

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA DE BIOLOGÍA



TESIS CON
FALSA DE ORIGEN

IDENTIFICACION DE FUENTES DE RESISTENCIA
PARA GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda*
(J. E. Smith) EN SORGO PARA GRANO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
MARIA DOLORES BELTRAN EDEZA
GUADALAJARA, JALISCO 1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

| | Página |
|---|--------|
| Dedicatoria | 1 |
| Agradecimientos | ii |
| Lista de Cuadros | iii |
| ABSTRACT | iv |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Generalidades del Gusano Cogollero, <u>Spodoptera</u> <u>frugiperda</u> (J. E. Smith) | 4 |
| 2.1.1. Distribución geográfica | 4 |
| 2.1.2. Descripción morfológica | 5 |
| 2.1.3. Ciclo de vida | 6 |
| 2.1.4. Hábitos | 6 |
| 2.1.5. Daños al cultivo y su efecto en el rendimiento. | 7 |
| 2.2. Resistencia de las Plantas a los Insectos. | 9 |
| 2.3. Mecanismos de Resistencia a Insectos | 10 |
| 2.3.1. No-preferencia | 11 |
| 2.3.2. Antibiosis | 11 |
| 2.3.3. Tolerancia | 12 |
| 2.4. Pseudorresistencia | 13 |
| 2.5. Factores Ambientales que Influyen en la Expresión de la Resistencia | 13 |
| 2.5.1. Medio ambiente | 13 |
| 2.5.2. Fertilidad del suelo | 14 |
| 2.5.3. Temperatura | 14 |
| 2.6. Medición de la Resistencia | 15 |
| 2.6.1. Evaluación en el campo | 15 |
| 2.6.2. Infestación natural y artificial de insectos. | 16 |
| 2.6.3. Epoca de evaluación | 18 |
| 2.6.4. Criterios de evaluación | 18 |
| 2.6.4.1. Porcentaje de plantas dañadas. | 19 |
| 2.6.4.2. Evaluación visual del daño foliar. | 19 |
| 2.6.4.3. Conteo de larvas de insectos | 20 |
| 2.7. Investigaciones Relacionadas sobre el Gusano Cogollero | 21 |
| 2.7.1. Materiales resistentes al gusano cogollero. | 22 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 24 |
| 3.1. Material Genético | 24 |
| 3.2. Descripción de los Experimentos. | 24 |
| 3.2.1. Primer experimento establecido en invierno. | 26 |
| 3.2.2. Segundo experimento establecido en verano | 28 |
| 3.3. Análisis Estadístico de los Datos. | 29 |

| | Página |
|---|--------|
| 3.4. Criterio de Selección | 29 |
| IV. RESULTADOS | 31 |
| 4.1. Primer Experimento Establecido en Invierno | 31 |
| 4.1.1. Análisis de varianza | 31 |
| 4.1.2. Medias | 31 |
| 4.1.3. Correlaciones | 36 |
| 4.2. Segundo Experimento Establecido en Verano | 38 |
| 4.2.1. Análisis de varianza | 38 |
| 4.2.2. Medias | 40 |
| 4.2.3. Correlaciones | 43 |
| 4.3. Correlaciones entre las Evaluaciones Realizadas en el Experimento de Invierno y en el de Verano | 43 |
| V. DISCUSION | 48 |
| 5.1. Primer Experimento Establecido en Invierno | 48 |
| 5.1.1. Análisis de varianza | 48 |
| 5.1.2. Medias | 49 |
| 5.1.3. Correlaciones | 51 |
| 5.2. Segundo Experimento Establecido en Verano | 51 |
| 5.2.1. Análisis de varianza | 51 |
| 5.2.2. Medias | 52 |
| 5.2.3. Correlaciones | 52 |
| 5.3. Correlaciones entre las Evaluaciones Realizadas en el Experimento de Invierno y Verano, | 53 |
| VI. CONCLUSIONES | 54 |
| VII. RESUMEN | 56 |
| VIII. BIBLIOGRAFIA | 58 |

LISTA DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Materiales de sorgo para grano utilizados en la evaluación para resistencia a gusano cogollero, <u>S. frugiperda</u> (J.E. Smith). | 25 |
| 2 | Cuadrados medios y rangos, de los tres conteos de larvas, de la evaluación visual de daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas en los genotipos de sorgo para grano, realizados en el primer experimento establecido en invierno de 1984. Culiacán, Sin. | 32 |
| 3 | Medias de los tres conteos de larvas, realizados en el primer experimento establecido en invierno de 1984. Culiacán, Sin. | 33 |
| 4 | Medias de la evaluación visual de daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas, realizadas en el primer experimento establecido en invierno de 1984. Culiacán, Sin. | 35 |
| 5 | Correlaciones entre las evaluaciones realizadas en el primer experimento establecido en invierno de 1984. Culiacán, Sin. | 37 |
| 6 | Cuadrados medios y rangos de la evaluación visual de daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas en los genotipos de sorgo para grano, efectuadas en el segundo experimento establecido en verano de 1984. Culiacán, Sin. | 39 |
| 7 | Medias de la primera y segunda evaluación visual de daño foliar efectuadas en el segundo experimento establecido en verano de 1984. Culiacán, Sin. | 41 |
| 8 | Medias de la primera y segunda evaluación visual del porcentaje de plantas dañadas, efectuadas en el segundo experimento establecido en verano de 1984. Culiacán, Sin. | 42 |
| 9 | Correlaciones entre las evaluaciones realizadas en el segundo experimento establecido en verano de 1984. Culiacán, Sin. | 44 |
| 10 | Correlaciones entre las evaluaciones realizadas en el primer y segundo experimento, establecidos en Culiacán, Sin. 1984. | 45 |

ABSTRACT

Two experiments of grain sorghum were established on 1984, at the Agricultural Experiment Field of Culiacan Valley which belongs to the National - Institute for Agricultural Research. The first experiment was established - on winter season (February) an the second one, on summer season (August). The objective was to identify useful sources of resistance to foliage dama- ge by the larvae of fall armyworm, Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) on 25 grain sorghum genotypes, and to compare three methods for selecting -- resistants genotypes to the attack of that pest. On the first experiment; visual evaluation of foliar damage, determination of the percentage of dama- ged plants and counts of larvae on three dates were carried on. On the -- second experiment; visual evaluation of foliar damage and determination of the percentage of damaged plants on two dates were carried on.

The infestation of pest on both experiments was by natural means -- (with natural populations of insects).

The results shown highly significant statistical differences among - the genotypes in almost all the evaluation of both experiments (P. 0.01). With the exception of the first larvae count which didn't show stadistical differences; the second larvae count and the evaluation of foliar damage - which only shown differences at the 0.05 level of probability, these three exception were from the first experiment.

In general, the results are taken as evidence of ample genetic varia- bility in the studies material.

The Asgrow Bravo M, 301 and 1490 varieties, were the most resistant to the attack of fall armyworm. On both cycles they had the lowest values of foliar damage and percentage of damaged plants. On the other hand, the 1190, 664 and NK-180 varieties were the most susceptible to the attack of the fall armyworm.

The larvae count technique shown a very poor correlation (less than 0.700) with both foliar damage evaluation and percentage of damaged plants on the two experiments. For this reason it is not recommended to use it as a method for selection of resistance to the fall armyworm in the grain -- sorghum. Even more, this is a very laborious technique.

On the other hand, the visual evaluation of foliar damage and the percentage of damaged plants on both experiments, were of high statistical significance in all their correlations with values higher than 0.700; with the exception of two cases which the values were only superior to 0.600. Therefore these analysis suggest that the selection of resistance to the fall armyworm can be carried on the summer cycle as in the winter cycle, using either the visual evaluation of foliar damage or the percentage of damaged plants.

I. INTRODUCCION

El cultivo de sorgo para grano ocupa el tercer lugar en área sembrada a nivel nacional. Por producción total es el segundo cultivo con 1,492 711.6 toneladas, siendo superado únicamente por el maíz (Anónimo, 1974-1981). En los últimos años no se ha satisfecho la demanda de este cereal, teniéndose que importar anualmente un promedio de 895,627 toneladas (Anónimo, 1981), que equivale a un 64% de la producción nacional.

El sorgo se utiliza en la alimentación de aves y ganado principalmente cerdos, y es una fuente de materia prima para la obtención de harina (almidón) y aceites.

El cultivo de sorgo, desde la siembra hasta su cosecha es dañado - por un complejo de insectos que destruyen el sistema radical, el follaje y sus partes reproductivas y su efecto dependerá de la variedad sembrada, de las condiciones de clima y fertilidad del suelo que exista en la zona. Las plagas que originan mermas económicas en la producción de este cultivo en México son: el gusano cogollero, la mosquita del sorgo y el gusano telarañero (Pacheco, 1970; Sifuentes, 1977).

El gusano cogollero se encuentra distribuido en toda la república - (Vickery, 1929; Wiseman et al 1966; Pacheco, 1970) y es considerado como la principal plaga en la mayoría de las zonas sorgueras (Sifuentes, 1967; Wiseman et al, 1967a; Wiseman y Gourley, 1982). Este insecto daña la plan

ta de sorgo durante su etapa vegetativa hasta antes del embuche. Dicho -
daño, consiste en la destrucción parcial o total del cogollo, que poste-
riormente se observará como una reducción del follaje, y como consecuen-
cia de ésto, se retrasa el crecimiento de las plantas y se reduce el área
fotosintética, ocasionando reducción del rendimiento. (McMillian y Starks,
1967; Morán y Sifuentes, 1967; Wiseman et al., 1967b).

Actualmente existe un control químico eficiente para esta plaga, en
ocasiones una aplicación no resulta suficiente (Sifuentes, 1967; Tello, -
1981). Por otro lado, el empleo de insecticidas para el control de insectos
es un problema serio debido a los residuos tóxicos (Painter, 1941; -
Brett y Bastida, 1963; Kogan, 1975). Además, en muchos casos el control
es inefectivo debido a que esta plaga ha adquirido resistencia a insecti-
cidas comunes (Ham y Hare, 1982). La práctica de cultivar variedades re-
sistentes a plagas, contribuye a la disminución tanto de la contaminación
ambiental, como de los costos de producción del cultivo, al reducir el em
pleo excesivo de insecticidas (Dahms, 1972; Gallum, 1972; Chalfant, 1974).

Por lo anteriormente señalado es importante realizar una investiga-
ción sobre resistencia varietal, para el gusano cogollero en el cultivo -
de sorgo para grano. Ya que de esta manera se pueden detectar materiales
con características de resistencia a dicha plaga, las que posteriormente
se pueden incorporar a genotipos con óptimas características agronómicas,
que están adaptados a diferentes regiones del país y así obtener varieda-
des resistentes, las cuales son importantes porque se pueden utilizar en
el control integrado de plagas, lo que ayudaría a la reducción del empleo
de productos químicos (insecticidas), con lo cual es factible lograr ba-
jos costos de producción y al mismo tiempo preservar y proteger el medio
ambiente.

Las hipótesis de este trabajo son las siguientes: "Si existen diferencias genéticas entre las variedades de sorgo para grano, en la resistencia al ataque del gusano cogollero, entonces, ésto será observado por el grado de defoliación que presenten las plantas de dichas variedades" y "Si existe diferencia en cuanto a eficiencia y sencillez en las técnicas para evaluar el daño del gusano cogollero, entonces, ésto se podrá observar por la brevedad del tiempo que se utilice en la toma de datos en cada técnica, así como, por la diferencia o similitud entre los resultados que se obtengan en las tres técnicas empleadas.

Los objetivos que se persiguen en esta investigación son: identificar fuentes de resistencia al gusano cogollero en el cultivo de sorgo para grano; identificar un método eficiente y sencillo para la evaluación de daño de esta plaga.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del Gusano Cogollero, Spodoptera frugiperda (J. E. Smith)

2.1.1. Distribución geográfica.

El gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J. E. Smith), es una de las plagas más importantes del cultivo del maíz y sorgo durante su ciclo vegetativo en México y otros países de América (Burkhardt, 1952; McMillian y Starks, 1967; Guiragossian y Mihn, 1983). Este insecto llega a ser un problema en los trópicos y zonas subtropicales de clima cálido (Vickery, 1929; Dopporto y Enkerlín, 1964).

Vickery (1929), Walton y Luginbill (1936), coincidieron al afirmar que esta especie tiene su origen en los trópicos del Continente Americano, incluyendo las Indias Occidentales.

Este defoliador se encuentra distribuido en el Norte, Centro y Sur de América (Vickery, 1929; Ortega et al, 1980; Wiseman y Gourley, 1982). Se ha reportado en Canadá y U.S.A. por Brett y Bastida (1963), en el Salvador y Guayanas Británicas por Luginbill (1928), en Colombia por Ruppel et al (1956), en Argentina y Chile por Ortega (1974). En las áreas agrícolas de México ha sido reportado por; Osorio (1949), Morán y Sifuentes (1967), Wiseman et al (1967a), Pacheco (1969), Sifuentes (1977), Andrews (1980), entre otros.

