



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación preliminar de 19 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] por su reacción a las principales plagas: cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), *mosquita del sorgo* (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillet) y enfermedades. CNIA – INTA, 2001.

**AUTORES: Br. CAROLINA AURELIA AGUILAR PICHARDO
Br. ALLAN OCTAVIO BARRERA BARRETO**

**ASESORES: Ing. M.Sc. SERGIO PICHARDO GUIDO
Ing. M.Sc. JOHNSON ZELEDÓN**

MANAGUA, NICARAGUA 2002

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas por su amor infinito, por darme paciencia, sabiduría para poder terminar mis estudios.

A mis padres con mucho cariño, amor y respeto, Juana Pichardo, Luis Angel Aguilar (q.e.p.d) por brindarme su amor, apoyo, y consejos para seguir adelante con mis estudios y mi vida.

A mi hijo Serge Odell Sandoval Aguilar

A Salvador Sandoval por sus consejos, y su apoyo incondicional para poder terminar con mis estudios.

A mis Hermanos: Rosa Argentina, María del Carmen, María Luisa, Alcide, Luis Angel.

Carolina Aurelia Aguilar Pichardo

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de concluir mis estudios universitarios y lograr cumplir el sueño de mi madre.

A mi Madre Josefina Barreto Pérez y a mi padre Cirilo Barrera Morales (q.e.p.d.) por brindarme su apoyo para salir adelante y terminar la carrera.

A mi esposa Doris Aguilera Barreto y mis dos hijos Annia Barrera Aguilera, Armando Barrera Aguilera que han sido el impulso del logro.

A mis compañeros y amigos que han contribuido con mi formación profesional.

A todos mis familiares que me han apoyado y lo siguen haciendo.

Allan Octavio Barrera Barreto.

AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todo por habernos permitido seguir adelante en nuestros estudios y poder culminarlos.

A nuestro asesor el Ing. M.Sc. Sergio Pichardo Guido por su apoyo incondicional y regalar nos su valioso tiempo, comentarios, correcciones y sugerencias en la realización de este escrito.

Al Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA) y particularmente al Ing. M.Sc. Rafael Obando Solís por su valiosa colaboración.

Al proyecto INTSORMIL (International Sorghum and Millet Project).

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

Al personal de la facultad de Agronomía, Dr. Dennis Salazar, Lic. Catalina Torres, Lic. Lorena López, Secretarías Maribel Largaespada y Teresa Cadenas, Lic. Juan Pablo Martínez y Sra. Eufemia Castellanos.

Agradecemos al Sr. Francisco Chavarría (Chiluco) por brindarnos sus sencillos y motivadores consejos.

Carolina Aurelia Aguilar Pichardo

Allan Octavio Barrera Barreto

INDICE

No.	CONTENIDO	PAGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	iii
	ÍNDICE DE CONTENIDO	lv
	ÍNDICE DE FIGURAS	Vii
	ÍNDICE DE CUADROS	Viii
	ÍNDICE DE ANEXOS	IX
	RESUMEN	X
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	HIPÓTESIS	4
IV.	MARCO TEORICO	5
4.1.	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J.E Smith)	5
4.2.	Días a floración	6
4.3.	Mosquita del sorgo (<i>Stenodiplosis sorguicola</i> Coquileet)	6
4.4.	Parasitoide de mosquita (<i>Aprostocetus diplosidis</i> Crawford)	8
4.5.	Enfermedades	9
4.5.1.	Mancha gris de la hoja	9
4.5.2.	Mancha zonada de la hoja	11
4.5.3.	Pokkah boeng (cabeza torcida)	12
4.5.4.	Marchites por acremonium	14
4.5.5.	Antracnosis	15
4.5.6.	Tizón de la hoja	19
V.	MATERIALES Y METODOS	22
5.1.	Descripción del lugar	22
5.2.	Tratamientos	23
5.3.	Diseño y área experimental	23
5.4.	Variables evaluadas métodos de medición utilizados	24

5.5.	Manejo agronómico del ensayo	26
5.6.	Análisis estadístico	27
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
6.1.	Daños causados por el gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J.E <i>Smith</i>) .	30
6.2.	Días a floración	31
6.3.	Número de mosquita (<i>Stenodiplosis sorghicola</i> Coquillet)	32
6.4	Número de parasitoide de mosquita (<i>Aprostocetus diplosis</i> Crawford).	34
6.5	Análisis de correlación pearson.	35
6.6	Severidad de enfermedades	36
VII.	CONCLUSIONES	39
VIII.	RECOMENDASIOES	40
IX.	ANEXOS	41
X.	BIBLIOGRAFIA	44

INDICE DE FIGURAS

	CONTENIDO	PAGINA
Figura 1.	Comportamiento de la precipitación (mm), temperatura y humedad relativa (%) media mensual ocurrida durante el año 2001, INTA, CNIA, (INETER, 2001).	22
Figura 2	Porcentaje de daño causado por cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith); Escala de daño de la Universidad de Texas A & M, INTA – CNIA. Managua, Nicaragua 2001.	31
Figura 3	Escala de severidad de daño causado por enfermedades foliares y vasculares en sorgo <i>Sorghum bicolor</i> (L) Moench. INTA – CNIA. Managua, Nicaragua 2001.	38

INDICE DE CUADROS

	CONTENIDO	PAGINA
Cuadro 1	Líneas evaluadas en el ensayo considerando su origen genético y coloración de grano. INTA –CNIA. Managua, Nicaragua 2001.	23
Cuadro 2	Pruebas de rango múltiples de Duncan para las variables número de mosquitas por panoja, número de parasitoide de mosquita por panoja y días a floración, en 19 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.	32
Cuadro 3	Significancia estadística (Pr F) al 95% de confiabilidad en las variables para las fuentes de variación estudiadas en 19 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.	35
Cuadro 4	Análisis de correlación de pearson y significancia estadística (Pr F) al 95% de confiabilidad en las variables evaluadas en 19 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.	35

INDICE ANEXOS

	CONTENIDO	PAGINA
Cuadro 1	Escala de daño para enfermedades foliares y vasculares, Universidad de Texas A & M, 2000.	42
Cuadro 2	Escala de daño para cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith), Universidad de Texas A & M.	42
Cuadro 3	Plano de campo, INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.	43

