

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGROMOMIA
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL**



*“Por un desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN DE VEINTICUATRO LÍNEAS DE SORGO [*SORGHUM BICOLOR*
(L) MOENCH] POR SU REACCIÓN A PLAGAS Y ENFERMEDADES, EN DOS
LOCALIDADES CNIA –INTA, MANAGUA Y GUANACASTILLO, MASAYA
POSTRERA 2004**

Autores

**Br. Osbaldo José Ramírez Rojas
Br. Juan Fco. Cuadra Hernández**

Asesoras

**Ing. M.Sc. Martha Zamora Solórzano
Ing. M.Sc. Yanet Gutiérrez Gaitán**

Managua, Nicaragua, 2007

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGROMOMIA
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL**



*“Por un desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN DE VEINTICUATRO LÍNEAS DE SORGO [*SORGHUM BICOLOR*
(L) MOENCH] POR SU REACCIÓN A PLAGAS Y ENFERMEDADES, EN DOS
LOCALIDADES CNIA –INTA, MANAGUA Y GUANACASTILLO, MASAYA
POSTRERA 2004**

Autores

Br. Osbaldo José Ramírez Rojas

Br. Juan Fco. Cuadra Hernández

Asesoras

Ing. M.Sc. Martha Zamora Solórzano

Ing. M.Sc. Yanet Gutiérrez Gaitán

**PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE TRIBUNAL
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO EN SISTEMA DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL**

Managua, Nicaragua, 2007

DEDICATORIA

Dedico este gran esfuerzo a **Dios Padre, Dios Hijo y Dios Espíritu Santo**, por haberme dado la sabiduría, paciencia, serenidad y dirección para poder concluir con éxito mis estudios universitarios y mi trabajo de diploma.

A un gran ausente de mi vida; mi padre **Juan Pablo Ramírez Reyes (q.e.p.d.)**. Y en especial a mi madre **Maria del Rosario Reyes Rojas**, por haber sacrificado los mejores años de su vida en mi cuidado, educación y por haber depositado su confianza en mi hasta culminar mi carrera profesional.

A mi hermanos, **Junior, Jorge, Alberto, Richard, Elvis, Francisco, Candelaria, Alejandro, Delia** y en especial a **Pedro Ramírez** y a su esposa **Mayra Sánchez** por apoyarme incondicionalmente en la culminación de mi carrera.

A mis sobrinos(as), **Jacqueline, Gerson, Brandon, Darwin, Antonio, David** y en especial a mis pequeñas sobrinas, **Belkis y Hellen Ramírez**, por ser parte de mi inspiración para la culminación de este trabajo.

A mis abuelos maternos, **Leonardo Reyes y Maria Rojas (q.e.p.d.)**. Y a mis abuelos paternos, **Ricardo Ramírez y Julia Reyes (q.e.p.d.)**, que en su momento tuvieron el cuidado de mi.

A mis tíos(as) **Eloy Reyes (q.e.p.d.)**, **Benjamín Reyes (q.e.p.d.)**, **José Reyes, Silvio Reyes, Cristina Reyes, Lucas Ramírez, Clemencia Ramírez, Hilda Reyes** y en especial mi tía **Thelma Reyes Rojas**, por su cuidado y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A todos mis primos(as), en especial a **Cristina Espinoza, Norma Espinoza, Patricia Espinoza, Javier Espinoza, David Huete, Roberto Huete, Joel Zapata, Segundo Navarrete y Santos Guido**, por sus consejos, motivación y aporte en toda mi carrera.

A todos los hermanos de la **Iglesia Monte de Jehová**, en especial a mis pastores **Leonardo Fabio y Rosa Amelia Pérez** por apoyarme moral y espiritualmente y así contribuir a mi formación profesional.

Finalmente a mis amigos(as) y compañeros(as) de clase, en especial a los **Ing. Sergio José Soza Urbina, Guillermo José Taleno Collado** y a **Martha Mayela Rostran, Margasbeth Montenegro** por su colaboración y aporte a este estudio.

Oswaldo José Ramírez Rojas

DEDICATORIA

A **Dios** sobre todas las cosas y nuestra madre santísima la **Virgen María** que siempre estuvieron de mi lado para poder concluir mis sueños y el de mi familia.

A mis padres con mucho amor y cariño, **Petrona Oilda Hernández Silva** e **Ing. Wilmer Maradiaga Trujillo** por haberme brindado su apoyo incondicional y esos consejos que me ayudaron a seguir adelante en mis estudios y en la vida.

A mis hermanos: **Delvin** y **Walter**.

A mis tío (a). **Marvin Sánchez Silva. Modesta Hernández Silva.** junto a su esposo e hija **Joaquín Tijerino** y **Madeline Tijerino**.

A mi Sra. **Cela Sánchez Mayorga** por su comprensión y apoyo que me brindo durante toda mi carrera.

A mis compañeros de clases y amigos, a los **Ing. Sergio Soza Urbina, Guillermo Taleno Collado, Margasbeth Montenegro, Martha Rostran Vivas** y al **Lic. Carlos Montiel Guardado**.

Juan Francisco Cuadra Hernández

AGRADECIMIENTO

A **Dios** sobre todas las cosas por habernos permitido seguir adelante en nuestro estudio y habernos guiado por el mejor camino de la vida.

A nuestros padres por ser la inspiración de nuestros estudios y habernos apoyado estos cinco años.

A mis asesores: **Ing. Msc, Janet Gutiérrez y Ing Msc Martha Zamora Solórzano.** Por el tiempo dedicado en cada etapa para la elaboración de este trabajo.

A la **Universidad Nacional Agraria (U.N.A.)** como *alma mater* por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales, en especial a los docentes del **DPAF (Departamento de Protección Agrícola y Forestal).**

Al Proyecto **INTSORMIL** (Internacional Sorghum and Millt Proyect), por el financiamiento que dio para que se pudiera llevar a cabo este estudio.

Nuestros más sinceros agradecimientos al **Ing. Camilo Somarriba Rodríguez, Lic. Darling Delgado Jirón y a la Ing. Lucía Barahona Guido.** por sus consejos y oportunas sugerencias durante todo el trabajo.

Finalmente al prof. **Manuel Vallecillo**, por su colaboración en la realización de esta investigación.

Oswaldo José Ramírez Rojas
Juan Francisco Cuadra Hernández

INDICE

Sección		Página
	INDICE GENERAL	i
	ÍNDICE DE FIGURAS	v
	ÍNDICE DE CUADROS	v
	INDICE DE ANEXO	vi
	RESUMEN	vii
I	INTRODUCCION	1
II	OBJETIVOS	4
III	HIPOTESIS	5
IV	REVISION DE LITERATURA	6
4.1	Problemas fitosanitarios	6
4.1.1	Gusano cogollero	6
4.1.1.1	Taxonomía	6
4.1.1.2	Biología	6
4.1.1.2.1	Huevos	6
4.1.1.2.2	Larvas	7
4.1.1.2.3	Pupa	7
4.1.1.2.4	Adulto	7
4.1.1.3	Daño	7
4.1.2	Chinche pata de hoja	8
4.1.3	Mosquita del sorgo	8
4.1.4	Manejo de plagas	8

4.1.5	Enfermedades del sorgo	9
4.1.5.1	Mancha zonada de la hoja	9
4.1.5.1.1	Taxonomía	9
4.1.5.1.2	Generalidades	9
4.1.5.1.3	Síntomas	9
4.1.5.1.4	Ciclo de la enfermedad y epidemiología	10
4.1.5.2	Antracnosis	11
4.1.5.2.1	Taxonomía	11
4.1.5.2.2	Generalidades	11
4.1.5.2.3	Síntomas	11
4.1.5.2.4	Ciclo de la enfermedad y epidemiología	12
4.1.5.3	Mancha gris de la hoja	13
4.1.5.3.1	Taxonomía	13
4.1.5.3.2	Generalidades	13
4.1.5.3.3	Síntomas	14
4.1.5.3.4	Ciclo de la enfermedad y epidemiología	14
4.1.5.4	Mohos del grano o moho de la panoja	14
4.1.5.5	Manejo de enfermedades	16
V	MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1	Descripción del lugar	17
5.2	Descripción de los tratamientos	18
5.3	Diseño y área experimental	19
5.4	Variables evaluadas	19
5.4.1	Daño causado por el cogollero	19

5.4.2	Severidad de las enfermedades foliares	20
5.4.3	Severidad de mohos en panoja	20
5.4.4	Variables agronómicas	20
5.4.4.1	Altura de líneas	20
5.4.4.2	Longitud de la panoja	20
5.4.4.3	Exerción de panoja	20
5.4.4.4	Numero de plantas cosechadas	21
5.4.4.5	Rendimiento	21
5.5	Manejo agronómico	21
5.6	Análisis de datos	22
VI	RESULTADOS Y DISCUSION	23
6.1	Análisis, Estadístico en ambas localidades	23
6.2	Reacción de las enfermedades en las líneas evaluadas	25
6.2.1	Reacción de las líneas evaluadas en CNIA–INTA	27
6.2.1.1	Severidad de enfermedades foliares en líneas evaluadas	27
6.2.1.2	Severidad de mohos en panoja en líneas evaluadas	28
6.2.2	Reacción de las líneas evaluadas en Guanacastillo	29
6.2.2.1	Severidad de enfermedades foliares en líneas evaluadas	29
6.2.2.2	Severidad de mohos en panoja en líneas evaluadas	29
	Variables agronómicas	29
6.4		
6.4.1	Altura de planta	29
6.4.2	Exerción de panoja	30
6.4.3	Longitud de panoja	31
6.4.4	Rendimiento del grano	31

6.4.4.1	Rendimiento del grano en líneas evaluadas en CNIA–INTA	31
6.4.4.2	Rendimiento del grano en líneas evaluadas en Guanacastillo	32
VII	CONCLUSIONES	33
VIII	RECOMENDACIONES	35
IX	BIBLIOGRAFÍA	36
X	ANEXOS	41

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Condiciones climáticas: Prec. (mm), H.R (%) media mensual, Temp. (°C), para ambas localidades CNIA-INTA y Guanacastillo Septiembre – Diciembre del año 2004, (INETER 2004)	17
2	Severidad de las enfermedades foliares (Mancha Gris, Antracnosis, Mancha Z.) en sorgo CNIA-INTA Managua, 2004	26
3	Severidad de las enfermedades foliares (Mancha Gris, Antracnosis, Mancha Z.) en sorgo Guanacastillo Managua, 2004	26
4	Severidad de Mohos en panoja del sorgo CNIA-INTA y Guanacastillo Managua, 2004	28

INDICE DE CUADRO

Cuadros		Página
1	Descripción de líneas de sorgo evaluadas, por su reacción a plagas y enfermedades en dos localidades CNIA-INTA, Managua y Guanacastillo, 2004	18
2	Comparación de valores medios para el daño causado por el gusano cogollero. En las 24 líneas estudiadas en las dos localidades	24
3	Líneas que no presentaron afectación por enfermedades foliares y su rendimiento de grano	25