2.1.2. Descripción morfológica.

Este insecto, durante su ciclo de vida, pasa por las etapas de: -
huevo, larva, pupa o crisálida y adulto o imago (Luginbill, 1928 y Vickery, -
1929),

a) Huevecillo. Es de forma redonda con los extremos ligeramente -
achatados. Dependiendo de su grado de madurez, el color varía de verde cla-
ro a pardo claro u oscuro poco antes de la eclosión.

b) Larva. Las larvas al nacer tienen el cuerpo de color amarillen-
to oscuro a verde claro, la cabeza negra y bastante desarrollada. Durante -
su período larval pasan por 6 ó 7 estadios. Al completar su desarrollo su
cuerpo es cilíndrico de una longitud variable entre 25 y 35 mm, su color va
ría desde el ocre o verde claro a pardo grisáceo en el dorso y verde ventral
mente. Además poseen en el cuerpo tubérculos negros muy prominentes de los
cuales nacen pelos finos. La cabeza es redondeada quitinizada de color casta-
ño oscuro a negro, con la sutura epicraneal muy prominente de color blan-
co y con la forma de una i griega invertida (λ).

c) Pupa. Cuando las larvas van a pupar construyen una celdilla de
seda, llamada "cocón pupal". Es de forma cónica de color dorado o pardo ro-
jizo, tomando finalmente una coloración oscura cercana al negro antes de la
emergencia del adulto.

d) Adulto. Las palomillas presentan las características de la fami-
lia Noctuidae; el cuerpo es de color gris oscuro, corto y robusto, cubierto
de pelos y escamas, ojos compuestos grandes, un par de ocelos, antenas fili
formes cubiertas de pequeños pelos y la probóscide bastante desarrollada. -
La palomilla mide aproximadamente de 25 a 35 mm de punta a punta de las alas,
presenta dimorfismo sexual observándose en la coloración de las alas ante-

riores. En el macho, son de color pardo moteado, con manchas más claras y - más oscuras, y tienen una mancha blanquizca cerca del extremo de la punta de las alas. En la hembra, son de color más oscuro y carecen de las manchas - claras que poseen las alas del macho. Las alas posteriores en ambos sexos - son de color blanco grisáceo con lustre aperlado y con una pequeña franja - de color gris humo en los bordes.

2.1.3. Ciclo de vida.

Luginbill (1928) y Morán y Sifuentes (1967), mencionan que la duración del ciclo de vida del gusano cogollero, varía dependiendo de la alimentación del insecto, las condiciones climáticas en que se desarrolle y la - condición natural de la especie.

Barfield et al (1978), mencionan que la temperatura influye en la duración del ciclo de vida, siendo de 19 días a 35°C y hasta de 66 días al desarrollarse a 15.6°C.

Luginbill (1928), publicó que el período de incubación fué de 2 a 10 días, según la estación del año. La larva en el verano pasó por 6 estados larvarios en 12 días y en los meses fríos duró 33 días. La pupa en el verano tuvo una duración de 7 a 12 días y en el invierno de 16 a 43 días. El período de preoviposición fué de 3.5 días. Datos similares han publicado Dew (1913), Vickery (1929), Doporto y Enkerlin (1964).

2.1.4. Hábitos.

El estado adulto de este insecto es una palomilla de hábitos nocturnos, que permanece durante el día escondida en las grietas y hendiduras del suelo o en el follaje de las plantas del que se alimenta la larva. Las hem-

bras ovipositan durante la noche o en el día sobre cualquier superficie de las hojas. La masa de huevecillos es cubierta por una fina pelusa de color blanco a grisáceo, que son escamas desprendidas del cuerpo de la hembra. - Las larvas después de la eclosión permanecen agrupadas un tiempo alimentándose del tejido foliar superficial, posteriormente se dispersan a las plantas vecinas y se refugian en el cogollo, en donde se alimentan de las hojas tiernas dejándolas parcial o totalmente destruidas (Luginbill, 1928; Morán y Sifuentes, 1967; Sifuentes, 1977).

De acuerdo con Vickery (1929), Ruppel et al (1956) y Wiseman et al (1967b), las larvas al alimentarse durante lo primeros tres estadios, esquelizan las hojas jóvenes de la planta; el daño se caracteriza por las áreas oblongas y translúcidas que presenta el follaje. En estadios más avanzados la larva hace perforaciones y se introduce al cogollo, por lo que la planta al desarrollarse, se le observan las hojas desgarradas y agujeradas dando un aspecto deshilachado a la planta.

Generalmente se encuentra una sola larva madura en cada planta, ya que la larva en los estadios avanzados acentúa sus hábitos "canibales" -- (Vickery, 1929; Osorio, 1949; Pacheco y Young, 1957).

Las larvas al completar su desarrollo dejan a la planta y pasan al suelo donde se entierran para pupar, o bien pueden hacerlo en el "cogollo" de la planta, emergiendo posteriormente el adulto. (Burkhardt, 1952; Ruppel et al, 1956).

2.1.5. Daños al cultivo y su efecto en el rendimiento.

La larva del gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J. E. Smith), se alimenta del follaje del sorgo durante su crecimiento vegetativo (McMillian y Starks, 1967; Pacheco, 1970; Sifuentes, 1977; Wiseman y Gourley, -

1982), y como consecuencia de la reducción del área foliar disminuye el área fotosintética, causando efectos adversos en el desarrollo de la planta y pérdidas en la producción (Henderson et al, 1966; Morán y Sifuentes, 1967; Sparks et al, 1967).

Henderson et al (1966), determinaron que las infestaciones con poblaciones naturales del gusano cogollero, afectan el rendimiento del sorgo. Ellos observaron en 1957, 1960 y 1962, que el rendimiento de la variedad de sorgo RS 610, comparado con el testigo, se redujo por panoja 19.6%, 5.4% y 10.4%, en dichos años.

Morán y Sifuentes (1967) y Wiseman et al (1967b), coincidieron al mencionar que el daño ocasionado por la larva del "gusano cogollero" al alimentarse del follaje del cultivo puede destruir a las plantas, atrofiar o retrasar su crecimiento, como consecuencia de la reducción del área fotosintética. Además que el desgarramiento y perforaciones del follaje, son un sitio propicio para el desarrollo de enfermedades. Como consecuencia de esto hay una reducción en la producción.

McMillian y Starks (1967), trabajando en sorgo observaron que niveles de infestación de 2, 4 y 8 larvas por planta, comparadas con el testigo producen una reducción en el rendimiento de la panoja de 17.3%, 12% y 18.26% respectivamente.

Silva (1975) y León (1978), han evaluado insecticidas para el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz, obteniendo incrementos significativos en el rendimiento por varias toneladas por hectárea, en parcelas protegidas comparadas con parcelas sin proteger. Siendo correlacionado el incremento del rendimiento con la disminución del daño foliar en la parcela protegida.

Andrews (1980), ha publicado en el Salvador reducciones del rendimiento hasta de un 51% en el cultivo de sorgo, ocasionado por la alimentación de la larva del gusano cogollero en el follaje del cultivo. Además, observó que las poblaciones de plantas atacadas en la etapa temprana de su ciclo vegetativo, su rendimiento es menor que aquellas que son atacadas en etapas más avanzadas del crecimiento. Mientras que en México Pacheco (1969), en pruebas con daño simulado en maíz, publica lo opuesto.

Tello (1981), determinó que el gusano cogollero ocasiona pérdidas hasta de un 63%, cuando no se controla. Por lo que produce pérdidas de 2000 kg/ha.

2.2. Resistencia de las Plantas a los Insectos.

El empleo de variedades resistentes ofrece uno de los métodos de control biológico más efectivo sobre las plagas de mayor importancia económica en los cultivos, especialmente cuando se combina debidamente con técnicas culturales, biológicas y químicas (Dahms, 1943; Guevara, 1969; Dicke, 1972; Debach, 1977). Además, que al mismo tiempo que preserva y protege de la contaminación al medio ambiente al bajar el empleo excesivo de los productos químicos, reduce los costos de producción, incrementa el rendimiento y la calidad de la cosecha y reduce la población de insectos en esa área (Painter, 1941; Packard y Martin, 1952; Chalfant, 1974; Debach, 1977).

El término de resistencia en las plantas ha tenido diversas definiciones entre los investigadores; Painter (1951), definió la resistencia vegetal como la cantidad relativa de características hereditarias poseídas por la planta, las cuales limitan las poblaciones de insectos o minimizan sus daños. Una planta resistente, de acuerdo con Beck (1965), está definida por el conjunto de características heredables, por las cuales una especie

de planta, raza o individuo, reduce la posibilidad de ser utilizada como -- huésped de una especie de insecto, raza o biotipo. Según Anónimo (1980), -- una planta resistente, es aquella que recibe esencialmente menos daños o es menos atacada por una plaga, que otras plantas de la misma especie bajo condiciones similares.

Munford (1931), menciona que la resistencia de las plantas a los -- insectos puede deberse a tres factores principales: a agentes externos protectores (anchura de la epidermis, pubescencia, etc.), a condiciones internas de las células vegetales, las cuales repelen al insecto (aceites, álcalis, ácidos orgánicos, etc.) o a la indisponibilidad para los insectos, por no llenar sus requerimientos nutricionales.

2.3. Mecanismos de Resistencia a Insectos.

Guevara (1969) y Kogan (1975), coincidieron al reportar que los insectos reaccionan positiva o negativamente hacia el huésped por una combinación de estímulos físicos, químicos y fisiológicos.

Painter (1951), dividió los mecanismos de resistencia a los insectos en las plantas en 3 categorías principales; a) La no-preferencia, que -- se refiere a un grupo de características del huésped y respuestas del insecto que lo inducen a rechazar un huésped en particular, variedad o raza para la oviposición, refugio o alimentación, o una combinación de estas tres finalidades. b) La antibiosis, la cual se refiere a las características de la planta huésped que tienen efectos adversos sobre la sobrevivencia, vigor o fecundidad del fitofago. c) La tolerancia, es un mecanismo que se refiere a la capacidad de ciertas plantas para reparar el daño, crecer y producir un óptimo rendimiento, a pesar de soportar un nivel de población de insectos -- que destruiría a un huésped susceptible.

2.3.1. No-preferencia.

Painter (1951) y Beck(1965), señalan que los factores como color e intensidad de la luz, superficie de las plantas y constituyentes químicos - en los tejidos (aceites esenciales, alcaloides, glucósidos, aminoácidos, - etc.), son los responsables para que un insecto acepte o rechace una planta.

De acuerdo con Kogan (1975), las características morfológicas y estructurales de la planta, tales como; forma de la hoja, aspecto de la planta, rigidez, vellocidad y succulencia de los tejidos, dificultan la alimentación normal y/o la oviposición de los insectos.

Beck (1965) menciona que los insectos no ovipositan indiscriminada mente sobre la superficie de las plantas, sino que generalmente depositan - sus huevecillos y se alimentan sobre partes seleccionadas del vegetal. Los sitios seleccionados varían de acuerdo al estado de desarrollo de la planta, madurez de las hojas del vegetal y la presencia o ausencia de partes reproductivas.

Schoonhoven (1968), encontró que en los procesos de alimentación y oviposición por el insecto, intervienen estímulos físicos y químicos producidos por la planta y receptores ópticos, químicos (olfatorios, gustativos, de contacto), los cuales inducen al insecto a elegir o rechazar a un huésped en particular.

2.3.2. Antibiosis.

De acuerdo con Painter (1941), Kogan (1975) y Anónimo (1980), los insectos que se alimentan de plantas resistentes por antibiosis, pueden manifestar los siguientes síntomas; muerte de las larvas en los primeros estadios, tasa de crecimiento anormal, tamaño y peso recucidos, baja fecundidad,

fertilidad reducida, muerte de los insectos poco antes de llegar al estado adulto, anormalidades fisiológicas y de conducta. Las posibles explicaciones de estos síntomas son: presencia de metabolitos tóxicos (alcaloides, - glucósidos, quinonas), ausencia o cantidades subóptimas de algunos nutrientes esenciales (aminoácidos, vitaminas, esteroides, etc.), presencia de un factor inhibitor del desarrollo o de la reproducción o de ambos; un desequilibrio en los elementos nutritivos disponibles, especialmente en las proporciones de carbohidratos-proteínas, presencia de enzimas que inhiban el proceso normal de la digestión del alimento y consecuentemente la utilización de los alimentos.

Gallum (1972), menciona que el mecanismo de antibiosis reduce la densidad poblacional de los insectos nocivos y consecuentemente los daños en el cultivo.

2.3.3. Tolerancia

Guevara (1969) y Anónimo (1980), mencionan que el componente de tolerancia se encuentra presente, cuando la planta tiene capacidad para crecer y reproducirse o para reparar el daño ocasionado por una población de insectos más o menos igual a la que perjudica o destruye un huésped susceptible.

