UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL

TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE 20 LINEAS DE SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], POR SU REACCION A PLAGAS Y ENFERMEDADES. INTA – CNIA, 2001.

AUTORES:

Br. GUILLERMO RAFAEL GAVARRETE ARAICA.
Br. JUAN FRANCISCO ZELEDÓN TÓRREZ.

ASESORES: ING. M. SC. SERGIO PICHARDO GUIDO.
CDr. JOHNSON ZELEDÓN LÓPEZ.

MANAGUA, NICARAGUA 2002.

DEDICATORIA

A Dios Topododeroso por permitirme llegar a culminar mis estudios universitarios para optar al grado de Ing. Agrónomo.

Especialmente a mis padres: Jorge L. Gavarrete Palacios.
Miriam G. Araica Granados.

Por su apoyo incondicional que durante todos estos años me han brindado.

A mis hermanos: Jorge, Georgina y Gabriel.

A mi tío José A. Gavarrete Palacios por su ayuda oportuna en los momentos difíciles.

A mis tíos Martín y William Gavarrete Palacios por sus consejos.

A mis tías Lidia, Ileana, Luisa e Irma Araica Granados por su ayuda durante todos estos años.

A mi familia y amigos que de una u otra forma me apoyaron.

Guillermo Rafael Gavarrete Araica

DEDICATORIA

A UN SER OMNIPOTENTE, OMNISAPIENTE, ETERNO E INMUTABLE; DIOS.

Muy especialmente a mis padres: Juan Francisco Zeledón Zeledón y María Eugenia Tórrez Vega por su amor, dedicación, apoyo, consejos y compresión en todos los momentos, lo cual ha contribuido enormemente en mi formación integral como persona, a ellos por heredarme tan valioso tesoro; la educación.

A mis hermanos(as) Karla, Isayda, Silvio, Sergio, Javier, Raúl, Martha y Dagoberto.

A mi sobrinita Kamila Alessandra.

A todos y cada uno de los miembros de mi familia y amigos que contribuyeron y me inspiraron para salir adelante.

A la memoria de mi primo José Augusto Zeledón (q.e.p.d.)

A la Humanidad por la paz en el mundo.

A Nicaragua por un mejor nivel de vida con equidad, dignidad y armonía.

Juan Francisco Zeledón Tórrez.

AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todas las cosas por haber iluminado con sabiduría nuestras mentes.

A nuestros asesores Ing. M. Sc. Sergio Pichardo Guido y CDr. Johnson Zeledón López por su apoyo, sus comentarios, correcciones y sugerencias en la realización de este escrito.

A la Universidad Nacional Agraria en particular al Departamento de Protección Agrícola y Forestal, y muy especialmente a los docentes de esta Alma Mater que nos transmitieron los conocimientos necesarios para formarnos como profesionales.

Al Centro Nacional de Investigación Agropecuaria, particularmente al Ing. M Sc. Rafael Obando por su valiosa colaboración.

A INTSORMIL (International Sorghum and Millet Project).

Al Dr. Henry Pedroza por sus recomendaciones técnicas.

Al Ing. Agr. Alvaro Benavides por su valioso apoyo en la realización de los análisis estadísticos.

A la Dirección de Servicios Estudiantiles, Departamento de Becas; Lic. Idalia Casco y Lic. Marina Solórzano y especialmente a las Sras. del comedor de la UNA.

Al personal del CENIDA y CEDOC – FAGRO por facilitarnos el material bibliográfico.

Al personal de la Facultad de Agronomía, Dr. Dennis Salazar, Lic. Catalina Tórrez, Lic. Lorena López, Secretarias Teresa Cadenas y Maribel Largaespada, Lic. Juan Pablo Martínez y Sra. Eufemia.

Agradecemos especialmente a un digno y honorable ejemplo de la perseverancia y la disciplina laboral; Sr. Francisco Chavarría "Chiluco" por sus sencillos y motivadores consejos.

A todos los que hicieron posible la realización de nuestro trabajo de diploma.

Guillermo Rafael Gavarrete Araica.
Juan Francisco Zeledón Tórrez.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido Página

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTO iii
ÍNDICE DE CONTENIDO iv
ÍNDICE DE FIGURAS vii
ÍNDICE DE TABLAS viii
ÍNDICE DE ANEXOS ix
RESUMEN x
I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 4
III. HIPÓTESIS 5
IV. MARCO TEÓRICO 6
4.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) 6
4.1.1. Taxonomía 6
4.1.2. Biología 6
4.1.2.1. Huevos 6
4.1.2.2. Larvas 6
4.1.2.3. Pupas 7
4.1.2.4. Adultos 7
4.1.3. Comportamiento 8
4.1.3.1. Daño 8
4.2. Días a floración 9
4.3. Mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillet) 9
4.3.1. Taxonomía 9
4.3.2. Origen, dispersión y manejo 10
4.3.3. Descripción y biología 10
4.4. Parasitoide de mosquita (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) 12
4.4.1. Taxonomía 12

4.2.2. Descripción y biología 12
4.5 Enfermedades 13
4.5.1. Mancha gris de la hoja 13
4.5.2. Mancha zonada de la hoja 15
4.5.3. Pokkah boeng (cabeza torcida) 17
4.5.4. Marchitez por acremonium 19
4.5.5. Antracnosis 21
4.5.6. Tizón de la hoja 24
V. MATERIALES Y MÉTODOS 27
5.1. Descripción del lugar 27
5.2. Tratamientos 28
5.3. Diseño y área experimental 29
5.4. Variables evaluadas y métodos de medición utilizados 29
5.5. Manejo agronómico del ensayo 31
5.6. Análisis estadístico 31
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 34
6.1. Daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) 34
6.2. Días a floración 35
6.3. Número de mosquitas (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) por panoja 36
6.4. Número de parasitoides de mosquita (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) por panoja 37
6.5. Análisis de correlación parcial 38
6.6. Severidad de enfermedades 39
VII. CONCLUSIONES 42
VIII. RECOMENDACIONES 43
IX. ANEXO 44
X. BIBLIOGRAFÍA 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido Página

Gráfico 1. Comportamiento de la precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) media mensual ocurrida durante el año 2001, INTA; CNIA, (INETER, 2001)..... 27

Gráfico 2. Daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith); Escala de daño Universidad de Texas A & M, INTA – CNIA. Managua, Nicaragua 2001..... 34

Gráfico 3. Porcentaje de severidad causado por enfermedades foliares y vasculares en sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. INTA – CNIA. Managua, Nicaragua 2001. 41

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido Página

Cuadro 1. Líneas evaluadas en el ensayo considerando su origen genético y coloración de grano. INTA – CNIA. Managua, Nicaragua 2001 28

Cuadro 2. Pruebas de rangos múltiples de Duncan para las variables número de mosquitas por panoja, número de parasitoide de mosquita por panoja y días a floración, en 20 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001 35

Cuadro 3. Significancia estadística (Pr>F) al 95% de confiabilidad en las variables para las fuentes de variación estudiadas en 20 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001 37

Cuadro 4. Análisis de correlación parcial y significancia estadística (Pr>F) al 95% de confiabilidad en las variables evaluadas en 20 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001 38

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido Página

Cuadro 1. Superficie cosechada, rendimiento y producción de los principales cereales a nivel mundial..... 44

Cuadro 2. Superficie cosechada, rendimiento y producción de los productos de consumo interno en Nicaragua..... 44

Cuadro 3. Escala de daño para enfermedades foliares, Universidad de Texas A & M, 2000..... 45

Cuadro 4. Escala de daño para Cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), Universidad de Texas A & M..... 45

Cuadro 5. Plano de campo del ensayo en 20 líneas de sorgo, INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001..... 46

RESUMEN

La presente investigación se llevó a efecto en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA – INTA), ubicado en el Km. 14 de la carretera norte, 2 Km. al sur en el municipio de Managua, departamento de Managua. El ensayo se estableció en la época de postrera del 2001, en suelos de origen volcánico y textura franco arenosa. El propósito del experimento fue contribuir a la obtención de líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] resistentes y/o tolerantes a plagas y enfermedades. Los materiales utilizados (provenientes de la Universidad de Texas A & M) son parte de un ADIN (All Disease and Insect Nursery). La parcela experimental tuvo un tamaño de 3.75 m^2 que constó de 1 surco de 5 metros lineales (1 línea por surco). El ensayo se estableció utilizando la metodología de la Universidad de Texas A & M con 20 tratamientos (líneas) y 2 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: a) Daño foliar causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), b) Días a floración, c) Número de mosquitas (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) por panoja, d) Número de parasitoides de mosquita (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) por panoja, y e) Severidad de las enfermedades foliares. Para la primera y la última variable se utilizó la escala de daño propuesta por la Universidad de Texas A & M, a estos datos se les efectuó un análisis estadístico descriptivo. Para las variables b, c y d se realizó un análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$), además se les efectuó un análisis de correlación parcial. En cuanto al daño foliar causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), no existen diferencias en el comportamiento de las líneas. Este aspecto no representó una incidencia relevante. Con respecto al período de floración, la línea MB108B presentó el mayor número de días a floración, en tanto que la línea Tx2911/92B1941 presentó el menor número de días a floración. Los resultados obtenidos indican que el comportamiento de las 20 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] ante el ataque de mosquita (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) y la incidencia de su parasitoide (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) es similar para cada línea; la línea R.9618 fue la que presentó el mayor valor con respecto a esta variable, mientras que la línea que presentó el menor número de mosquitas por panoja fue Tx7078; Existe relación entre la variable número de mosquitas (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) por panoja y días a floración y esta relación es afectada por el parasitoide de la mosquita (*Aprostocetus diplosidis* Crawford). Puede identificarse que la línea Tx2783 presentó el menor porcentaje de severidad por enfermedades foliares (12.5%) mientras que el mayor porcentaje de severidad por enfermedades foliares lo obtuvo la línea R.9618 (65.12%). De las 6 enfermedades que se presentaron en el ensayo, la más predominante fue antracnosis (*Collectotrichum graminicola* G. W. Wilson).

I. INTRODUCCIÓN

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es considerado el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Tritichum aestivum* L), el maíz (*Zea mays* L), el arroz (*Oryza sativa* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.) (FAO 1999).

Según Doggett citado por Paul (1990), los sorgos cultivados actualmente se originaron del silvestre *Sorghum bicolor* subsp *arundinaceum* y la mayor variación en el género *Sorghum* se encuentra en el cuadrante noreste del África, abajo del Sahara, en la región de Etiopía-Sudán, donde el género ancestral con cinco cromosomas, probablemente se originó hace 5,000 a 6,000 años.

La planta de sorgo se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano bajo condiciones desfavorables para la mayoría de otros cereales. Debido a su resistencia a la sequía, se considera como el cultivo más óptimo para las regiones áridas con lluvias erráticas; Paul, cita a Purseglove (1972). Los estudios muestran que el sorgo requiere 332 Kg de agua por Kg de materia seca acumulada, en tanto que el maíz requiere 368 Kg, la cebada 434 Kg y el trigo 514 Kg. Este requerimiento hídrico relativamente bajo, se justifica porque la planta presenta un extenso sistema radicular, un control efectivo de la evapotranspiración y estomas con capacidad de recuperación rápida después de períodos de penuria de agua. Sin embargo las deficiencias rigurosas de agua durante el período de floración motivan el fracaso de la polinización o el secado de la espiga; Castro y Obando citan a Doorembos (1986).