RESUMEN

La presente investigación se llevó a efecto en el Km 14 de la carretera Norte, en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA – INTA), 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 evaluar de forma preliminar 19 líneas de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench por su reacción a la mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett), el cogollero (*Spodoptera frugiperda* J:E:Smith) y enfermedades. Los materiales utilizados son parte de un ADIN (All Diseases and Insect Nursery). La parcela experimental tuvo un tamaño de 3.75 m² y 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 19 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 del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) por panoja, d) número de parasitoides de mosquita del sorgo (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) por panoja, e) severidad de las enfermedades foliares y vasculares. 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 de Pearson. En cuanto al daño foliar causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), no existieron diferencias en el comportamiento de las líneas. Este aspecto no representó una incidencia relevante. Con respecto al período de floración, la línea 96CA5986 presentó el mayor número de días a floración, en tanto que la línea Tx2880 presentó el menor número de días a floración. Los resultados obtenidos indican que el comportamiento de las 19 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] ante el ataque de mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) y la incidencia de su parasitoide (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) es similar para cada línea; La línea 98BRON122 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 B9104; 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 87EO366*9EO328 fue la que presentó la mayor severidad de enfermedades foliares tales como antracnosis (*Colletotrichum graminicola* G. W. Wilson), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi* D.Bain.& Edgerton ex Deighton), mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis y Everth) tizón de la hoja (*Exserohilum turcicum* (pass.)). La línea que presentó la menor severidad fue 94B1055. La enfermedad que presentó mayor severidad en el ensayo fue Antracnosis.

I. INTRODUCCIÓN

El sorgo tiene su origen en el viejo mundo, probablemente en el cuadrante nororiental de África, donde se encuentra el mayor número de variedades, tanto de sorgo cultivado como silvestre. El sorgo se utiliza directamente como un alimento de consumo humano y como alimentación para el ganado en forma de pienso y forraje. Este cereal es un alimento básico en muchas partes de África y de Asia. Es también una fuente principal de bebidas alcohólicas de muchos países. Los jarabes fabricados con el zumo obtenido por presión de los tallos del sorgo dulce representa un uso muy limitado del cultivo en cualquier país. En los Estados Unidos el sorgo es un cultivo importante por su utilización en pienso forrajero. El cereal se produce para los mercados internos, exportación y su uso está concentrado en la industria (Teetes *et al.*,1980).

Según Compton (1985), el cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de cereales, después del trigo (*Triticum aestivum* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y maíz (*Zea mays* L.). La producción de sorgo en Norteamérica, Sudamérica, Europa y Australia, se destina principalmente para alimento animal, aunque en Asia, África, China y Centroamérica, el grano es importante como alimento básico humano (FAO, 1989 citado por Compton, 1990).

En Nicaragua el cultivo de sorgo adquiere cada día mayor importancia ya que es una fuente alimenticia para el consumo humano y utilizado en la elaboración de alimento para aves, bovino y cerdos (MIDINRA, 1985).

Como sucede con la mayoría de los cultivos, el sorgo suele ser atacado solamente por una o dos plagas principales. En cada agroecosistema las plagas principales son especies persistentes, que aparecen permanentemente ciclo tras ciclo por lo que el hombre tiene que tomar medidas concretas para poder controlar las poblaciones de plagas que exceden el umbral de perjuicio económico. El cultivo de

sorgo es afectado por diferentes insectos plagas, que deben controlarse oportuna y eficientemente (Pineda, 1994).

Hay muchas plagas insectiles que atacan al sorgo en sus diferentes estados de desarrollo. Una de ellas es (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), el cual constituye una amenaza al rendimiento (Somarriba, 1996).

Entre las plagas que atacan este cultivo, la mosquita del sorgo (*Contarina sorghicola* Coquillet) es la plaga más destructiva y probablemente la de más amplia distribución, ya que aparece prácticamente en todas las regiones del mundo donde se cultiva este cereal (Teetes *et al.*, 1980).

Cuando el sorgo ha alcanzado su madurez, el contenido de humedad del grano baja aceleradamente, y la planta se deteriora . Los tejidos de la planta de grano no absorben agua, sueltan humedad y se dañan fácilmente. Los tejidos dañados son más propensos a infectarse por patógenos que los tejidos sanos. La planta de sorgo puede ser afectada por enfermedades desde que nacen hasta que se cosechan, las enfermedades pueden manifestarse en las raíces, tallos, hojas, panículas o en los granos (Somarriba, 1996).

II. OBJETIVOS

Objetivo de desarrollo

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

Propósito

- Evaluar de forma preliminar 19 líneas de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench por su reacción a la mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett), el cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E.Smith) y enfermedades. (CNIA- INTA 2001).

Objetivos específicos:

- Estimar el porcentaje de daño causado por cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en 19 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].
- Evaluar 19 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 predominantes en 19 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

III. HIPÓTESIS

Ho: Las 19 líneas de sorgo evaluadas [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] presentan igual comportamiento ante insectos y enfermedades, en las condiciones de CNIA – INTA, Managua, Nicaragua.

Ha: Al menos una línea de sorgo evaluada [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] presenta diferente comportamiento ante insectos y enfermedades en las condiciones de CNIA – INTA, Managua, Nicaragua.