Dicke (1972), Gallum (1972) y Kogan (1975), reportaron que la tolerancia puede ser atribuida a varios factores, tales como: vigor de la planta, recuperación del tejido dañado, producción de ramas adicionales, compensación lateral con plantas (ahijamiento) y en algunos casos porque los insectos utilizan partes no vitales de la planta,

2.4. Pseudorresistencia

Beck (1965) y Hanover (1975), emplearon el término de pseudorresistencia para indicar la evasión de las plantas al ataque de los insectos por condiciones de clima, evasión fenológica (asincronía en la interacción insecto-planta), resistencia inducida temporalmente.

Painter (1951), considera la asincronía fenológica insecto-hospedero una modalidad de la pseudorresistencia.

Gallum et al (1975), menciona que las condiciones ambientales pueden inducir a la planta a manifestar una resistencia transitoria o temporal. Kogan (1975), reporta que la fenología de la planta y del insecto deben estar sincronizadas, de tal manera que cuando el insecto necesite ovipositar, alimentarse o refugiarse, se encuentre el huésped en el estado de desarrollo que pueda ser aprovechado por el insecto. La asincronía podría ser inducida por las siembras tempranas o tardías de los cultivos, de tal manera - que cuando se presente la etapa de desarrollo más susceptible a la plaga, - se encuentre una densidad poblacional baja del insecto (Debach, 1977; Kogan, 1975).

Packard y Martin (1952) y Kogan (1975), reportaron que los métodos culturales (preparación y saneamiento del suelo, fertilización, irrigación, control químico, etc.) pueden alterar la fisiología de las plantas ocasionando drásticos cambios cualitativos y cuantitativos en sus valores nutricionales y convertirlas en un hospedero inadecuado temporalmente.

2.5. Factores Ambientales que Influyen en la Expresión de la Resistencia.

2.5.1. Medio ambiente.

Packard y Martín (1952), coincidieron con Hanover (1975), al señalar que la expresión de la resistencia genética por una planta, puede ser modificada por las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolle.

Painter (1941) y Kogan (1975), reportaron que la resistencia genética está basada en caracteres heredados por los genes. Sin embargo, la expresión de los genes, sobre todo los que implican características fisiológicas son influenciados a un mayor o menor grado por factores ambientales (climáticos y edáficos).

Anónimo (1980), menciona que el clima es un factor modificador importante y que la humedad intensa aumenta la facilidad de detección de olores, de esta manera puede influir en forma positiva o negativa en la respuesta de los insectos a los olores de las plantas y modificar así el mecanismo de resistencia de no-preferencia.

2.5.2. Fertilidad del suelo.

Packard y Martín (1952) coincidieron con Kogan (1975), al indicar que los macronutrientes y micronutrientes tienen un efecto ambivalente en la expresión de la resistencia. En algunos casos se ha observado que altos niveles de nutrientes incrementan la resistencia o susceptibilidad a una plaga de insectos y que bajos niveles de nutrientes pueden inducir resistencia o susceptibilidad en el vegetal.

2.5.3. Temperatura.

En general las bajas temperaturas tienen un efecto negativo sobre la resistencia. Sin embargo, determinadas variedades retienen ciertos niveles

de resistencia aún a bajas temperaturas. (Kogan, 1975 y Anónimo, 1980).

McMurtry (1962), reportó que la temperatura media, comparada con la máxima y mínima, parece ser la más importante en la expresión de la resistencia.

2.6. Medición de la Resistencia.

Gallum et al (1975), argumenta que la evaluación de la resistencia puede ser realizada en condiciones de campo, laboratorio o invernadero.

Dahms (1972) y Gallum et al (1975), señalan que uno de los requisitos más importantes en la evaluación de resistencia a insectos en las plantas, es proporcionar una infestación de insectos adecuada con poblaciones naturales del campo o con insectos criados en el laboratorio. Según Pitre (1983), el área más adecuada para evaluar la resistencia de la planta huésped, es donde la plaga existe en forma natural.

2.6.1. Evaluación en el campo.

En las evaluaciones de resistencia en condiciones de campo, empleando infestaciones de insectos naturales o artificiales, los resultados están sujetos a las interacciones del medio ambiente con la planta y el insecto, por lo que las manifestaciones de resistencia pueden ser influenciadas por las fluctuaciones de la densidad poblacional del insecto y las condiciones ambientales en que se desarrolle el cultivo (Gallum et al, 1975; Harris, - 1979).

La evaluación de resistencia a insectos en condiciones de campo, es realizada por su simplicidad, eficiencia y economía (Gallum et al, 1975; -

Guthrie, 1979). Sin embargo, los resultados pueden ser afectados por la - fluctuación poblacional del insecto, asincronía fenológica, presencia de - plagas competidoras y la influencia del medio ambiente. Las tres primeras - limitaciones pueden ser disminuidas empleando uno o más de los siguientes - métodos: una cría masiva de insectos, colección en el campo de la plaga y - liberarla en el área de evaluación, empleo de cebos, trampas, cultivos sus- ceptibles para concentrar e incrementar la infestación de la plaga deseada en la época apropiada, empleando insecticidas selectivos para eliminar los enemigos naturales y especies competidoras, emplear prácticas culturales - que propicien la aparición de la plaga deseada, etc. (Guthrie, 1975; Tingey, 1979).

Dahms (1972) y Gallum et al (1975), coincidieron al mencionar que - pueden presentarse diferencias en el comportamiento de las plantas al ataque de los insectos, cuando las evaluaciones de resistencia son realizadas en condiciones de invernadero o de campo.

2.6.2. Infestación natural y artificial de insectos.

Según Dahms (1972) y Ortega et al (1980), la infestación artificial es impráctica. Las poblaciones naturales de insectos son más apropiadas para evaluar resistencia a insectos.

Ortega et al (1980), argumentan que las poblaciones de insectos pue den ser mantenidas a niveles satisfactorios, sembrando cerca del lugar plan tas huéspedes susceptibles. Dahms (1972), Harris (1979) y Teetes (1979), - coincidieron al reportar que un nivel de infestación natural de insectos - adecuado y uniforme puede obtenerse en el campo sembrando alrededor de la parcela de los materiales a ser evaluados, bordes con variedades suscepti-

bles a esa plaga de insecto.

Según Gallum et al (1975) y Guthrie (1979), las poblaciones de insectos criadas en el laboratorio o invernadero son más susceptibles a enfermedades, cambios de temperatura, humedad, y pueden perder su capacidad de infestar y establecerse en una planta como lo haría una población nativa de ese insecto.

De acuerdo con Kogan (1975) y Harris (1979), la selección de materiales bajo condiciones naturales en el campo, tiene como objetivo identificar las primeras fuentes de germoplasma resistentes a insectos, que serán empleados en la formación de variedades resistentes con óptimas características agronómicas.

Las técnicas de infestación artificial son empleadas para prevenir el escape de la planta al ataque de la plaga (sincronizar la infestación con la etapa de desarrollo del cultivo que es aprovechada por el insecto) (Dahms, 1972). Para obtener evaluaciones más precisas como: identificar el mecanismo de resistencia en la planta (McMillian et al, 1967; Wiseman et al, 1981), evaluar el daño que produce una infestación uniforme en un genotipo dado (Henderson et al, 1966; Wiseman y Gourley, 1982), para conocer la preferencia del insecto por algunas variedades de un mismo cultivo o entre diferentes cultivos (Teetes, 1979; Wiseman et al, 1967a y 1981), para identificar en qué etapa del crecimiento de la planta es más susceptible al ataque de la plaga (Harris, 1979; Ortega et al, 1980; Pitre, 1983).

Según Ortega et al (1980), la población de insectos y el nivel de infestación natural o artificial puede ser regulado dependiendo del nivel de resistencia que posea la planta. Si los niveles de resistencia son bajos, -

la expresión de los genes de la resistencia pueden ser enmascarados por una infestación alta y todos los genotipos evaluados se comportan como susceptibles. Dahms (1972), observa que las infestaciones altas no son siempre deseables porque los cultivos con moderados niveles de resistencia son eliminados.

2.6.3. Época de evaluación.

Wiseman et al (1980), reportaron que la época en que se realizan las observaciones en el cultivo es importante para identificar los genotipos resistentes de los susceptibles. Que la toma de datos debe ser realizada en el estado de crecimiento de la planta en que es infestada por el insecto, que es el momento en el que se presentan las máximas diferencias de daño. Dahms (1972), señala que si el insecto ataca al cultivo en más de un estado de su crecimiento, es importante evaluar la resistencia para cada estado.

2.6.4. Criterios de evaluación.

De acuerdo con Dahms (1972) y Guthrie (1979), varios criterios pueden ser empleados para determinar el grado de resistencia o susceptibilidad de las plantas al ataque de los insectos. Kogan (1975) y Ortega et al (1980), mencionan que la resistencia normalmente se mide a través de los efectos que los insectos causan a las plantas. Los cuales pueden ser evaluados en términos de proporción de plantas infestadas, porcentaje de daño en el follaje o partes fructíferas, o bien en la reducción de la producción. También puede ser medida la resistencia observando el efecto de las plantas en los insectos, como es; la sobrevivencia de la población insectil, número de huevecillos depositados, agregación de individuos, cantidad de alimento consumido, tasa de crecimiento, mortalidad y longevidad.

Wiseman et al (1966), Chalfant (1974), Ortega et al (1980), Antongilly y O'keefe (1981) y Pitre (1983), coincidieron al afirmar que en la selección de las plantas resistentes a insectos, la evaluación del grado de daño en las plantas por medio de la calificación visual, es un método práctico y eficiente para identificar fuentes de resistencia entre los genotipos evaluados.

2.6.4.1. Porcentaje de plantas dañadas.

El criterio de porcentaje de plantas dañadas, fue empleado por -- Nielson et al (1971), para evaluar la resistencia de variedades de alfalfa al pulgón manchado. Estos investigadores clasificaron arbitrariamente como variedades altamente resistentes, aquellas que tuvieron de 0-15% de plantas dañadas; resistentes las que tuvieron de 16-40%; de resistencia intermedia las que presentaron de 41-65%; de baja resistencia las que presentaron de 66 a 75%; susceptibles las que tuvieron un 76-89% de plantas dañadas y altamente susceptibles con un 90-100% de plantas dañadas.

Otros investigadores tales como Brett y Bastida (1963), Morán y Siufuentes (1967), Wiseman (1967), Ortega et al (1980), entre otros, han empleado el porcentaje de plantas dañadas para medir la resistencia al gusano cogollero en maíz y sorgo.

2.6.4.2. Evaluación visual del daño foliar.

El criterio de calificación visual del daño foliar ha sido un método eficiente en la medición del grado de resistencia entre los genotipos de maíz y sorgo evaluados en condiciones de invernadero y de campo, con infestaciones naturales o artificiales de gusano cogollero. Obteniendo diferen-

cias altamente significativas en las evaluaciones realizadas por: McMillian y Starks (1967); Wiseman (1967); Wiseman et al (1967a), Mayo Jr. (1972), -- Widstrom et al (1972), Williams et al (1978), Wiseman y Gourley (1982).

Este criterio es descrito por Wiseman et al (1966), para detectar - niveles de resistencia en variedades de maíz al gusano cogollero, estos investigadores utilizaron una escala de 0 al 10 basada en el grado de defolia ción ocasionado en la planta. En la cual; 0, es daño no visible y 10 es -- planta muerta o casi completamente destruida.

Según Ortega et al (1980), el mecanismo de antibiosis y no-preferen cia están directamente manifestados en el grado de daño producido en el fo llaje del cultivo por el gusano cogollero.

2.6.4.3. Conteo de larvas de insectos.

Tetes (1979), Wiseman et al (1981), emplearon este criterio en con diciones de invernadero y laboratorio, para determinar la preferencia de la larva del gusano cogollero por genotipos de sorgo y de maíz.

Ruppel et al (1956) y Sparks et al (1967), realizaron conteos de - larvas de gusano cogollero y del gusano barrenador respectivamente, tomando 10 plantas de maíz al azar por parcela. Encontrando poca relación entre el número de larvas por parcela y el daño ocasionado.

Sifuentes (1967), estudiando el comportamiento de las larvas del gu sano cogollero en plántulas de maíz y sorgo, encontró muy poca relación en tre el número de larvas y el daño producido en el cultivo. Vázquez (1975), en condiciones de campo encontró que los valores más bajos de larvas de co-

gollero correspondieron a las variedades de maíz que tuvieron valores altos en la calificación de daño foliar. Wiseman y Gourley (1982), obtuvieron pequeñas diferencias entre niveles de infestación al comparar el daño foliar en una variedad de sorgo, producido por infestaciones de 0, 1, 2, 4 y 6 larvas por planta.

2.7. Investigaciones Realizadas sobre el Gusano Cogollero.

Brett y Bastida (1963), realizaron evaluaciones de campo con variedades de maíz dulce, encontrando que la resistencia al gusano cogollero fue debida al vigor de la planta, y que la larva prefiere el tejido succulento de la planta en buenas condiciones físicas.

Wiseman et al (1966), midieron la resistencia por medio de una calificación visual, empleando una escala de 0 al 10 para evaluar el daño foliar causado por el gusano cogollero, encontrando altos niveles de resistencia en la variedad de maíz, Antigua 2D (B10 x B14); y el híbrido 6417.