Dentro de los cultivos de consumo interno en Nicaragua el sorgo ocupa el cuarto lugar después del maíz, el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el arroz en cuanto a área cosechada y a producción se refiere (FAO 1999, MAG-FOR, 2000) (Cuadro 2 anexo). El sorgo ocupa el 7.5 % del área sembrada de granos básicos (MAG-FOR, 2000). Este rubro es cultivado en las diferentes regiones de nuestro país siendo éstas las zonas A-1, A-2, que corresponden a los departamentos de León,

Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas en su orden respectivo (Pineda, 1999). Para el año 1991 el 56% del consumo total de sorgo fue utilizado para la elaboración de alimentos concentrados para la industria avícola, porcina y bovina. El 44% restante de la producción de sorgo se utilizó para alimentación humana principalmente con sorgo de endosperma blanco que es base para preparar atoles, tortillas, rosquillas, rosquetes, turrones, entre otros (Somarriba, 1995).

Este rubro aporta el 1.37% a la actividad agrícola y el 4.1% para los productos de consumo interno (maíz, frijol, arroz, sorgo y soya) (MAG-FOR, 2000).

A pesar de que el 67% del área se siembra con híbridos y variedades mejoradas, los rendimientos de 30 qq/mz no son satisfactorios por algunas razones;

a) Ubicación inadecuada del área de siembra.
b) Aplicación ineficiente de la tecnología recomendada para el cultivo, por ejemplo; fechas de siembra, densidad poblacional, manejo de malezas, manejo de plagas y enfermedades.
c) Carencia de suficiente equipo agrícola, específicamente sembradoras y cosechadoras.
d) Abastecimiento tardío de insumos, créditos y servicios.
e) Aplicación inadecuada de políticas de precios en la captación del grano.

Entre los principales factores que afectan el rendimiento del grano se encuentran la variedad (genotipo), las condiciones ambientales (incluyendo factores bióticos y abióticos) y las prácticas de manejo.

El cultivo del sorgo es conocido por ser uno de los más resistentes a varios factores adversos a la producción como la deficiencia de humedad y al ataque de insectos y enfermedades. Sin embargo si estos elementos no se manejan adecuadamente pueden causar serias mermas en el rendimiento de este rubro (Obando & Morales, 2000) .

Según Somarriba (1997), muchas plagas insectiles atacan al sorgo en sus diferentes estados de desarrollo, pero solo algunas de ellas constituyen cierta amenaza al rendimiento.

Los grados de resistencia a insectos plagas en las plantas por lo general, no son suficientemente altos como para brindarles protección durante todas las situaciones, sin embargo son aspectos importantes en el Manejo Integrado de Plagas (MIP). Las estrategias necesitan elevar la resistencia, pero generalmente los genes para hacerlo no están disponibles (Maxwell & Jennings, 1984).

En la actualidad el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA), en coordinación con INTSORMIL (INTERNATIONAL SORGHUM AND MILLET PROJECT) y la Universidad Nacional Agraria (UNA) está realizando trabajos de investigación que permitan identificar materiales con características promisorias para la producción de sorgo bajo las condiciones agroecológicas de nuestro país. Con el fin de contribuir a identificar estos materiales se estableció un vivero de observación: A.D.I.N. (All Disease and Insect Nursery), cabe señalar que esto es un estudio preliminar; una pre-selección de materiales.

II. OBJETIVOS

General:

- Contribuir a la identificación materiales de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] que sean resistentes y/o tolerantes a plagas y enfermedades.

Específicos:

- Estimar el porcentaje de daño causado por cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en 20 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

- Evaluar los días a floración en 20 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L). Moench] y la relación que tienen sobre las poblaciones de mosquita (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) y su parasitoide (*Aprostocetus diplosis* Crawford).

- Evaluar 20 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L). Moench], por su reacción a la mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett).

- Determinar la incidencia del parasitoide (*Aprostocetus diplosis* Crawford) en la mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett).

- Determinar la severidad de las enfermedades foliares y vasculares predominantes en 20 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

III. HIPÓTESIS

Ho: Las 20 Líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] presentan igual comportamiento en días a floración, insectos y enfermedades.

Ha: Al menos 1 línea de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] presenta diferente comportamiento en días a floración, insectos y enfermedades.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith)

4.1.1. Taxonomía

Orden: Lepidoptera
Familia: Noctuidae
Género: *Spodoptera*
Especie: *S.frugiperda*
Clasificador: J. E. Smith.

4.1.2. Biología

4.1.2.1. Huevos

Los huevos de esta especie son de color blanco amarillento, con cierto brillo, cuando están recién puestos, posteriormente toman una coloración marrón rojiza. Cada huevo es de forma semiesférica, achatado en la parte superior y mide aproximadamente 0,5 mm de diámetro. La superficie externa del corión presenta hendiduras, dando la apariencia de líneas radiales. Los huevos son colocados en masas, formadas por capas cubiertas por una secreción y escamas de las hembras, Labrador (1967) citado por Clavijo, Fernández y Notz (2000).

4.1.2.2. Larvas

Cuando la larva está totalmente desarrollada, mide aproximadamente 35 mm de longitud. La coloración es bastante variable, existiendo formas de color verde olivo y otras gris oscuro a negro. El cuerpo está formado por 13 segmentos, con numerosas setas. En el tórax existen tres pares de patas y las propatas están

ubicadas por pares, en los segmentos abdominales tercero, cuarto, quinto sexto y décimo.

La cabeza presenta una coloración más oscura, con la sutura frontal muy visible y en forma de Y invertida y un escudo detrás de la cabeza de color marrón oscuro. Posee rayas longitudinales más claras y en el dorso del antepenúltimo segmento abdominal, presenta cuatro puntos negros en forma de media luna (Chávez 1990).

4.1.2.3. Pupas

Es una pupa típica de insectos de la familia Noctuidae, del tipo obteta, de 18 mm de longitud, es de color marrón caoba con el tórax y abdomen visibles, este último de 12 espiráculos relativamente grandes, colocados por pares en cada segmento a partir del segundo. La porción terminal del último segmento abdominal posee dos estructuras o espinas conspicuas (Labrador 1967).

4.1.2.4. Adultos

Los adultos de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith presentan dimorfismo sexual, a continuación se hará una descripción de cada sexo (Labrador 1967):

- Macho: Cabeza pequeña, ojos prominentes, antenas filiformes. Tórax y abdomen pubescentes, de color ceniza, siendo el tórax más oscuro. Envergadura alar de unos 35 mm. Alas anteriores de color pardo oscuro, presentando una franja conspicua en el borde externo.

- Hembra: Cabeza pequeña, ojos conspícuos y antena filiforme. Tórax y abdomen pubescentes y de color ceniza, siendo el tórax más oscuro. Envergadura alar de unos 35 mm. Alas anteriores grisáceas, pero al compararla con el macho, la coloración es más homogénea, y aunque también presentan franjas, éstas son menos conspícuas.

4.1.3. Comportamiento

La hembra adulta y fertilizada coloca los huevos en masa sobre el follaje o cualquier otra superficie, prefiriendo las hojas de sus plantas hospederas. La duración de la fase de huevo varía entre 2 y 3 días. Una vez que ocurre la eclosión, las larvas inicialmente se alimentan del corión del huevo luego de la epidermis de las hojas de la planta hospedera. Durante los tres primeros instares, las larvas tienen la capacidad de desplazarse a distancias relativamente grandes, lo que le permite, localizar la planta hospedera adecuada. Durante su desarrollo las larvas de *Spodoptera frugiperda*, por lo general, presentan 6 instares. La duración de la fase de larva puede variar entre 10,9 a 13,4 días, sin embargo, ello dependerá de la temperatura y alimentación (García y Clavijo, 1989). Tan pronto como la larva del último instar completa su desarrollo, cesa de alimentarse, abandona el sitio donde ha vivido y se va al suelo donde construye una cavidad o celda entre 2 y 7 cm de profundidad y allí se transforma en pupa, emergiendo posteriormente el adulto. La duración de la fase de pupa, a 32.2 ° C, es de 7 a 8 días, sin embargo, esta puede variar de acuerdo a la temperatura. Los adultos emergen desde el atardecer hasta la medianoche y no copulan inmediatamente, sino que se alimentan durante la noche hasta el amanecer y es hasta entonces que pueden copular (Chávez, 1990).

4.1.3.1. Daño

Las larvas generalmente, viven protegidas dentro del cogollo (hasta 2 larvas / planta), comiendo tejido tierno y pudiendo también destrozar la panoja antes de que ésta emerja. El daño lo realiza una vez que la planta tiene 4 o más hojas, antes de que las hojas abran y una vez que éstas abren, se observan agujeros de tamaño y forma irregular, la planta con este tipo de daño no muere. Es la forma de daño más tradicional, tiene que ver con la migración de las larvas desde el lugar donde ocurrió la oviposición hacia la zona de la yema apical o "cogollo". En ese lugar, se alojan usualmente más de una larva, de diferentes tamaños, conviviendo

sin encontrarse una o dos de medianas a grandes, e inclusive varias pequeñas, escondidas entre los pliegues de las hojas por brotar (Notz y Clavijo, 2000).

4.2. Días a floración

La inflorescencia de la planta de sorgo es una panícula que varía de forma y tamaño; la panícula esta compuesta por racimos y el racimo consiste de una o varias espiguillas (Somarriba 1995).

La iniciación floral, la cual marca el fin del crecimiento vegetativo con respecto a la actividad meristemática, se forma 30 – 40 días después de la germinación. A la formación de la yema sigue el periodo más largo de crecimiento de la planta del sorgo, el cual consiste en gran parte en alargamiento de la célula (Somarriba 1995).

La panícula de sorgo florea del ápice hacia la base en un período de 4 a 9 días. Debido a que no todas las panículas de un campo florean al mismo tiempo usualmente hay polen disponible por un período de 10 a 15 días, (Somarriba 1995).

4.3. Mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett)

4.3.1. Taxonomía

Orden: Diptera
Sub - orden: Nematocera
Superfamilia: Mycetophiloidea
Familia: Cecidomyiidae
Género: *Stenodiplosis*
Especie: *S. sorghicola*
Clasificador: Coquillett

4.3.2. Origen, dispersión y manejo

La mosquita probablemente se origina del sur de Asia; hoy esta en todos los lugares donde hay sorgo. La fecha más antigua que se conoce de su existencia es 1865; panículas de sorgo cosechadas en África ese año conservadas en el Museo Británico de Londres muestran daño de esta plaga (Rodrigo & Serrano, 1968).

La dispersión de la plaga ha sido mayor debido a las prácticas agrícolas. La habilidad dispersiva de los insectos influye en la dispersión espacial de sus poblaciones, por consiguiente la magnitud del daño producido por herbívoros en los cultivos agrícolas (Gelvez, 1980).

Según Teetes citado por Paul (1990), el control de insectos debe ser mediante un manejo integrado de plagas (MIP), que depende del uso de insecticidas, genotipos resistentes, métodos culturales (fechas de siembra, rotación de cultivos, eliminación de hospederos alternos, manejo de los residuos de cosecha y cultivos mixtos), el control biológico (parasitoides, depredadores y patógenos) y la verificación de poblaciones de plagas y el daño causado.

4.3.3. Descripción y biología

El adulto es de 1.3 a 1.6 mm de largo, antenas café, tórax y abdomen rojo anaranjado y alas con marcas hialinas. Cada hembra adulta deposita a cerca de 75 huevos en las espiguillas en floración durante su corta vida que por lo general no dura más de un día (Teetes *et al*, 1983).