IV MARCO TEORICO

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

Pertenece al orden Lepidóptera, familia Noctuidae, sus huevos duran de 3-5 días en eclosionar, son depositados en masas de hasta 300 unidades en cualquier superficie de las hojas, cubiertos por una tela fina formada con las escamas del cuerpo de la hembra adulta (Chávez,1990). La larva dura de 3-5 días y pasa por cinco a seis estadios, dependiendo de la temperatura y el tipo de alimento. Tiene una longitud de 35-40mm cuando está madura. Las larvas jóvenes son de color verdoso con la cabeza negra. Las larvas maduras varían de verdosas a pardo-gris y tienen en la parte frontal de la cabeza una sutura de color claro en forma de “Y” invertida, y líneas dorsales longitudinalmente en el cuerpo (García y Clavijo 1989). La pupa dura de 9-13 días. Es de color pardo, mide de 18-20mm de largo envuelta en un capullo o celda en el suelo (Chávez ,1990). El adulto mide de 32-38 mm; las alas delanteras de la hembra son uniformes y de color gris a pardo-gris. En el macho son pardo claro, con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro del ala; las alas traseras son de color blanco (Chávez,1990). Al igual que los gusanos eloteros de maíz, los gusanos soldados infestan el cogollo y la panoja del sorgo. Algunas veces infectan el cogollo y se alimentan de tejido foliar tierno de plantas jóvenes de sorgo. Cuando las hojas se despliegan, se hacen visibles las áreas de alimentación como hileras de huecos irregulares y/o elongadas. Aunque las larvas pueden alimentarse de panojas que todavía no han emergido del cogollo. Para localizar las larvas, el cogollo debe ser sacado de la planta y desplegado. Cuando la larva se alimenta en el interior del cogollo hay presencia de excremento (Saunders *et al.*, 1998). Las larvas jóvenes, pequeñas se alimentan primero de las florcillas. Conforme las larvas crecen, ellas se alimentan de granos en desarrollo. La mayor parte del daño a los granos es causado por larvas más grandes y alrededor del 80% del daño es causado por los dos últimos estadios larvales. En las panojas infestadas es común ver mohos y excremento (Clavijo *et. al.*, 2000. La siembra temprana es una táctica de manejo importante para evitar la infestación.

El uso de híbridos de sorgo con panoja suelta (no compactas) es una práctica recomendada.

La aplicación de insecticidas es justificada cuando hay un promedio de 2 larvas con menos de 25 mm de largo o una larva con más de 25 mm de largo por panoja (Chávez,1990).

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. 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 período más largo de crecimiento de la planta del sorgo, el cual consiste en gran parte en alargamiento de la célula. 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* Coquillet)

La mosca de la flor del sorgo denominada técnicamente Contarina sorghicola, es una plaga originaria del sur de Asia. Hoy se encuentra difundida por casi todos los lugares donde existen plantas de Sorghum: Sorgo granero, sorgo granífero, sorgo de escoba, pasto sudán y pasto johnson (*Sorghum halepense*). La fecha más antigua que se conoce de su existencia es 1865, en panículas de sorgo cosechadas en África en ese año y conservadas en el museo Británico de Londres, donde muestran daño de esta plaga (Rodrigo & Serrano, 1968). Pertenece al orden Diptera, familia Cecidomyidae y su distribución es del sur de Estados Unidos de América a América del Sur. Sus hospedantes son el sorgo, maicillo, zacate Johnson y otras especies silvestre del género *Sorghum* (Paul, 1985). Sus huevos duran de 2-3 días en eclosionar. Son delgados, de 1 – 1.5 mm

de longitud, puestos de 1 en 1 dentro de la espiguilla en floración. Pueden haber hasta 20 huevos de diferentes hembras en una florecilla. Una hembra pone de 20 a 130 huevos. Las larvas pasan de 7 a 11 días es su estado larval. Son de color rosado al principio, gradualmente alcanzan un rojo oscuro al final del desarrollo y miden unos 2 mm de longitud cuando llega a su estado maduro. La larva permanece cerca de la base del ovario del cual inhibe los jugos. Aunque muchas pueden eclosionar en una misma florecilla, solo de 2 a 4 completarán su desarrollo. Bajo condiciones de sequía la larva puede entrar en diapausa, formando un capullo dentro de la florecilla donde permanece hasta la época de lluvia o cuando el aumento de la humedad induce a la renovación del desarrollo. La duración de su pupa es de 2 a 3 días, de color rojo oscura, 2 - 2.5 mm, formado dentro de una espiguilla cerca de la parte superior En su estado adulto los machos viven solo unas pocas horas, las hembras viven un día, miden de 1.5 a 2 mm de largo, emergen en horas temprana de la mañana, copulan y las hembras empiezan a ovipositar. La oviposición toma lugar solo en las florecillas que acaban de abrirse y donde las anteras han emergido. Una vez que pasa esta fase la de florecilla, el sorgo ya no es susceptible. Se producen más hembras que macho. El tiempo de generación varía entre 12 y 19 días (Saunders *et al.*, 1998). Las larvas de la mosca se alimentan sobre los ovarios recién fertilizados, impidiendo el desarrollo del grano y causando pérdidas directas del mismo. Las glumas de una espiga de sorgo infestada por la mosca se unen compactamente una con otras, debido a que no se desarrollan los granos. Típicamente una panoja de sorgo infestada por la mosca, tendrá un grado de daño, y varias proporciones de granos normales dispersos entre espigas (Teetes *et al.*,1983). La abundancia de las moscas adultas debe ser evaluada. Para hacerlo, los campos deben ser inspeccionados a media mañana cuando la temperatura alcanza aproximadamente 28° C., cuando los adultos son más abundantes sobre las panojas de sorgo en floración. Debido a que la mosca adulta vive menos de 1 día, una nueva generación está presente cada día. La abundancia de la mosca debería ser monitoreada casi diariamente durante la floración de la panoja. La mosca adulta vuela alrededor de las panojas en floración. La manera más fácil y más

eficiente de detectar y contar las moscas es inspeccionando cuidadosamente todos los lados de las panojas en floración seleccionadas al azar. El manejo efectivo de la mosca del sorgo requiere de la integración de prácticas para reducir la abundancia. La siembra temprana y uniforme de sorgo en una localidad es el método de manejo cultural más efectivo.

La siembra de híbrido con madurez uniforme contemporáneamente impide la floración tardía e infestaciones de daños. La abundancia de la mosca del sorgo también se puede suprimir usando métodos de labranzas, herbicidas para eliminar el zacate Johnson (*Sorghum halepense*) dentro o fuera del campo. El arado profundo mata algunas larvas invernantes reduciendo así la abundancia de la mosca al siguiente año (Frederiksen, R & Smith, C.W, 2000).