McMillian et al (1967), encontraron diferencias significativas entre las líneas de maíz, basándose en la preferencia de las larvas de gusano cogollero a la alimentación con extractos de grano, estilos y hojas. Los extractos de hojas estimularon una mayor alimentación en las larvas.

Sifuentes (1967), en estudios realizados en condiciones de invernadero, encontró una marcada preferencia de la palomilla del cogollero por ovipositar en maíz en comparación con el sorgo, y las larvas de este insecto prefirieron más el follaje del maíz para alimentarse, que el sorgo.

Mayo Jr. (1972), empleó la evaluación visual de daño foliar, para

medir el daño ocasionado por la larva del gusano cogollero en variedades - de sorgo en condiciones de invernadero, Obteniendo diferencias significativas entre los genotipos.

Wiseman et al (1980), observaron que en las evaluaciones de resistencia de los cultivos de sorgo y maíz al gusano cogollero, el arreglo de los genotipos en la parcela experimental no altera sus niveles de resistencia, en cambio, sí es importante la época en la cual son realizadas las observaciones, es decir, que la toma de datos se realicen en la etapa de crecimiento del cultivo en que se manifieste la máxima diferenciación de daño en el cultivo.

Wiseman y Gourley (1982), infestando plántulas de sorgo en condiciones de invernadero y de campo, encontraron diferencias de daño en los genotipos de sorgo, siendo susceptible al gusano cogollero la variedad SGIRL-MR1, y moderadamente resistente la variedad 1821 c.m.

Guiragossian y Mihm (1983), reportaron que la tolerancia es el principal tipo de resistencia en sorgo al gusano cogollero, ya que a pesar del daño ocasionado en el follaje de la planta, es capaz de producir un óptimo rendimiento comparado con el testigo protegido. Además, las observaciones en el campo indican que poseen también resistencia por antibiosis y no-preferencia.

2.7.1. Materiales resistentes al gusano cogollero.

Se han realizado una diversidad de estudios sobre la resistencia - del maíz y sorgo al gusano cogollero, identificando genotipos resistentes a esta plaga.

Brett y Bastida (1963), evaluaron variedades de maíz dulce encontrando que el mecanismo de resistencia al gusano cogollero en las variedades; Golden Regent y Golden Tighthusk, fue la tolerancia. Wiseman et al (1966), demostraron la resistencia de las líneas de maíz: Texas Experimental Hibrid 6417 y FAW # 1, que es una selección formada de dos plantas; Antigua 2D x (B10 x B14). Wiseman (1967), mencionó que en México mediante experimentos en condiciones de campo y pruebas en invernadero, se identificaron las líneas de maíz; Antigua 2D', "Antigua 8D", y "Zapalote Chico". Guevara (1969), reportó que en el Caribe se han identificado como resistentes las siguientes líneas de maíz: Antigua 2D-160-4, Antigua 160-7, Antigua - 160-80, Antigua 8D-161-6, Antigua 161-52 y Antigua 161-72. Teetes (1979), reportó el sorgo Freed (PI-29166) como resistente al gusano cogollero. Wiseman et al (1980), demostraron la resistencia del sorgo 'Dekalb E-57'. Wiseman et al (1981), comprobaron que el mecanismo de resistencia en el híbrido de maíz; MpSWCB-4 fue por antibiosis y no-preferencia, mientras que en Antigua 2D-118 fue principalmente no-preferencia. Wiseman y Gourley -- (1982), mediante infestaciones artificiales en condiciones de invernadero y de campo, identificaron la variedad de sorgo 1821 c.m. como resistente al gusano cogollero. Guiragossian y Mihn (1983), identificaron resistencia por tolerancia en los siguientes genotipos de sorgo: TAM 428, 783-3, 896-1 y - 88-4 Poza Rica.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Material Genético.

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizaron 3 variedades híbridas y una homocigótica de sorgo para grano (Sorghum bicolor - (L.) Moench), cultivadas comercialmente en el Valle de Culiacán, además 21 variedades homocigóticas pertenecientes a la colección mundial de sorgo, y que han mostrado buen comportamiento los últimos años en las evaluaciones de Culiacán y Mazatlán del Estado de Sinaloa, bajo condiciones de temporal. Dicho material (Cuadro 1), fue proporcionado por el Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán (CAEVACU), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

3.2. Descripción de los Experimentos.

La investigación fue establecida en invierno y en verano de 1984, - en el Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán, que se encuentra en el Municipio de Culiacán, del Estado de Sinaloa y corresponde a la región costera del Noroeste de México. Este campo se localiza a los 28°36' latitud Norte y 107°27' de longitud Oeste, a una altitud de 37 msnm.

En Sinaloa se encuentra establecida la plaga del gusano cogollero, y es considerada la segunda en importancia en la zona de riego y la primera en la zona de temporal (Morán y Sifuentes, 1967; Pacheco, 1970), -

CUADRO 1. MATERIALES DE SORGO PARA GRANO UTILIZADOS EN LA EVALUACION PARA RESISTENCIA A GUSANO COGOLLERO, S. frugiperda (J.E. Smith.)

| Tratamiento | Denominación | Tipo de material |
|-------------|------------------------|------------------|
| 1 | INIA 1 - 17 | Homocigótico |
| 2 | ISIAP Dorado | Homocigótico |
| 3 | INIA 2098 | Homocigótico |
| 4 | 1382 | Homocigótico |
| 5 | VCR - 2684 | Homocigótico |
| 6 | 1227 | Homocigótico |
| 7 | GS - 50 | Homocigótico |
| 8 | 1479 Cul. | Homocigótico |
| 9 | 1190 | Homocigótico |
| 10 | 2134 | Homocigótico |
| 11 | 1443 | Homocigótico |
| 12 | 1-19 | Homocigótico |
| 13 | 299 | Homocigótico |
| 14 | 301 | Homocigótico |
| 15 | 1211-D | Homocigótico |
| 16 | 1340 | Homocigótico |
| 17 | 664 | Homocigótico |
| 18 | 195 | Homocigótico |
| 19 | 1479 | Homocigótico |
| 20 | 1489 | Homocigótico |
| 21 | 1490 | Homocigótico |
| | Variedades comerciales | |
| 22 | Hegari Blanco Regular | Homocigótico |
| 23 | Asgrow Double Tx | Híbrido |
| 24 | Asgrow Bravo M | Híbrido |
| 25 | NK-180 | Híbrido |

por lo que el estudio de identificación de materiales de sorgo resistentes al gusano cogollero se realizó en dos ciclos de siembra; en el de otoño-invierno y en el de primavera-verano, en condiciones de campo con infestaciones naturales de dicha plaga.

3.2.1. Primer experimento establecido en invierno.

La siembra se realizó en secco en terrenos del CAEVACU el día 23 de febrero de 1984, depositando 10g de semilla por parcela, de cada uno de los 25 genotipos, al día siguiente se le dió el riego de germinación. -- Diez días después de la emergencia (DDE) se aclaró para dejar una densidad de 13 plantas por metro lineal.

Las labores culturales, tales como: fertilización, combate de malezas, riegos, etc., se realizaron de acuerdo a las necesidades propias del cultivo y en base a las recomendaciones publicadas por el Campo Experimental. Se presentó solamente el pulgón, Rhopalosiphum maidis (Fitch) y el -- Trips, Hercotothrips phaseoli Hood, durante los primeros 15 días en incidencias muy bajas, no ameritando aplicación de insecticidas.

El nivel de infestación en el experimento, quedó sujeto a la intensidad de las poblaciones naturales del gusano cogollero, que se presentaron en el lote experimental, como lo hicieron Brett y Bastida (1963), -- Sparks et al (1967), Wiseman (1967b), Hernández y Sifuentes (1974), Salgado y Silguero (1979).

El diseño experimental utilizado, consistió en una distribución de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento. El tamaño de la -- parcela total fue de dos surcos de 5 m de longitud con 0.80 m de separa--

ción entre ellos, quedando así la parcela útil.

Se tomaron los siguientes datos:

a.) Cuento de larvas del gusano cogollero. Se realizaron tres conteos: 1ro. Cuando las plantas tenían de 6 a 7 hojas (18 DDE), 2do. Al tener de 7 a 9 hojas la planta (32 DDE) y el 3ro. Cuando las plantas tenían de 10 a 12 hojas (43 DDE), siguiendo la metodología de Ruppel et al (1956) y Sparks et al (1967), la cual consiste en contar el número de larvas de gusano cogollero encontradas en 10 plantas tomadas al azar por parcela, - en cada una de las repeticiones.

b.) Evaluación visual del daño foliar. Se registró cuando las plantas tenían de 10 a 12 hojas (45 DDE), asignando una calificación de daño foliar por parcela en cada repetición, utilizando una escala de 0-10 similar a la utilizada por Wiseman et al (1966), cuando evaluaron la resistencia de variedades de maíz al gusano cogollero. Esta escala está basada en el grado de defoliación ocasionando en la planta por la larva de dicha plaga, en donde: 0, es daño no visible; 1, pocos agujeros menores de 1 cm de diámetro, o algunas áreas de tamaño similar esqueletonizadas; 2, pocos agujeros como de 1 cm de ancho y 3 cm de largo y/o pocas áreas de tamaño similar esqueletonizadas; 3, lesiones similares a las anteriores, pero en mayor cantidad; 4, varios agujeros y/o áreas esqueletonizadas alargadas - como de 1 cm de ancho y 4 cm de largo; 5, varios agujeros y/o áreas esqueletonizadas alargadas como de 2 cm de ancho y 5 cm de largo y algunas porciones comidas del borde de las hojas; 6, lesiones similares a las anteriores pero en mayor cantidad; 7, lesiones y porciones comidas más grandes que las anteriores con algunas áreas secándose; 8, varias porciones - comidas y áreas secándose; 9, el cogollo casi o completamente destruido

y varias lesiones con más áreas secándose; 10, planta muerta, secándose o casi destruida por completo.

c.) Evaluación visual del porcentaje de plantas dañadas. Se registró cuando las plantas tenían de 10 a 12 hojas (46 DDE), siguiendo la metodología de Brett y Bastida (1963), Hernández y Sifuentes (1974), que consiste en evaluar visualmente por parcela el porcentaje de plantas que presentan daño foliar en las hojas superiores.

3.2.2. Segundo experimento establecido en verano.

Los 25 genotipos de sorgo para grano (Cuadro 1), fueron sembrados en el CAEVACU, el día 23 de agosto de 1984. La siembra y el aclareo se realizó de la misma manera al anterior experimento, así como también el diseño y parcela experimental utilizados. Con las siguientes diferencias; aprovechando el temporal no se realizaron riegos, dos semanas antes de establecer la investigación, se sembraron bordos alrededor del lote experimental con plantas susceptibles al gusano cogollero (identificadas en el experimento de invierno), para inducir la presencia de esta plaga como lo sugieren (Dahms, 1972; Harris, 1979; Ortega, et al 1980). De tal manera que las tres repeticiones quedaron incluidas en un lote rectangular de 24 m por 48m, en donde a lo largo de ambos lados, tenía dos surcos con la variedad 1443 y a los extremos una franja con surcos de un metro de largo con la variedad NK-180, quedando el experimento rodeado.

Con base en los resultados obtenidos en el anterior experimento y la bibliografía consultada, se eliminó el conteo de larvas, técnica muy laboriosa para su registro y poco eficiente para estos fines. Tomándose solamente los siguientes datos:

a) Evaluación visual de daño foliar. Se realizó cuando las plantas tenían 6 a 8 hojas (20 DDE) y de 10 a 12 hojas (40 DDE), asignando una calificación de daño foliar por parcela de cada repetición, utilizando la misma escala de 0 al 10 descrita en el primer experimento.

b) Evaluación visual del porcentaje de plantas dañadas. Se efectuó al tener de 6 a 8 hojas las plantas (21 DDE) y de 10 a 12 hojas (41 DDE), realizando el mismo procedimiento del experimento de invierno.

3.3. Análisis Estadístico de los Datos.

Se estimaron análisis de varianza para cada uno de los grupos de datos tomados en los dos experimentos, para determinar la significancia estadística de la variabilidad en resistencia al ataque del gusano cogolle-ro, existente entre los genotipos de sorgo, base de este estudio.

Se calcularon las correlaciones existentes entre las metodologías - empleadas, en cada uno de los experimentos en forma independiente y tam-bién entre las mediciones del experimento de invierno con el de verano. Con el objeto de conocer las posibles asociaciones entre una medición y - otra de un mismo experimento y con las del otro ciclo, para así, poder - utilizar la técnica más sencilla y que esté relacionada con la más eficiente y además conocer la factibilidad de determinar la resistencia genética en ambos ciclos.

3.4. Criterio de Selección.

Para determinar la significancia estadística de una media con otra se empleó la prueba de rango múltiple de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Aunque el criterio que se consideró para seleccionar los genotipos de sorgo más resistentes o susceptibles al gusano cogollero, es similar al empleado en estudios de resistencia a insectos por Alcivar (1973), Hernández y Sifuentes (1974) y Salgado (1977), el cual consiste en considerar - como resistentes las variedades que se encuentren entre las primeras seis (24% del total de los genotipos) con los valores más bajos en cada una de las mediciones efectuadas; y como susceptibles a los seis genotipos con - los valores más altos.