Los huevos son cilíndricos y miden 0.1mm x 0.4mm y encuban de 2 a 3 días. Inicialmente las larvas completan su desarrollo en 9 a 11 días, empupando en las proximidades de las glumas. Bajo condiciones favorables las larvas pueden entrar en reposo dentro de las espiguillas donde tejen un capullo para protegerse. Pueden permanecer en este estado de diapausa por años y a menudo pasan el

periodo fuera de temporada de esta manera. El periodo de pupa es completado entre 3 a 4 días (Teetes *et al*, 1983).

Los adultos emergen temprano por la mañana, después de su vida pupal y alrededor de 2 a 3 semanas de que fueron depositados los huevos, dejando la blanca capa pupal en el extremo de la espiguilla, poco después de la emergencia las hembras se aparean con los machos (estos usualmente vuelan alrededor de la panoja que emergieron y las hembras se dispersan en busca de sorgo en floración para ovipositar (alrededor de media hora después de la cópula) (Teetes *et al*, 1983).

Mientras las condiciones sean favorables la reproducción es contínua, de manera que hay una secuencia de emergencias de nuevos adultos cada mañana. Una generación es completada entre 14 a 16 días por lo cual en una temporada pueden ocurrir hasta 9 y 12 generaciones, lo cual trae como resultado un aumento de las infestaciones cuando las épocas de floración del sorgo son extendidas con el uso de una amplia gama de fechas de siembra o la variedad utilizada presenta un rango amplio de días a floración (Teetes *et al*, 1983).

El daño al sorgo es causado por la larva del insecto que se alimenta en el ovario, previniendo el desarrollo normal del grano y resultando en una panoja con apariencia quemada, este síntoma puede confundirse con esterilidad; son granos vanos (Teetes *et al*, 1983).

4.4. Parasitoide de mosquita (*Aprostocetus diplosidis* Crawford)

4.4.1. Taxonomía

Orden: Hymenoptera
Sub - orden: Chalcidoidea
Familia: Eulophidae
Sub - familia: Tetrastichidae
Genero: *Aprostocetus*
Especie: *A.diplosidis*
Clasificador: Crawford

4.4.2. Descripción y biología

Longitud 2.0 – 2.5 mm; cuerpo pardo oscuro brillante, ojos rojos, fémures pardos en el medio, amarillos en los extremos, tibias amarillas; notaulices distintos; escutelos con 2 pares de setas y un par de ranuras longitudinales y sublaterales; metasoma de la hembra 2 veces tan largo como el mesosoma (Cave, 1995).

Hospederos.
Stenodiplosis sorghicola Coquillett.
Distribución: Mundial.

La hembra ataca la larva del hospedero dentro de la semilla. Solo una larva parasitoide se desarrolla internamente por larva hospedera. Al terminar su desarrollo la larva parasitoide empupa dentro de la semilla. Cuando el adulto emerge deja un hueco en la gluma (Cave, 1995).

4.5 – Enfermedades

4.5.1 Mancha gris de la hoja

Taxonomía

Clase: Deuteromycetes
Orden: Moniliales
Familia: Dematiaceae
Género: *Cercospora*
Especie: *C. sorghi*
Clasificador: Ellis & Everh

Generalidades

La mancha gris de la hoja es causado por el hongo *Cercospora sorghi* Ellis & Everh, se encuentra generalmente en las regiones donde crece el sorgo, cuando el tiempo es cálido y húmedo durante la temporada de crecimiento. Probablemente sea la enfermedad foliar más ampliamente distribuida del sorgo. En cultivares susceptibles causa severos daños foliares, pero su impacto económico es difícil de estimar, porque la epidemia usualmente ocurre cuando se aproxima el tiempo para la madurez del cultivo (Westcott, 1950).

También el desarrollo de manera simultánea de otras enfermedades foliares dificulta la evaluación de la enfermedad. El progreso de la enfermedad y las pérdidas son influenciadas por el inóculo potencial (inicial), duración de las condiciones medioambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad y la susceptibilidad del cultivo. La influencia de la madurez del hospedero sobre el desarrollo de la enfermedad no ha sido estudiada. Otras especies de *Sorghum spp.* afectadas por *Cercospora* (Mancha gris de la hoja) incluye: zacate sudan, zacate johnson y sorgo millón de escoba (Cook, 1981).

Síntomas

El síntoma inicial de la mancha gris de la hoja son pequeñas manchas rojas sobre las hojas. Las manchas se agrandan para formar lesiones rectangulares (de 2 a 5 mm x 5 a 15 mm) delimitadas por las venaciones. Las lesiones pueden estar aisladas o coalescer en forma de franjas longitudinales o manchas irregulares y posiblemente cause la muerte de la hoja. Dependiendo de la pigmentación del hospedero las lesiones pueden ser encendidas a roja – oscura, púrpura o café claro con reacción canela. Bajo ataques severos puede ser afectada la parte superior del tallo y cogollo. La esporulación ocurre en ambas superficies de la lesión, pero es más predominante en la superficie inferior. La lesión esporulando en la hoja da un matiz grisáceo del cual se deriva el nombre de la enfermedad (Castaño y Rio, 1994).

Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología

El patógeno persiste en residuos infectados del hospedero sobreviviendo en plantaciones de cultivos hospederos infectando sorgo silvestre (y posiblemente otras gramíneas), y semillas. Un medio ambiente cálido y húmedo conllevan al desarrollo de la enfermedad así como a la diseminación. La conidia es el inóculo inicial y secundario, se disemina por el viento y la lluvia hacia las hojas de las plantas hospederas susceptibles. La conidia germina en la superficie de las hojas (en experimentos dura 12 horas), y el tubo germinativo entra a través del estoma (Castaño y Rio, 1994).

Primero la infección es evidente por pequeñas manchas rojas. Cerca de 7 días después de la inoculación, el desarrollo de la lesión es favorecido aparentemente por condiciones cálidas y húmedas y la esporulación puede iniciarse tan temprano como 12 días después de la inoculación (Cook, 1981).

Control

El control puede ser a través del uso de cultivares resistentes, rotación de cultivos y eliminación de residuos de cosechas. Es recomendable eliminar plantas de sorgos silvestres próximas al cultivo y gramíneas que sustentan al patógeno en la ausencia del cultivo hospedero lo cual puede reducir el inóculo inicial y retrasar el comienzo de la mancha gris de la hoja (APS, 2000).

4.5.2. Mancha zonada de la hoja

Taxonomía

Clase: Deuteromycetes
Orden: Moniliales
Familia: Moniliaceae
Género: *Gloeocercospora*
Especie: *G.sorghi*
Clasificador: D. Bain & Edgerton ex Deighton

Generalidades

La mancha zonada de la hoja causada por *Gloeocercospora sorghi* D. Bain & Edgerton ex Deighton es común en sorgo durante períodos húmedos y podría ocurrir también en maíz, mijo, caña de azúcar y otras numerosas gramíneas (Westcott, 1950).

Síntomas

La mancha zonada de la hoja, la fase de lámina foliar, es notable en las hojas como bandas circulares, púrpura-rojizo alternando con áreas pajizas o canela que forman un patrón concéntrico o zonado con bordes irregulares. A menudo las

manchas se presentan en patrones semi – circulares a lo largo de los márgenes de las hojas. El diámetro de las lesiones varía en un rango de 1 a 2 cm durante etapas tempranas y de 3 a 7 cm durante etapas posteriores en que las lesiones podrían cubrir el ancho total de una hoja. Ambas láminas de la hoja y las vainas pueden volverse infectadas. Durante tiempo cálido y húmedo, se forma sobre el estoma una masa de esporas gelatinosas de color rosado a salmón. Una alta incidencia de la enfermedad en las plantas durante el estado de plántula podría resultar en severa y aún peor en la muerte de plantas infectadas. Un manchado abundante en las hojas de las plantas más viejas podría causar destrucción prematura del follaje y un pobre llenado de la semilla. El hongo también podría reducir marcadamente la cantidad de forraje producido por híbridos de zacate sudán - sorgo (Westcott, 1950).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

El hongo pasa de una estación a otra como esclerocios formado dentro de tejido muerto de lesiones de las hojas viejas, donde ellos aparecen como cuerpos pequeños, levantados en líneas paralelas a las venas. Los esclerocios también son producidos abundantemente en el mijo y otros gramíneas; los esclerocios de estos hospedantes pueden tener una función en la sobrevivencia del patógeno. Los esclerocios germinan esporogénicamente para producir conidias que infectan el próximo cultivo. Durante tiempo húmedo, se producen conidias en las lesiones nuevas y causan una diseminación de la enfermedad a mayor distancia. El hongo podría también ser acarreado en la semilla (APS,2000).

Control

Las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad pueden ser reducidas por rotación de cultivos y la limpieza del cultivo para destruir los residuos de malezas hospederas susceptibles (APS,2000).

4.5.3. Pokkah boeng (Punta torcida o punta arrugada)

Taxonomía

Estado perfecto	Estado imperfecto
Clase: Ascomycetes	Clase Deuteromycetes
Sub – clase: Hemiascomycetes	Orden: Moniliales
Orden: Hypocreales	Género: *Fusarium*
Género: *Gibberella*	Especie: *F. proliferatum*
Especie: *G. intermedia*	Clasificador: (Matsushima) Nirenberg
Clasificador: (Kuhlman) Samuels, Nirenberg & Seifert	

Generalidades

Pokkah boeng fue originalmente descrita en caña de azúcar en Java. El nombre es derivado de un término javanés denotando un cogollo con mal formación o distorsionado parecido a una cola de rata o a una hoja de cebolla. La enfermedad ha sido atribuida a varias especies de *Fusarium* incluyendo *F. proliferatum*, F subglutinans, y *F. Moniliforme* aunque *F. proliferatum* es el organismo causal más probable. Las pérdidas por "pokkah boeng" podrían ser considerables dependiendo de la susceptibilidad del cultivar de sorgo y del tiempo de infección (Westcott, 1950).

Síntomas

El pokkah boeng está caracterizado por deformación, arrugamiento o decoloración de las hojas cerca del cogollo de la planta. Algunas veces las hojas están tan afectadas que las hojas arrugadas no pueden estirarse y las plantas se producen con una apariencia de escalinata. En casos extremos la infección se mueve de las hojas y vainas al interior de los tallos y podría causar la muerte del cogollo. En

caso de ataques leves, los síntomas pueden asemejarse con los del mosaico incitado por el virus del mosaico del achaparramiento del maíz (MDMV), o la mancha amarilla de la hoja causada por un organismo desconocido que presumiblemente es una bacteria. Los síntomas de pokkah boeng que lo diferencian de estas dos enfermedades son característicamente los arrugamientos y torceduras en la base de las hojas y los numerosos pequeños cortes transversales en las hojas. Algunas veces pokkah boeng puede causar acame y evitar la emergencia de la panoja (Castaño y Rio, 1994).

Una anormalidad algunas veces asociada con pokkah boeng es "Knifecut" (corte de navaja o cuchillo) el cual consiste en cortes transversales angostos y uniformes en la lamina foliar, lo cual da la impresión que el tejido ha sido removido con una navaja filosa. Debido a que las lesiones de corte de navaja del sorgo son cubiertas por la vaina de la hoja durante las etapas tempranas de la infección, ellas no pueden apreciarse cuando los síntomas en la hoja por pokkah boeng están presentes. Bajo stress físico (ejemplo: vientos fuertes), los tallos afectados podrían quebrarse a lo largo de las lesiones causadas por el corte de navaja o cuchillo, de tal manera que toda la parte de arriba de la planta se pierde por completo (Castaño y Rio, 1994).