INDICE DE ANEXOS

Anexos		Paginas
1	Escala de severidad de daño para las enfermedades foliares. (Frederiksen <i>et al.</i> 2000), modificada por (Gutiérrez G.Y 2006)	42
2	Escala propuesta para evaluar la severidad de mohos en panoja (Frederiksen, 2000)	42
3	Reacción de las líneas de sorgo a las enfermedades foliares evaluadas en CNIA-INTA y Guanacastillo, Managua; Nicaragua, 2004	43
4	Reacción de las líneas de sorgo a la enfermedad del moho en panoja en la localidad de CNIA-INTA Managua y Guanacastillo; Nicaragua, 2004	44
5	Altura de planta, ejerción, longitud de panoja y rendimiento de 24 líneas de sorgo en la localidad CNIA-INTA. Managua	45
6	Altura de planta, ejerción, longitud de panoja y rendimiento de 24 líneas de sorgo en la localidad de Guanacastillo	46
7	Hoja de muestreo para la evaluación de plagas y enfermedades del Sorgo	47
8	Área de la parcela experimental (CNIA-INTA y Guanacastillo)	48

RESUMEN

El estudio de investigación se realizó en época de postera Septiembre-Diciembre 2004. Se establecieron dos ensayos en dos zonas diferentes: Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA-INTA), ubicado en el km 14 de la carretera norte, 2 km al sur en Managua y en Guanacastillo en el km 40 carretera Tipitapa-Masaya, 3 km hacia el oeste. El objetivo fue contribuir a la obtención de materiales resistentes a plagas y enfermedades. Los materiales utilizados son partes de un vivero ADIN (All Diseases and Insect Nursery) El diseño utilizado fue parcelas experimentales con veinticuatro tratamientos y tres repeticiones en cada localidad. Cada tratamiento fue representado por una línea en un surco y a la vez es la parcela útil. El área total para cada ensayo fue de 324 m² Las variables evaluadas fueron: Daño causado por cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), severidad de las enfermedades foliares y mohos de la panoja. Se realizó un Análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de rangos múltiple de Tukey (P=0.05), para la variable cogollero y descriptivo, para la reacción de las enfermedades basada en la escala de severidad. Todas las líneas evaluadas fueron afectadas por gusano cogollero. Las enfermedades foliares que afectaron las líneas de sorgo, en ambas localidades fueron: Mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis & Everth), Antracnosis (*Colletotrichum graminicola* (cesati) G. W. Willson) y Mancha zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi* D. Bain & Edgerton ex Deighton). La enfermedad que predominó por su mayor severidad en las líneas evaluadas fue la Antracnosis, seguido de Mancha zonada y Mancha gris en ambas localidades. De las 24 líneas evaluadas en ambas localidades 6 de ellas no presentaron afectación por enfermedades foliares. Los mayores grados de severidad por mohos en la panoja, se registraron en líneas evaluadas en CNIA-INTA. Los mejores rendimientos fueron obtenidos por las líneas **03LI6134,35**, (3224.26 kg/ha, 2612.29 kg/ha), **03LI6196,97**, (3112.58 kg/ha, 3662.43 kg/ha), **03LI6210,11**, (2579.35 kg/ha, 2659.24 kg/ha), en CNIA-INTA y Guanacastillo, y los menores rendimientos por **03CS268**, (1194.25 kg/ha, 1291.92 kg/ha), **03LI6224,25**, (1108.18 kg/ha, 1111.95 kg/ha)

I. INTRODUCCIÓN

El sorgo [*Sorghum bicolor (L.) Moench*], es el cuarto cultivo de importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Triticum aestivum L.*), el maíz (*Zea mays*) y el arroz (*Oryza sativa L.*). El sorgo ha sido un alimento básico en las zonas tropicales áridas y semiáridas de muchos países del mundo, siendo este cultivo una de las principales fuentes de energía, proteínas y minerales para millones de habitantes más pobres del mundo (FAO, 1995).

El sorgo es después del maíz, el segundo en orden de importancia de los cereales secundario (Maíz, Sorgo y Cebada) más cultivado en el mundo, en términos de producción ocupa el tercer lugar después del maíz y la cebada (Maíz, Cebada y Sorgo) este se cultiva con fines alimenticios y solo una pequeña proporción total entra en el comercio mundial (FAO, 1995).

Wall & Ross (1975), concluyen que el sorgo es una fuente alimenticia importante para el hombre y los animales en muchos países de clima cálido. Además el sorgo sirve como materia prima para la elaboración de productos químicos en las que se mencionan las bebidas alcohólicas. Hay países que utilizan los tallos de dichas plantas como un elemento de adorno en los desfiles organizados para celebrar sus fiestas nacionales (FAO, 1995).

El sorgo es nativo de ciertas regiones de África oriental y apareció en tiempos prehistóricos hace 5000 a 7000 años cultivándose desde hace 2000 años encontrándose las principales áreas de sorgo en países con climas cálidos y secos (Somarriba, 1998).

Wall & Ross (1975), consideran que el sorgo se origina en África central este, en Etiopía, Sudan o en su cercanía se llega a esta conclusión por la gran variedad de tipos que crecen en esa región.

A medida a que los sorgos se fueron transformando en plantas cultivadas, estas plantas se agruparon agrónomicamente en diversas categorías, sobre la base de sus principales productos y usos, así como por las características distintivas de las plantas (Wall & Ross, 1975).

El mejoramiento del sorgo se remonta a unos quinientos años con la domesticación de especies en el cuadrante noreste de África (Doggett, 1988).

La planta de sorgo se adapta a una amplia gama de condiciones ambientales y produce granos bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales (Maíz y Cebada), el sorgo es uno de los cultivos que tiene la capacidad de permanecer latente durante la sequía y seguir creciendo después, lo que lo confiere una buena tolerancia a la sequía. Sin embargo la escasez de agua es una de las causas más comunes de un área foliar reducida (Compton, 1990).

El rendimiento del grano se ve afectado por una serie de factores, entre ellos: condiciones ambientales y prácticas de manejo (MAG, 1976).

En Nicaragua donde la actividad agrícola es la que sobresale, el sorgo es parte importante en la producción, con el 16 % del área total sembrada de granos básicos, por lo que adquiere gran importancia para los productores, debido a su uso en la producción de alimentos balanceados para animales como: aves (industria avícola) cerdos, y ganado bovino (FAO, 1995).

Existen diferentes regiones en el país que se consideran como óptimas para el cultivo del sorgo, sobresaliendo la región II, III, IV correspondiente a los departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas respectivamente. En áreas con diferencias de precipitación pluvial (INTA, 1995). La producción de sorgo proveniente de la siembra extensiva es destinada principalmente a la producción avícola, teniendo muy poco uso como alimento humano. Los residuos de la cosecha se utilizan para la alimentación bovina durante la época seca (IICA, 2003).

El sorgo al igual que todos los cultivos son afectados directamente por plagas y enfermedades que de no controlarse de forma oportuna y eficiente puede reducir considerablemente el rendimiento del cultivo (INTA, 1999).

El gusano cogollero puede atacar alrededor de 60 cultivos y malezas, pero también tienen mayor importancia en maíz, sorgo, arroz, pastos y muchos cultivos hortícolas. Es una plaga clave en las gramíneas, las cuales presentan diferentes hábitos de alimentación y al mismo tiempo diferentes respuestas a plaguicidas (Zeledón, 2002).

El daño mas severo del gusano cogollero es causado por la larva, ya que esta se alimenta de las yemas terminales del tallo. Este daño puede causar la muerte de la planta en su primera etapa de desarrolló (Pineda, 1994).

Mughogho L.K (1982) hace referencia que el manejo de las enfermedades del sorgo dependen grandemente del desarrollo de variedades resistentes, pero tal desarrollo requiere variabilidad del germoplasma, técnicas efectivas de selección, ensayos en localidades múltiples para obtener una resistencia estable a través del ambiente y de la combinación de la resistencia con otras características deseables de la planta.

Es importante la selección de variedades de sorgo, debido a que en cada agroecosistema las plagas principales son especies persistentes, que aparecen permanentemente ciclo tras ciclo por lo que el hombre tiene que tomar medidas para poder controlar las poblaciones de plagas y enfermedades que exceden el umbral de perjuicio económico.

Desde el año 2002, en el marco de desarrollo de investigaciones realizadas por docentes investigadores de la UNA, con el programa internacional de Sorgo y Mijo (INTSORMIL), se ha generado valiosa información acerca de las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo del sorgo, así también se ha incluido la evaluación de materiales de líneas procedentes de viveros ADIN, que su siglas en ingles significa All Diseases and Insects Nursery, el cual a sido facilitado durante varios años por investigadores de la Universidad Kansas- Estados Unidos, que trabajan con el programa INTSORMIL, como parte de las investigaciones realizadas en la región (Nicaragua y El Salvador) lo que a contribuido a generar información acerca de las líneas genotípicamente resistentes a plagas y enfermedades, bajo diferentes condiciones ambientales. Por consiguiente, el presente trabajo es la continuidad de estudios anteriores y se planteó los siguientes objetivos.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la identificación de genotipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] resistentes a plagas y enfermedades, mediante la evaluación de 24 líneas en las localidades de CNIA- INTA, Managua y Guanacastillo, Masaya.

Objetivos específicos

- Evaluar el daño causado por el Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en 24 líneas de sorgo.
- Evaluar la severidad de las enfermedades foliares y de la panoja en 24 líneas de sorgo.
- Identificar líneas de sorgo resistentes a plagas (insectos y enfermedades).
- Identificar las líneas con mejor rendimiento de grano.

III. HIPOTESIS

Ho: Las 24 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] evaluadas presentan igual comportamiento al ataque de insectos y enfermedades, bajo las condiciones del CNIA- INTA, Managua y Guanacastillo Masaya.

Ha: Al menos una de las líneas de sorgo evaluadas presenta comportamiento diferente al ataque de insectos y enfermedades, bajo las condiciones del CNIA- INTA y Guanacastillo Masaya.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Problemas fitosanitarios

El cultivo del sorgo es afectado por diferentes plagas y enfermedades que deben controlarse de forma oportuna y eficiente. En el caso de los insectos es importante identificar los insectos plagas, detectar su daño a tiempo y aplicar las medidas de control adecuadas. En el caso de enfermedades estas afectan el rendimiento y calidad del grano variando en severidad año con año, dependiendo de las condiciones ambientales (INTA, 1999).

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

4.1.1.1 Taxonomía

Orden: *Lepidóptera*.

Familia: *Noctuidae*.

Genero: *Spodoptera*.

Especie: *S. frugiperda* (J. E. Smith)

4.1.1.2. Biología

4.1.1.2.1. Huevos

Los huevos de esta especie son de color amarillentos, con cierto brillo cuando están recién puestos posteriormente forman una coloración marrón rojiza. Estos huevos poseen forma semiesférica, achatados en la parte superior, la superficie externa del corion presenta hendiduras dando la apariencia de líneas radiales. Los huevos son colocados en masas de hasta trescientas unidades formadas por capas en cualquier superficie de la hoja cubiertas por una secreción y escamas de las hembras. Estos huevos miden aproximadamente 0.5 mm de diámetros y duran de 3-5 días en eclosionar (Chávez, 1990).