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

Pertenece al orden Hymenoptera, familia Eulophidae miden 2.0 – 2.5 mm, de longitud de cuerpo de color pardo oscuro brillante, ojos rojos, fémures pardos en el medio, amarillo en los extremos, tibias amarillas, notaulices distintos; escutelo con 2 pares de setas y un par de ranuras longitudinales y sub-laterales; metasoma de la hembra 2 veces tan largo como el mesosoma (CAVE, 1995). El parasitoide de la mosquita parasita naturalmente a la mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett). Este parasitoide tiene una 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

Generalidades

La mancha gris de la hoja pertenece a la clase Deuteromycetes, orden Moniliales, familia Dematiaceae esta es causada por el hongo *Cercospora sorghi* Ellis & Everth. 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 es influenciado por el potencial de inóculo (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 & Río, 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 & Río, 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

Generalidades

La mancha zonada de la hoja pertenece a la clase Deuteromycetes, orden Moniliales, familia Moniliaceae es 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 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 formados 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)

Generalidades

Pokkah boeng en su estado perfecto pertenece a la clase Ascomycetes, al orden *Hypocriales*, género *Gibberella* y en su estado imperfecto pertenece a la clase Deuteromycetes, orden *Moniliales*, género *Fusarium* y 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 Río, 1994).

Una anomalía 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 estrés 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 Río, 1994).

La inflorescencia podría ser atacada antes de la emergencia desde la envoltura con la hoja y consecuentemente puede pudrirse 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

Generalidades

Este patógeno pertenece a la clase Deuteromycetes, Orden: Moniliale, Genero Acremonium esta enfermedad 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 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 haces 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

Generalidades

Antracnosis pertenece a la clase Deuteromycetes, orden Melanconiales familia Melanconiaceae esta enfermedad del sorgo es causada por el hongo *Collectotrichum graminicola* G. W. Wilson (sinónimo *C. sublineolum*) fue reportada

por primera vez en 1902 en Tonga, 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 aéreas 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 coalescen 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 rosado 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 Río, 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 de los estomas. 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 celcius (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 F₁ 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

Generalidades

El tizón de la hoja del sorgo en su estado perfecto pertenece a la clase Ascomycetes, orden Pleosporales, género *Setosphaeria* y en su estado imperfecto pertenece a la clase Deuteromycetes, orden Moniliales, género *Helminthosporium* 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 rojizas o canela. Estas manchas más tarde se agrandan y coalescen de tal manera que las hojas se marchitan y se tornan gris púrpura, 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, y 2 Km. al sur en el municipio de Managua, sus coordenadas geográficas son 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 (1982), 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.

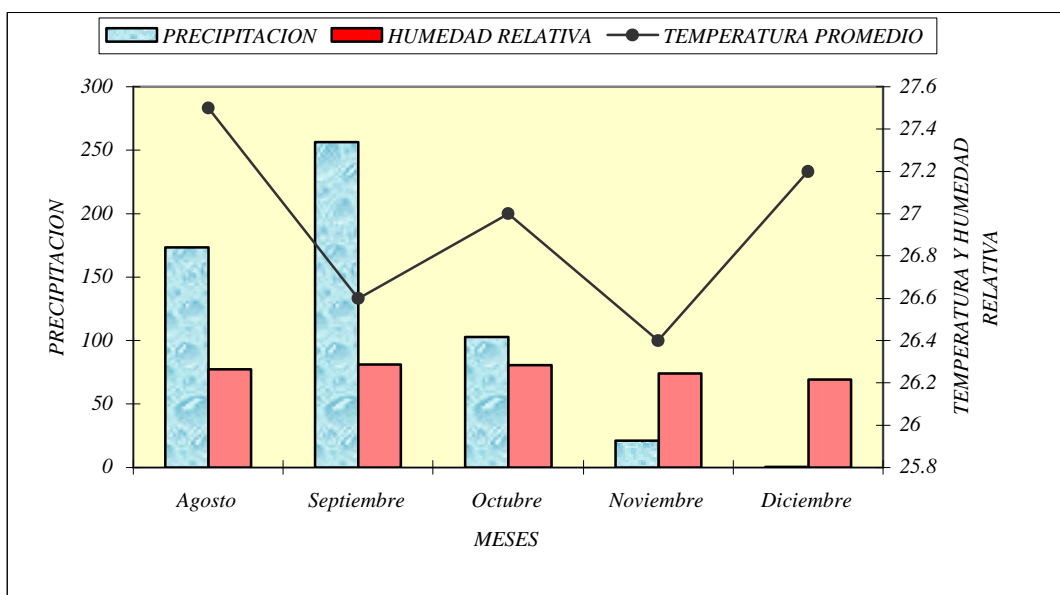


figura 1. Comportamiento de la precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) media mensual ocurrida durante el período de Agosto - Diciembre del año 2001, INTA; CNIA, (INETER, 2001). Managua, Nicaragua.

5.2. Tratamientos

Los tratamientos evaluados son 19 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] provenientes de la estación agrícola experimental de la Universidad de Texas A & M, U.S.A.

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
00CA4654,56	00CA4654	*	
99L1045	SRN39	*	
00L2060	TMA428	*	
00L2294	96CA5986	*	
00L2263	94B1055	*	
00CA3102	B.LD6 (non)	*	
00L2200	98BRON122		*
00L2202	LG70		*
00L2120	Tx2880	*	
99L1061	BTx623	*	
00L2240	B8PR1051	*	
99L1236	B.9307	*	
00L2117	94CW5045	*	
00L2330	87EO366*90EO328	*	
98L7796	B.9105		*
00L2057	BTx635	*	
00L2078	90EON343		*
00L2257	B.9104		*
00L2308	96CD635	*	

Fuente: Universidad de Texas A & M, USA.

5.3. Diseño y área experimental

El modelo utilizado para este experimento fue el que mas se adaptaba a un diseño de Bloque Completo al Azar (BCA). la parcela experimental estuvo conformada por un surco de cinco metros lineales, espaciados entre sí a 0.75 mts. Cada surco conformaron una parcela. En total fueron 19 surcos, equivalentes a la misma cantidad de líneas o entradas. Los bloques estaban separados 1 metro entre sí. El área efectiva total fue de 142.5 m². Este tipo de experimento es utilizado por la Universidad de Texas A & M. U.S.A.

5.4. Variables evaluadas y métodos de medición utilizados

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

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

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

Se realizó una estimación visual con base a la escala de daño de plagas y enfermedades de sorgo de la Universidad de Texas A & M para obtener el porcentaje de daño de cada línea de sorgo utilizado en el ensayo (Anexos de ,cuadro 2).