La inflorescencia podría ser atacada antes de la emergencia desde la envoltura con la hoja y consecuentemente puede podrirse o quedar estéril. Porciones de la inflorescencia podrían también ser atacada durante la floración, así que las flores se secan y no producen granos en esas partes. La floración retrasada también podría afectar el rendimiento (APS, 2000).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

La infección ocurre durante largos períodos de tiempo húmedos cuando el patógeno crece fuera de la superficie en tallos de sorgo, donde temporalmente puede llegar a establecerse en las hojas banderas o cogollo. Más tarde, cuando el

período húmedo termina y la planta recupera su crecimiento normal, los entrenudos de la parte superior se alargan, recuperando las hojas banderas distorsionadas. Durante tiempo húmedo la esporulación ocurre en el material podrido de la planta atacada (APS, 2000).

Control

No existen medidas eficientes para el control de pokkah boeng (APS, 2000).

4.5.4. Marchitez por acremonium

Taxonomía

Clase: Deuteromycetes
Orden: Moniliales
Género: *Acremonium*
Especie: *A. strictum*
Clasificador: W. Gams

Generalidades

La marchitez por acremonium es causada por *Acremonium strictum* W. Gams, ha sido recientemente reconocida en muchas regiones sorgueras como Egipto, Sudán, Estados Unidos, México, Venezuela, Argentina y Honduras son unos pocos de los países donde la enfermedad es conocida (Agrios, 1991).

Síntomas

Los síntomas incluyen desecación foliar y decoloración vascular de las venas laterales de la hoja. Inicialmente solo una parte de la hoja es afectada. Mientras el patógeno se disemina, grandes áreas de tejido marchito se desarrollan a lo largo

de un eje de la hoja a ambos lados, del eje central. La infección vascular continua a través de la vaina de la hoja y dentro de los ases vasculares del tallo. En plantas susceptibles severamente afectadas, las hojas superiores y los brotes (retoños) mueren. La coloración café en el tejido vascular del tallo asociado con marchitamiento foliar es el síntoma más fácil de distinguir (Cook, 1981).

Ciclo de la enfermedad

Bajo condiciones naturales, la infección probablemente inicia en la lámina o vaina de la hoja y se dispersa a través del sistema vascular, no obstante ha sido reportada la transmisión por semillas. El inóculo que permanece en el suelo, infecta plantas de sorgo en Egipto y Nigeria; este hallazgo lleva a la especulación de que la marchitez por acremonio podría diferir ligeramente de región a región (APS, 2000).

Control

La mayoría de los cultivares de sorgo parecen ser resistentes a la marchitez por acremonium, o es más, el patógeno se desarrolla tan lentamente que no causa serias pérdidas. Genotipos susceptibles no deberían cultivarse en áreas con una historia de la enfermedad. Algunos cultivares de sorgo son extremadamente susceptibles en todas las localidades donde han sido probados (APS, 2000).

4.5.5. Antracnosis

Taxonomía

Clase: Deuteromycetes
Orden: Melanconiales
Familia: Melanconiaceae
Género: *Collectotrichum*
Especie: *C. graminicola*
Clasificador: G. W. Wilson

Generalidades

La antracnosis del sorgo es causada por *Collectotrichum graminicola* G. W. Wilson (sinónimo *C. sublineolum*) fue reportada por primera vez en 1902 en Toga, África Occidental. Desde entonces ha sido observado por prevalecer ampliamente bajo condiciones calientes y húmedas en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales en el mundo. La antracnosis del sorgo se conoce también como añublo o tizón rojo de la hoja y cuando ocurre en plántulas como tizón de las plántulas. La antracnosis aparece en todas las partes áreas de la planta de sorgo; hojas, vainas de las hojas, tallos, panoja y semilla. La fase foliar de antracnosis es la más común en la mayoría de las regiones, y en severas epidemias, puede causar reducción en el rendimiento del grano del 50% o más. La antracnosis también causa serias pérdidas en sorgo forrajero y en sorgos utilizados para obtener jarabes. La infección del grano y la panoja pueden diseminar la antracnosis dentro de nuevas áreas a través del transporte de semillas (Agrios, 1991).

Síntomas

Fase foliar: La fase foliar de antracnosis podría ocurrir durante cualquier estado de desarrollo de la planta, pero comúnmente aparece de 30 – 40 días después de la emergencia sobre las hojas de cultivares susceptibles durante la estado de crecimiento 4.0 o más tarde. Los síntomas en sorgo varían con el cultivar y a las condiciones de tiempo prevaleciente. Los síntomas típicos son manchas pequeñas, circulares elípticas y elongadas, usualmente con un diámetro de 5 mm o menos. Las manchas elípticas son generalmente de 3 a 5 mm de longitud, pero podrían superar los 20 mm. Estas manchas desarrollan centros grises a pajizos con márgenes anchos de color canela, naranja, o rojo a púrpura negruzco, dependiendo del cultivar y población del patógeno. Bajo condiciones de alta humedad y altos niveles de precipitación, las manchas incrementan en número y coalecen para cubrir una gran parte de la hoja y podrían presentar manchas zonadas. Sobre la superficie de los centros canela de las lesiones, surgen de pocos a numerosos, pequeños puntos circulares concéntricos de color negro; esos puntos son los cuerpos fructíferos (acérvulos) del hongo. El examen de las lesiones con una lupa revela pequeñas estructuras protuberantes parecidas a pelos de color negro (setas) que surgen de los acérvulos. En ambientes húmedos, se produce entre las setas una sustancia mucilaginosa de color cremosa a rosadiza que contiene masas de esporas. En su forma severa, la antracnosis causa defoliación prematura, de esta manera reduce el crecimiento y retrasa el desarrollo de las plantas. En infecciones tempranas y en casos de alta severidad de la enfermedad, las plantas mueren antes de que alcancen la madurez (Castaño y Rio, 1994).

La infección en el nervio central podría ocurrir en cultivares que tienen un pequeño daño en las hojas y esta respuesta podría ser independiente de la infección de la hoja. Los síntomas de infección en el nervio central son lesiones de elípticas a elongadas (pajizas, rojas, púrpuras o negras) en las cuales pueden observarse acérvulos negros. Si la infección foliar y del raquis ocurren juntas, el daño de la

hoja, la defoliación y la reducción del rendimiento podrían ser mayores. A menudo la infección puede extenderse a las vainas de las hojas, donde se forman lesiones hundidas y elípticas con centros grises o pajizos y márgenes canela, anaranjado, rojo, púrpura o negruzco (APS. 2000).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Los microesclerocios, la transmisión por semillas y los hospedantes alternos (ej: zacate johnson) han sido implicados como fuentes primarias de inóculo. El hongo puede sobrevivir como micelio en residuos de hospedantes. Puede persistir hasta 18 meses en residuos o sobre la superficie del suelo, pero no sobreviven bien en residuos enterrados. Los microesclerocios son esporogénicos y pueden sobrevivir en residuos enterrados. Las conidias germinan cuando están en contacto con las películas de agua, los tubos germinativos desarrollan apresorios prominentes y penetran la epidermis directamente o entran a través del estoma. El patógeno es necrotrófico, pero no es capaz de colonizar completamente hospedantes sin formar primero una fase biotrófica. La infección de las plántulas proveniente de los residuos es grandemente favorecida por el salpique de la lluvia y el contacto del follaje con el suelo. Se ha reportado la resistencia juvenil resultante de altos niveles de hidrocianuros o fitoalexinas. La antracnosis es más severa durante extensos períodos de tiempo nublado, caliente, húmedo y mojado, especialmente cuando esas condiciones ocurren durante el período temprano de llenado del grano. Las conidias se producen en lesiones bajo condiciones de alta humedad y requieren cerca de 14 horas para madurar a 22 grados centígrados (APS, 2000)

Control

El control de la antracnosis más económico y amigable con el medio ambiente es el uso de cultivares resistentes. Esta estrategia es obstaculizada debido a la existencia de hipervariabilidad en *C. graminicola*. La resistencia a la fase foliar y la pudrición del tallo de sorgo por antracnosis es determinada por genes unidos

dominantes, separados. Se cree que otros genes también afectan la resistencia, debido a que los híbridos F_1 algunas veces ocurren en la progenie de cruces entre dos padres susceptibles. Un número de fuentes de resistencia está disponible, y varios han sido usados para producir cultivares híbridos comerciales en los Estados Unidos y la India. Sin embargo la estabilidad y la durabilidad de la resistencia en estos cultivares es de corta vida debido al desarrollo de virulencia específica al cultivar en el patógeno. El uso de resistencia de mayor durabilidad y un grupo de genes R podría proveer una mejor solución para el control genético de la antracnosis del sorgo (Kranz *et al*, 1982).

La antracnosis también puede ser controlada por prácticas culturales tales como una rotación de cultivos por 2 años con especies que no sean sorgo. El cultivo limpio, la eliminación de probables malezas hospederas y el mejoramiento de las condiciones que aceleran la descomposición de los residuos del hospedante y los esclerocios también ayuda en el control de la antracnosis. Una apropiada combinación de hospedante resistente y prácticas culturales podrían proveer un control efectivo y económico de la antracnosis del sorgo (APS, 2000).

4.5.6. Tizón de la hoja

Taxonomía

Estado perfecto	Estado imperfecto
Clase: Ascomycetes	Clase: Deuteromycetes
Orden: Pleosporales	Orden: Moniliales
Género: *Setosphaeria*	Género: *Helminthosporium*
Especie: *S. turcica*	Especie: *H. turcicum*
Clasificador: (Lutrell) K. J. Leonard & E. G. Suggs	Clasificador: (Pass.) J. Leonard & E. G. Suggs

Generalidades

El tizón de la hoja incitado por *Exserohilum turcicum* (Pass.) J. Leonard & *E. G.* Suggs, está ampliamente distribuido en muchas áreas húmedas del mundo donde se cultiva el sorgo. Si el tizón de la hoja se establece en cultivares susceptibles antes de la emergencia de la panoja, las pérdidas de grano cosechado podrían superar el 50%. Si la infección es moderada o retrasada hasta después de la formación de la inflorescencia, las pérdidas de rendimiento son mínimas. El tizón de la hoja puede predisponer a las plantas a la pudrición de tallos causada por otros patógenos. *E. turcicum* (Pass.) J. Leonard & *E. G.* Suggs ataca maíz, zacate de sudán, zacate johnson, zacate gama y teosinte. Las razas de hospederos específicos *E. turcicum* procedentes de maíz y teosinte, aparentemente no infectan sorgo, pero algunos biotipos heterocariones, si pueden hacerlo (Westcott, 1950).

Síntomas

Las plantas podrían ser infectadas con el tizón de la hoja y en severas epidemias, se desarrollan en sus hojas pequeñas manchas rojizos o canela. Estas manchas más tarde se agrandan y coalecen de tal manera que las hojas se marchitan y se toman gris purpúrea, y las plántulas podrían morir. Lesiones largas, elípticas, rojizo-púrpura o canela-amarillenta de más de 12 mm de ancho y de 2.5 a 15 cm de longitud, desarrollan primero en las hojas más bajas; el tizón de la hoja después progresa hacia las hojas situadas en la parte más alta. Las lesiones varían en forma de acuerdo a los diferentes niveles de resistencia del hospedante. Las lesiones en las plantas más viejas tienen centros amarillentos a gris y márgenes rojizos. La esporulación abundante del patógeno causa superficies de lesiones necróticas que se muestran de color gris - oscuro, oliva o negro. En tiempo húmedo, gran número de esporas negra-grisáceas son producidas sobre las lesiones, a menudo en zonas concéntricas o simulando blancos de tiro. El

grano no es infectado, no obstante los efectos del debilitamiento del tizón de la hoja podrían reducir el rendimiento en cuanto al peso del grano (Walker, 1969).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

El hongo persiste como micelios y conidias en residuos infectados de cultivos sobre o dentro del suelo y sobre glumas de las semillas del zacate sudán. Las células conidiales pueden ser transformadas en clamidosporas. Las conidias, las cuales pueden ser trasladadas largas distancias por el viento, son responsables de la diseminación secundaria dentro y entre los campos. El desarrollo de la enfermedad es favorecido por condiciones moderadas (18 – 27 °C) y abundante rocío durante la etapa de crecimiento. Tiempos secos retrasan el desarrollo de la enfermedad (APS, 2000).