IV. RESULTADOS

4.1. Primer Experimento Establecido en Invierno.

4.1.1. Análisis de varianza.

Los cuadrados medios y los coeficientes de variabilidad, de las cinco mediciones efectuadas en este experimento, se presentan en el Cuadro 2.

El análisis de varianza para el primer conteo de larvas de cogollero, no mostró diferencias significativas estadísticamente entre las variedades de sorgo para grano. Sin embargo, en el segundo y tercer conteo las diferencias entre los genotipos fueron significativas estadísticamente al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente. El coeficiente de variabilidad fue de 44.77, 43.84 y 25.32%, en el primero, segundo y tercer conteo de larvas de gusano cogollero.

El análisis de varianza de la evaluación visual, del daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas (véase Cuadro 2) mostró diferencias significativas estadísticamente entre los genotipos de sorgo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente. El coeficiente de variabilidad en la evaluación del daño foliar fue de 35.43% y de 39.86% en la evaluación del porcentaje de plantas dañadas.

4.1.2. Medias.

El Cuadro 3 presenta las medias de los tratamientos, de cada uno -

CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS Y RANGOS DE LOS TRES CONTEOS DE LARVAS, DE LA EVALUACION VISUAL DE DAÑO FOLIAR Y DEL PORCENTAJE DE PLANTAS DAÑADAS EN LOS GENOTIPOS DE SORGO PARA GRANO, REALIZADOS EN EL PRIMER EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN INVIERNO DE 1984. CULIACAN, SIN.

| Fuentes de Variación | g.l. | CONTEO DE LARVAS | | | EVALUACION VISUAL | |
|----------------------|------|------------------|----------|----------|-------------------|-----------------------------|
| | | 1ro. | 2do. | 3ro. | Daño foliar | Porcent. de plantas dañadas |
| Genotipos | 24 | 6.611 N.S. | 9.361* | 7.558** | 1.792* | 904.528** |
| Repeticiones | 2 | 0.653 | 4.573 | 0.893 | 2.243 | 816.333 |
| Error | 48 | 3.764 | 4.559 | 1.879 | 0.827 | 292.028 |
| Total | 74 | 4.604 | 6.117 | 3.759 | 1.178 | 504.847 |
| C.V. | | 44.77% | 43.84% | 25.32% | 35.43% | 39.86% |
| Rango | | 70-1.0 | 9.0-1.66 | 8.33-2.0 | 4.0-1.17 | 76.67-11.67 |
| Media | | 4.33 | 4.87 | 5.41 | 2.56 | 42.86 |

g.l. = Grados de libertad

N.S. = No significativo estadísticamente

* = Significativo al 0.05 de probabilidad

** = Significativo al 0.01 de probabilidad

C.V. = Coeficiente de variabilidad

CUADRO 3. MEDIAS DE LOS TRES CONTEOS DE LARVAS, REALIZADOS EN EL PRIMER - EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN INVIERNO DE 1984. CULIACAN, SIN.

| No. | Variedades | MEDIAS DE LARVAS POR TRATAMIENTO | | |
|-----|----------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | Fecha: Marzo 23 1er. conteo | Fecha: abril 6 2do. conteo | Fecha: abril 17 3er. conteo |
| 1 | 301 | 1.00 | 1.66 a | 3.33 a-c |
| 2 | 1479 CuI. | 2.00 | 2.66 ab | 2.00 a |
| 3 | 1490 | 2.33 | 3.00 a-c | 4.33 a-e |
| 4 | Heg. Blanco R. | 2.66 | 3.00 a-c | 3.00 ab |
| 5 | 664 | 3.00 | 3.33 a-d | 5.00 b-e |
| 6 | 1227 | 3.00 | 1.66 a | 4.00 a-e |
| 7 | GS-50 | 3.33 | 4.00 a-d | 6.33 d-f |
| 8 | 1211-D | 4.00 | 3.33 a-d | 6.33 d-f |
| 9 | 1-19 | 4.00 | 4.66 a-d | 8.00 f |
| 10 | 2134 | 4.00 | 5.33 a-e | 8.00 f |
| 11 | INIA 2098 | 4.00 | 4.66 a-d | 6.00 c-f |
| 12 | 299 | 4.33 | 5.00 a-e | 4.33 a-e |
| 13 | NK-180 | 4.66 | 5.66 a-e | 5.66 b-e |
| 14 | A. Bravo M | 4.66 | 4.66 a-d | 5.66 b-f |
| 15 | 1190 | 4.66 | 5.33 a-e | 5.00 b-e |
| 16 | VCR-2684 | 4.66 | 4.66 a-d | 5.66 b-f |
| 17 | ISIAP Dorado | 4.66 | 5.66 a-e | 6.33 d-f |
| 18 | 1479 | 5.00 | 5.33 a-e | 6.33 d-f |
| 19 | 195 | 5.33 | 7.00 c-e | 8.33 f |
| 20 | 1340 | 5.33 | 6.33 b-e | 6.00 c-f |
| 21 | 1382 | 5.66 | 5.66 a-e | 3.66 a-d |
| 22 | A. Double Tx | 6.00 | 6.00 b-e | 3.66 a-d |
| 23 | 1489 | 6.00 | 6.66 b-e | 5.00 b-e |
| 24 | 1443 | 7.00 | 9.00 e | 6.66 ef |
| 25 | INIA 1-17 | 7.00 | 7.33 de | 6.66 ef |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes con la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

de los tres conteos de larvas y sus comparaciones de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Duncan.

Se observa que las variedades homocigóticas INIA 1-17 y 1443 se encuentran entre los seis genotipos (24% del total de materiales de sorgo - para grano, base de esta investigación) con el más alto número de larvas de cogollero con los tres conteos (véase Cuadro 3). El híbrido Asgrow Double Tx y las variedades homocigóticas 1489 y 1340 son de las seis variedades, las que presentan mayor número de larvas en el primero y segundo conteo y la variedad homocigótica 195, se encuentra entre las de mayor número de larvas, en el segundo y tercer conteo. Las medias más altas en número de larvas correspondieron a las variedades INIA 1-17 con 7, 1443 con 9 y la 195 con 8.33 larvas, en el primero, segundo y tercer conteo respectivamente.

Los genotipos que se encuentran entre los seis con menor número de larvas de cogollero, en los tres conteos, son las variedades homocigóticas: 301, 1479 Cul., Hegari Bco. Regular y 1227. Las variedades homocigóticas: 664 y 1490 son de las seis variedades que tuvieron el número más bajo de larvas de cogollero en el primero y segundo conteo. En la variedad 301, se encontró el menor número de larvas en el primer y segundo conteo, con una media de 1.00 y 1.66 larvas respectivamente y en el tercer conteo la variedad 1479 tuvo la menor media (2.00) de larvas.

En el Cuadro 4 se presentan las medias obtenidas en la evaluación visual, del daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas, así como sus comparaciones con base en la prueba de rango múltiple de Duncan.

Se encontró que las variedades homocigóticas: 1443, 1211-D, 1479, 1190 y 664 están entre las seis variedades que tuvieron los valores más -

CUADRO 4. MEDIAS DE LA EVALUACION VISUAL DE DAÑO FOLIAR Y DEL PORCENTAJE DE PLANTAS DAÑADAS, REALIZADAS EN EL PRIMER EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN INVIERNO DE 1984. CULIACAN, SIN.

| No. | Variedades | EVALUACION VISUAL | |
|-----|----------------|-----------------------------------|--|
| | | Daño foliar Fecha: 19 de abril | Porc. de plantas dañadas Fecha: 20 de abril |
| 1 | 301 | 1.17 a | 11.67 a |
| 2 | INIA 2098 | 1.33 ab | 20.00 a-c |
| 3 | A. Bravo M | 1.50 a-c | 20.00 a-c |
| 4 | 1490 | 1.50 a-c | 21.67 a-d |
| 5 | 1382 | 1.50 a-c | 26.67 a-e |
| 6 | 299 | 1.67 a-c | 18.33 ab |
| 7 | Heg. Blanco R. | 2.17 a-d | 31.67 a-f |
| 8 | GS-50 | 2.17 a-d | 30.00 a-e |
| 9 | 1227 | 2.33 a-e | 36.67 a-g |
| 10 | 1489 | 2.50 a-e | 35.00 a-g |
| 11 | A. Double Tx | 2.67 a-e | 41.67 a-g |
| 12 | 2134 | 2.67 a-e | 41.67 a-g |
| 13 | INIA 1-17 | 2.67 a-e | 40.00 a-g |
| 14 | 195 | 2.83 a-e | 53.33 c-h |
| 15 | 1-19 | 2.83 a-e | 53.33 c-h |
| 16 | 1479 Cul. | 2.83 a-e | 50.00 b-h |
| 17 | 1340 | 3.00 b-e | 51.67 b-h |
| 18 | VCR-2684 | 3.00 b-e | 55.00 d-h |
| 19 | ISIAP Dorado | 3.00 b-e | 56.67 e-h |
| 20 | 664 | 3.17 c-e | 56.67 e-h |
| 21 | NK-180 | 3.17 c-e | 50.00 b-h |
| 22 | 1190 | 3.33 de | 65.00 f-h |
| 23 | 1479 | 3.50 de | 60.00 e-h |
| 24 | 1211-D | 3.67 de | 68.33 gh |
| 25 | 1443 | 4.00 e | 76.67 h |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes con la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

altos de daño foliar y de porcentaje de plantas dañadas. La media más alta obtenida en la evaluación del daño foliar (4.0) y del porcentaje de plantas dañadas (76.67%) correspondieron a la variedad 1443.

El grupo de los seis genotipos con menor daño foliar, también presentaron el más bajo porcentaje de plantas dañadas (véase el Cuadro 4), - siendo éstas; el híbrido Asgrow Bravo M, las variedades homocigóticas 301, INIA-2098, 1490, 299 y 1382. Siendo la variedad 301, la que tuvo la media más baja de daño foliar (1.17) y del porcentaje de plantas dañadas (11.67%)

4.1.3. Correlaciones.

En el Cuadro 5 se presentan Los coeficientes de correlación entre las evaluaciones realizadas en el primer experimento.

Se observa que el número de larvas encontradas en los genotipos en el primer conteo, resultó altamente correlacionado con el segundo conteo, con un coeficiente de correlación de 0.926, significativo al 0.01 de probabilidad. Con respecto al tercer conteo de larvas (0.447) y a la evaluación de daño foliar (0.403), las asociaciones fueron bajas aunque significativas al 0.05 de probabilidad y con el porcentaje de plantas dañadas - (0.378) no hubo significancia estadística.

Coefficientes de correlación menores de 0.451, aunque con significancia estadística, se obtuvieron al relacionar la variable tercer conteo de larvas con las variables segundo conteo de larvas y evaluación visual del daño foliar. Entre el tercer conteo de larvas y el porcentaje de plantas dañadas la correlación (0.394) fue baja y no significativa estadísticamente.

EL tercer conteo de larvas salió significativamente correlacionado

CUADRO 5. CORRELACIONES ENTRE LAS EVALUACIONES REALIZADAS EN EL PRIMER EXPERIMENTO, ESTABLECIDO EN INVIERNO - DE 1984. CULIACAN, SIN.

| | CONTEO DE LARVAS | | EVALUACION VISUAL | |
|-------------------------------------|------------------|---------|-------------------|--------------------------|
| | Segundo | Tercero | Daño foliar | Porc. de plantas dañadas |
| 1er. conteo de larvas de cogollero. | 0.926** | 0.447* | 0.403* | 0.378 |
| 2do. conteo de larvas de cogollero. | | 0.450* | 0.410* | 0.394 |
| 3er. conteo de larvas de cogollero. | | | 0.390 | 0.400* |
| Daño foliar | | | | 0.974** |

* Significativo al 0.05 de probabilidad.

** Significativo al 0.01 de probabilidad.

al 0.05 de probabilidad con todas las variables, a excepción de la evaluación de daño foliar (0.390) que fue no significativa estadísticamente. El coeficiente de correlación más alto, lo obtuvo con el segundo conteo de larvas (0.450).

La variable porcentaje de plantas dañadas, resultó altamente correlacionada con la evaluación visual del daño foliar con un coeficiente de correlación de 0.974 significativo al 0.01 de probabilidad. Con las variables del primero, segundo y tercer conteo de larvas de cogollero, sus correlaciones fueron menores de 0.401, siendo únicamente significativa al 0.05 de probabilidad con el tercer conteo de larvas.

4.2 Segundo Experimento Establecido en Verano.

4.2.1. Análisis de varianza.

En el Cuadro 6 se presentan los cuadrados medios y los coeficientes de variabilidad de las cuatro evaluaciones realizadas en el segundo experimento.

El análisis de varianza de la primera y segunda evaluación visual del daño foliar y de las del porcentaje de plantas dañadas mostró diferencias estadísticamente significativas al 0.01 de probabilidad entre los genotipos de sorgo para grano.

