <sup>**</sup>	.02 <sup>NS</sup>

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

x= Variable independiente

y= Variable dependiente

Cuadro 5. Pendimiento, carbohidratos y proteínas de los tratamientos del experimento.

Resistencia de las variedades, un híbrido y un ciclo de maíz al ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) en el ciclo de tardío de 1985. Tesis profesional. F.A.U.A.N.L.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
	NL-VS-2	Breve Padilla (V-402)	H-412	San Juan (V-401)	San Nicolás
Carbohidratos%	28.8	27.4	27.9	27.6	27.8
Proteínas%crudas	13.78	11.20	11.76	12.68	10.35
Rendimiento/ton.	3.2	4.10	3.52	3.40	4.40