Control

La rotación con cultivos no susceptibles, (ejemplo; otras especies que no sean gramíneas) ayuda en la destrucción de residuos infectados lo cual trae como consecuencia la reducción de los niveles de inóculo primario. Sin embargo la persistencia de patógenos heterocariones ya sea a maíz, sorgo o zacate johnson podrían negar la rotación de cultivos debido a la rápida y amplia diseminación de las conidias provenientes de campos adyacentes y de los bordes. La aplicación foliar de funguicidas para el control del tizón de la hoja, podría ser necesario en campos de producción de semilla, cuando se observan las primeras lesiones, pero no es económicamente práctico en campos comerciales. Los híbridos resistentes son más útiles para áreas húmedas del mundo donde crece sorgo. Los niveles de resistencia satisfactorios ocurren en colecciones de sorgo del Este Africano y la India. Al menos se conocen dos tipos de resistencia: resistencia poligénica; caracterizada por pocas y pequeñas lesiones, y la resistencia monogénica; caracterizada por una decoloración hipersensitiva y pequeña o lesiones que no se desarrollan (APS, 2000).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del lugar

El presente trabajo se llevó a cabo desde Septiembre hasta Diciembre del 2001 (Postrera) en campos del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA – INTA), ubicado en el Km. 14 Carretera Norte; 2 Km. al sur en el municipio de Managua, cuyas coordenadas geográficas son de 12° 05' Latitud Norte y 86° 09' Longitud Oeste, las temperaturas promedios durante esta época son de 26 °C. Este sitio tiene una elevación promedio de 56 msnm y presenta una topografía plana a ligeramente ondulada. La zonificación ecológica según Holdridge (1963) es del tipo bosque tropical seco; el suelo tiene una profundidad promedio de 0.8 m y una textura franco arenoso, estas características edafoclimáticas permiten el desarrollo aceptable del cultivo del sorgo.

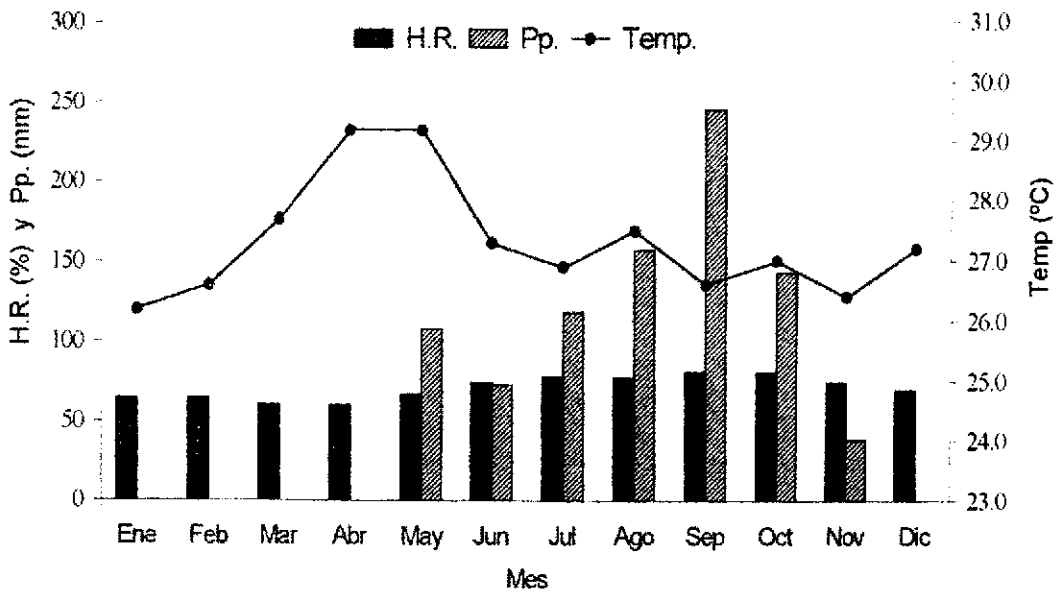


Gráfico 1. Comportamiento de la precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) media mensual ocurrida durante el año 2001, INTA; CNIA, (INETER, 2001).

5.2. Tratamientos

Los tratamientos a evaluar son líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] provenientes de la estación agrícola experimental de la Universidad de Texas A & M.

Cuadro 1. Líneas evaluadas en el ensayo considerando su origen genético y coloración de grano. INTA – CNIA. Managua, Nicaragua 2001.

Fuente	Genealogía	Coloración de Grano	
		Blanco	Rojo
00L2020	SC414 – 12E	x	
00L2271	96GCPOB157	x	
00L2261	B.9601	x	
00L2030	TX430	x	
00L2322	96CD677	x	
99L1234	88B943	x	
00L2275	TX2911/92B1941		x
00L2069	90EON328	x	
00L2159	96GCPOB124		x
00L2045	TX436	x	
00L2062	TX7078		x
99L3168+3174	B.HF14	x	
00L2283	R.9618	x	
00L2451	99GWO92		x
00L2243	9BRON125		x
99CS191	Tegemeo		x
00L2053	TX2783		x
00L2097	88BE2668		x
98L7800	R.9603	x	
99L1172	MB108B	x	

Fuente: Universidad de Texas A & M, USA.

5.3. Diseño y área experimental

La parcela experimental estuvo conformada por surcos de cinco metros lineales y espaciados entre sí a 0.75 mts. Estos estaban ordenados en 2 repeticiones de 15 metros de longitud por 5 metros de ancho y una distancia entre bloque de 1 metro para una área total de 165 m^2 (Anexo 5). Este tipo de experimento es utilizado por la Universidad de Texas A & M.

5.4. Variables evaluadas y métodos de medición utilizados

Las variables evaluadas son las siguientes:

- Daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)
- Días a floración
- Número de mosquitas (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) por panoja
- Número de parasitoides de mosquita (*Aprostocetus diplosis* Crawford) por panoja
- Severidad de las enfermedades

Daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

Se realizó una estimación visual con base a la escala de daño para cogollero de la Universidad de Texas A & M para registrar el daño para cada línea.

Días a floración

Se considera que una plantación de sorgo ha terminado su período de floración cuando el 50% de las plantas han alcanzado la antesis (pueden observarse los sacos polínicos de coloración rojiza), (Somarriba, 1997). Cuando se consideró que cada línea cumplió con este parámetro se registraron los días a floración después de la emergencia de la plantas (DDS).

Número de mosquitas (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) **por panoja y Número de parasitoides de mosquita** (*Aprostocetus diplosis* Crawford) **por panoja**

Para tomar los datos de estas variables se colocaron 3 trampas al azar por línea cuando las panojas estuvieron polinizadas, las trampas fueron construidas con bolsas de papel craft, vasos transparentes descartables, vaselina simple, cinta adhesiva, marcadores, engrapadoras / grapas y tijeras.

Para construir las trampas se perforó el fondo de la bolsa de papel craft en forma de "x" y se introdujo un vaso transparente descartable impregnado de vaselina simple con el objetivo que las mosquitas y sus parasitoides por medio del efecto de fototropismo se peguen a las paredes del vaso. El vaso fue sujetado a la bolsa con cinta adhesiva.

Las trampas fueron colocadas cubriendo las panojas y sujetadas en la base usando grapas. Las trampas fueron marcadas y retiradas 22 días después de haber sido colocadas. Inmediatamente se realizó el recuento visual de mosquitas y de sus parasitoides presentes en cada vaso en el lugar en donde se realizó el ensayo.

Severidad de las enfermedades

Para determinar la severidad de las enfermedades se realizó una sola estimación visual a los 60 días después de la emergencia, en la etapa de floración. La escala utilizada, fue la propuesta por la Universidad de Texas A & M (anexo, cuadro 3), para evaluar daño de enfermedades foliares de sorgo. En esta evaluación también se incluyeron las enfermedades vasculares.

5.5. Manejo agronómico del ensayo

La preparación del suelo se realizó utilizando el sistema de labranza convencional, se inició con la limpieza del terreno y consistió en un pase de arado, tres pases de grada, un pase de banca y surcado.

La siembra se efectuó manual a chorrillo, 15 días después de la siembra se realizó el primer deshierbe. Posteriormente se realizó un raleo a los 18 días dejando 18 plantas por metro lineal, equivalente a una densidad poblacional de 240,000 plantas/ha. Al momento de la siembra se suministró fertilizante completo de la fórmula 12-30-10 a razón de 129.11 Kg/ha. Treinta días después de la siembra se realizó un pase de cultivadora más la aplicación de fertilizante nitrogenado (urea 46%) a razón de 193.67 Kg/ha. La cosecha se efectuó manualmente a los 105 días después de la siembra.

5.6. Análisis estadístico

Daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

Los datos obtenidos para esta variable se presentan mediante un histograma estadístico descriptivo.

Días a floración

A los datos obtenidos para esta variable se le realizó un análisis de varianza, además se sometieron a una prueba de rangos múltiples de Duncan a un nivel de confiabilidad del 95%.

Para la variable días a floración el Modelo Aditivo Lineal, propio de un diseño en Bloques Completamente al Azar fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \theta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

i = 1,2 repeticiones
j = 1,2...20 líneas
Y_{ij} = Es la *ij* – ésima observación
μ = Es el parámetro común a todas las líneas (media global)
β_i = Es el efecto de las *i* – ésima repeticiones
θ_j = Es el efecto de la *j* – ésima línea de sorgo
ε_{ij} = Es el término de error usual

Número de mosquitas (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillet) **por panoja**

Número de parasitoides de mosquita (*Aprostocetus diplosis* Crawford) **por panoja**

Cuando las varianzas no son homogéneas existen algunas alternativas a implementar. Diferentes tipos de transformaciones y algunas recomendaciones para su uso,. A los valores de las variables número de mosquitas por panoja y número de parasitoides de mosquita por panoja, se les realizó una transformación empleando $\sqrt{Y+0.5}$. Se usa cuando los valores están por debajo de 10% o aún por debajo de 15% y especialmente cuando hay ceros (Steel & Torrie, 1985).

A los datos obtenidos para ambas variables se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) además se sometieron a una prueba de rangos múltiples de Duncan a un nivel de confiabilidad del 95%.

