

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



*“Por un desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

**TRABAJO DE TESIS
EVALUACIÓN DE NIVELES DE DAÑOS POR EL COGOLLERO
(*Spodoptera frugiperda* J. E Smith) Y SEVERIDAD DE ENFERMEDADES
FOLIARES DEL SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH], Y SU
EFECTO EN EL RENDIMIENTO, TISMA, MASAYA, 2004**

AUTOR:

Br. ROBERTO CARLOS DÁVILA BORGE

ASESORES:

Ing. M.Sc. MARTHA ZAMORA SOLÓRZANO

Ing. M.Sc. YANET GUTIERREZ GAITAN

**MANAGUA, NICARAGUA
JUNIO, 2006**

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



*“Por un desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

**TRABAJO DE TESIS
EVALUACIÓN DE NIVELES DE DAÑOS POR EL COGOLLERO
(*Spodoptera frugiperda* J. E Smith) Y SEVERIDAD DE ENFERMEDADES
FOLIARES DEL SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH], Y SU
EFECTO EN EL RENDIMIENTO, TISMA, MASAYA, 2004**

AUTOR:

Br. ROBERTO CARLOS DÁVILA BORGE

ASESORES:

**Ing. M.Sc. MARTHA ZAMORA SOLÓRZANO
Ing. M.Sc. YANET GUTIERREZ GAITAN**

**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
JUNIO, 2006**

DEDICATORIA

Acto que dedico sobre todas las cosas a **DIOS** por su amor infinito, por ser la razón de mi existencia que me ha regalado la vida para aprovecharla a cada instante.

A la persona más importante de mi vida mí querida y adorable madre **Julia del Carmen Dávila** que con mucho amor y sacrificio ha entregado los mejores años de su vida, para brindarme su amor, apoyo y consejo para seguir adelante con mis estudios y mi vida.

A mis hermanos: Luis Manuel, Gladys Patricia y Belkis que me apoyaron en todo momento.

A todos mis amigos y compañero de clases que me brindaron su amistad y apoyo.

ROBERTO CARLOS DÁVILA BORGE

AGRADECIMIENTO

Primeramente doy gracias a **DIOS** por haberme dado la salud, entendimiento, sabiduría y la satisfacción de ver concluido mis estudios.

De manera especial a las personas que con su entusiasmo y dedicación brindaron su valioso esfuerzo para la elaboración de este trabajo: **Ing. MSc. Janet Gutiérrez** e **Ing MSc. Martha Zamora**.

Mi más sincero agradecimiento al **Ing. MSc Álvaro Benavides** por su colaboración en el análisis estadístico, por su constante y oportuna sugerencia durante todo el trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria como *alma mater* por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en especial al DPAF (Departamento de Protección Agrícola y Forestal).

Al proyecto INTSORMIL (Internacional Sorghum and Millt Proyect), por el financiamiento que aportó para que se llevara a cabo el estudio.

Al productor de la finca “El Madroñal” Sr. Agapito Ñurinda que estuvo siempre dispuesto a apoyar este trabajo especialmente en el área de campo.

ROBERTO CARLOS DÁVILA BORGE

CONTENIDO

	Página
INDICE GENERAL	<i>i</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>iii</i>
INDICE DE CUADROS	<i>iv</i>
INDICE DE ANEXOS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA.	3
2.1. Exigencias ecológicas.	4
2.2. Problemas fitosanitarios.	4
2.3. Ciclo de vida Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> E. J Smith).	5
2.4. Métodos de manejo.	6
2.5. Enfermedades foliares.	7
2.5.1. Antracnosis. (<i>Colletotrichun graminicola</i> Cesati-Wilson).	7
2.5.2. Mancha gris de la hoja. (<i>Cercospora sorghi</i> Ellis y Everhart.	8
2.5.3. Raya tiznada de la hoja (<i>Ramulispora sorghi</i> (Ellis y Everhart) Olive y Lefebvre).	8
2.5.4. Manejo de las enfermedades del cultivo del sorgo.	9
2.6. Estimación de los niveles de daño económico para plagas y enfermedades.	9
2.7. El nivel de daño económico (N.D.E) y el umbral económico (UE).	9
2.8. EL Umbral Económico.	10
2.8.1 Estimación indirecta.	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	12
3.1. Ubicación del experimento.	12
3.2. Manejo agronómico del ensayo.	12
3.3. Descripción del diseño Experimental.	13