4.1.1.2.2. Larvas

La larva dura de 3-5 días y pasa por 5-6 estadios larvales dependiendo de la temperatura y el tipo de alimento. Tiene una longitud de 35-40 mm cuando esta madura.

La coloración es bastante variable, existiendo forma de color verde olivo y otras gris oscuros a negros y tiene en la parte frontal de la cabeza una sutura de color claro en forma de “Y” invertida y líneas dorsales longitudinalmente en el cuerpo en el tórax existen 3 pares de patas las propatas estén ubicados por pares en los segmentos abdominales tercero, cuarto, quinto, sexto y décimo (García y Clavijo, 1989).

4.1.1.2.3. Pupa

La pupa dura de 9-13 días típica de insectos de la familia noctuidae, es de tipo obteta de 18-20 mm de longitud, es de color pardo y de abdomen visible. Este último es de 12 espiráculos relativamente grandes colocados en pares en cada segmento a partir del segundo (Chávez, 1990).

4.1.1.2.4. Adulto

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 claros y con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro de las alas, las alas traseras son de color blanco (Chávez, 1990).

4.1.1.3. Daño

Las larvas generalmente viven protegidas dentro del cogollo, comiendo tejido tierno y pudiendo también destrozar la panoja antes que esta emerja. El daño lo ocasionan una vez que la planta tiene cuatro o más hojas, al momento en que estas se abren, se observan agujeros de tamaño y forma irregular, la planta con este tipo de daño no muere. Es la forma de daño tradicional y tiene que ver con la migración de las larvas del lugar donde ocurrió la oviposición hacia la zona de la yema apical o cogollo (Clavijo y Notz, 2000).

Al igual que el gusano elotero del maíz, este puede infestar el cogollo y la panoja del sorgo. Algunas veces infestan el cogollo y se alimentan del tejido foliar tierno de plantas jóvenes de sorgo. Aunque las larvas puedan 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 mas grandes y alrededor del 80 % del daño es causado por los últimos estadios larvales. En las panojas infestadas es común ver mohos y excrementos (Clavijo et. al, 2000).

4.1.2. Chinche pata de hoja (*Leptoglossus sonatus Dallas*)

Es una plaga polífaga, siendo su principal hospedero el frijol, tomate, gandul, maíz y sorgo. El daño es ocasionado principalmente por las ninfas y adultos, chupan o succionan los jugos de semillas o frutos en desarrollo, causando pudriciones, decoloración y caída del grano. Los daños que ocasionan el chinche pata de hoja provoca pérdidas en el rendimiento (Trabanino, 1997).

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

El daño es ocasionado por las larvas que se alimentan de los granos en desarrollo. Las espigas atacadas quedan vacías y estériles cuando el daño es severo la panoja queda estrecha y compacta. El daño ocasionado por la mosquita se confunde a veces con los efectos de la mala fertilización, mala variedad y el mal tiempo es frecuente encontrar perdidas del 10-20% de la producción y algunas veces las pérdidas son totales (Saunders y King, 1984).

4.1.4. Manejo de plagas

La siembra temprana es una práctica 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 insecticida es justificada cuando hay un promedio de dos larvas con menos de 25 mm de largo o una larva con mas de 25mm de largo por panoja (Chávez, 1990).

4.1.5. Enfermedades del sorgo

Las enfermedades del sorgo varían en severidad año con año y de una localidad o de un campo a otro, dependiendo del ambiente de los organismos causales y la resistencia del hospedante. El control de las enfermedades del sorgo depende grandemente del desarrollo de variedades resistentes. Pero tal desarrollo requiere tal variabilidad en el germoplasma y técnicas efectivas de selección, ensayo en localidades múltiples para tener una resistencia estable a través de ambientes y la combinación de la resistencia con otras características deseables de la planta (Mughogho, 1982).

4.1.5.1. Mancha zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi* D. Bain & Edgerton ex Deighton)

4.1.5.1.1. Taxonomía

Clase: *Deuteromycetes*

Orden: *Moniliales*

Familia: *Moniliaceae*

Genero: *Gloeocercospora*

Especie: *G. sorghi* (Bain & Edgerton ex Deighton)

4.1.5.1.2. Generalidades

La mancha zonada de la hoja, es común en sorgo durante períodos húmedos y podría ocurrir también en maíz, mijo, caña de azúcar y otras numerosas gramíneas (Westcott, 1950).

4.1.5.1.3. Síntomas

Las lesiones características de la mancha zonada de la hoja son aproximadamente circulares (o semi-circulares si se originan cerca del borde de la hoja) con bandas alternadas de color púrpura oscuro o color rojo y bandas de color amarillo claro o canela, para así dar una apariencia concéntrica o zonada (Williams *et al.*, 1978).

El diámetro de las lesiones varían en un rango de 1 a 2 cm durante etapas tempranas y de a 7 cm durante etapas posteriores en que las lesiones podrían cubrir el ancho total de una hoja. Ambas laminas de las hojas y las vainas pueden volverse infectadas. Durante tiempo calido y húmedo, se forma sobre el estoma una masa de esporas gelatinosas de color rosado a salmón (Westcott, 1950).

Bajo condiciones de humedad y temperatura cálida, el hongo produce grandes cantidades (conidióforos y conidias) los cuales son fácilmente visibles sobre y alrededor de las áreas necróticas de las lesiones. En hojas que están infectadas severamente, varias lesiones pueden unirse sobre una gran proporción de la hoja, pudiendo que se formen esclerocios negros en las lesiones maduras (Williams *et al.*, 1978).

4.1.5.1.4. 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 otras 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 diseminado por la semilla (Navarrete & Zeledón, 2002).

El hongo sobrevive fuera de la estación dentro del tejido muerto de la hoja como esclerocios, las cuales germinan y dan lugar a esporas (conidios) que infectan el cultivo siguiente (Mughogho, 1982).

4.1.5.2. Antracnosis [*Colletotrichum graminicola (cesati) willson*]

4.1.5.2.1. Taxonomía

Clase: *Deuteromycetes*

Orden: *Melanconiales*

Familia: *Melanconiaceae*

Genero: *Colletotrichum*

Especie: *C. Graminicola (G. W. Wilson)*

4.1.5.2.2. Generalidades

Esta enfermedad del sorgo fue reportada por primera vez en 1902 en, 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 (Agris, 1991).

4.1.5.2.3. Síntomas

Este hongo causa tanto la enfermedad de manchas de la hoja como la pudrición del tallo (pudrición roja) en el sorgo. La fase de esta mancha foliar esta caracterizada por manchas pequeñas, de elípticas a circulares, de 1.5 mm, a 6 mm de diámetro.

Estas manchas pueden ser de color canela, anaranjado rojizo, o púrpura rojizo hasta púrpura negrusco. Conforme las manchas se hacen viejas, los centros se ponen grisáceos

o pajizos oscuros y aparecen numerosas pústulas con cerdas prominentes de color negro o pardo-oscuro. Las manchas pueden fusionarse para formar parches grandes de color rojizo en las hojas.

A menudo ocurre la infección de la nervadura central y aparece como lesiones alargadas y elípticas de color rojo púrpura, en las que se puede ver claramente los acervulos negros (Doggett, 1988).

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. 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 acervulos 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 (Navarrete & Zeledón, 2002).

4.1.5.2.4. Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Este hongo sobrevive fuera de estación en el suelo, en residuos vegetales o en malezas susceptibles (P.e zacate Jonson) puede ser acarreado en la semilla y entonces atacar a las plántulas jóvenes (Doggett, 1988).

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 microsclerocios son esporogénicos y pueden sobrevivir en residuos enterrado, Compendium of Sorghum Disease (Navarrete & Zeledón, 2002).

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. 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 °C (Navarrete & Zeledón, 2002).

4.1.5.3. Mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis & Everth)

4.1.5.3.1. Taxonomía

Clase: *Deuteromycetes*

Orden: *Moniliales*

Familia: *Dematiaceae*

Genero: *Cercospora*

Especie: *C. sorghi* (Ellis & Everth)

4.1.5.3.2. Generalidades

La mancha gris de la hoja se encuentra generalmente en las regiones donde crece el sorgo, cuando el tiempo es cálido y húmedo durante la temporada de crecimiento. 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 ambientales que favorecen el desarrollo de la enfermedad y la susceptibilidad del cultivo (Cook, 1981).

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 por que la epidemia usualmente ocurre cuando se aproxima el tiempo para madurez del cultivo (Westcott, 1950).

4.1.5.3.3. 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 nervaduras. 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 Río, 1994).

4.1.5.3.4. 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 ambiente cálido y húmedo favorece el 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 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).

4.1.5.4. Mohos del grano o moho de la panoja

Especies que pertenecen a más de cuarenta géneros de hongos, están asociados con el grano fungoso, especialmente si el llenado del grano ocurre durante tiempo lluvioso.

Las principales especies de hongos asociados a los mohos del grano son: *Fusarium moniliforme* Sheldon, *Curvularia lunata* (Wakk) Boedijn, *Aspergillus flaus* (Link) *lunata* (Wakk) Boedijn, *Penicillium oxalicum*, *Alternaria* spp, *Phoma* spp, *Colletotrichum graminicola* (Ces) G. W Wilson y *Rhizopus*. A partir de la antesis, los hongos colonizan y esporulan sobre los estigmas y anteras en descomposición; de ahí son colonizadas las glumas, lemas, paleas y los filamentos de los estambres y finalmente los hongos llegan y entran a la base del grano en desarrollo, donde se multiplican en el saco placentar a bajo del hilo, antes de la colonización total de los otros tejidos internos del grano. La tasa y grado de colonización del estigma, la antera y la gluma, y la etapa de desarrollo del grano, cuando ocurre la infección determinan si el daño de los mohos resulta en el aborto del grano, reducción de su tamaño o simplemente en el mohocimiento del grano del tamaño normal cuando las enteras, el estigma o ambos fallan en una emergencia completa de la florquilla, son colonizadas, extensivamente por los mohos y como resultado el grano en desarrollo aborta y se pudre dentro de la semana siguiente a la antesis. Sin embargo, si los mohos colonizan la base del grano en desarrollo antes de la etapa de masa suave, se adelanta la madurez del grano (la formación de la capa negra) y se reduce su tamaño el ataque típico de mohos en granos de tamaño normal, ocurre bien como el crecimiento de los mohos inicialmente a bajo de las glumas, que gradualmente va cubriendo el grano o bien como una esporulación fungosa localizada sobre la superficie expuestas del grano (Compton, 1985).

Los mohos pueden secretar enzimas que degradan el endosperma del germen reduciendo de esa manera el valor nutritivo y la viabilidad del grano también las enzimas de la planta pueden ser estimuladas por algunos hongos causando la iniciación de la germinación. *Fusarium moniliforme* Sheldon y *Curvularia lunata* (Wakk) Boedijn, interfieren con la traslocación de los carbohidratos a los granos en desarrollo causando una reducción del tamaño del grano. Ciertos hongos pueden producir micotoxinas que son tóxicas y debilitantes cuando son consumidos por los animales y por el hombre (Frederiksen, 2000).