Para las variables número de mosquitas por panoja y número de parasitoides de mosquita por panoja se utilizó el siguiente Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_{j(i)} + \theta_k + \varepsilon_{(ij)k}$$

donde:

i = 1,2...20 líneas
j = 1,2,...3 trampas
k = 1,2 repeticiones

Y_{ijk} = Es la *(ij)k* – ésima observación
μ = Es el parámetro común a todas las líneas (media global)
β_i = Es el efecto de la *i* – ésima línea de sorgo
$á_{j(i)}$ = Es el efecto de la *j* – ésima trampa dentro de la *i* – ésima línea de sorgo
θ_k = Es el efecto de la *k* – ésima repetición
$\varepsilon_{(ij)k}$= Es el término de error usual

Severidad de las enfermedades

Los porcentajes de severidad obtenidos por medio de una estimación visual con base a la escala de daño de enfermedades foliares de sorgo de la Universidad de Texas A & M se presentan mediante un histograma estadístico descriptivo.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith)

El gráfico 2 muestra que no hubo diferencias en relación al daño foliar causado por gusano cogollero; puede observarse que la línea 96GCPOB157 presenta mayor valor numérico con respecto a la variable estudiada. Sin embargo es importante hacer notar que de acuerdo a la escala utilizada el daño en todas las líneas fue muy pequeño. Este consistió en pequeñas rasgaduras en las hojas del cogollo.

En la literatura se señalan diferentes umbrales económicos, Aponte y Morillo (1987), indican un umbral económico de 50% o más; sin embargo, Notz (1973), trabajando con diferentes niveles de infestación en parcelas experimentales, observó que infestaciones de hasta un 50% de *Spodoptera frugiperda* no producían reducción en los rendimientos.

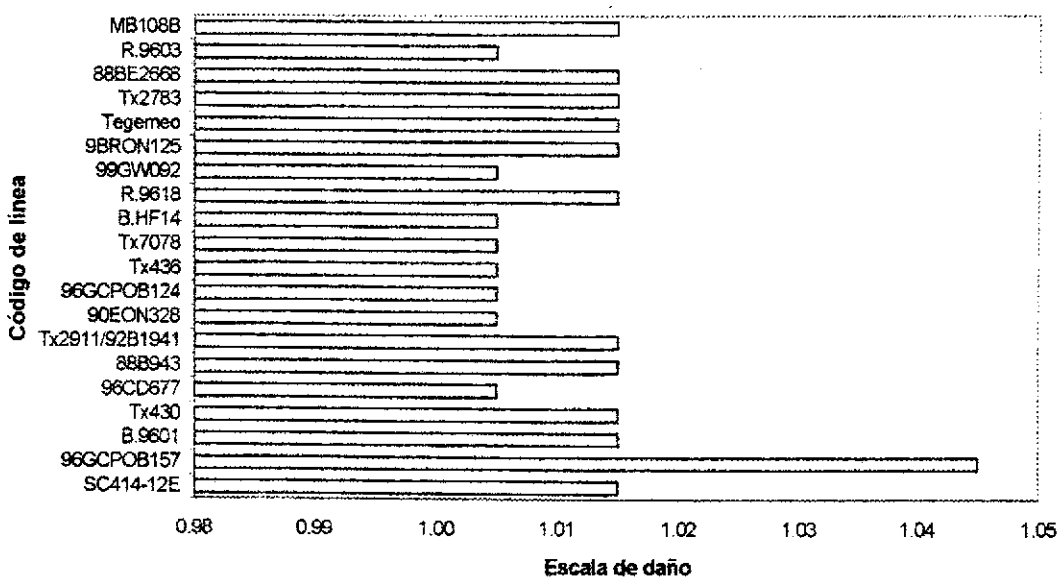


Gráfico 2. **Daño causado por el gusano cogollero** (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith): Escala de daño Universidad de Texas A & M. INTA – CNIA. Managua, Nicaragua 2001.

6.2. Días a floración

El análisis de varianza para esta variable muestra que las líneas presentan diferentes días a floración (Cuadro 3) además la prueba de rangos múltiples de Duncan separa 6 categorías estadísticas. La línea MB108B que floreció a los 70.5 días obtuvo el mayor valor en días a floración. El menor valor en esta variable lo obtuvo la línea Tx2911/92B1941 la cual presentó 56.5 días a floración (Cuadro 2).

El período de floración está determinado principalmente por caracteres genéticos que interactúan con el fotoperíodo y la temperatura (Rooney, 2000).

Cuadro 2. Pruebas de rangos múltiples de Duncan para las variables número de mosquitas por panoja, número de parasitoide de mosquita por panoja y días a floración, en 20 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.

Código de línea	Mosquita / panoja		Parasitoide / panoja		Días a floración	
	Media	Categoría estadística	Media	Categoría estadística	Media	Categoría estadística
R.9618	102.5	a	16.0	abcd	66.50	cd
R.9603	97.17	ab	6.83	abcd	60.00	gh
99GWO92	82.83	ab	1.83	abcd	69.50	ab
Tegemeo	73.50	abc	55.17	ab	69.50	ab
88B943	71.17	abc	5.17	abcd	67.00	bcd
96GCPOB157	64.67	abc	59.5	a	69.50	ab
96GCPOB124	63.17	abc	1.33	bcd	65.50	de
MB108B	54.17	abc	0.50	d	70.50	a
9BRON125	50.67	abc	0.83	cd	66.50	cd
TX436	50.50	abc	2.67	abcd	59.50	hi
TX2783	49.17	abc	54.33	abc	69.50	ab
TX430	42.00	abc	5.67	abcd	64.50	de
90EON328	39.17	abc	6.00	abcd	68.50	abc
88BE2668	36.00	abc	4.83	abcd	69.50	ab
SC414 – 12E	34.83	abc	9.17	abcd	62.00	gf
B.9601	28.33	abc	12.17	abcd	66.50	cd
B.HF14	22.50	bc	1.00	cd	63.50	ef
TX2911/92B1941	20.33	bc	3.67	abcd	56.50	j
96CD677	15.50	c	1.17	cd	65.00	de
TX7078	12.33	c	2.67	abcd	57.50	ij

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (α=0.05).

6.3. Número de mosquitas (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) por panoja

El análisis de varianza realizado a la variable número de mosquitas por panoja, no mostró diferencias significativas en todas las líneas estudiadas (Cuadro 3). La mayoría de los investigadores comentan que cuando el ANDEVA no demuestra diferencias significativas resulta innecesario aplicar una técnica de separaciones de medias; sin embargo en vista que las separaciones de medias son criterios para detectar agrupaciones o categorías estadísticas, es posible que en algunos casos, una prueba de rangos múltiples como Duncan o DMS pueden detectar grupos, los cuales pueden estar determinados por el número de tratamientos evaluados (Montgomery, 1991).

Al utilizar las pruebas de rangos múltiples de Duncan al 95% de probabilidad se indica que el conjunto de líneas evaluadas pueden separarse en 3 categorías estadísticas; además se obtuvo que la línea R.9618 del ADIN fue la que presentó el mayor valor con respecto a esta variable. Su comportamiento fue similar al resto de líneas estudiadas, exceptuando las líneas B.HF14, Tx2911/92B1941, 96CD677 y Tx7078. La línea Tx7078 fue la que obtuvo menor valor de mosquitas por panoja (Cuadro 2).

En el caso de la técnica de separaciones de medias de Tukey demostró resultados similares al ANDEVA (no significativo), sucediendo lo contrario con las separaciones de medias de Duncan. La prueba de Duncan indica resultados significativos en casos que la prueba de Tukey no admite obtener significancia estadística (Pedroza, 1993).

Uno de los factores biológicos más importantes que inciden en los bajos rendimientos de grano en el cultivo del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es la Mosquita de la Panoja (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett). Según Obando & Morales, (2000) en toda la región del pacífico de Nicaragua, se considera entre 30 y 60 por ciento de daño y hasta pérdidas totales si no se controla a tiempo. De

acuerdo con un reporte de campo publicado por la Estación Experimental de Agricultura de Texas, 2001, la línea MB108B es resistente a la mosquita del sorgo, sin embargo en las condiciones agroecológicas que se manejó el vivero de observación se obtuvo que esta línea (MB108B) presentó una incidencia de 54.17 mosquitas por panoja. A pesar de este resultado, a como señalamos anteriormente, nó hubo diferencias significativas en cuanto al número de mosquitas por panoja, en las líneas estudiadas.

Cuadro 3. Significancia estadística (Pr>F) al 95% de confiabilidad en las variables para las fuentes de variación estudiadas en 20 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.

Variables	Repetición	Línea	Trampa (Línea)	C.V.	R^2
Mosquita / panoja	0.9668[a]	0.1123[a]	0.7596[a]	54.9	0.51
Parasitoides / panoja	0.0382[b]	0.1762[a]	0.1969[a]	114.6	0.58
Días a Floración	0.5834[a]	0.0001[b]	---	3.03	0.89

Nota: Datos de mosquita y parasitoides con transformación $\sqrt{y+0.5}$
[a]No existen significancia estadística.
[b]Existen diferencias estadísticas.
C.V. Coeficiente de variación.
R^2 Coeficiente de determinación.

6.4. Número de parasitoides de mosquitas (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) por panoja

El análisis de varianza para la variable numero de parasitoides de mosquita por panoja, muestra que el comportamiento de todas las líneas evaluadas es similar (Cuadro 3) sin embargo después de realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan al 95% de probabilidad indica que el conjunto de líneas evaluadas pueden separarse en 2 categorías estadísticas; además se obtuvo que la línea 96GCPOB157 del ADIN fue la que presentó el mayor valor con respecto a esta variable, la cual tuvo un comportamiento similar al resto de líneas evaluadas, exceptuando a las líneas 96GCPOB124, 96CD677, B.HF14, 9BRON125 y MB108B. A como puede observarse en el Cuadro 2 la línea MB108B fue la que

obtuvo menor número de parasitoides de mosquitas por panoja en relación a las líneas Tx2783, Tegemeo y 96GCPOB157.

La conservación de los enemigos naturales involucra su protección de manera que existan cantidades suficientes y puedan mantener las poblaciones de la plaga en niveles que causen un mínimo impacto sobre el cultivo (Teetes & Pendleton, 2000).

Muchos himenópteros que matan la larva en desarrollo (de mosquita) no pueden evitar la destrucción del grano, aunque pueden reducir la subsecuente población de adultos y así las pérdidas totales (Andrews & Quezada, 1989).

6.5. Análisis de correlación Parcial

Cuadro 4. Análisis de correlación parcial y significancia estadística (Pr>F) al 95% de confiabilidad en las variables evaluadas en 20 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.

Variables	Mosquita / Panoja	Parasitoide / panoja	Días a floración
Mosquita / panoja	1 0.000		
Parasitoide / panoja	0.357 0.062	1 0.000	
Días a floración	0.384 0.047	0.244 0.150	1 0.000

Nota: El número superior representa el coeficiente de correlación y el inferior Pr
Si Pr < 0.05 Existen diferencias estadísticas
Si Pr es > 0.05 No existen significancia estadística.

La correlación parcial muestra que existe significancia entre la variable número de mosquitas (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) por panoja y la variable días a floración. Esta correlación está influenciada por el número de parasitoides (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) que existan. Según Gutiérrez (2000), el análisis de correlación parcial es aplicable cuando dos variables están asociadas o interactuando, y que esa asociación esté siendo afectada de alguna manera por la variable restante.

El hecho de que existen diferencias significativas entre las líneas (Cuadro 3) indica un amplio rango de días a floración en el ensayo, lo cual es una condición favorable para la reproducción contínua de la mosquita, sin embargo en ciertas ocasiones ésta se ve afectada por el parasitoide.