Días a floración

Cuando se consideró que cada línea de sorgo había alcanzado la floración se registraron los días a floración de las líneas evaluadas en el ensayo.

Se considera que una panícula 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) .

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

Para la toma de datos de estas variables se procedió a colocar 3 trampas al azar por línea cuando las panojas estuvieron polinizadas. Los materiales para construir las trampas fueron los siguientes:

- Bolsas de papel craft (5 lbs).
- Vasos transparentes descartables (4 onzas)
- Vaselina simple
- Cinta adhesiva
- Marcadores permanentes
- Engrapadoras y grapas
- Tijera

Construcción de las trampas

Para construir las trampas se debe perforar el fondo de la bolsa de papel craft en forma de “x”, posteriormente se introduce un vaso transparente descartable, impregnado de vaselina simple, con el objetivo de que las mosquitas y sus parasitoides por medio del efecto de fototropismo, salgan de las bolsas en busca de luz y 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 a 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.

Esta metodología fue propuesta por el Ing. M.Sc. Johnson Zeledón¹.

¹ Co-asesor de esta tesis. Actualmente es estudiante de PhD en la Universidad de Mississippi. USA

Severidad de las enfermedades foliares

En la etapa de floración se realizó una estimación visual basándose en la escala de daño de plagas y enfermedades de sorgo de la Universidad de Texas A & M para obtener un promedio de porcentaje de daño causado por las enfermedades presentes para cada línea(Cuadro 1,Anexo).

5.5 Manejo agronómico del ensayo

La preparación del suelo se realizó utilizando el sistema de labranza convencional de acuerdo con la guía tecnológica INTA. 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. Quince días después de la siembra se realizó el primer deshierbe. Posteriormente se realizó un raleo a los 18 días después de siembra dejando 18 plantas por metro lineal, lo cual equivale 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 cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica; a los 105 días después de la siembra. Sin embargo no todos los materiales tienen el mismo ciclo.

5.6. Análisis estadístico

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

Los datos obtenidos mediante la estimación visual basándose en la escala de daño de plagas y enfermedades de sorgo de la Universidad de Texas A & M se presentan mediante un histograma estadístico descriptivo.

Días a floración

A los datos obtenidos para esta variable 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 la variable días a floración el Modelo Aditivo Lineal, propio de un diseño en Bloques Completamente al Azar fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + e_{ij}$$

donde:

i = 1,2 repeticiones

j = 1,2... 19 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

τ_j = Es el efecto de la j – ésima línea de sorgo

e_{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 para dar respuesta a esta situación insatisfactoria. Se puede utilizar diferentes tipos de transformaciones y algunas recomendaciones para su uso. A los valores de las variables número de mosquitas del sorgo por panoja y número de parasitoides de la mosquita del sorgo por panoja, se les realizó una transformación empleando $\sqrt{Y+0.5}$. Esta transformación se usa cuando los valores analizados están por debajo de 10% o aún por debajo de 15% y especialmente cuando hay ceros (Steel & Torrie, 1988).

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:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + a_{j(i)} + \tau_k + e_{(ij)k}$$

donde:

i = 1,2... 19 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

$a_{j(i)}$ = Es el efecto de la j – ésima trampa dentro de la i – ésima línea de sorgo

τ_k = Es el efecto de la k – ésima repetición

$e_{(ij)k}$ = Es el término de error usual

Severidad de las enfermedades foliares

Los datos obtenidos mediante la estimación visual con base en la escala de daño de enfermedades foliares de sorgo de la Universidad de Texas 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 cogollero puede atacar alrededor de 60 cultivos y malezas, pero tiene mayor importancia en maíz, sorgo, arroz, pasto y muchos cultivos hortícolas. Es una plaga clave en las gramíneas como masticador del tejido vegetal. Se ha podido determinar que existen varias subespecies de cogollero, las cuales presentan diferentes hábitos de alimentación y al mismo tiempo, diferentes respuestas a plaguicidas, por lo que es importante su estudio (Zeledón, 2002).

Cuando el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) ataca, el daño más severo es causado por la larva, la cual se alimenta de las yemas terminales del tallo. Este daño puede causar la muerte de la planta en su primera etapa de desarrollo (Pineda, 1991.) Por su parte Notz (1973), señala que diferentes niveles de una infestación en parcela pueden llegar hasta un 50% de *Spodoptera frugiperda* y no producen ninguna reducción en los rendimientos. Sin embargo el Instituto de Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) reporta en su Guía Tecnológica #5 (Editada en 1999.) del cultivo del sorgo que el umbral de daño para cogollero es del 40% para tomar medidas de control sobre esta plaga. Por otro lado, MAG & FAO (1976.), reportan que el gusano cogollero es una de las plagas más importante del maíz y también puede ser de importancia en el sorgo. Se presenta a través de todo el año, pero la intensidad de sus poblaciones y los daños varían de acuerdo a la época del año y zona del país donde se presente. En Nicaragua su incidencia es relativamente baja; los daños no son tan intensos. Tanto en sorgo como en el maíz, en las siembras de primera generalmente las poblaciones de cogollero son menores que en postrera.

En la figura 2, observamos que las que las 19 líneas evaluadas son diferentes en relación al daño causado por el gusano cogollero. La línea BTx 635 presenta el mayor valor numérico con respecto al daño causado por cogollero. La línea que

presenta menor valor numérico con respecto al daño por cogollero es la línea LG70 según la escala utilizada. Este daño que presentaron las líneas utilizadas se limitó a pequeñas rasgaduras en las hojas.