El coeficiente de variabilidad en la primera y segunda evaluación visual del daño foliar, fue de 24.18 y 27.98%, respectivamente y el del porcentaje de plantas dañadas fue de 34.17% en la primera evaluación y de 29.81% en la segunda.

CUADRO 6. CUADRADOS MEDIOS Y RANGOS DE LA EVALUACION VISUAL DE DAÑO FOLIAR Y DEL PORCENTAJE DE PLANTAS DAÑADAS EN LOS GENOTIPOS DE SORGO PARA GRANO, EFECTUADOS EN EL SEGUNDO EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN VERANO DE 1984. CULIACAN, SIN.

| Fuentes de variación | g.l. | EVALUACION VISUAL | | | |
|----------------------|------|-------------------|-----------|-------------------------------|-------------|
| | | Daño foliar | | Porcentaje de plantas dañadas | |
| | | Primera | Segunda | Primera | Segunda |
| Genotipos | 24 | 2.346** | 5.007** | 774.944** | 1412.847** |
| Repeticiones | 2 | 10.533 | 8.920 | 12337.0 | 3724.0 |
| Error | 48 | 0.531 | 1.107 | 330.403 | 415.943 |
| Total | 74 | 1.397 | 2.583 | 799.081 | 828.378 |
| C.V. | | 24.18% | 27.98% | 34.17% | 29.81% |
| Rango | | 4.66-1.33 | 5.66-1.33 | 76.66-21.66 | 96.66-23.33 |
| Media | | 3.01 | 3.76 | 53.20 | 67.53 |

g.l. = Grados de libertad

** = Significativo al 0.01 de probabilidad

C.V. = Coeficiente de variabilidad

4.2.2. Medias.

El Cuadro 7 presenta las medias de los genotipos de las dos evaluaciones de daño foliar efectuadas en el experimento de verano y sus comparaciones con base en la prueba de rango múltiple de Duncan.

Se observa que las variedades homocigóticas: ISIAF Dorado, INIA - 1-17, 195 y 1190 y la variedad híbrida NK-180 se encuentran entre los seis genotipos con mayor daño foliar, tanto en la primera como en la segunda evaluación. La variedad ISIAF Dorado tuvo el más alto valor de daño foliar en la primera evaluación con una media de 4.66 y en la segunda evaluación la variedad 1190 con 5.66.

En la primera evaluación de daño foliar, el híbrido Asgrow Bravo M y las variedades homocigóticas: 1490, 301, GS-50 y 299, que presentaron el menor daño foliar, son las mismas, que sobresalen en la segunda evaluación (véase Cuadro 7). La media (1.33) más baja de daño foliar en ambas evaluaciones correspondió a la variedad 1490.

Las variedades homocigóticas: 1190, ISIAF Dorado y 195, además del híbrido NK-180 se encuentran entre las seis variedades con valores más altos en el porcentaje de plantas dañadas tanto en la primera como en la segunda evaluación efectuada (véase Cuadro 8). La media más alta obtenida en el porcentaje de plantas dañadas en la primera evaluación correspondió a la variedad ISIAF Dorado con 76.66% y en la segunda evaluación correspondió a la variedad 1190 con 96.66% de plantas dañadas.

En el mismo Cuadro 8 se observa que las variedades con los valores más bajos de porcentaje de plantas dañadas en la primera evaluación son las mismas que destacan en la segunda. Siendo éstas: la variedad híbrida Asgrow Bravo M, las variedades homocigóticas 301, 1490 y GS-50. La media

CUADRO 7. MEDIAS DE LA PRIMERA Y SEGUNDA EVALUACION VISUAL DE DAÑO FOLIAR EFECTUADAS EN EL SEGUNDO EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN VERANO DE 1984. CULIACAN, SIN.

| No. | Variedades | DAÑO FOLIAR | |
|-----|----------------|---------------------------------------|--|
| | | Fecha: 19 de sept. 1ra. evaluación | Fecha: 9 de octubre 2da. evaluación |
| 1 | 1490 | 1.33 a | 1.33 a |
| 2 | 301 | 1.50 ab | 2.00 a-c |
| 3 | A. Bravo M. | 1.66 a-c | 1.66 ab |
| 4 | 299 | 1.83 a-d | 2.50 a-d |
| 5 | GS-50 | 2.33 a-e | 2.33 a-c |
| 6 | 1227 | 2.33 a-e | 4.50 d-i |
| 7 | 1-19 | 2.50 a-f | 2.66 a-e |
| 8 | 2134 | 2.50 a-f | 3.66 b-i |
| 9 | Hegari Bco. R. | 2.66 a-g | 2.83 a-f |
| 10 | 1489 | 2.83 b-g | 3.16 a-g |
| 11 | 1382 | 2.83 b-g | 2.33 a-c |
| 12 | A. Double Tx | 3.00 c-g | 3.50 b-h |
| 13 | INIA 2098 | 3.00 c-g | 3.00 a-g |
| 14 | 1340 | 3.16 d-g | 5.00 g-i |
| 15 | 1211-D | 3.16 d-h | 4.66 e-i |
| 16 | VCR-2684 | 3.16 d-h | 3.83 c-i |
| 17 | 1479 Cul. | 3.33 e-i | 4.83 f-i |
| 18 | NK-180 | 3.66 e-i | 4.83 f-i |
| 19 | 1443 | 3.66 e-i | 4.66 e-i |
| 20 | 1190 | 3.66 e-i | 5.66 i |
| 21 | 664 | 3.83 f-i | 4.66 e-i |
| 22 | 1479 | 4.00 g-i | 4.66 e-i |
| 23 | 195 | 4.00 g-i | 5.50 hi |
| 24 | INIA 1-17 | 4.50 h-i | 4.83 f-i |
| 25 | ISIAP Dorado | 4.66 i | 5.33 hi |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes con la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

CUADRO 8. MEDIAS DE LA PRIMERA Y SEGUNDA EVALUACION VISUAL DEL PORCENTAJE DE PLANTAS DAÑADAS, EFECTUADAS EN EL SEGUNDO EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN VERANO DE 1984. CULIACAN, SIN.

| No. | Variedades | PORCENTAJE DE PLANTAS DAÑADAS | |
|-----|----------------|--|---|
| | | Fecha: 20 de sept. Primera evaluación | Fecha: 10 de oct. Segunda evaluación |
| 1 | A. Bravo M | 21.66 a | 23.33 a |
| 2 | 301 | 23.33 a | 28.33 a-c |
| 3 | 1490 | 30.00 ab | 25.00 ab |
| 4 | 2134 | 33.33 a-c | 63.33 b-f |
| 5 | 299 | 38.33 a-d | 60.00 a-e |
| 6 | GS-50 | 40.00 a-e | 46.66 a-d |
| 7 | 1-19 | 43.33 a-f | 55.00 a-e |
| 8 | 1489 | 46.66 a-f | 71.66 d-f |
| 9 | Hegari Bco. R. | 50.00 a-f | 60.00 a-f |
| 10 | 1227 | 50.00 a-f | 95.00 ef |
| 11 | 1340 | 51.66 a-f | 76.00 d-f |
| 12 | VCR-2684 | 51.66 a-f | 65.00 c-f |
| 13 | A. Double Tx | 53.33 a-f | 65.00 c-f |
| 14 | 1211-D | 53.33 a-f | 81.66 d-f |
| 15 | 1382 | 53.33 a-f | 50.00 a-d |
| 16 | 1443 | 56.66 a-f | 81.66 d-f |
| 17 | INIA 2098 | 61.66 b-f | 46.66 a-d |
| 18 | 1479 | 68.33 c-f | 80.00 d-f |
| 19 | 1479 Cu1. | 68.33 c-f | 85.00 d-f |
| 20 | NK-180 | 70.00 d-f | 93.33 ef |
| 21 | 664 | 70.00 d-f | 81.66 d-f |
| 22 | INIA 1-17 | 70.00 d-f | 76.66 d-f |
| 23 | 195 | 73.33 d-f | 95.00 ef |
| 24 | 1190 | 75.00 ef | 96.66 f |
| 25 | ISTAP Dorado | 76.66 f | 85.00 d-f |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes con la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

más baja en la primera evaluación del porcentaje de plantas dañadas correspondió a la variedad 301 con 21.66% y en la segunda evaluación correspondió al híbrido Asgrow Bravo M con 23.33% de plantas dañadas.

4.2.3. Correlaciones.

Los coeficientes de correlación entre las evaluaciones efectuadas en el experimento de verano (véase Cuadro 9), indican que las cuatro variables se encuentran altamente correlacionadas entre sí.

La primera evaluación del daño foliar, mostró altos coeficientes de correlación significativos al 0.01 de probabilidad, con la primera evaluación del porcentaje de plantas dañadas (0.927), segunda evaluación de daño foliar (0.864) y segunda evaluación del porcentaje de plantas dañadas (0.781).

La primera evaluación del porcentaje de plantas dañadas, obtuvo correlaciones altas con la segunda evaluación de daño foliar (0.829) y segunda evaluación del porcentaje de plantas dañadas (0.809), siendo significativas al 0.01 de probabilidad.

Un coeficiente de correlación de 0.937 con significancia al 0.01 de probabilidad, se obtuvo al correlacionar la segunda evaluación del daño foliar con la segunda evaluación del porcentaje de plantas dañadas.

4.3. Correlaciones entre las Evaluaciones Realizadas en el Experimento de Invierno y en el de Verano.

En el Cuadro 10 se presentan los coeficientes de correlación que resultaron de comparar las evaluaciones de ambos experimentos.

CUADRO 9. CORRELACIONES ENTRE LAS EVALUACIONES REALIZADAS EN EL SEGUNDO EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN VERANO DE 1984. CULIACAN, SIN.

| | PRIMERA EVALUACION Porcentaje de plantas dañadas | SEGUNDA EVALUACION Daño foliar | SEGUNDA EVALUACION Porcentaje de plantas dañadas |
|--|--|-----------------------------------|--|
| 1ra. evaluación daño foliar | 0.927** | 0.864** | 0.781** |
| 1ra. evaluación porcentaje de plantas dañadas | | 0.829** | 0.809** |
| 2da. evaluación daño foliar | | | 0.937** |

** Significativo al 0.01 de probabilidad.

CUADRO 10. CORRELACIONES ENTRE LAS EVALUACIONES REALIZADAS EN EL PRIMER Y SEGUNDO EXPERIMENTO ESTABLECIDOS EN CULIACAN, SIN. 1984.

| | SEGUNDO EXPERIMENTO (VERANO) | | | |
|----------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| | Primera evaluación | | Segunda evaluación | |
| | Daño foliar | Porc. de plantas dañadas | Daño foliar | Porc. de plantas dañadas |
| Primer Experimento (invierno) | | | | |
| 1er. conteo de larvas | 0.518** | 0.349 | 0.341 | 0.329 |
| 2do. conteo de larvas | 0.518** | 0.403* | 0.347 | 0.356 |
| 3er. conteo de larvas | 0.332 | 0.103 | 0.271 | 0.174 |
| Daño foliar | 0.714** | 0.611** | 0.803** | 0.784** |
| Porc. de plantas dañadas | 0.721** | 0.640** | 0.801** | 0.756** |

* Significativo al 0.05 de probabilidad

** Significativo al 0.01 de probabilidad

La primera evaluación de daño foliar del experimento de verano tuvo coeficientes de correlación altamente significativos (al 0.01 de probabilidad) con evaluación de daño foliar (0.714) y porcentaje de plantas dañadas (0.721) del experimento de invierno. Con las variables primero y segundo conteo de larvas, obtuvo un coeficiente de correlación (0.518) bajo, aunque altamente significativo, y con el tercer conteo de larvas (0.332), no hubo significancia estadística.

La primera evaluación de porcentaje de plantas dañadas, del experimento de verano, salió muy poco correlacionada y sin significancia estadística con el primer conteo (0.349) y tercer conteo de larvas. Con el segundo conteo de larvas, también se obtuvo un coeficiente de correlación (0.403) bajo, aunque significativo (al 0.05 de probabilidad).

Coefficientes de correlación altamente significativos resultaron al correlacionar la primera evaluación de porcentaje de plantas dañadas del experimento de verano, con las variables del experimento de invierno: evaluación de daño foliar (0.611) y evaluación de porcentaje de plantas dañadas (0.640).

La segunda evaluación de daño foliar, salió muy poco correlacionada y sin significancia estadística con el primero, segundo y tercer conteo de larvas, siendo el coeficiente de correlación más alto de 0.347.

La segunda evaluación del daño foliar del experimento de verano, resultó altamente correlacionada (al 0.01 de probabilidad), con la evaluación del daño foliar (0.803) y con la evaluación del porcentaje de plantas dañadas (0.801) del experimento de invierno.

Los tres conteos de larvas del primer experimento, al compararse -

con la segunda evaluación de porcentaje de plantas dañadas del segundo - experimento, se obtuvieron coeficientes de correlación muy bajos y sin significancia estadística, siendo 0.356 la correlación más alta.