6.6. Severidad de enfermedades

Las enfermedades más frecuentes que se presentaron en el ensayo fueron: Antracnosis del sorgo causada por el hongo *Collectotrichum graminicola* G. W. Wilson; mancha gris de la hoja causada por *Cercospora sorghi* Ellis & Everh; tizón de la hoja causada por el hongo *Exserohilum turcicum* (Pass.) J. Leonard & *E. G.* Suggs; mancha zonada de la hoja causada por *Gloeocercospora sorghi* D. Bain & Edgerton ex Deighton; pokkah boeng (*Gibberella intermedia* (Kuhlman) Samuels, Nirenberg & Seifert), marchitez por Acremonio causada por el hongo *Acremonium strictum* W. Gams. La enfermedad que predominó por su mayor incidencia y severidad fue Antracnosis, seguida por la mancha gris de la hoja y el tizón de la hoja. El resto de enfermedades fueron de menor importancia. Es importante señalar que cuando se hizo la evaluación de las enfermedades el diagnóstico se dificultó porque por lo general una línea mostraba síntomas ocasionados por al menos tres patógenos diferentes.

Las únicas enfermedades vasculares que se presentaron fueron pokkah boeng y marchitez por acremonio. La incidencia de Acremonio fue mínima, solo unas pocas plantas mostraron síntomas característicos de la enfermedad. En el caso de Pokkah boeng, ésta se presentó con mayor incidencia, pero no se puede comparar su importancia con las tres enfermedades antes señaladas.

El gráfico 3 refleja que la línea R.9618 presenta 65% de daño foliar causado por enfermedad correspondiente a grado 4 de la escala de daño utilizada (cuadro 3 anexo); encima de 25% de área de la hoja destruidos, siendo este el mayor porcentaje. La línea que presenta el menor porcentaje de severidad es Tx2783

con 12%, correspondiente a grado 1 de la escala, esto significa que la enfermedad se presenta de forma leve y ocasional, todo ello indica que las líneas se comportaron de manera diferente ante la presencia de enfermedades foliares y vasculares.

El control de las enfermedades del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] depende grandemente del desarrollo de variedades resistentes. Pero tal desarrollo requiere variabilidad en el germoplasma, técnicas efectivas de selección, ensayos en localidades múltiples para obtener una resistencia estable a través de ambientes y la combinación de la resistencia con otras características deseables de la planta (Mughogho, 1982); citado por Paul (1990).

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] está sujeto a un gran número de inusuales enfermedades foliares. El diagnóstico puede ser complicado por factores diversos incluyendo combinación de enfermedades en la misma hoja, medio ambiente y madurez del hospedero, la relación de la planta hospedera, también suele complicar el diagnóstico porque la reacción fisiológica provocada por cualquier patógeno en particular, está condicionada por el tipo de pigmento producidas por el tipo de sorgo. Sorgos diferentes pueden responder a la misma enfermedad foliar con coloraciones púrpura o canela. Consecuentemente la descripción de enfermedades foliares puede ser inadecuada. Otros factores que complican el diagnóstico incluyen los síntomas causados por tóxicos como insecticidas o herbicidas. Afortunadamente la mayoría de las enfermedades foliares son distintas y con práctica pueden ser reconocidas. (APS, 2000).

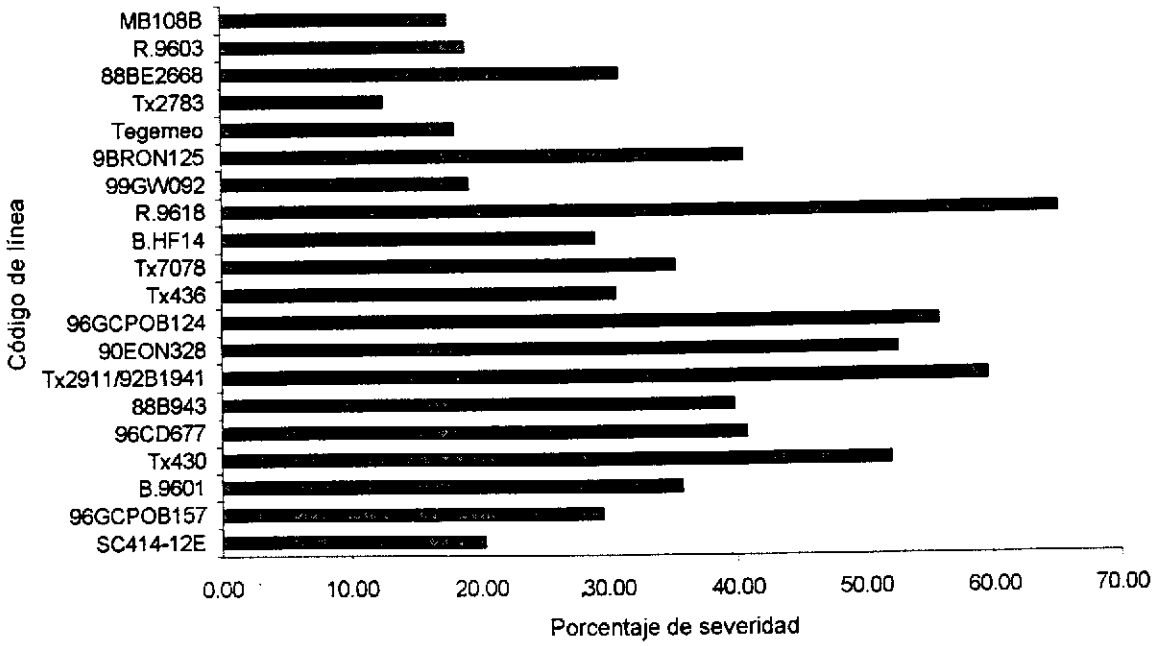


Gráfico 3. Porcentaje de severidad causado por enfermedades foliares y vasculares en sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. INTA – CNIA. Managua, Nicaragua 2001.

VII. CONCLUSIONES

- El porcentaje de daño foliar causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) fue mínimo para todas las líneas. No se consideró un factor de daño importante sobre las 20 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench].

- La línea que presentó mayor número de días a floración fue MB108B en tanto que la línea Tx2911/92B1941 presentó el menor valor.

- La incidencia de mosquita (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) al igual que su parasitoide (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) es similar para cada línea. Sin embargo la línea MB108B presentó menor número de mosquitas por panoja así mismo la línea que presentó mayor número de parasitoides por panoja fue 96GCPOB157.

- El número de mosquitas por panoja (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) esta altamente asociado a los días de floración de las líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench] y el parasitoide de mosquita (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) está afectando esta relación.

- La línea que presentó mayor severidad de enfermedades foliares fue R.9618. La línea Tx2783 presento el menor grado de severidad. De las 6 enfermedades que se presentaron en el ensayo, la más predominante fue antracnosis (*Collectotrichum graminicola* G. W. Wilson), seguida de mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis y Everth) y Tizón de la hoja [*Exserohilum turcicum* (Pass.)].

VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar el comportamiento de las líneas en otras localidades productoras de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] del país.

- Someter a estudios de mayor rigurosidad todas las líneas del ADIN por su reacción a los agentes causales de daño.

- Realizar evaluación de daño foliar causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) tomando en cuenta las etapas fenológicas del cultivo.

- Evaluar las enfermedades de la panoja.

- Evaluar en próximos ensayos el efecto que tienen las plagas y enfermedades del sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench] sobre el rendimiento.

IX. ANEXO

Cuadro 1. Superficie cosechada, rendimiento y producción de los principales cereales a nivel mundial.

Cultivo	Sup. Cosechada (1000 Ha)	Rendimiento (Kg/Ha)	Producción (1000 MT)
1.Trigo	215,272.00	2,711.00	583,624.00
2. Arroz	155,128.00	3,845.00	596,485.00
3. Maíz	139,214.00	4,313.00	600,418.00
4. Cebada	56,410.00	2,306.00	130,064.00
***5. Sorgo**	**43,663.00**	**1,439.00**	**62,827.00**
6. Avena	13,914.00	1,781.00	24,787.00
7. Centeno	9,907.00	2,037.00	20,177.00

Fuente: Anuario de Producción FAO, 1999
* Nótese el lugar que ocupa el sorgo

Cuadro 2. Superficie cosechada, rendimiento y producción de los productos de consumo interno en Nicaragua.

Cultivo	Sup. Cosechada (1000 Ha)	Rendimiento (Kg/Ha)	Producción (1000 MT)
Maíz	258.00	1,171.00	302.00
Frijol	148.00	634.00	94.00
Arroz	71.00	1,919.00	137.00
Sorgo	**50.00**	**1,660.00**	**83.00**
Soya	18.00	1,785.00	31.00

Fuente: Fuente: Anuario de Producción FAO, 1999

Cuadro 3. Escala de daño para enfermedades foliares, Universidad de Texas A & M, 2000.

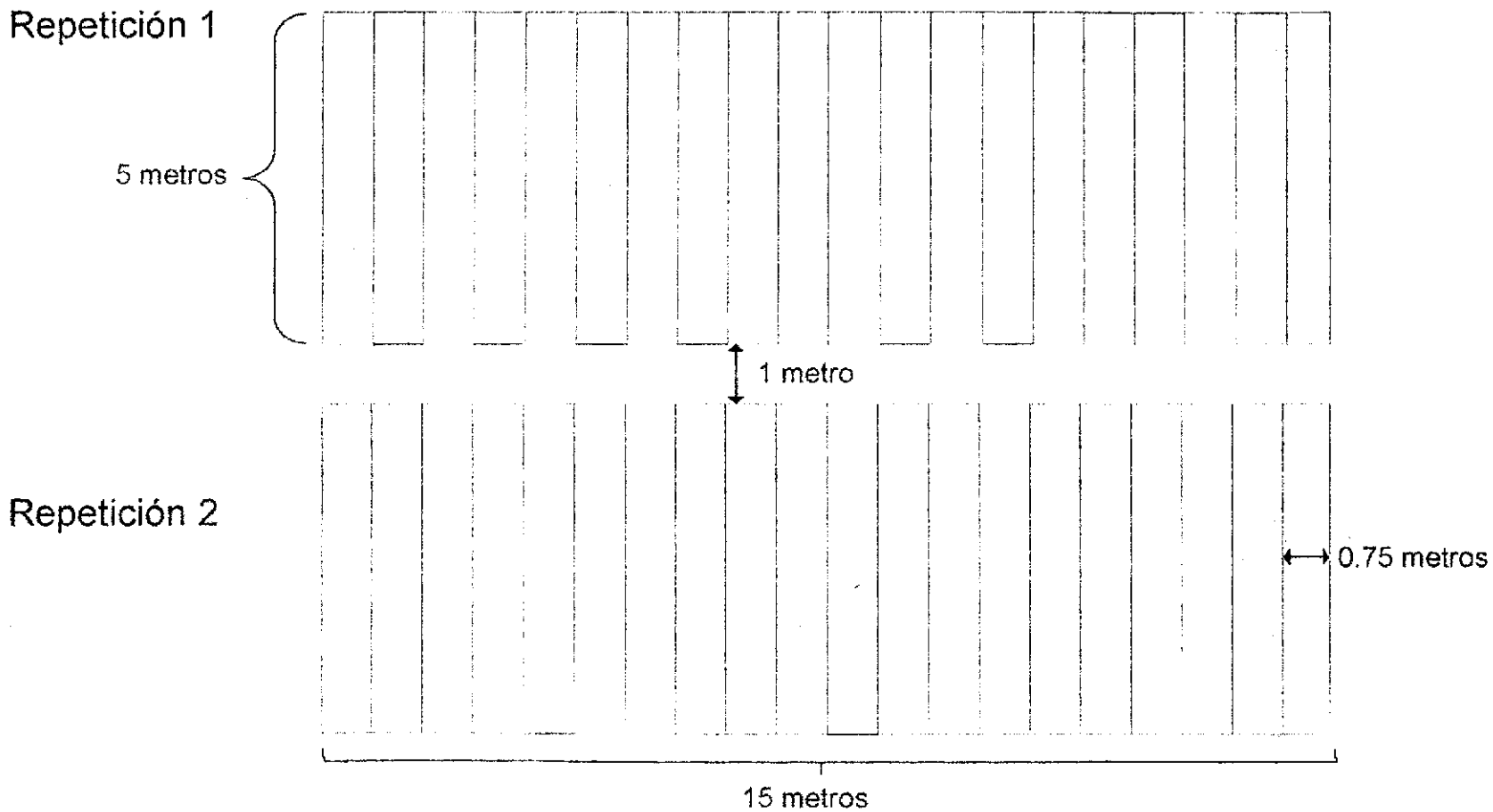
Categoría	Descripción del daño
0	Planta sana.
1	Plantas resistentes con síntomas leves u ocasionales.
2	La enfermedad esta presente (prevalece más de 50% con baja severidad; causando aparentemente poco daño).
3	Enfermedad severa (prevalece un 100%, se estima que más del 25 % de la hoja es destruida; la enfermedad parece ser de importancia económica).
4	De la misma manera que en 3, pero arriba del 25% de área foliar destruida.
5	Hojas o plantas muertas debido a la enfermedad.