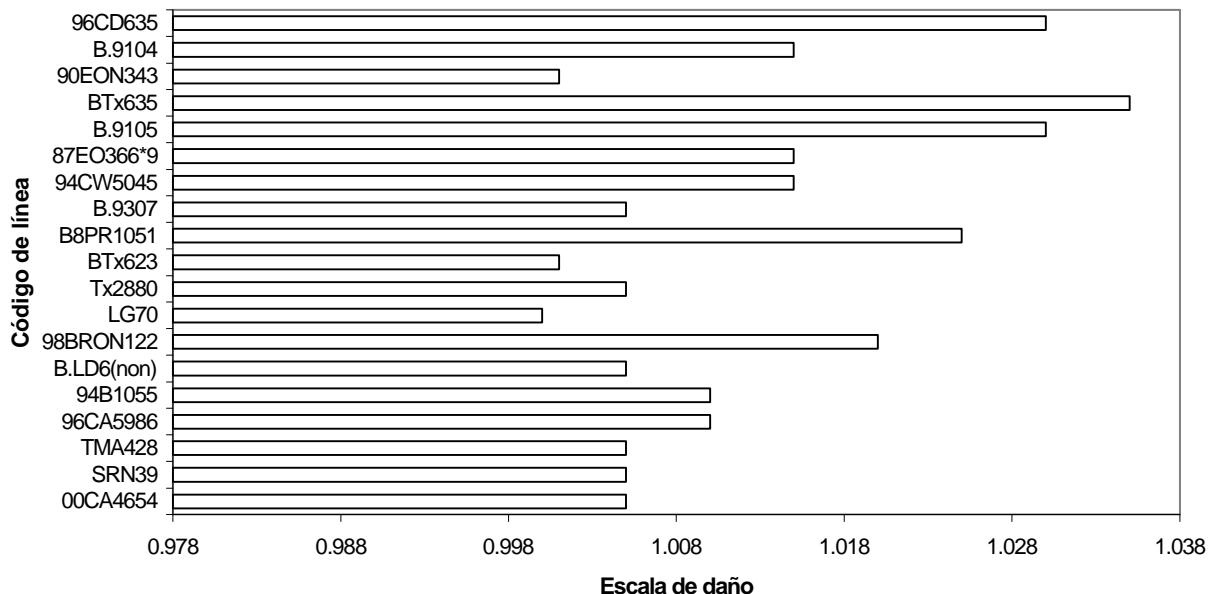


Figura 2. Porcentaje de daño causado por cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith); Escala de daño de la Universidad de Texas A & M. INTA –CNIA. Managua, Nicaragua 2001.

6.2. Días a Floración

El período de floración es una de las etapas mas importantes de este cultivo debido que es la etapa donde se define la producción y los rendimientos del mismo esta etapa es donde no debe de hacer falta el agua, nutrientes y el control de plagas que afectan al cultivo. El período de floración está determinado por sus características genéticas, fotoperíodo, las condiciones climatológicas y la cantidad de nutrientes disponibles (Somarriba, 1996).

Habiendo realizado el análisis de varianza para la variable días a floración se encontró diferencia estadística entre las líneas y el efecto de bloqueo siendo la línea 135 (Tx2880) la más precoz con un promedio de 60 días a floración y la más tardía fue la línea 129 (96CA5986) con un promedio de 70 días a floración (Cuadro2).

Cuadro 2. Pruebas de rangos múltiples de Duncan al 95 % de confiabilidad para las variables número de mosquitas del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) por panoja, número de parasitoide de mosquita del sorgo (*Aprostocetus diplosis* Crawford) por panoja y días a floración, en 19 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
98BRON122	176.50	a	11.50	abc	65.00	Degf
B.LD6 (non)	120.33	b	62.83	a	67.50	Abcd
B.9105	67.5	cb	3.00	c	65.00	Cdef
SRN39	67.16	bc	2.33	c	63.00	Egf
00CA4654	43.83	cd	2.83	c	68.00	Abc
LG70	41.33	cd	17.50	abc	66.00	Bcde
BTx635	33.00	bc	0.16	c	66.00	Cdef
B8PR1051	32.33	cd	68.16	ab	69.50	Ab
90EON343	29.83	cd	5.00	bc	63.50	Egf
BTx623	26.50	cd	0.33	c	64.50	Cdef
96CA5986	23.83	cd	11.33	abc	70.00	A
B.9307	22.00	cd	22.00	c	63.00	Egf
96CD635	20.83	cd	20.33	c	66.50	Bcde
94CW5045	8.16	cd	0.00	c	66.50	Abcde
Tx2880	8.00	cd	2.66	c	60.00	G
94B1055	7.66	cd	0.33	c	61.50	Gf
87EO366*90EO328	4.33	cd	0.00	c	68.00	Abc
TAM428	3.50	cd	0.33	c	69.00	Ab
B.9104	1.50	d	0.17	c	64.00	Def

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

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

Durante la floración, se debe hacer conteos visuales cada dos días para la mosca de la panoja. Los muestreos deben realizarse entre las 08:00 y 10:00 a.m., que es la hora de mayor actividad del adulto se debe inspeccionar 100 panojas por lote; esta inspección puede ser visual en busca de adultos ovipositando, y al encontrar una mosquita por panoja, debe tomar una medida de control inmediatamente como por ejemplo eliminar rastros y residuos de cosecha. Utilizar variedades con un periodo corto de floración, y floración uniforme; evite variedades insensibles al

fotoperíodo.. Evitar siembras tardías Para el uso de insecticidas químicos se recomienda la aplicaciones en las horas de mayor actividad del adulto de la mosca para garantizar una mayor efectividad utilizar insecticidas de contacto y de baja toxicidad tratando de logra una buena cobertura de la panoja asiéndolo con gotas finas. (Zeledón *et. al.*,2002). Por su parte INTA (1999.) en su guía tecnológica #5 dice que cuando el sorgo presenta un 20% de floración y se detecta un promedio de 2 mosquitas por panoja se debe tomar acciones de control.

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 de sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett). Según Obando Morales, (2000) en toda la región del pacífico de Nicaragua, se considera entre 30 y 60% por el daño y hasta pérdidas totales si no se controla a tiempo.

(MAG & FAO, 1976). En Nicaragua la producción de sorgo es atacado por la mosquita del sorgo y la producción se reduce normalmente entre 10 y 20% por el daño de esta. Incluso se han reportado pérdidas totales de cosechas. Muchas veces por desconocimiento se atribuye su daño a otras causas: mala fertilización, variedad o calidad de la semilla, esterilidad genética. Las poblaciones de mosquitas se inician en las siembras de primera. La siembra escalonada en una zona favorece la multiplicación de la mosquita del sorgo.