4.1.5.5. Manejo de enfermedades

Al momento de la selección de las líneas se deben tomar medidas pertinentes a fin de proteger el material de enfermedades fungosas, bacteriales y virosas. El manejo de las enfermedades pueden ser controladas con siembra de genotipos de granos que sean resistente a enfermedades, seleccionar la mejor fecha de siembra y a través de practicas culturales aplicando técnicas como: rotación de cultivo por 2 años que no sean sorgo, eliminación de residuos de cosecha lo cual pueda reducir el inoculo inicial. (Navarrete & Zeledón, 2002).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del lugar

El presente trabajo se inició en el periodo comprendido entre septiembre y diciembre del 2004 en época de postera en dos localidades: 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. Posee una elevación de 70 msnm. y presenta una topografía plana a ligeramente ondulada. Holdridge (1982), La zonificación ecológica es del tipo bosque tropical seco; el suelo tiene profundidad promedio de 0.8 metros y una textura franco arenoso La temperatura medio fue de 26 °C. El segundo ensayo se estableció en Guanacastillo Masaya, ubicado en el km 40 carretera Tipita-Masaya y 3 km hacia el oeste: coordenadas geográficas son 11° 58' 48" latitud norte y 86° 06' 18" longitud oeste; con una altura de 110 msnm. El clima de ambas zonas se caracteriza por tener una precipitación media anual 1170.8 mm; una temperatura media de 26.3°C y una humedad relativa de 79.2%, posee una textura de suelo franco arenoso.

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante la época de estudio en ambas localidades fueron precipitaciones máximas de 200 mm, con temperatura promedio de 25 °C y humedad relativa constante promedio de 80 % (figura 1).

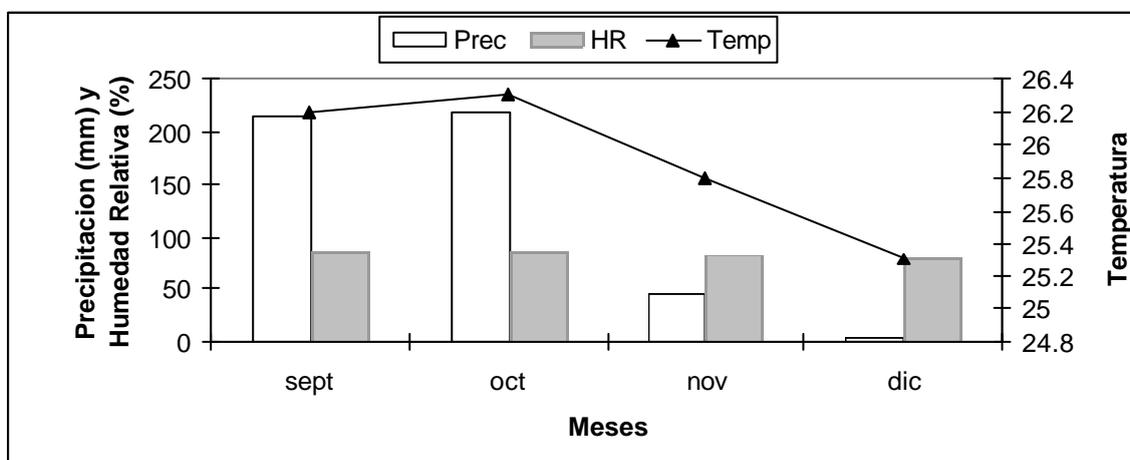


Figura 1. Condiciones climáticas: Prec. (mm), H.R (%) media mensual, Temp. (°C), para ambas localidades CNIA-INTA y Guanacastillo Septiembre – Diciembre del año 2004, (INETER 2004)

5.2. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron 24 líneas de sorgo en ambas localidades. Estas líneas son proveniente de viveros ADIN (All Disease and Insect Nursery), facilitado por el Dr. Larry E. Claflin de la Universidad del Estado de Kansas (KSU) como parte de las actividades de investigación desarrolladas por docentes de la UNA en el Programa Internacional de Investigación en Sorgo y Mijo (INTSORMIL). Estas 24 líneas, se seleccionaron para conocer su reacción al daño causado por plagas y enfermedades (cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de líneas de sorgo evaluadas, por su reacción a plagas y enfermedades en dos localidades CNIA-INTA, Managua y Guanacastillo Masaya, 2004

	fuelle	pedigree
1	03LI6108	SC326-6_IS3758 der/Nigricans
2	03LI6114,15	86EON361_(R5646*SC326-6)
3	03LI6130.31	B.LD6(wxy)_B.BON30*B9502)-LD6wxy
4	03LI6134,35	02CA4624_(Macia*Dorado)-HD12
5	03LI6142,43	B8BR1051_(BTx631*GB102)
6	03LI6144,45	9BRON125_(2241*(R5646*SC326-6)*GR107-90M18)-LG94
7	03LI6148,49	95BRON155_(87BH8606-4*GR127-90M48)-HF30-BG1
8	03LI6152,53	96GCPOB143_(86EO361*GR107-36-3)-LG7-BG1-LG1-
9	03LI6158,59	MB108B_MB108B-7-23/P.Grande
10	01CS358	B.9701_(BTx631*BTx626)-B11
11	01CS361	B.9721_B.MF/RS4490-764-74-C5
12	01CS362	B.9715_(B.8201-**IS9530)-C1-C3
13	00CS5161	R.8901_((SC120*Tx7000)*Tx7000)-10-4-6-
14	01CS386	R.9645_(RTx430*Sureño)-B12
15	01CS478	R.9907_(((TX430*SC326-6)-1-1-2-6*TX435)-18-5-L1*SURENO)-B3-B4
16	01CS487	R.9928_(TX435*TX430)-14-1-L1*DORADO)-B5-B1
17	00CS5327	R.9932_(R9030*TX2892)-C11-CS1
18	03CS268	RTx2917_R.9120/(Tx2894*Tx433)-B13-B1
19	03LI6196,97	Tegemeo_Sooty,Stripe Res.
20	03LI6204,05	SCRM39_Striga Res.
21	03LI6206,07	Sureno_((SC423*SC3541)*E35-1)-1-2/M62650/VG146

22	03LI6210,11	Tx2783_(SC110 der*Capbam)
23	03LI6216,17	BTx631_(BTx378*SC110-9)*BTx631(-4-3-4
24	03LI6224,25	BTx378_IS413,Redian

5.3. Diseño y área experimental

El diseño utilizado fue parcelas experimentales con tres bloques o tres repeticiones en cada ensayo, Cada surco conformó la parcela útil o la unidad de muestreo. En total fueron veinticuatro surcos, equivalentes a la misma cantidad de líneas o entradas evaluadas, cada surco tenía tres metros lineales de largo y fueron espaciados entre si a 0.75 m. Los bloques estaban separados a dos metros entre sí (Anexo 8). El área para cada bloque fue de 54 mt², con un área total de 324 mt² para cada ensayo, en ambas localidades.

5.4. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Variables biológicas
 1. Daño causado por cogollero
 2. Severidad de enfermedades foliares.
 3. Severidad de Mohos en panoja.
- Variables agronómicas.
 1. Altura de la planta
 2. Longitud de panoja.
 3. Exercción de panoja.
 4. Rendimiento del grano.

5.4.1. Daño causado por Cogollero

Para la toma de datos se contabilizó el número de plantas con daño fresco por el gusano cogollero se realizaron muestreos cada 8 días, a través de estimación visual, esta práctica se realizó en cada uno de los ensayos, haciendo uso de una hoja de muestreo (Anexo 7).

5.4.2. Severidad de las enfermedades foliares

Para determinar la severidad de las enfermedades foliares se tomaron datos cada 15 días, se estimó visualmente, haciendo uso de la escala asignando un grado al porcentaje de daño manifiesto en cada línea. Luego se obtuvo un promedio de los grados entre las tres repeticiones de cada tratamiento en ambas localidades. Los datos obtenidos se analizaron de forma descriptiva, utilizando la escala de daño del sorgo propuesta por Frederiksen, 2000, modificada por Gutiérrez, 2006 (Anexo 1).

5.4.3. Severidad de mohos en panoja

En la etapa reproductiva se evaluó la severidad de mohos en panoja en cada línea o entrada basada en la escala propuesta por Frederiksen, 2000. Esta evaluación se hizo de forma visual con la presencia de micelio en la panoja basado en la escala (Anexo 2).

5.4.4. Variables agronómicas

Para obtener el rendimiento y características genotípicas de cada línea se evaluó las siguientes variables agronómicas:

5.4.4.1. Altura de líneas

Se midió desde la base de la planta al nivel del suelo, hasta el ápice de la panoja en cm, al momento de la cosecha.

5.4.4.2. Longitud de la panoja

Se obtuvo midiendo a partir de la base de la panoja hasta su ápice expresada en cm.

5.4.4.3. Ejerción de panoja

La ejerción se midió desde la hoja bandera hasta la base de la panoja, se expresa en cm.

5.4.4.4. Número de plantas cosechadas

Se realizó un conteo de manera individual para cada una de las líneas.

5.4.4.5. Rendimiento (kg ha⁻¹)

Para calcular la variable rendimiento del grano de cada línea se utilizó la ecuación matemática propuesta por Barreto y Raun (1988).

$$\text{kg ha}^{-1} = \left(\frac{\text{PC}}{\text{AU} * 10000 * 0.8} \right) \left(\frac{100 - \%H}{85} \right)$$

kg/ ha = kilogramo por hectárea (kg ha⁻¹)

PC= peso de campo

Au = área útil= 2.25 m²

10,000 = área de una hectárea en metros cuadrados

0.8 = es una constante para sacar porcentaje de desgrane

100 = es una constante

% de humedad = porcentaje de humedad que se midió en el campo con el medidor de humedad

85 = constante para uniformizar los pesos al 15 % de humedad.

5.5. Manejo agronómico

En las dos localidades la preparación del suelo se realizó usando el sistema de labranza convencional, la cual se inició con la limpieza del terreno y consistió en un pase de arado, un pase de grada, un pase de banca y posteriormente el rayado o surcado del terreno para la siembra del material.

La siembra del material se efectuó de forma manual, en la que se depositaron 50 semillas en cada surco, a la vez se suministro fertilizante completo de la fórmula (15–15–15) incorporados al suelo.

Después de 30 días de sembrado se realizó un pase de cultivadora mas la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Urea 46 %) y completo con la fórmula (15–15–15).

La cosecha se efectuó manualmente haciendo uso de tijeras y sacos para cada línea con el propósito de no mezclar el material. Esta se efectuó cuando el cultivo había alcanzado la madurez fisiológica.

5.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos para la variable por daño de cogollero fueron procesados y sometidos a un Análisis de Varianza (ANDEVA) usando el programa estadístico SAS. Para determinar las categorías estadísticas se realizó una separación de medias, utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$), y se determinó la Diferencia Mínima Significativa (DMS), para cada uno de los efectos.