La segunda evaluación del porcentaje de plantas dañadas del experimento de verano, resultó altamente correlacionada al 0.01 de probabilidad con la evaluación visual del daño foliar (0.784) y del porcentaje de plantas dañadas (0.756) del experimento de invierno.

V. DISCUSION

5.1. Primer Experimento Establecido en Invierno.

5.1.1. Análisis de Varianza.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento usando tres tipos de mediciones, se comprobó que existe amplia variabilidad genética entre los genotipos de sorgo para grano, en la resistencia a la larva del gusano cogollero, lo cual concuerda con los reportes de McMillian y Starks (1967), Mayo Jr. (1972), Wiseman et al (1980) y Wiseman y -- Gourley (1982), en el que reportan diferencias notables entre los genotipos de sorgo, para la evaluación visual de daño foliar. Así como también, con lo publicado por Salgado y Silguero (1979) y Tello (1981), en donde -- concluyen que existe variabilidad genética para porcentaje de plantas dañadas y conteo de larvas por genotipo.

Por lo anterior, se puede decir que dentro de la variabilidad genética encontrada, hay fuentes de resistencia para el mecanismo de no-prefe--rencia (identificada por el conteo de larvas) y para el mecanismo de antibiosis unido con el de no-preferencia (determinados por la evaluación visual de daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas).

Los coeficientes de variabilidad presentados en el Cuadro 2, que -- fluctúan entre 25 y 45%, se consideran como aceptables debido a que las --

mediciones realizadas tienen mucha variación de una repetición a otra. Lo cual es corroborado con la magnitud de los coeficientes reportados por Salgado y Silguero (1979), que van de 18 a 64% y Tello (1981), con valores de 22% hasta de 78%.

5.1.2. Medias.

Comparando las seis variedades con menor número de larvas de gusano cogollero en los tres conteos, (véase Cuadro 3) del experimento de invierno, con las seis variedades menos dañadas que resultaron de las dos evaluaciones visuales de daño (véase Cuadro 4). Se encontró que sólo dos variedades (1490 y 301) de las identificadas como resistentes mediante el conteo de larvas, coincidieron con las seis identificadas como resistentes usando la evaluación visual tanto de daño foliar como del porcentaje de plantas dañadas. Por otra parte, los resultados del análisis de correlación mostraron una relación muy pequeña (menor de 0.411), del número de larvas por parcela con el daño foliar y con el número de plantas dañadas, siendo estos últimos lo que más importa al buscar resistencia al ataque del gusano cogollero.

Lo anteriormente discutido, concuerda con lo dicho por Martínez (1971) y Painter (1951), donde reportan que el número de insectos en la planta no indica el grado de daño que pueda causar en ella.

El número de larvas en una planta nos indica la preferencia del adulto para ovipositar en ella, de tal manera que sólo se identifica con esta técnica, genotipos que son resistentes con el mecanismo de no-preferencia, por lo que, esta no es una técnica útil ya que únicamente se selecciona para el anterior mecanismo. (Ortega et al, 1980). Además de que

es muy laboriosa, por lo que requiere de más tiempo su realización con respecto a otras.

Callum (1972) y Ortega et al (1980), sugieren que al iniciar un estudio para seleccionar genotipos resistentes a un insecto plaga, es preferible hacerlo con métodos sencillos, prácticos, rápidos y confiables, dejando las técnicas más laboriosas y refinadas para evaluaciones posteriores más precisas. Antonelli y O'keeffé (1981), estudiando varias técnicas para seleccionar variedades de frijol resistentes a insectos plaga, concluyeron que el mejor método en términos de eficiencia y tiempo, para seleccionar genotipos resistentes a insectos, es midiendo el daño ocasionado por el insecto en la planta. Por lo que para identificar fuentes de resistencia en maíz y sorgo a la larva del gusano cogollero es preferible emplear la evaluación visual de daño foliar. Wiseman et al (1966) trabajando en maíz y Pitre (1983) en sorgo, coinciden en esta recomendación.

En el Cuadro 4 se aprecia que los seis materiales que resultaron más resistentes con la evaluación visual de daño foliar, concuerda con los genotipos que tuvieron los promedios más bajos en el porcentaje de plantas dañadas, siendo las variedades 301,1490, Asgrow Bravo M, 299, INIA-2098 y 1382. Las dos primeras variedades resultaron entre las sobresalientes con menor número de larvas en los tres conteos, indicando que su resistencia al gusano cogollero se debe principalmente al mecanismo de no-preferencia. Las cuatro variedades restantes resultaron con resistencia intermedia en el conteo de larvas, por lo que su resistencia está dada en mayor medida por el mecanismo de antibiosis.

Las seis variedades que resultaron más dañadas (susceptibles), con la evaluación de daño foliar coincidieron con las seis que tuvieron más -

alto porcentaje de plantas dañadas, a excepción de una y fueron las siguientes: 1443, 1211-D, 1190, 1479 y 664.

5.1.3. Correlaciones.

La evaluación de daño foliar es la mejor técnica para identificar - resistencia al gusano cogollero en maíz y sorgo (Wiseman et al, 1966 y - Pitre, 1983), al correlacionarse ésta con los tres conteos de larvas y el porcentaje de plantas dañadas, (véase Cuadro 5) se encontró una alta relación (0.974) significativa estadísticamente, únicamente con porcentaje de plantas dañadas; siendo su relación baja (menor de 0.700, seleccionando - este nivel, como la relación mínima necesaria entre una evaluación y otra, para considerarse semejantes las dos técnicas al seleccionar resistencia al gusano cogollero) con los conteos de larvas. Este último resultado concuerda con lo reportado por Martínez (1971) y Vázquez (1975).

5.2. Segundo Experimento Establecido en Verano.

5.2.1. Análisis de varianza.

En este segundo experimento se corroboró la variabilidad genética - para el mecanismo de antibiosis mezclado con el de no-preferencia, al resultar altamente significativos los análisis de varianza de las dos evaluaciones de daño foliar y las dos de porcentaje de plantas dañadas. Concordando con Wiseman et al (1980), que reportaron variabilidad genética entre diferentes variedades de sorgo al realizar la evaluación de daño - foliar en tres fechas diferentes del desarrollo vegetativo de este cultivo.

El coeficiente de variabilidad nos indica confiabilidad de los datos de las cuatro evaluaciones realizadas ya que fue menor de 34.2%, siendo este valor bueno para este tipo de mediciones.

5.2.2. Medias.

Las variedades 1490, Asgrow Bravo M y 301, demostraron ser las más resistentes en las cuatro evaluaciones realizadas en este segundo experimento y también en el primer experimento. Siendo las más estables tanto en el ciclo de invierno como en el de verano. Teniendo como fuente principal de resistencia el mecanismo de no-preferencia, las variedades 1490 y 301, y presentando el mecanismo de no-preferencia mezclado con el de antibiosis está el híbrido comercial Asgrow Bravo M. Las variedades 299 y G5-50 mostraron menor estabilidad en su resistencia ya que únicamente se encontraron entre las seis mejores en tres de las cuatro evaluaciones del experimento de verano, encontrándose solamente la variedad 299 entre las resistentes en el experimento de invierno.

Las variedades 1190, 664 y NK-180, fueron las que mostraron mayor susceptibilidad al ataque de la larva del gusano cogollero, ya que tuvieron los valores más altos de daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas en ambos ciclos.

5.2.3. Correlaciones.

Las correlaciones (véase Cuadro 9) de la primera evaluación de daño foliar salió altamente correlacionada (valores mayores de 0.700) con la segunda evaluación del daño foliar, la primera y segunda evaluación del porcentaje de plantas dañadas, indicándonos que la selección de resistencia al ataque del gusano cogollero en genotipos de sorgo, puede efectuarse en

cualquiera de las dos etapas del desarrollo vegetativo realizadas en este experimento y puede utilizarse también el porcentaje de plantas dañadas.

5.3. Correlaciones entre las Evaluaciones Realizadas en el Experimento de Invierno y Verano.

Las correlaciones de las mediciones del primer experimento con las del segundo, (véase Cuadro 10) confirman que el conteo de larvas en sus tres fechas no tienen ninguna relación con la evaluación de daño foliar y con el porcentaje de plantas dañadas en sus dos fechas del segundo experimento, ya que los coeficientes fueron menores de 0.700, aunque dos de ellos resultaron altamente significativos. Coincidiendo con las correlaciones del primer experimento y con lo reportado por Martínez (1971) y Vázquez (1975), que señalan que el conteo de larvas no está muy relacionado con el daño foliar en la planta. Descartándose esta técnica en la selección a resistencia a gusano cogollero.

Las correlaciones de la evaluación de daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas del experimento de invierno entre las mismas mediciones en dos fechas de experimento de verano, resultaron todas altamente significativas y mayores de 0.700, a excepción de las correlaciones de la primera evaluación de porcentaje de plantas dañadas del experimento de verano entre la evaluación de daño foliar y porcentaje de plantas dañadas del experimento de invierno que tuvieron correlaciones de 0.611 y 0.640 respectivamente, y aunque altamente significativas no alcanzan el límite de 0.700, necesario como relación mínima entre una evaluación y otra para considerarlas como si milares. A pesar de esto, se concluye que la evaluación de la resistencia al ataque del gusano cogollero se puede realizar tanto en invierno como en verano, utilizando la evaluación de daño foliar o el porcentaje de plantas dañadas.

VI. CONCLUSIONES

1) Se encontró amplia variabilidad genética entre los 25 genotipos de sorgo para grano, en la resistencia a la larva del gusano cogollero en las tres metodologías empleadas.

2) El nivel de infestación natural de larvas de cogollero fue adecuado para identificar materiales resistentes a esta plaga en ambos experimentos.

3) El número de larvas de cogollero en la planta no indica el daño que pueda causarle.

4) Es más eficiente usar los métodos de evaluación visual de daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas, pudiéndose utilizar indistintamente para seleccionar genotipos resistentes a esta plaga. La técnica de conteo de larvas se eliminó por no estar lo suficientemente relacionada con el daño al follaje.

5) La selección de genotipos resistentes se puede realizar tanto en el ciclo de invierno como de verano, realizando las observaciones tanto a la mitad como a los últimos días del desarrollo vegetativo del cultivo.

6) Las variedades Asgrow Bravo M, 301 y 1490, tuvieron el menor daño foliar y porcentaje de plantas dañadas en ambos experimentos, considerándose resistentes.

7) En la expresión de la resistencia de estas variedades estuvieron implicados los mecanismos de no-preferencia y principalmente antibiosis.

8) Las variedades más susceptibles fueron la 1190, 664 y NK-180, - las cuales tuvieron en ambos experimentos los valores más altos de daño foliar y de porcentaje de plantas dañadas.

VII. RESUMEN

En el Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas se establecieron en 1984, dos experimentos con 25 materiales de sorgo para grano: uno en invierno (Febrero) y otro en verano (Agosto); con el objetivo de comparar tres métodos para seleccionar resistencia al ataque de la larva del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) e identificar genotipos resistentes y susceptibles a dicha plaga.

En el primer experimento se realizó una evaluación visual de daño foliar, una de porcentaje de plantas dañadas y conteos de larvas en tres fechas; en el segundo experimento se realizaron evaluaciones de daño foliar y porcentaje de plantas dañadas en dos fechas en ambas mediciones; la infestación de la plaga fue natural en los dos experimentos.

Se obtuvieron diferencias altamente significativas al (0.01 de probabilidad) entre los genotipos en casi todas las evaluaciones de ambos experimentos, a excepción del primer conteo de larvas que resultó no significativo estadísticamente, del segundo conteo de larvas y la evaluación de daño foliar que resultaron sólo significativas al 0.05 de probabilidad, los tres fueron del primer experimento.

En general los resultados indican que existe amplia variabilidad genética entre los genotipos de sorgo para grano en la resistencia a la larva

del gusano cogollero.

Las variedades Asgrow Bravo M, 301 y 1490 fueron las más resistentes al ataque del gusano cogollero, en ambos ciclos tuvieron los valores más bajos de daño foliar y porcentaje de plantas dañadas. Las variedades que mostraron mayor susceptibilidad al gusano cogollero en ambos experimentos fueron la 1190, 664 y NK-180.

La técnica del conteo de larvas resultó con correlaciones bajas, (menores de 0.700) con la evaluación de daño foliar y porcentaje de plantas dañadas de los dos experimentos, por lo que se descarta como técnica para seleccionar resistencia a gusano cogollero en el sorgo para grano, además de que es una técnica muy laboriosa.