Después de realizar el análisis de varianza para la variable número de mosquitas por panoja, se obtuvo diferencias estadísticas sobre el comportamiento entre las 19 líneas evaluadas (cuadro 3). La prueba de rangos múltiples de Duncan al 95% de confiabilidad muestra que la línea 98BRON122 fue la que presentó el mayor número de mosquitas por panoja, mientras que la línea B.9104 obtuvo el menor número de mosquitas por panoja (cuadro 2).

6.4. Número de parasitoides de la mosquita del sorgo (*Aprostocetus diplois* Crawford) por panoja.

Los programas de control biológico son importantes para el hombre debido a que con ellos podemos implementar estrategias de aprovechamiento de insectos benéficos de los cuales utilizamos sus hábitos alimenticios y ciclos de vida; por ejemplo, en el caso específico del parasitoide de la mosquita del sorgo, lo que se trata de aprovechar es su ciclo de vida, dado que éste utiliza como hospedero de sus huevos el huevo de la mosquita del cual emergida la larva se desarrolla hasta el segundo instar y seda la muerte debido a que la larva del parasitoide se ha desarrollado dentro de ella, lo que no controla el daño de la larvas, pero nos ayuda a disminuir poblaciones futuras de adultos de la mosquita. Este hecho previene infestaciones mayores en nuestros cultivos, lo que contribuye a disminuir los costos que implica la aplicación de insecticidas para el manejo de la mosquita. y reducir las pérdidas ocasionadas por esta plaga.

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 *et. Al.*,1980).

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).

Después de realizar el análisis de varianza para la variable número de parasitoides de la mosquita del sorgo por panoja, se obtuvo diferencia estadística sobre el comportamiento entre líneas (cuadro 3). La prueba de rangos múltiples de Duncan al 95% de confiabilidad muestra que la línea B8PR1051 fue la que presentó la mayor cantidad de parasitoides por panoja donde funciona efectivamente el parasitoide como controlador biológico natural de la mosca,

mientras que la líneas que obtuvieron menor número de parasitoides fueron las líneas 94CW5045, 87E0366*90EO328 (cuadro 2).

Tomando en cuenta las características de este parasitoide y su especialidad y capacidad de atacar a la mosquita del sorgo, sería importante considerar la posibilidad de hacer crías que sean incorporadas a un programa de MIP en sorgo.

Cuadro 3. Significancia estadística (Pr>F) al 95% de confiabilidad en las variables para las fuentes de variación estudiadas en 19 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.

Variables	Repetición	Línea	Trampa (Línea)	C.V.	R ²
Mosquita / panoja	0.7023 ^b	0.0001 ^b	0.6748 ^a	64.74	0.700
Parasitoides / panoja	0.0879 ^a	0.1936 ^b	0.6532 ^a	127.83	0.5635
Días a Floración	0.0179 ^b	0.0003 ^b	---	2.471	0.857

Nota: Datos de mosquita y parasitoides con transformación $\sqrt{y+0.5}$

^aNo existe significancia estadística.

^bExisten diferencias estadísticas.

C.V. Coeficiente de variación.

R² Coeficiente de determinación.

6.5. Análisis de Correlación de Pearson

Cuadro 4. Análisis de correlación de Pearson y significancia estadística (Pr>F) al 95% de confiabilidad en las variables evaluadas en 19 líneas de sorgo. INTA – CNIA, Managua, Nicaragua 2001.

Variables	Mosquita / Panoja	Parasitoide / panoja	Días a floración
Mosquita / panoja	1 0.000		
Parasitoide / panoja	0.496 0.015	1 0.000	
Días a floración	0.069 0.382	0.306 0.100	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.

El análisis de correlación de pearson nos demuestra la correlación entre las variables y el grado de asocio entre las misma .lo que nos ayuda a una mejor interpretación de los datos y dar una interpretación mas acertada sobre la relación de estas variables.

El Análisis de Correlación (cuadro 4) nos muestra que la variable parasitoide de la mosquita del sorgo (*Aprostocetus diplosidis Crawford.*) es la única que presentó diferencia estadística, lo cual indica que a medida que paulatinamente se dio la floración, las poblaciones de mosquita aumentaron y así paralelamente las poblaciones del parasitoide.

6.6. Severidad de las enfermedades

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).

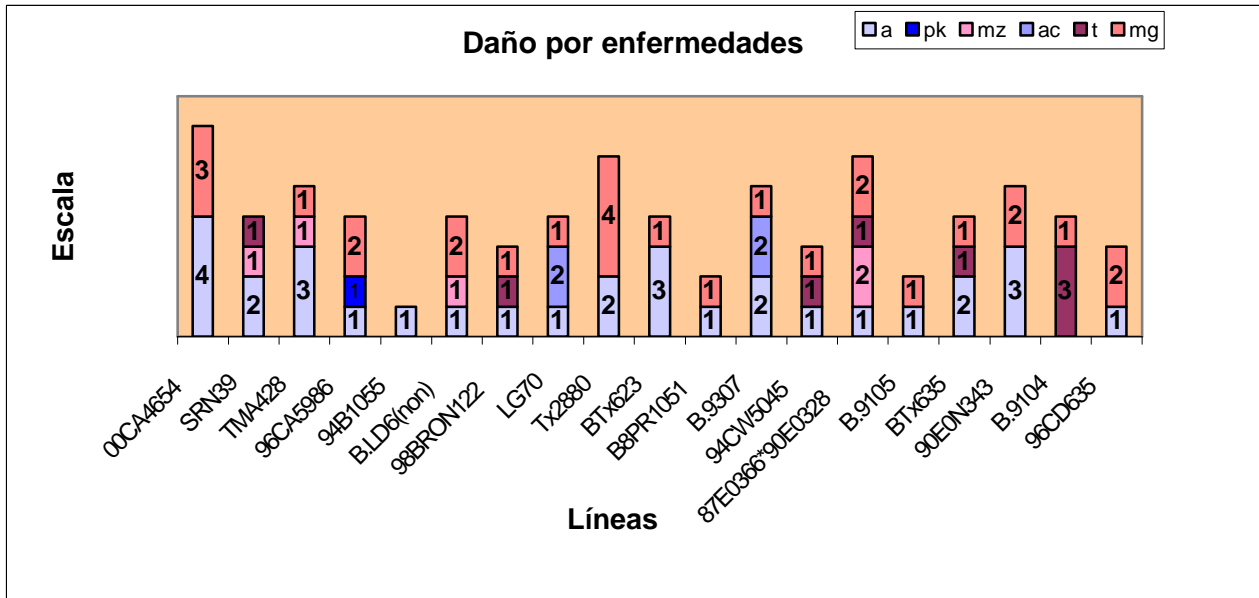
Las enfermedades más frecuentes que se presentaron en el ensayo fueron: Antracnosis del sorgo causada por el hongo *Collectotrichum graminicola* G. W. Wilson; mancha gris de la hoja causada por *Cercospora sorghi* Ellis & Everh; tizón de la hoja causada por el hongo *Exserohilum turcicum* (Pass.) J. 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.