Para evaluar la severidad por enfermedades foliares, se hizo un análisis descriptivo, para lo cual se estableció cinco grupos o categorías según la escala de severidad de enfermedades foliares en sorgo Frederiksen *et al.*, (2000), modificada por Gutiérrez, 2006 (Anexo 1).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Análisis, Estadístico en ambas localidades.

a) En CNIA-INTA el análisis de varianza (ANDEVA) realizado, para la variable cogollero; la separación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$) divide las 24 líneas en siete categorías estadísticas. Siendo la línea **03LI6144,45** con el valor medio mas bajo de afectación , con 3.47 y la línea **03LI6206,07** con 6.15 siendo el valor medio más alto (Cuadro 2).

Notz (1973) evaluando diferentes niveles de infestación en parcelas experimentales observo que infestaciones de hasta un 50% de cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) no producían reducción en los rendimientos. Sin embargo el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) a través de su guía tecnológica No.5 publicada en 1999 reporta que el umbral de daño para el cogollero en el cultivo de sorgo es de 40% para tomar medidas de control para esta plaga. Por su parte MAG 1976, reportan que el cogollero es una de las plagas mas importante del maíz y del sorgo, ya que 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 presenta, tanto en sorgo como en maíz en las siembras de postrera las poblaciones de cogollero son mayores que en las siembras de primera.

b) En Guanacastillo los resultados obtenidos a través del Análisis de Varianza (ANDEVA) muestran que los valores medios mas altos en severidad o daños causados por el gusano cogollero fue la línea **03LI6216,17** con 6.68 y la línea **03CS268** con 2.30 presentó el valor medio mas bajo. El grupo de las líneas **03LI6148,49; 01CS386 ; 01CS362 ; 03LI6210,11 ; 03LI6196,97 ; 03LI6134,35 ; 03LI6144,45 ; 03L16204,05 ; 00CS5161; 00CS5327 ; 03CS268 ; 01CS478 ;** no difieren estadísticamente entre ellas y sus valores oscilan entre 5.01 y 3.71 que representan bajo daño intermedio (cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de valores medios para el daño causado por el gusano cogollero en CNIA-INTA Managua y Guanacastillo Masaya, 2004.

CNIA		Guanacastillo	
Fuentes	medias	Fuentes	medias
03LI6206,07	6.15 ab	03LI6216,17	6.68 ab
00CS5161	6.07 ab	03LI6152,53	5.69 abcd
03CS268	5.65 abcd	03LI6148,49	5.01 abcde
01CS478	5.62 abcd	01CS386	4.89 abcde
03LI6204,05	5.37 abcd	01CS362	4.56 abcde
03LI6224,25	5.35 abcd	03LI6210,11	4.32 abcde
03LI6142,43	5.34 abcd	03LI6196,97	4.30 abcde
03LI6216,17	4.94 abcd	01CS361	4.21 abcde
01CS386	4.94 abcd	03LI6134, 35	4.03 abcde
01CS362	4.93 abcd	03LI6144,45	3.98 abcde
00CS5327	4.93 abcd	03LI6204,05	3.95 abcde
03LI6158,59	4.89 abcd	00CS5161	3.89 abcde
03LI6114,15	4.86 abcd	00CS5327	3.84 abcde
03LI6108	4.84 abcd	01CS478	3.71 abcde
03LI6152,53	4.80 abcd	03LI6206,07	3.67 abcde
01CS487	4.59 abcd	03LI6142,43	3.63 abcde
01CS361	4.56 abcd	01CS358	3.42 def
03LI6134,35	4.40 abcd	03LI6114,15	3.38 def
01CS358	4.35 abcd	03LI6158,59	3.36 def
03LI6148,49	4.31 abcd	03LI6108	3.16 def
03LI6130,31	4.27 abcd	03LI6224,25	2.88 def
03LI6196,97	3.90 cbd	03LI6130,31	2.88 def
03LI6210,11	3.58 cd	01CS487	2.38f
03LI6144,45	3.47 d	03CS268	2.30f
DMS	2.4403		3.0074
R²	0.677		0.7116
CV	34.1384		49.1466

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DMS = Es la diferencia mínima significativa de Tukey

R^2 = Coeficiente de determinación

CV = Coeficiente de variación

6.2. Reacción de las enfermedades en líneas evaluadas

Las enfermedades foliares que afectaron las líneas de sorgo, en ambas localidades fueron Mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis & Everth), Antracnosis [*Colletotrichum graminicola* (Cesati) G. W. Willson], y Mancha zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi* D. Bain & Edgerton ex Deighton). En consecuencia debemos tomar en cuenta que ambas localidades, se encuentran en un mismo perímetro por lo que se ven afectadas por las mismas condiciones climáticas y esto provoca la presencia de una similitud de plagas y enfermedades que afectan el cultivo del sorgo.

La enfermedad que predominó por su mayor severidad en las líneas evaluadas fue la Antracnosis, seguido de Mancha zonada y Mancha gris en ambas localidades. Las líneas evaluadas en la localidad de Guanacastillo, presentaron menor grado de severidad por enfermedades foliares. (Figura 2 y 3). De las 24 líneas evaluadas en ambas localidades 6 de ellas no presentaron afectación por enfermedades foliares (Cuadro 3).

Durante la etapa reproductiva las líneas fueron afectadas por mohos de la panoja. Los géneros de hongos asociados a los mohos de la panoja que se identificaron fueron: *Fusarium moniliforme* Sheldon, *Aspergillus flavus* (Link) y *Curvularia lunata* (Wakk) Boedijn. Los mayores promedios de severidad se registraron en líneas evaluadas en CNIA-INTA.

Cuadro 3. Líneas que no presentaron afectación por enfermedades foliares y su rendimiento de grano en CNIA-INTA Managua y Guanacastillo Masaya, 2004.

Líneas	CNIA-INTA		Guanacastillo	
	Enfermedades foliares	Rendim. kg /ha	Enfermedades foliares	Rendim. kg /ha
03LI6114,15	R-NP	2238.85	R-NP	2852.60
03LI6130.31	R-NP	2290.72	R-NP	1683.24
03LI6142,43	R-NP	1363.56	R-NP	2346.67
03LI6144,45	R-NP	1874.61	R-NP	2355.24
03LI6152,53	R-NP	1736.58	R-NP	2625.36

01CS386	R-NP	1184.84	R-NP	2474.25
01CS478	R-NP	1470.22	R-NP	1901.49
03LI6216,17	-	1649.57	R-NP	2245.33
03LI6206,07	-	4586.14	R-NP	2858.67

R-NP= Resistente enfermedad no presente

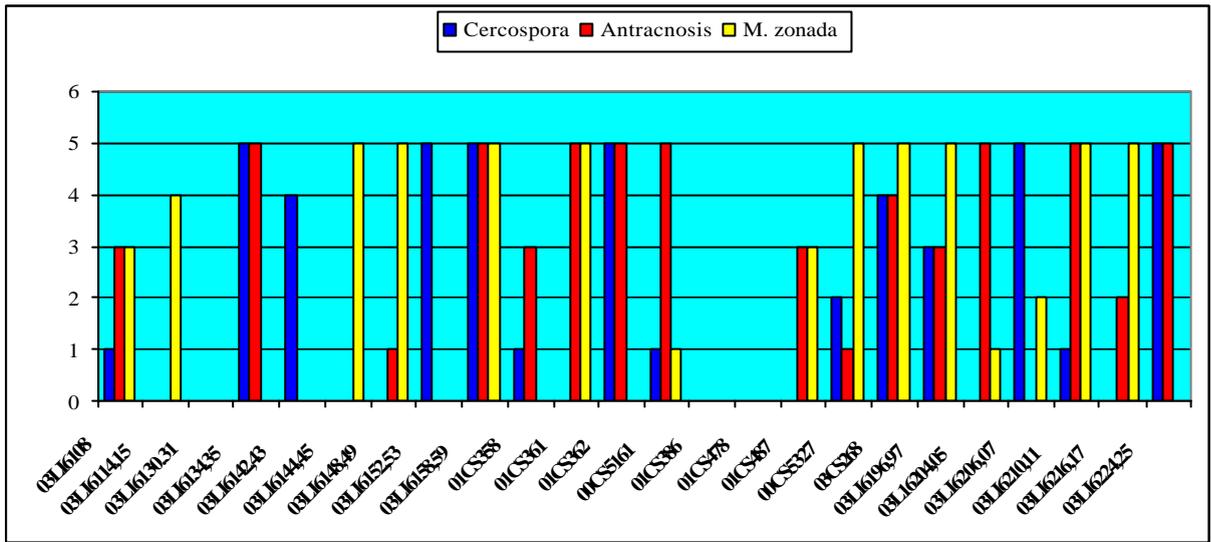


FIGURA 2. Severidad de las enfermedades foliares (Mancha Gris, Antracnosis, Mancha Z.) en sorgo CNIA-INTA Managua, 2004.

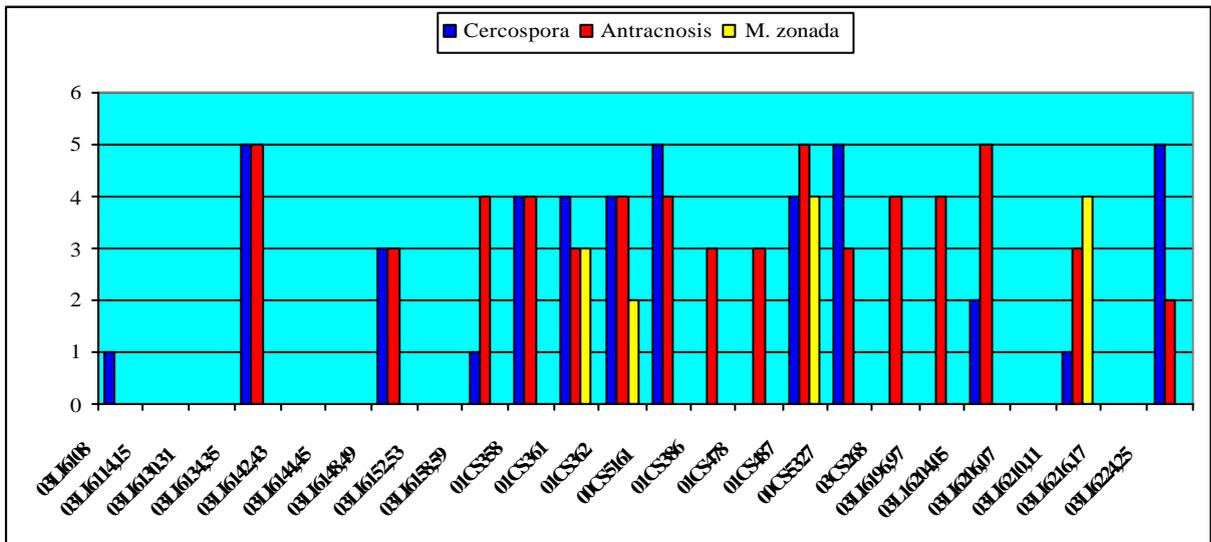


FIGURA 3. Severidad de las enfermedades foliares (Mancha Gris, Antracnosis, Mancha Z.) en sorgo Guanacastillo Masaya, 2004.