Las evaluaciones visuales de daño foliar y del porcentaje de plantas dañadas de ambos experimentos, resultaron todas sus correlaciones entre sí altamente significativas con valores mayores de 0.700, a excepción de dos de ellas que fueron solamente mayores de 0.600, por lo que se concluye que la selección para resistencia al gusano cogollero puede efectuarse tanto en el ciclo de verano como en el de invierno y usando indistintamente la evaluación visual de daño foliar o el porcentaje de plantas dañadas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alcivar, Alava P.A. 1973. Comportamiento de variedades de maíz frente al ataque de Helicoverpa zea Boddie (Lepidoptera: Noctuidae). Fluctuación de adultos, control químico y microbial. Tesis M.C. Colegio - de Postgraduados, Chapingo, México. 124 p.
- Andrews, K.L. 1980. The whorlworm, Spodoptera frugiperda in Central America and neighboring areas. Fla. Entomol. 63 (4): 456-467.
- Anónimo. 1974-1981. Información agropecuaria. Dirección General de Economía Agrícola. SAG. México.
- Anónimo. 1980. Resistencia de las plantas y animales. In: Manejo y control de plagas de insectos. Vol. 3. Ed. National Academy of Sciences. Limusa, México. p.p. 91-125.
- Anónimo. 1981. Econotecnia Agrícola. Consumos aparentes de productos agrícolas. Dirección General de Economía Agrícola. SAG. México. 5 (9): 58-59.
- Antonelli, A.L.; and L.E. O'keefe. 1981. Possible resistance in bean varieties to the western bean cutworm. J. Econ. Entomol. 74 (5): 499-501.
- Barfield, C.S.; E.R. Mitchell; and S.L. Poe. 1978. A temperature-dependent model for fall armyworm development. Ann. Entomol. Soc. Amer. 71 (1): 70-74.
- Beck, S.D. 1965. Resistance of plants to insects. Annu. Rev. Entomol. 10: 207-232.
- Brett, C.H.; and R. Bastida. 1963. Resistance of sweet corn varieties to the fall armyworm, Laphygma frugiperda. J. Econ. Entomol. 56 (2): 162-167.
- Burkhardt, C.C. 1952. Feeding and pupating habits of the fall armyworm in corn. J. Econ. Entomol. 45 (6): 1035-1037.
- Chalfant, R.B. 1974. Response of sweet corn varieties to the corn earworm. Georgia, Entomol. Exp. Sta. Res. Bull. No. 161: 7p.
- Dahms, R.G. 1943. Insect resistance in sorghum and cotton. J. Amer. Soc. Agron. 35: 704-715.
- _____. 1972. Techniques in the evaluation and development of host-plant -

- resistance. J. Environ. Qual. 1: 254-259.
- Debach, P. 1977. Métodos biológicos. In: Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. Mundi-Prensa, Madrid. p.p. 311-338.
- Dew, J.A. 1913. Fall armyworm. J. Econ. Entomol. 6: 361-366.
- Dicke, F.F. 1972. Phylosophy on the biological control of insects pest. J. Environ. Qual. 1: 249-253.
- Doporto, D.L.; y D.Enkerlin. 1964. La biología del gusano cogollero, Laphygma frugiperda (S. y A.) bajo condiciones de laboratorio. Folia Entomológica Mexicana. No. 7-8: 45-46.
- Gallum, R.L.1972. Genetic interrelationships between host plant and insects. J. Environ Qual. 1: 259-265.
- _____ ;K.J. Starks; and W.D. Guthrie. 1975. Plant resistance to insects - attacking cereals. Annu. Rev. Entomol. 20:337-357.
- Guevara, C.J. 1969. Resistencia a insectos. In: Fitogenética aplicada. Braver H.O. Ed.Límusa-Wiley S.A., México. p.p. 217-239.
- Guiragossian V.;and J. A. Mihm. 1983. Evaluation of progress made in fall - armyworm and sugarcane borer resistance in sorghum. In: Proceedings of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop - for Latin America. INTSORMIL.p.p. 282-288.
- Guthrie, W.D. 1979. Breeding for resistance to insects in corn. In: Biology and Breeding for resistance. Ed. Harris, M.K. John Wiley & Sons. Inc., New York. p.p. 290-302.
- Hamm, J.J. and W.W. Hare. 1982. Aplication of entomopathogens in irrigation water for control of fall armywormsand corn earworms (Lepidoptera: Noctuidae) on corn. J. Econ. Entomol. 75 (6): 1074-1079.
- Hanover, J.W. 1975. Physiology of tree resistance to insects. Annu. Rev. Entomol. 20: 75-95.
- Harris, M.K. 1979. Arthrop-plant interactions related to agriculture empha- sizing host plant resistance. In: Biology and Breeding for resistance. Ed. Harris, M.K. John Wiley & Sons. Inc., New York. p.p. - 181-233.
- Henderson, C.F.; H.G. Kinzer; and E.G. Thompson. 1966. Growth and yield of grain sorghum infested in the whorl with fall armyworm. J. Econ. - Entomol. 59 (4): 1001-1003.
- Hernández, R.F.; y J.A. Sifuentes. 1974. Ensayo de resistencia del jitomate y del tomate de cáscara, al "Chino" y a la mosquita blanca en el - Estado de Morelos. Agric.Téc. Méx. 3 (8): 305-309.
- Kogan, M. 1975. Plant resistance in pest management. In: Introduction to in sect pest management. Eds. Metcalf, R.L. and W.H. Luckman. John - Wiley & Sons. Inc., New York. p.p. 103-146.

- León, L.R. 1978. Evaluación de insecticidas para el control del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda, (J. E. Smith), en tres tipos de maíz de amplio uso en Sonora. Folia Entomológica Mexicana. No. 39-40: -- 26-27.
- Luginbill, P. 1928. The fall armyworm. USDA. Tech. Bull. No. 34:92 p.
- Martínez, V.E. 1971. Estudio sobre la resistencia de algunas selecciones de zacate rhodes, (Chloris gayana Kunt.) a la escama del zacate rhodes (Antonina graminis Maskell). Tesis. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. 32 p.
- Mayo, Z.B. Jr. 1972. Damage to sorghum in the greenhouse by fall armyworms reared on artificial diet for different lengths of time. J. Econ. Entomol. 65 (1): 927-928.
- McMillian, W.W.; and K.J. Starks. 1967. Greenhouse and laboratory screening of sorghum lines for resistance to fall armyworm larvae. J. Econ. Entomol. 60 (5): 1462-1463.
- _____ ; _____ ; and M.C. Bowman. 1967. Resistance in corn to the corn earworm, Heliothis zea, and the fall armyworm, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). Part I. Larval feeding responses to corn plant extracts. Ann. Entomol. Soc. Amer. 60 (5): 871-873.
- McMurtry, J.A. 1962. Resistance of alfalfa to spotted alfalfa aphid in relation to environmental factors. Hilgardia. 32: 501-539.
- Morán, V.C.; y J.A. Sifuentes. 1967. El gusano cogollero del maíz; su combate con insecticidas granulados en el Valle de Apatzingán, Mich. -- Agric. Téc. Méx. 2 (7): 315-317.
- Munford, E.P. 1931. Studies in certain factors affecting the resistance of plants to insect pests. Science. 73: 49-50.
- Nielson, M.W.; M.H. Schonhorst; H. Don; W.F. Lehman; and V.L. Marble. 1971. Resistance in alfalfa to four biotypes of the spotted alfalfa aphid. J. Econ. Entomol. 64: 506-510.
- Ortega, A. 1974. Maize diseases and pest. In: Proceedings World Wide Maize Improvement in the 70's and the Role for CIMMYT. p.p. 1-41.
- _____ ; S.K. Vasal; J. Mihm; and C. Hershey. 1980. Breeding for insect resistance in maize. In: Breeding plants resistance to insects. -- Eds. Maxwell, F.G.; and P.R. Jennings. John Wiley & Sons. Inc., - New York. p.p. 370-419.
- Osorio, A.F.J. 1949. Ciclo biológico y control del gusano cogollero del maíz Laphygma frugiperda (S. & A.). Tesis. M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 51 p.
- Packard, C.M.; and J.H. Martin. 1952. Resistance crops, the ideal way. In: Yearbook of Agriculture. USDA. Washington, D.C. p.p. 429-436.
- Pacheco, M.F. 1969. Evaluación de las pérdidas en maíz causadas por ataques

- simulados del gusano cogollero. Informe anual del Departamento de Entomología, INIA, México, p.p. 90-94.
- _____. ; 1970. Plagas del Valle del Yaqui. Circ. CIANO, México, No. 53, 124 p.
- _____. ; y W.R. Young. 1957. Combate del gusano cogollero en el Noroeste. Agríc. Téc. Méx. 1 (4): 6-7.
- Painter, R.H. 1941. The economic value and biologic significance of insect resistance in plants. J. Econ. Entomol. 34 (3): 358-367.
- _____. 1951. Insect resistance in crop plants, Mc Millan Co. New York. 520 p.
- Pitre, H.N. 1983. Evaluation of progress in insect resistance of sorghum. - In: Proceedings of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin America. INTSORMIL.p.p. 289-298.
- Ruppel, R.F.; C. Carmona B.; A. Figueroa P.; y N. Delgado M. 1956. El control del cogollero, Laphygma frugiperda (Smith) en maíz en Colombia; con anotaciones sobre otras especies. Agríc. Trop. No. 8:499-519.
- Salgado, S.E.; y J.F. Silguero. 1979. Comportamiento de líneas de algodónero al ataque del gusano tabacalero, Heliothis virescens (Fab.) en el Sur de Tamaulipas. Agríc. Téc. Méx. 5 (2): 77-84.
- Schoonhoven, L.M. 1968. Chemosensory bases of host plant selection. Annu. - Rev. Entomol. 13: 115-136.
- Sifuentes, J.A. 1967. Oviposición de palomillas de cogollero y daño de las larvas en plántulas de maíz y sorgo, en invernadero. Agríc. Téc. - Méx. 2 (7):311-314.
- _____. 1977. Plagas del sorgo y su control en México. Folleto de Div. - INIA, México, No. 52, 6 p.
- Silva, C.J. de J. 1975. Efectividad de algunos insecticidas contra el gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda, en el Istmo de Tehuantepec, Oax. Folia Entomológica Mexicana, No. 33:28.
- Sparks, A.N.; H.C. Chiang; C.A. Triplehorn; W.D. Guthrie; and T.A. Brindley. 1967. Some factors influencing populations of the european corn borer, Ostrinia nubilalis (Hubner), in the North Central States. Part II. Resistance of corn, time of planting and weather conditions. - Iowa State Univ. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. No.559: 66-133.
- Teetes, G.L. 1979. Overview of pest management and host plant resistance in U.S. sorghum. In: Biology and breeding for resistance. Ed. Harris, M.K. John Wiley & Sons. Inc., New York. p.p. 181-223.
- Tello, S. G.C. 1981. Evaluación de diversos insecticidas para el control del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), en el maíz de Temporal del Sur de Sinaloa. Informe anual del Departamento de Entomología, INIA, México, p.p. 182-219.

- Tingey, W.M. 1979. Breeding for arthropod resistance in vegetables. In: - Biology and breeding for resistance. Ed. Harris, M.K. John Wiley & Sons. Inc., New York. pp. 495-522.
- Vázquez, G.M. 1975. Cría masiva del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) y evaluación de infestaciones artificiales sobre maíz en el campo. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 81 p.
- Vickery, R.A. 1929. Studies on the fall armyworm in the Gulf Coast District of Texas. USDA. Tech. Bull. No. 138. 63 p.
- Walton, P.R.; and P. Luginbill. 1936. The fall armyworm or grassworm. USDA. Farmer's Bull. No. 752: 1-13.
- Widstrom, N.W.; and K.J. Starks. 1967. Influence of environmental on injury to corn by the corn earworm. J. Econ. Entomol. 60 (1): 181-184.
- _____ ; B.R. Wiseman; and W.W. McMillian. 1972. Resistance among some -- maize inbreds and single crosses to fall armyworm injury. Crop Science. 12 (3): 290-292.
- Williams, P.W.; F.M. Davis; and G.E. Scott. 1978. Resistance of corn to - leaf-feeding damage by the fall armyworm. Crop Science. 18:861-863.
- Wiseman, B.R. 1967. Resistance of corn, Zea mays L., and related plant -- species to the fall armyworm, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith). Diss. Abstract Sect. B. 28 (2): 729.
- _____ ; and L. Gourley. 1982. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): In festation procedures and sorghum resistance evaluations. J. Econ. Entomol. 75 (6): 1048-1051.
- _____ ; B.G. Mullinix; and P.B. Martin. 1980. Insect resistance evalua- tions; effect of cultivar position and time of rating. J. Econ. En tomol. 73 (3): 454-457.
- _____ ; R.H. Painter; and C.E. Wassom. 1966. Detecting corn seedling -- differences in the greenhouse by visual classification of damage - by the fall armyworm. J. Econ. Entomol. 59 (5): 1211-1214.
- _____ ; _____ ; and _____. 1967a. Preference of first-instars fall armyworm larvae for corn compared with Tripsacum dactyloides. J. Econ. Entomol. 60 (6): 1738-1742.
- _____ ; C.E. Wassom; and R.H. Painter. 1967b. An unusual feeding habit to measure differences in damage to 81 Latin-American lines of corn by the fall armyworm, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith). Agron. J. 59 (3): 279-281.
- _____ ; W.P. Williams; and F.M. Davis. 1981. Fall armyworm: resistance me- chanisms in selected corns. J. Econ. Entomol. 74 (5):622-624.