La figura 3, refleja que la línea 00CA4654 presenta 58.5% de daño foliar causado por enfermedad correspondiente a grado 4 de la escala de daño utilizada (cuadro 1 anexo); encima de 25% de área de la hoja destruidos, siendo este el mayor porcentaje. La línea que presentó el menor porcentaje de severidad es 94B1055 con 7.5%, correspondiente a grado 1 de la escala, esto significa que la enfermedad se presentó de forma leve y ocasional, lo que 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 Compton (1990).



a: Actracnosis p: Pokkah boeng mz: Mancha zonada ac Acremonio t Tizón mg. Mancha gris

Figura 3. Grado de severidad de daño 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.
- La línea que presentó mayor número de días a floración fue 96CA5986 en tanto que la línea Tx2880 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 BTX635 presentó menor número de mosquitas por panoja así mismo la línea que presentó mayor número de parasitoides por panoja fue B8PR1051.
- El número de mosquitas por panoja (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) esta altamente asociado a los días a floración de las líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench] y de igual forma el parasitoide de mosquita del sorgo (*Aprostocetus diplosidis* Crawford) está asociado a la variable . A mayor días a floración, mayor número de mosquitas del sorgo por panoja. siempre que la línea sea del gusto del insecto.
- Las líneas que presentaron mayor severidad de las enfermedades foliares fueron 00CA4654 y Tx2880. La línea 94B1055 presenta el menor grado de severidad. Todas las enfermedades identificadas en sorgo fueron de origen fungoso. De las 6 enfermedades que se presentaron en el ensayo, la más predominante fue la antracnosis, causada por el hongo (*Collectotrichum graminicola* G. W. Wilson), seguida de mancha gris de la hoja del sorgo, cuyo agente causal es el hongo (*Cercospora sorghi* Ellis y Everth) y Tizón de la hoja del sorgo, cuyo agente causal es el hongo *Exserohilum turcicum* (pass.).

VIII. Recomendaciones

- Evaluar el comportamiento de las líneas en otras localidades productoras de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench] del país.
- Aplicar hongos entomopatógenos para el control del gusano cogollero.
- Realizar evaluación de daño foliar causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) tomando en cuenta las etapas fenológicas del cultivo.
- Hacer crías masivas .del parasitoide de la mosquita del sorgo y utilizarlas en un programa de control biológico de la mosquita del sorgo.
- Evaluar en próximos ensayos el efecto que tienen las plagas y enfermedades del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench] sobre el rendimiento.
- Caracterizar molecularmente los patógenos que causan las principales enfermedades del sorgo en Nicaragua.
- Formar criadero de parasitoide para un mejor estudio de la mosquita del sorgo.

Realizar un estudio que determine las perdidas de cosecha que causa la mosquita del sorgo.

BIBLIOGRAFÍA

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

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.

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

CASTAÑO, J. & RIO, 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, RI; NOTZ, A .2000. Ficha técnica de *Spodoptera frugiperda* (Smith). Instituto de Zoología Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Aragua, Venezuela.12p.

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

Compton, L.P. 1985. La producción de sorgo y mijo. ICRISAT, CMMYT. México. P46.

Compton, L.P. 1990. Agronomía del sorgo .Programa de mejoramiento de sorgo del ICRISAT para América Latina. P30

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

Holdridge, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San Jose Costa Rica. P 216.

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

MAG & FAO. 1976. Guía de control integrado de plagas de maíz, sorgo y frijol. Managua, Nicaragua. 47 p.

MIDINRA 1985 Guía tecnológica para la producción de sorgo. P.5

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. & S. CLAVIJO. 1981. Observación del daño causado por *Spodoptera frugiperda*. Bol. Entomol. Ven. N. S. 1 (10) :129 - 130.
- 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 – Áridos (ICRISAT) y Comisión Latinoamericana de Investigación en sorgo (CLAIS). Pantacherv, India. P 1 – 4 / p 172 – 174.
- PEDROZA, H. 1995. Sistema de Análisis Estadístico Aplicado a la Experimentación Agrícola. Editora de Arte, S.A. Managua, Nicaragua. 134 p.
- PINEDA, L. L 1991. Guía técnica el sorgo MAG Managua, Nicaragua. P32.
- PINEDA, L. L. 1994. Manual de producción de sorgo granífero es Nicaragua bajo condiciones de secano. Managua, Nicaragua.
- RODRIGO, O.; SERRANO. 1968. El cultivo del sorgo granero. Caracas, Venezuela. P 65.
- SAUNDERS, J. L. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. (CATIE).Turrialba, Costa Rica. P305.
- SOMARRIBA, R. C. 1995. Granos Básicos, Texto Básico. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua.

SOMARRIBA, R. C. 1996. Granos Básicos, Texto Básico. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua.

SOMARRIBA, R. C. 1997. Granos Básicos, Texto Básico. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua.

STEEL, TORRIE. 1988. Bio Estadística. 622p.

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: International Crops Research Institute for the semi – Arid tropics. Pag: 26 – 27; 58 – 59; 64 – 65.

TEETES, G. L, W. R. Young, M. G. Jotwani. 1980. Introducción al control Integrado de las plagas del sorgo. p148.

WALKER, J. C. 1969. Enfermedades de las hortalizas. Vedado, Habana. P 624.

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

ZELEDON, J. & PITRE, H. 2002. Manejo de plagas y Enfermedades de sorgo. University, Mississippi State. 271 p.

A N E X O S

ANEXO

Cuadro 1. 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 2. 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.

Plano de campo