6.2.1 Reacción de las líneas evaluadas en CNIA-INTA

6.2.1.1 Severidad de enfermedades foliares en líneas evaluadas

Los factores que influyeron en el mayor grado de severidad de las enfermedades en las líneas evaluadas en CNIA-INTA fueron: El uso de riego que permitió condiciones micro climáticas de humedad en la planta, lo cual favoreció la diseminación. El tipo de riego por aspersión utilizado favoreció la diseminación de las esporas de los hongos causantes de estas enfermedades foliares. Estudios realizado por Araúz (1998) señalan que el salpique de gotas de agua provenientes del riego por aspersiones es un mecanismo común de diseminación de hongos.

Otro factor que influyó en el desarrollo de las enfermedades fue, la presencia y concentración de inóculo debido a la siembra continua de sorgo y maíz, en áreas aledañas donde se encontraba el ensayo.

En el CNIA-INTA se registraron las siguientes enfermedades foliares: Mancha gris de la hoja, Antracnosis y Mancha zonada. De las 24 líneas evaluadas 10 no presentaron afectación por estas enfermedades; 4 resultaron resistentes (R); 1 moderadamente resistentes (MR); 2 moderadamente susceptibles (MS) y 5 altamente susceptibles (AS). Por Antracnosis 8 genotipos no fueron afectados; 2 fueron considerados resistentes (R); 1 moderadamente resistente (MR); 4 susceptibles (S); 1 moderadamente susceptible (MS) y 8 altamente susceptibles (AS). Por la enfermedad Mancha zonada, 9 líneas no fueron afectadas; 2 fueron resistentes (R); 1 moderadamente resistente (MR); 2 susceptibles (S); 1 moderadamente susceptibles (MS) y 9 altamente susceptibles (Anexo 3).

Investigaciones concernientes a la evaluación de líneas de sorgo realizadas en el año 2001 por Aguilar y Barrera y otra por Navarrete y Zeledón en la localidad de CNIA-INTA Managua mostraron que la enfermedad que predominó en las líneas de sorgo fue

Antracnosis. La segunda enfermedad de predominio de acuerdo a su severidad fue Mancha gris de la hoja.

Resultados similares se obtuvieron en estudio realizado por Espinoza en el 2003, en líneas de sorgo evaluadas en tres localidades diferentes en que la localidad CNIA-INTA, las líneas mostraron mayor grado de severidad. De acuerdo a las tres investigaciones planteadas en los años 2001 y 2003 coinciden con el grado de severidad por enfermedades foliares.

6.2.1.2 Severidad de mohos en panoja en líneas evaluadas

Compton (1990) señala que el sorgo a los 50 dds inicia a emerger la inflorescencia, a los 60 dds se da la antesis o floración, a los 70 dds el sorgo esta en etapa reproductiva y a los 80 dds se da el desarrollo de masa de hongos.

En la localidad CNIA-INTA, la reacción de las 24 líneas al daño causado por mohos en panoja muestra que un grupo conformado por 8 de las líneas **03LI6114,15; 03LI6148,49 ; 03LI6142,43 ; 03LI6216,17 ; 03CS268 ; 03LI6196,97 ; 03LI6210,11 ; 03LI6130.31** no presentaron afectación alguna, y 4 de las líneas **03LI6108; 03LI6144,45; 03LI6152,53 y 01CS358** que resultaron ser (Mr) moderadamente resistentes (Anexo 4).

Resultados similares se obtuvo en estudio realizado por Espinoza en el 2003, para la reacción de las líneas por moho de la panoja en la localidad CNIA-INTA. Las condiciones climáticas en dicha zona en los meses de Septiembre y Octubre favorecieron el desarrollo de mohos en la panoja (figura 1 y 4).

Williams *et al.* (1978) afirma que si llueve frecuentemente o se aplica riego en la etapa reproductiva esto favorece la diseminación de las esporas de los hongos causante de estas enfermedades en el grano.

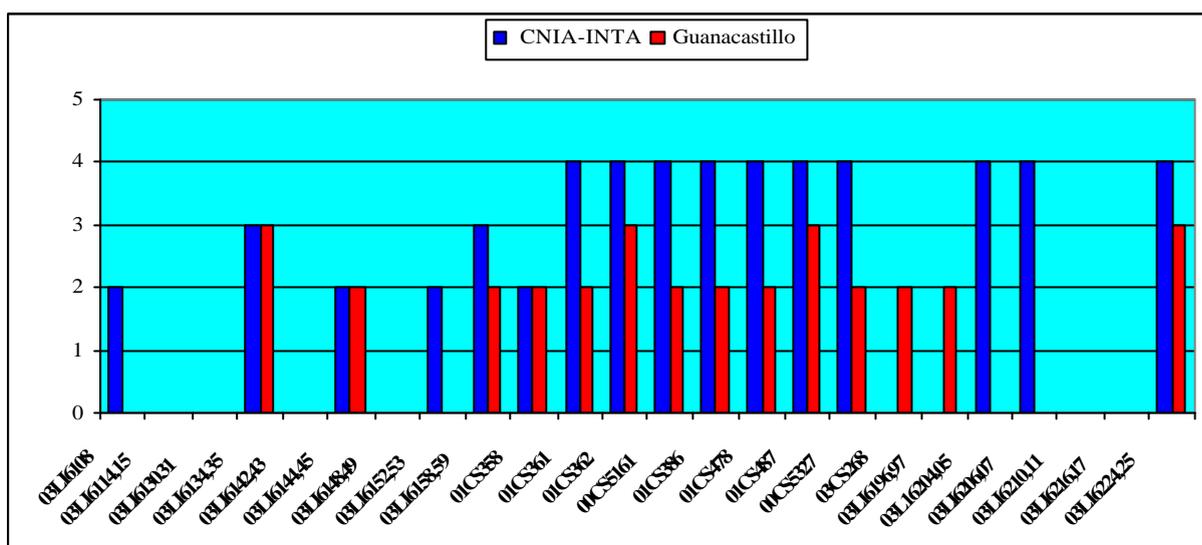


FIGURA 4. Severidad de Mohos en panoja del sorgo CNIA-INTA Managua y Guanacastillo Masaya, 2004.

6.2.2 Reacción de las líneas evaluadas en Guanacastillo

6.2.2.1 Severidad de enfermedades foliares en líneas evaluadas

De las líneas evaluadas en Guanacastillo, para Mancha Gris de la hoja 11 no presentaron afectación; 3 mostraron ser resistente (R); 1 moderadamente resistente; 1 susceptible (S); 4 moderadamente susceptible (Ms); y 4 altamente susceptible (As). Para Antracnosis 8 genotipos no presentaron afectación; 1 moderadamente resistente (Mr); 6 fueron susceptible (S); 6 moderadamente susceptible (Ms) y 3 altamente susceptible (As). Para Mancha Zonada 20 líneas no presentaron afectación por esta enfermedad; 1 moderadamente resistente (Mr); 1 susceptible (S); y 2 fueron consideradas moderadamente susceptible (Anexo 3).

6.2.2.2 Severidad de mohos en panoja en líneas evaluadas

Del as 24 líneas evaluadas en Guanacastillo algunas no fueron afectadas por la enfermedad Moho en panoja siendo estas las siguientes: 03LI6108 ; 03LI6114,15 ; 03LI6130.31 ; 03LI6142,43 ; 03LI6148,49 ; 03LI6152,53 ; 03L16204,05 ; 03LI6206,07 ; 03LI6210,11 ; 03LI6216,17 a diferencia de las líneas 03LI6144,45 ; 03LI6158,59 ; 01CS358 ; 01CS361 ; 00CS5161 ; 01CS386 ; 01CS478 ; 00CS5327 ; 03CS268 ;

03LI6196,97, que resultaron Moderadamente resistentes (MR) a dicha enfermedad (Anexo 4) y (Figura 4).El resultado de los datos muestran que en Guanacastillo ninguna de las líneas, alcanzo el máximo grado de afectación por Moho en panoja , a diferencia de la localidad de CNIA- INTA que si se obtuvieron resultados hasta de grado 4 de afectación de la panoja.

6.4. Variables agronómicas

6.4.1. Altura de planta

El sorgo es generalmente una planta con un solo tallo, pero varía mucho en su capacidad de ahijamiento dependiendo de la variedad, la población de plantas y el ambiente. La altura varía de 0.45 metros a más de 4 m y depende el número de nudos que es igual al número de hojas producidas y es una función del periodo hasta la madurez de la planta. La altura también depende de las longitudes del entrenudo, el pedúnculo y la panícula, y todos estos factores están bajo control genético separado (Doggett 1988).

En la localidad CNIA-INTA, la línea **01CS355** (97.33 cm) presentó una menor altura de planta; sin embargo, el grupo formado por los genotipos **03LI6206,07** (217 cm), **03LI6196,97** (163.67 cm), **03LI6212,13** (163 cm) y **03LI6216,17** (161 cm) obtuvieron la mayor altura (Anexo 5).

En la localidad de Guanacastillo, la línea **01CS355** (65.83 cm) presentó una menor altura de planta, en cambio los genotipos **03LI6206,07** (169.33 cm), **03L16204,05** (154 cm), **03LI6216,17** (153.67 cm) obtuvieron la mayor expresión de este carácter (Anexo 6).

En las dos localidades (CNIA-INTA y Guanacastillo) la línea **03LI6206,07** fue la que presentó la mayor altura hasta de 217 cm, esta característica de la planta hace que se dificulte la cosecha, pero es deseable para cultivarlo como sorgo para forraje, por su altura tiene mayor cantidad de biomasa comparada con una línea de menor altura.

6.4.2. Ejerción de panoja

Este carácter es de importancia para las cosechas mecanizadas y manual del sorgo (Doggett 1988). En la localidad CNIA-INTA, las líneas formadas por el grupo **03LI6142,43** (3.67 cm), **03LI6136,37** (4.33 cm), **03LI6218,19** (5.33 cm) presentaron los menores valores de ejerción de panoja no obstante los genotipos **03LI6208,09** (26.67 cm), **03CS268** (26 cm), **03LI6106,07** (25.67 cm) manifestaron la mayor ejerción de panoja. (Anexo 5).

En la localidad de Guanacastillo; se encontró que el grupo formado por las líneas **03LI6136,37** (1.67 cm), **03LI6210,11** (1.33 cm), **03LI6114,15** (1cm) tuvieron los menores valores de ejerción de panoja y los genotipos **00CS5161** (18.33 cm), **03LI6224,25** (17.33 cm), **00CS5327** (17 cm), **01CS361** (17 cm) presentaron mayores valores de Ejerción de panoja (Anexo 6)

La ejerción, está controlada genéticamente; pero los factores ambientales como la deficiencia de agua, pueden ejercer efectos pronunciados (Compton, 1990). Es de mucha importancia considerar en la recolección mecanizada, si se tienen variedades con poca ejerción, al cosecharse ocasiona una mayor cantidad de materia extraña, ocasionando baja calidad del grano (Somarriba, 1997).