Nota de los autores: Esta es la escala Zummo modificada

Cuadro 4. Escala de daño para Cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), Universidad de Texas A & M.

Categoría	Descripción del daño
1	Únicamente pequeños agujeros en hojas del cogollo.
2	Pequeños agujeros y perforaciones mayores en las hojas del cogollo.
3	Perforaciones y unas pocas lesiones elongadas.
4	Varias lesiones pequeñas y otras elongadas de tamaño medio sobre unas pocas hojas del cogollo y hojas no desplegadas.
5	Varias lesiones elongadas y grandes en unas pocas hojas del cogollo y hojas no desplegadas y/o unas pocas porciones del cogollo y las hojas no desplegadas comidas.
6	Varias lesiones grandes y elongadas en varias hojas del cogollo y hojas no desplegadas y/o varias porciones grandes del cogollo y hojas no desplegadas comidas.
7	Muchas lesiones elongadas de todos los tamaños en varias hojas del cogollo y hojas no desplegadas más varias porciones grandes de las hojas del cogollo y hojas no desplegadas comidas.
8	Muchas lesiones elongadas de todos los tamaños, además de muchas porciones de tamaño medio y grandes de las hojas del cogollo y hojas no desplegadas comidas.
9	Las hojas del cogollo y hojas no desplegadas casi totalmente destruidas.

Cuadro 5. Plano de campo del ensayo en 20 lineas de Sorgo, INTA - CNIA, Managua, Nicaragua 2001



X. BIBLIOGRAFÍA

AGRIOS, G. N. 1991. Fitopatología. 2da edición versión en español. Grupo Noriega Editores. México 756 pp.

ALAYO, P. P. 1970. Catálogo de los Himenópteros de Cuba. 1ra Edición. La Habana, Cuba. P 62.

ANDREWS, K. L.; QUEZADA, J. R. 1989. Manejo Integrado de Plagas insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. C.A. 623 p.

APS PRESS (The American Phytopathological Society). 2000. Compendium of Sorghum Diseases. 2nd Edition. St. Paul Minnesota, U.S.A. 78 p.

APONTE, O. Y F., MORILLO. 1981. Problemática entomológica del sorgo en el estado Portuguesa. IX Curso sobre Entomología General y Manejo Integrado de Plagas.

BANCO CENTRAL DE NICARAGUA. 2000. Informe Anual; Desempeño de la Economía Nicaragüense B.C.N. Managua, Nicaragua. P 42.

CASTRO, N.; OBANDO, O. 1994. Análisis del Manejo del Riego por Aspersión en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Suelos y Agua. Managua, Nicaragua. 16 – 17.

CASTAÑO, J. RIO, M. 1994. Guía para el diagnóstico y el control de enfermedades de importancia económica. Escuela Agrícola Panamericana. 3 ed. Tegucigalpa, Honduras. p. 103 – 106.

CAVE, R. D. 1995. Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. P 124 – 182.

CHAVEZ T., H. 1990. Aspectos bioecológicos, muestreos, umbrales de daño y métodos de control del gusano cogollero del maíz. Seminario sobre alternativas para el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith). Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. (Barquisimeto). Multigrafiado. 12-18 p.

CLAVIJO, S; FERNANDEZ, R.I; NOTZ, A .2000. Ficha técnica de Spodoptera frugiperda (Smith). Instituto de Zoología Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Aragua, Venezuela.12p.

CLEMMENS, H. 1994. Mercados de Granos Básicos en Nicaragua: Hacia una visión sobre producción y comercialización. ESECA – UNAN – CONAGRO/ BID/ PNUD. 312 p.

COOK, A, A. 1981. Diseases of tropical and subtropical field, piber and oil plants. Macmillan publishing co., Inc. New York. USA. 934 p.

CUADRA, M. 2000. Efecto de diferentes densidades de siembra y distancias entre hileras sobre el crecimiento desarrollo y rendimiento en el cultivo de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Escuela de Producción Vegetal. 38 p.

DAKOO, D.; TROUCHE, G.; RATNADASS, A. 2000. Pest and diseases. New Sources of resistance to sorghum midge in Burkinia Faso. Internacional Sorghum And Millet Newsletter. SICNIA. No. 41: p 34 – 37.

DALETKA, A.; CASTELLANA, S. 1983. Porcentaje de daño en líneas y cultivares de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench con diferentes niveles de resistencia a mosquita *Contarinia sorghicola* Coq. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Córdoba, Argentina. No. 10: 5 p.

DAVIDSON, R. H.; LYON, W. F. 1979. Insect pest of farm, garden and orchard. 7th Edition. U.S.A. 596 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2000. Bulletin of Statistics. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. No. 1: 1: p 35 (cuadro 14).

GARCÍA R., J.L. Y S. CLAVIJO. 1989. Efecto de la alimentación sobre la duración y sobrevivencia de las fases de larva, prepupa y pupa de *Spodoptera frugiperda* (Smith). Bol. Ent. Venez. N. S. 5 (1,2,3,4): 28 - 36.

GELVEZ, J. 1980. Problemática entomológica de las gramíneas. Cultivo del sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Resúmenes del V Congreso Venezolano de Entomología. Maracay, julio de 1980. Sociedad Venezolana de Entomología. pp. 115 - 122.

GUTIERREZ, E. 2000. Métodos estadísticos para las ciencias biológicas. 1a. ed.; 1a reimpresión. Heredia. Costa Rica; EUNA, 2000. p. 110.

HILL, D. S. 1983. Agricultural insect pest of the tropics and their control. 2da Edición. Cambridge, Oxford. Gran Bretaña. P 384.

IBAR, L. 1987. Sorgo, Cultivo y aprovechamiento. 2da Edición. Editorial Aedos, Barcelona, España. 137p.

KRANZ, J.; SCHMUTTERER H.; KOCH W. 1982. Enfermedades plagas y malezas de los cultivos tropicales. Berlin, Alemania. 722 p.

MAES, J. M. 1998. Insectos de Nicaragua. Volumen III. León, Nicaragua. 1169 p.

MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P.R. 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. 1ra Edición, México D.F. p 505 – 510; 489.

MERCHANT, M. E.; TEETES, G. L. 1994. Dispersal Pattern of the sorghum midge (Diptera: Cecidomyiidae) in sorghum plots. Journal of Economic Entomology. No. 15: 5.

MIHM, J. A. 1984. Técnicas eficientes para la crianza masiva e infestación de insectos en la selección de las plantas hospedantes para resistencia al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (CIMMYT). El Batan, México.

MONTGOMERY, D.C. 1991. Diseño y Análisis de experimentos. Versión en español. Grupo Editorial Iberoamericano. México D.F. 585 pp.

NOTZ, A. 1973. Estudio preliminar de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el estado Portuguesa, Venezuela. Trabajo de Ascenso. Fac. de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. (Maracay). 31 pp.

NOTZ, A. y S. CLAVIJO. 1981. Observación del daño causado por *Spodoptera frugiperda*. Bol. Entomol. Ven. N. S. 1 (10) :129 - 130.

NYVALL, R. F. 1979. Field crop diseases handbook avi publishing company, Inc. Westport, Connecticut, Iowa State University USA. 249 – 266 pp.

OBANDO, R.; MORALES, M. 2000. Prueba preliminar de rendimiento (ppr) en 39 variedades experimentales con resistencia a mosquita del sorgo. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Managua, Nicaragua. P 21 – 27.

PAUL, L. C. 1985. Agronomía del sorgo. Instituto Internacional para la Investigación en cultivos para los Trópicos Semi – Aridos (ICRISAT) y Comisión Latinoamericana de Investigación en sorgo (CLAIS). Pantacherv, India. P 1 – 4 / p 172 – 174.

PEAIRS, F. B.; SCHOONHOVEN, A. V. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura; estado actual y futuro; Utilización de variedades resistentes. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, Centroamérica. 623 p.

PEDROZA, H. 1995. Sistema de Análisis Estadístico Aplicado a la Experimentación Agrícola. Editora de Arte, S.A. Managua, Nicaragua. 134 p.

PINEDA, L. L. 1988. Manejo de la densidad y la relación optima de siembra en el cultivo del sorgo. En: II Congreso Nacional de Granos Básicos. Las Nubes, El Crucero. Managua, Nicaragua. 20 p.

PINEDA, L., L. 1997. La producción de sorgo granífero en Nicaragua y su Manejo bajo condiciones de secano. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Gobiemo de Nicaragua. Managua, Nicaragua. p 40 – 100.

PINEDA, L. L.; VANEGAS J. A. 1999. Guía Tecnológica 5: Cultivos del Sorgo. INTA Managua, Nicaragua.

RAFFA, K.F. 1987. Influence of host plant on deterrence by Azadirachtin of Feeding by Fall Armyworm Larvae (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology. Estados Unidos. No. 2: 80: 384 pp.

RIGGIN, T.M; WISEMAN, B.R., ISENHOUR, D.J., 1992. Incidencia de parasitoides de cogollero sobre genotipos resistentes y susceptibles de maíz. Enviromental Entomology. Estados Unidos. No. 4: 21: 888p.

RODRIGO, O.; SERRANO. 1968. El cultivo del sorgo granero. Caracas, Venezuela. P 65.

ROONEY, W. L. 2000. Genetics an cytogenetics. Sorghum: origin, technology and production. Wiley & Sons, Inc. New York . Chichester. Weinheim. Brisbame. Singapore. Toronto. Texas A & M University. P. 261 – 307.

SANCHEZ, M.; SANCHEZ R. A. 2001. Efecto de tres densidades de siembra y tres distancias entre hilera sobre el crecimiento desarrollo y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Var. 887V2. (Ing. Agro.). UNA – FAGRO. Managua, Nicaragua. 27 p.

SOMARRIBA, R. C. 1995. Granos Básicos, Texto Básico. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua.

TEETES, G. L.; SESHU REDDY, K. V.; LEUSCHNER, K.; HOUSE, L. R. 1983. Sorghum insect identification handbook. Information bulletin No. 12. Patancheru, A. P. India: Internacional Crops Research Institute for the semi – Arid tropics. Pag: 26 – 27; 58 – 59; 64 – 65.

WALKER, J. C. 1969. Plant pathology. Third edition. McGraw – Hill Book Company. USA. 819 pp.

WESTCOTT, C. 1950. Plant disease handbook. USA. 746 p.

WOOD, A. M. 1989 Insect of economic importance: a checklist of preferred names. CAB International. U.K. 150 p.