3.4.	Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de sorgo.	14
3.5.	Muestreo.	14
3.6.	Aplicación de los tratamientos.	14
3.7.	VARIABLES EVALUADAS.	15
3.7.1.	VARIABLES BIOLÓGICAS.	15
3.7.2.	VARIABLES AGRONÓMICAS.	15
3.8.	Análisis estadístico.	16
3.9.	Análisis económico.	17
3.9.1.	Análisis de dominancia.	17
3.9.2.	Análisis de Retorno Marginal.	17
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	18
4.1.	Incidencia de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith).	18
4.2.	VARIABLES DE LAS ENFERMEDADES FOLIARES.	20
4.3.	Rendimiento.	23
4.4.	Análisis económico.	24
4.4.1.	Análisis de dominancia.	26
4.4.2.	Análisis de retorno marginal.	26
V.	CONCLUSIONES.	28
VI.	RECOMENDACIONES.	29
VII.	LITERATURA CONSULTADA.	30
VIII.	ANEXOS.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Condiciones climatológicas de la zona. Tisma, Masaya durante la época de estudio (INETER, 2004).	12
Figura 2. Porcentaje (%) de daño de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E Smith en los diferentes tratamientos en estudio (Finca Madroñal, Tisma, Masaya 2004).	19
Figura 3. Severidad de <i>Ramulispora sorghi</i> (Ellis y Everhart Olive y Lefebvre). En los tratamientos en estudio (Finca Madroñal, Tisma-Masaya 2004).	22
Figura 4. Severidad de Antracnosis. (<i>Colletotrichum graminicola</i> -Cesati-Wilson). En los tratamientos en estudio (Finca Madroñal, Tisma-Masaya 2004).	22
Figura 5. Severidad de Mancha gris de la hoja. (<i>Cercospora sorghi</i> Ellis y Everhart). En los tratamientos en estudio (Finca Madroñal, Tisma-Masaya 2004).	23
Figura 6. Comportamiento del rendimiento en los cinco tratamientos evaluados.	24

ÍNDICE DE CUADRO

		Página
Cuadro 1.	Estados de desarrollo fonológico de la planta de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench).	3
Cuadro 2.	Insecticidas recomendados para el manejo del gusano cogollero.	7
Cuadro 3.	Escala de severidad de enfermedades foliares en el cultivo del sorgo.	15
Cuadro 4.	Presupuesto parcial de los beneficios netos y costos variables, en dólares según cada tratamiento, estimado basándose en una hectárea (Tisma- Masaya, época de postrera, 2004).	25
Cuadro 5.	Análisis de dominancia para los tratamientos en estudios estimados en dólares US\$ (Finca el madroñal, Tisma – Masaya, época postrera).	26
Cuadro 6.	Análisis de retorno marginal para los tratamientos en estudios estimados en dólares US\$ (Finca el madroñal, Tisma –Masaya, época postrera).	27

ÍNDICE DE ANEXOS

		Página
Anexo 1.	Comparación de valores medios en (%) para la variable incidencia de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E Smith) por tratamiento evaluado.	36
Anexo 2.	Comparación de valores medios (%) para la variable severidad de <i>Ramulispora sorghi</i> (Ellis y Everhart) Olive y Lefebvre por tratamiento evaluado.	37
Anexo 3.	Comparación de valores medios (%) para la variable severidad de Antracnosis. (<i>Colletotrichum graminicola</i> -Cesati- Wilson) por tratamientos evaluado.	38
Anexo 4.	Comparación de los valores medios (%) para la variable de severidad Mancha gris de la hoja. (<i>Cercospora sorghi</i> Ellis y Everhart) por tratamiento evaluado.	39
Anexo 5.	Comportamiento de rendimiento por tratamiento evaluado.	40
Anexo 6.	Significancia estadística ($Pr > F$) del Análisis de covarianza entre las variable Antracnosis y Cercospora.	40
Anexo 7.	Número y momento de aplicaciones química de los diferentes tratamientos en estudio(Finca el madroñal, Tisma – Masaya época postrera).	41
Anexo 8.	Hoja de recuentos de datos para parcelas experimentales.	42
Anexo 9.	Diseño experimental de campo (Finca EL Madroñal, Tisma.- Masaya, Época de Postrera 2004).	43

RESUMEN.