6.4.3. Longitud de panoja

La panoja del sorgo, puede ser corta y compacta o suelta y abierta; de 4 a 25 cm o más de longitud, y de 2 a 20 cm o más de ancho. La panícula usualmente crece erecta en el ápice del tallo, pero puede ser encorvada (House, 1982). En la localidad CNIA-INTA se encontró que las líneas **03LI6106,07** (42.33cm), **03LI6136,37** (36 cm), **03LI6146,47** (35.33 cm), **03LI6122,23** (34.67 cm), **03LI6158,59** (34.33 cm), **03LI6130.31** (34 cm), **03LI6144,45** (34 cm), **03LI6128,29** (33 cm), **01CS426** (33 cm), **03LI6142,43** (32.67 cm), **03LI6214,15** (32 cm), **03LI6150,51** (32cm), tuvieron la mayor longitud de panoja, característica muy deseable en una variedad de sorgo. Las más bajas longitud de panoja fueron obtenidas por los genotipos **03LI6222, 23** (18 cm) y **03LI6224,25** (16.33 cm) (Anexo 5).

No obstante, en la localidad Guanacastillo, se encontró que las líneas **03XB1BRON186** (35.67 cm), **03LI6122,23** (35.33 cm), **03LI6216,17** (33.67 cm), **03LI6150,51** (32.67cm), **03LI6208,09** (32 cm), tuvieron la mayor longitud de panoja;

mientras que las líneas **03LI6224,25** (19 cm) y **01CS361** (20 cm), obtuvieron las más bajas expresiones de longitud de panoja (Anexo 6).

6.4.4. Rendimiento del grano.

6.4.4.1 Rendimiento del grano en líneas evaluadas en CNIA-INTA

El rendimiento del grano es el producto de número de granos por unidad de área de terreno y el peso por grano. El número de granos está frecuentemente correlacionado con el rendimiento final del grano y está influenciado por el número de inflorescencia, espiguillas por inflorescencia, florecillas por espiguillas y por la proporción de florecillas que llegan a producir granos (Compton, 1990).

Para CNIA-INTA 6 líneas de las 24 evaluadas presentan rendimientos por encima de los 2500 kg/ha⁻¹ de rendimiento, donde se presentan los genotipos **03LI6108**, 3098.14 kg/ha⁻¹, **03LI6134,35**, 3224.26 kg/ha⁻¹, **01CS361**, 3025.17 kg/ha⁻¹, **03LI6196,97**, 3112.58 kg/ha⁻¹, **03LI6206,07**, 4586.14 kg/ha⁻¹, **03LI6210,11**, 2579.35 kg/ha⁻¹ con un óptimo rendimiento (Anexo 5).

6.4.4.2. Rendimiento del grano en líneas evaluadas en GUANACASTILLO-MASAYA.

En la localidad Guanacastillo resultados obtenidos muestran que 10 líneas de las 24 evaluadas alcanzaron rendimiento por encima de los 2500 kg/ha⁻¹, donde los genotipos **03LI6114,15**, 2852.60 kg/ha⁻¹, **03LI6134,35**, 2612.29 kg/ha⁻¹, **03LI6148,49**, 3166.43 kg/ha⁻¹, **03LI6152,53**, 2625.36 kg/ha⁻¹, **03LI6158,59**, 3057.88 kg/ha⁻¹, **01CS487**, 2890.08 kg/ha⁻¹, **00CS5327**, 2611.14 kg/ha⁻¹, **03LI6196,97**, 3662.43 kg/ha⁻¹, **03LI6210,11**, 2659.24 kg/ha⁻¹, **03LI6216,17**, 2858.67 kg/ha⁻¹ (Anexo 6).

De lo anterior descrito el mayor número de líneas con alto rendimiento resultó en la localidad CNIA-INTA, aunque estas mostraron mayor severidad por enfermedades.

VII. CONCLUSIONES

1. La severidad de cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith), es diferente en cada línea de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], en las dos localidades, ya que en CNIA-INTA. La línea 03LI6144,45 presentó el menor número de cogolleros, con una media de 3.47. Así mismo la línea 01CS355 presentó mayor número de cogolleros, con una media de 6.15. Y en Guanacastillo la línea 03LI6216,17 presentó el mayor número de cogolleros, con una media 6.68 y la línea 03CS268 presentó el menor número de cogollero, con una media de 2.30.
2. Todas las líneas fueron afectadas por gusano cogollero en ambas localidades (CNIA-INTA; Guanacastillo).
3. Las enfermedades foliares que afectaron en las 24 líneas de sorgo en las dos localidades fueron: Antracnosis causada por *Colletotrichum graminicola* G. W. Wilson; mancha gris causada por *Cercospora sorghi* Ellis & Everth y mancha zonada de la hoja causada por *Gloeocercospora sorghi* D. Bain & Edgerton ex Deighton. La antracnosis fue la enfermedad foliar que predominó por su severidad en las líneas evaluadas.
4. Las líneas: 03LI6114,15, 03LI6130.31, 03LI6142,43, 03LI6144,45, 03LI6152,53, 01CS386, 01CS478, 03LI6216,17, 03LI6206,07; en ambas localidades (CNIA-INTA; Guanacastillo) no presentaron enfermedades foliares.
5. El grupo de líneas **03LI6106,07 ; 03LI6114,15 ; 03LI6130.31 ; 3LI6140,41; 03LI6142,43 ; 03LI6148,49 ;03LI6202,0 ;LI6208,09 ;03LI6210,11 ;03LI6216,17** resultaron sin afectación alguna por mohos en panoja en ambas localidades.
6. Las líneas 03LI6196,97 y 03LI6212,13 presentaron la mayor altura de planta en la localidad CNIA- INTA y en Guanacastillo la línea de mayor altura fue la línea 03LI6206,07.
7. En la localidad CNIA-INTA, las líneas **03LI6208,09** y **03CS26** manifestaron la mayor ejerción de panoja. Sin embargo en la localidad de Guanacastillo la línea **CS5161** fue la que presentó la mayor ejerción de panoja.

8. De las 24 líneas en estudio la línea 03LI6106,07 presentó la mayor longitud de panoja en CNIA- INTA y en Guanacastillo las líneas con mayor longitud de panoja fueron 03XB1BRON186 y 03LI6122,23.

9. las líneas que obtuvieron los mayores rendimientos fueron las cosechadas en la localidad CNIA-INTA.

10. En CNIA-INTA las líneas **03LI6206,07** ($4586.14 \text{ kg/ha}^{-1}$), **03LI6134,35** ($3224.26 \text{ kg/ha}^{-1}$), **03LI6196,97** ($3112.58 \text{ kg/ha}^{-1}$), **03LI6108** ($3098.14 \text{ kg/ha}^{-1}$), **01CS361** ($3025.17 \text{ kg/ha}^{-1}$) produjeron los mejores rendimientos de grano. Sin embargo en Guanacastillo las líneas que presentaron el mas alto rendimiento fue el grupo formado por las líneas **03LI6196,97** ($3662.43 \text{ kg/ha}^{-1}$), **03LI6148,49** ($3166.43 \text{ kg/ha}^{-1}$), **03LI6158,59** ($3057.88 \text{ kg/ha}^{-1}$).

VIII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el comportamiento de las líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] que resultaron resistentes a las enfermedades foliares en diferentes zonas del país.
2. Seleccionar las mejores líneas en cuanto su reacción a plagas y evaluarlas bajo diferentes condiciones climáticas.
3. Seleccionar materiales para evaluar otras variables y otros factores con un mayor número de bloques o repeticiones.
4. Aplicar la rotación de cultivo en la localidad de CNIA-INTA para disminuir la severidad de enfermedades.
5. Realizar estudios de adaptabilidad para las líneas de mayores rendimientos en la localidad Guanacastillo, basada en los resultados obtenidos en el presente estudio.

IX. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, C.; A. BARRERA. 2001. 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. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. p 1-20.
- AGRIOS, G. N. 1991. Fitopatología. 2da. ed. Grupo Noriega Editores. México. 756 p.
- AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY APS 2000. Compendium of Sorghum Diseases. 2nd Edition. St. Paul Minnesota, U.S.A. 78 p.
- ANUARIO. Producción. Estadística. Roma, 2003. 56 no. 176.
- APONTE, O. y F. MORILLO. 1981. Problemática entomológica del sorgo en el estado portuguesa IX curso sobre Entomología general y manejo integrado de plagas.
- BARRETO, H. J.; RAUN, W. R. 1988. El Ayudante de Datos MST. Guía para la Operación del Software. Centro Internacional de Manejamiento de Maíz y Trigo. América Central.
- CASTAÑO, J.; RIO, 1994. Guía para el diagnóstico y el control de enfermedades de importancia económica. Escuela Agrícola Panamericana. 3a. ed. Tegucigalpa, Honduras. p 103-182.
- 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.12 p.
- COMPENDIUM OF SORGHUM DISEASES. 2000. 2da. ed. The American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota, U.S.A. 78 p.
- COMPTON, L.P. 1985. La producción de sorgo y mijo. ICRISAT, CMMYT. México.

- COMPTON, L.P. 1990. Agronomía del sorgo. Programa de mejoramiento de sorgo del ICRISAT para América Latina p 20 /p 151-157/p 184 – 189.
- COOK, A, A. 1981. Diseases of tropical and subtropical field, fiber and oil plants. Macmillan publishing co., Inc. New York. (USA).p. 934.
- CHAVEZ T., H. 1990. Aspectos bioecológico, muestreo, 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 Centro Occidental Lisandro Alvarado. (Barquisimeto). Multigrafiado. 12-18 p.
- DOGGETT, H. 1988. *Sorghum*. 2da. ed. p. 512.
- ENTOMOLOGÍA. MARACAY, JULIO DE 19980. Sociedad Venezolana de Entomología. p 115-122.
- ESPINOZA A. 2003. Evaluación de 20 líneas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] por su reacción a enfermedades en tres localidades de Nicaragua. Postrera. Tesis de Ing. Agron. UNA Managua Nicaragua. 67p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 1995. *Sorgo y el Mijo en la nutrición humana*. Roma. 208p.
- FREDERIKSEN, R. A. 2000. *Diseases and Disease Management in Sorghum, Sorghum: Origin, History, Technology, and Production*, C. Wayne Smith, John Wiley & Sons, Inc.
- GARCIA R, J.L. YS. 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

- GUTIÉRREZ PALACIOS ND, 2004. Caracterización del fotoperiodismo y agromorfología de 14 variedades de sorgo MILLON (*Sorghum bicolor* L. Moench) en tres épocas de siembra en CNIA, Managua. Tesis de Ing. Agron. UNA. Managua, Nicaragua. 66p.
- GAVARRETE ARAICA GR, & ZELEDON TORRES JF, 2002. Evaluación preliminar de 20 líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), por su reacción a plagas y enfermedades. INTA-CNIA, 2001. AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY APS 2000. Tesis de Ing. Agron. UNA. Managua, Nicaragua. 53p.
- GELVEZ, J. 1980. Problemática entomológica de las gramíneas. Cultivo del sorgo *Sorghum bicolor* (L). Moench. Resúmenes del V Congreso Venezolano de
- HOUSE, L. 1982. El Sorgo. Guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma de Chapingo. (México). p. 425.
- HOLDRIDGE, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José. (Costa Rica). p 216.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 1999. Guía Tecnológica. Cultivo del Sorgo. Managua, Nicaragua.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2004. Resumen Meteorológico Anual. Dirección General de Meteorología. Managua, Nicaragua.
- IICA, 2003. Estudio de la cadena de comercialización del sorgo. La PRENSA S.A., EDITARTE, Managua, Nicaragua. 71p.
- MAG. 1976. Guía de control integrado de plagas de maíz, sorgo y frijol. Managua, Nicaragua. 47p.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Foresta). 2000. Agricultura y Desarrollo. Managua, Nicaragua. 2002.

- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Foresta). 2005. Informe de producción al 31 de Diciembre. Managua, Nicaragua. 2005. 39 p.
- MUGHOGHO, L. K. 1982. Strategies for sorghum disease control. In: ICRISAT. 1982. Sorghum in the Eighties. Proc. Int. Symp. on Sorghum, ICRISAT, INDIA.
- NARVÁEZ, C. ANTON, T. HERNANDEZ, E. 1996. Pruebas de diferentes productos botánicos en la especie *Spodoptera frugiperda*, *Heliothis virescens* y *Nezara viridula*. En: Taller latinoamericano sobre bioplaguicida (1ro al 28 de Octubre al 1 de Noviembre 1996) Zamorano, Honduras. P27.
- NOTZ, A. 1973. Estudio preliminar de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidóptero: Noctuidae) en el estado Portuguesa, Venezuela. Trabajo de Ascenso. Fac. De agronomía. Universidad Central de Venezuela. (Maracay). 31 p.
- PINEDA, L.L. 1994. Manual de producción de sorgo granífero en Nicaragua bajo condiciones de secano. Managua, Nicaragua.
- ROBLES, S. R 1986. Genética Elemental y Fitomejoramiento Práctico. LIMUSA. 1ra. ed. 477p.
- SAUNDERS, J.L. KING, A.B.S. 1984. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 182 P
- 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.

- TRABANINO ROGELIO. 1997. Guía para el manejo de plagas de invertebrados en Honduras. ZAMORANO ACADEMIC PRESS. S. ed. Zamorano, Honduras. 156 p.
- VALLE VALLE KJ, & TOLEDO GUTIERREZ IC, 2003. Evaluación agronómica de veinticuatro líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en el municipio de Zambrano. Tesis de Ing. Agron. UNA. Managua, Nicaragua. 35p.
- WALL, J.S. ROSS, W.M. 1975. Produccion y usos del sorgo. Andres O. Bottaro. Hemisferio Sur, S.R.L. Argentina. 399p.
- WESTCOTT, C. 1950. Plant disease handbook. USA. p. 746
- WILLIAMS, R. J.; FREDERIKSEN, R. A.; GIRARD, J.C. 1978. Manual para la identificación de las enfermedades del sorgo y mijo. Instituto Internacional de Investigaciones de Cultivos para los Trópicos (ISCRASAT) y Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Texas A & M, Texas. USA. no.2. 88 p.
- ZELEDÓN, J. & PITRE, H. 2002. Manejo de plagas y Enfermedades de sorgo. University, Mississippi State. p. 271.

X. ANEXOS

Anexo 1. Escala de severidad de daño para las enfermedades foliares. (Frederiksen *et al.*, 2000), modificada por (Gutiérrez, 2006).

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

Anexo 2. Escala propuesta para evaluar la severidad de mohos en panoja (Frederiksen, 2000).

Grados	Descripción de daños	Categoría
0	Panoja sana.	
1	12 % de la panoja con moho	Resistente
2	25 % de la panoja con moho	Moderadamente resistente
3	Mitad de la panoja con moho	Moderadamente susceptible
4	Toda la panoja con moho	Susceptible
5	Panoja seca	Altamente susceptible

Anexo 3. Reacción de las líneas de sorgo a las enfermedades foliares evaluadas en CNIA-INTA Managua y Guanacastillo Masaya; Nicaragua, 2004.

Fuente	CNIA-INTA				Guanacastillo			
	Enfermedades foliares			Rendim. kg /ha	Enfermedades foliares			Rendim. kg /ha
	M. gris	Antrac	M. zonad.		M. gris	Antrac	M. zonad.	
03LI6108	R	S	S	3098.14	R			1347.87
03LI6114,15				2238.85				2852.60
03LI6130.31				2290.72				1683.24
03LI6134,35	As	As		3224.26	As	As		2612.29
03LI6142,43				1363.56				2346.67
03LI6144,45				1874.61				2355.24
03LI6148,49		R	As	1826.82	S	S		3166.43
03LI6152,53				1736.58				2625.36
03LI6158,59	As	As	As	2420.81	R	Ms		3057.88
01CS358	R	S		2068.60	Ms	Ms		1615.79
01CS361		As	As	3025.17	Ms	S	S	2062.85
01CS362	As	As		1827.35	Ms	Ms	Mr	2209.99
00CS5161	R	As	R	1388.76	As	Ms		1933.39
01CS386				1184.84				2474.25
01CS478				1470.22				1901.49
01CS487		S	S	2040.89	Ms	As	Ms	2890.08
00CS5327	Mr	R	As	1342.22	As	S		2611.14
03CS268		Ms	As	1194.25		Ms		1291.92
03LI6196,97	S	S	As	3112.58		Ms		3662.43
03LI6204,05		As	R	2106.25	Mr	As		2371.76
03LI6206,07	As		Mr	4586.14				2245.33
03LI6210,11	R	As	As	2579.35	Ms	S	Ms	2659.24
03LI6216,17		Mr	As	1649.57				2858.67
03LI6224,25	As	As		1108.18	As	Mr		1111.95

R = Resistente Mr = Moderadamente resistente Ms = Moderadamente susceptible

S = Susceptible As = Altamente susceptible

Anexo 4. Reacción de las líneas de sorgo a la enfermedad del moho en panoja en la localidad de CNIA-INTA Managua y Guanacastillo Masaya; Nicaragua, 2004.

Fuentes	CNIA-INTA		Guanacastillo	
	Grados	Clasificación	Grados	Clasificación
03LI6108	2	Mr	0	
03LI6114,15	0		0	
03LI6130,31	0		0	
03LI6134,35	3	Ms	3	Ms
03LI6142,43	0		0	
03LI6144,45	2	Mr	2	Mr
03LI6148,49	0		0	
03LI6152,53	2	Mr	0	
03LI6158,59	3	Ms	2	Mr
01CS358	2	Mr	2	Mr
01CS361	4	S	2	Mr
01CS362	4	S	3	Ms
00CS5161	4	S	2	Mr
01CS386	4	S	2	Mr
01CS478	4	S	2	Mr
01CS487	4	S	3	Ms
00CS5327	4	S	2	Mr
03CS268	0		2	Mr
03LI6196,97	0		2	Mr
03LI6204,05	4	S	0	
03LI6206,07	4	S	0	
03LI6210,11	0		0	
03LI6216,17	0		0	
03LI6224,25	4	S	3	Ms

R = Resistente

Mr = Moderadamente resistente

Ms = Moderadamente susceptible

S = Susceptible

As = Altamente susceptible

Anexo 5. Altura de planta, ejercerión, longitud de panoja y rendimiento de 24 líneas de sorgo en la localidad CNIA-INTA. Managua

Fuentes	No. De plantas cosechadas	Logn. de panic (cm).	Excerción (cm).	Rendimiento (kg/ha⁻¹).
03LI6108	11.00	112.00	24.00	3098.14
03LI6114,15	24.00	113.67	29.33	2238.85
03LI6130,31	18.00	122.00	34.00	2290.72
03LI6134,35	29.33	155.33	23.67	3224.26
03LI6142,43	17.67	123.67	32.67	1363.56
03LI6144,45	23.33	128.00	34.00	1874.61
03LI6148,49	19.67	125.33	28.00	1826.82
03LI6152,53	15.00	113.33	27.67	1736.58
03LI6158,59	24.33	153.33	34.33	2420.81
01CS358	17.00	130.00	25.00	2068.60
01CS361	20.33	111.00	25.00	3025.17
01CS362	20.33	136.00	25.00	1827.35
00CS5161	13.00	116.33	26.00	1388.76
01CS386	10.67	136.67	28.67	1184.84
01CS478	8.67	144.67	30.00	1470.22
01CS487	21.67	131.33	23.33	2040.89
00CS5327	18.67	115.67	29.00	1342.22
03CS268	13.00	111.33	24.67	1194.25
03LI6196,97	17.67	163.67	27.00	3112.58
03LI6204,05	15.67	159.67	22.00	2106.25
03LI6206,07	19.00	217.00	22.67	4586.14
03LI6210,11	19.67	124.67	23.33	2579.35
03LI6216,17	20.00	161.00	30.67	1649.57
03LI6224,25	22.33	122.00	16.33	1108.18

Anexo 6. Altura de planta, exerción, longitud de panoja y rendimiento de 24 líneas de sorgo en la localidad de Guanacastillo

Fuentes	No. De plantas cosechadas.	Altura (cm).	logn. de panic (cm).	Excerción (cm).	Rendimiento (kg/ha⁻¹).
03LI6108	5.67	117.00	22.33	6.67	1347.87
03LI6114,15	14.00	120.00	27.67	1.00	2852.60
03LI6130,31	11.67	106.33	28.33	4.33	1683.24
03LI6134,35	14.00	148.67	26.67	10.00	2612.29
03LI6142,43	13.00	118.67	29.67	6.00	2346.67
03LI6144,45	18.67	116.00	31.33	11.67	2355.24
03LI6148,49	19.33	123.33	26.67	16.00	3166.43
03LI6152,53	12.33	117.00	29.33	3.67	2625.36
03LI6158,59	16.00	140.33	30.67	3.00	3057.88
01CS358	12.67	118.67	25.67	16.33	1615.79
01CS361	15.33	97.33	20.00	17.00	2062.85
01CS362	15.00	117.00	28.33	12.00	2209.99
00CS5161	17.00	117.00	27.67	18.33	1933.39
01CS386	17.00	121.33	26.00	12.67	2474.25
01CS478	12.67	131.67	31.00	16.67	1901.49
01CS487	19.33	120.67	24.67	9.67	2890.08
00CS5327	18.67	126.67	28.67	17.00	2611.14
03CS268	11.33	113.33	29.67	12.00	1291.92
03LI6196,97	14.67	137.67	27.00	11.67	3662.43
03LI6204,05	13.00	154.00	23.00	14.00	2371.76
03LI6206,07	7.67	169.33	26.33	12.67	2245.33
03LI6210,11	16.00	124.33	24.00	1.33	2659.24
03LI6216,17	17.33	153.67	33.67	8.00	2858.67
03LI6224,25	7.33	132.00	19.00	17.33	1111.95

Anexo 7. Hoja de muestreo para la evaluación de plagas y enfermedades del Sorgo.

INTSORMIL
Hoja de datos para los ADINES

Fecha: _____ Finca: _____ Repetición _____

Entrada	Hel	Cerc	Antra	M.zon	Fusar	Spod	Tricho	Chin	Mosca	Tije	Ar	Otros
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