Este trabajo se realizó durante la época de postrera del 2004 en la finca El Madroñal, propiedad del productor Agapito Ñurinda ubicada en el municipio de Tisma, departamento de Masaya. El objetivo de este estudio es generar información de niveles económicos de daños de la plaga cogollero [*Spodoptera frugiperda* J.E Smith] y severidad de enfermedades foliares como Antracnosis [*Colletotrichum graminicola* (Cesati- Wilson)], raya tiznada de la hoja [*Ramulispora sorghi* (Ellis y Everhart Olive y Lefebvre)] y Mancha gris de la hoja [*Cercospora sorghi* (Ellis y Everhart)]. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones y cinco tratamientos conformados por daño por cogollero y severidad de enfermedades foliares T1=[(20 % cogollero y 10% Enfermedad (grado 3)], T2=[(30 % cogollero y 20% Enfermedad (grado 4)], T3=[(40 % cogollero y 30% Enfermedad (grado 5)], T4=[(50 % cogollero y 50% Enfermedad (grado 7)], y T5 Testigo sin aplicación química al follaje únicamente manejo de panoja. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por Tukey con $\alpha=0.05$) más un análisis de covarianza entre las enfermedades foliares Antracnosis y mancha gris. Para el gusano cogollero el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Los daños por este insecto se presentaron desde los 9 a los 45 días después de la siembra (dds), durante la etapa vegetativa del cultivo. El análisis de varianza realizado para *Antracnosis* y mancha tiznada mostró diferencias estadísticas a los 45 y 54 (dds), no así para mancha gris que no indicó diferencias significativas entre los tratamientos. Los mayores porcentajes de severidad de las enfermedades no sobrepasaron un 40 % (grado 6). Para la variable rendimiento el análisis indica diferencia estadísticas entre los tratamientos, obteniendo los mayores rendimientos los tratamientos T1 y T2, con 2501 y 2138 kg ha⁻¹ respectivamente. En el análisis económico los menores costos variables se obtuvieron en el tratamiento T3, y la mayor tasa de retorno marginal la presentó el tratamiento T1 con 236.86 %.

I INTRODUCCIÓN

El cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es nativo de ciertas regiones de África Oriental-Ecuatorial. Apareció hace 5000 a 7000 años y se cultiva desde hace unos dos mil años. Según Compton 1990, ocupa el tercer lugar en la producción mundial de cereales después del trigo (*Triticum sativum* Lam.T.) y arroz (*Oryza sativa*. L).

La calidad nutritiva del sorgo como alimento es similar a la del maíz siendo una buena fuente calórica y proteínica. Los carbohidratos constituyen el 82 % del grano incluyendo el almidón, celulosa, azúcar y otros (Pineda, 1996).

En los últimos años el área cultivada mundialmente fue de unos 42.57 millones de hectáreas, siendo los mayores productores: Nigeria donde se siembran 7.07 millones de hectáreas, Sudan 4.8 millones de hectáreas, la India con 9.7 millones de hectáreas, en donde los rendimientos promedios oscilan entre 583 a 1090 kg ha⁻¹ (FAO, 2002).

En el caso de Nicaragua durante el ciclo 2004-2005 se sembraron 43 183.41 mil hectáreas en los departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas, representando un 3.6 % del área total de granos básicos, aumentando en 0.7 % en relación al año anterior obteniendo una producción global de 5 6490.2 Tn para un rendimiento promedio de 1 982.50 kg ha⁻¹ (BCN, 2005). La producción de grano de sorgo se dedica exclusivamente para la industria de alimento balanceado para la alimentación avícola, porcina, ganado de leche y carne. También tiene mucha aplicación en la nutrición humana como es el pan de levadura principalmente (Somarriba, 1998).

La producción del sorgo ha estado condicionada a problemas de plagas, enfermedades y factores climáticos. Según Compton 1990, el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) es el que más afecta en la etapa vegetativa, y el daño principal es causado por la larva joven, que se alimenta de las partes del cogollo (yemas terminales del tallo), disminuyendo el área fotosintética reduciendo así el crecimiento, desarrollo y al final las cosechas. Según Marengo 1986, sólo en los EEUU las pérdidas alcanzan hasta los 300

millones de dólares. Por otro lado, Tapia y García 1985, argumentan que si se realiza un buen manejo del insecto para bajar la incidencia el rendimiento es poco afectado.

En el caso de las enfermedades, estas pueden manifestarse en toda la planta y en las diferentes etapas fenológicas, principalmente en la madurez fisiológica. El daño causado dependerá del momento en que se producen, de la parte de la planta que afecta y de la cantidad de plantas afectadas (Somarriba, 1998), significando para los productores de sorgo una problemática para su producción; se debe tener en cuenta que en Nicaragua no se han realizado estudios sobre la determinación de niveles de daño de enfermedades.

Con base a lo antes expuesto se realizó la presente investigación para determinar niveles permisibles de daños, causados por el gusano cogollero y enfermedades foliares, que afectan al cultivo del sorgo en la diferentes etapa de crecimiento, evitando así el uso injustificado de agroquímicos por parte del productor, disminuir los costos de producción y daños colaterales al medio ambiente, planteándose los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Generar información que determine niveles económicos de daños de plagas y enfermedades foliares en etapa vegetativa que permitan un uso racional de productos químicos, para el manejo de plagas en el cultivo del sorgo

Objetivos específicos:

- Determinar el nivel de daño en el cual el gusano cogollero cause las menores afectaciones en el rendimiento.
- Determinar el nivel de severidad de enfermedades foliares que cause las menores afectaciones en el rendimiento.

II REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo del sorgo pertenece a la familia de las *Poacea*, subfamilia *Panicoideas* y tribu *Andropogoneas*. La morfología de las plantas del género *Sorghum* se caracterizan por presentar; Raíces principales muy abundante, reunidas en fascículo, este sistema se encuentra reforzado por un conjunto de raíces adventicias que nacen de los dos o tres primeros nudos del tallo, son fibrosas, recias y alcanzan un notable desarrollo profundizando en el suelo de 0.3-0.6 m, en pocas semanas. Los tallos alcanzan una altura de 1-5 m y un diámetro de 1-3 cm según la variedad. Las flores están reunidas en espiguillas que a su vez forman inflorescencia en panícula o panoja. La panoja tienen una longitud entre 0.2-0.4 m cuyo pedúnculo central será según su consistencia tales como doblado, erguido o arqueado. Así mismo la forma de las panículas que puede ser ovalada, cilíndrica, redondeadas etc. El fruto o grano es una carióspside de forma redondeada, de diámetro comprendido entre 3-6 mm y que en su madurez alcanzan diferentes tonalidades y coloraciones como: blanco, amarillo, gris y rojo (Albiñana, 1987).

Cuadro 1. Estados de desarrollo fonológico de la planta de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench).

Estado	D.D.S	Características
0	0	Emergencia, brote del coleóptico.
1	10	Tres hojas formadas.
2	20	Cinco hojas formadas, gran periodo de crecimiento donde el sistema radicular se desarrolla rápidamente.
3	30	Diferenciación del punto de crecimiento, de formación de hoja a formación del tallo y panoja.
4	40	Determinación de hoja bandera con un 90 % de área foliar y la panoja ya esta totalmente desarrollada dentro del tallo.
5	50	Etapas de bota, máxima actividad fotosintética, es el tamaño final de la panoja y cualquier problema que tenga la planta repercute en una baja sensible en los rendimientos.
6	60	50 % de floración, consumo del 70-60-80 NPK total, además inicia la formación del grano de sorgo.
7	70	Etapas pastosa suave. El peso del tallo aumenta un poco después de la floración y luego vuelve a perder peso a medida que los granos se forman, esto es debido a que parte del material del tallo se trasloca al grano.
8	88	Etapas pastosa dura, aumento del peso y tamaño del grano. El tallo deja de perder peso y la asimilación de nutriente finaliza.
9	95	Madurez fisiológica 30-35 % de humedad

Fuente: Somarriba, 1998

2.1 Exigencias climáticas

El sorgo requiere de $T^{\circ} >$ de 21 °C para un buen crecimiento. Siendo las temperaturas óptimas para la floración entre 21 °C y 35 °C, pero las más deseables para obtener una panoja grande con alto rendimiento es entre 17 °C y 22 °C durante la noche y requiere temperaturas de 26 °C a 35 °C durante el día. El requerimiento de agua que necesita este cultivo es de 25 mm de lluvia después de la siembra, 365 mm durante el desarrollo hasta la floración y 90 mm hasta el llenado de grano (Pineda, 1995).

2.2 Problemas fitosanitarios

El sorgo como la mayoría de los cultivos agrícolas es afectado por diferentes insectos y enfermedades lo cual varía de un año a otro y de un lugar a otro, debido en gran parte a factores como: Condiciones climáticas, variedad del cultivo, prácticas de producción o acción recíproca de todos estos factores, por lo concerniente cualquier aplicación innecesaria de plaguicida aumentará los costos de producción y contribuirá a la contaminación del medio ambiente, (Leyba, 1988). Algunas de las plagas y enfermedades foliares de importancia que atacan al sorgo, están en relación con las etapas de crecimiento del cultivo.

Según Pineda, (1995); en etapa vegetativa los insectos plagas predominante en el cultivo del sorgo son los denominado plaga de suelo, falso alambre (*Epitragus sallei* Champ), gallina ciega (*Phyllophaga Spp monetriesi* Blanch), también se encuentran insectos del tallo como es el barrenador del tallo (*Diatrea lineolata* Walk) e insecto del follaje como son: langosta medidora (*Mocis latipes* Guén) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith). En etapa reproductiva las plagas predominantes en el cultivo son el insecto de las panoja, mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett) y chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus* Dallas). Algunas de las enfermedades del sorgo más comunes que se presentan en el cultivo son: pudrición de la semilla y la planta (*Fusarium moniliforme* Shelder. S. Str.), mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis y Everhat), Antracnosis (*Colletotrichum graminicola*-Cesati- Wilson) tizón de la hoja (*Exserohilum turcicum* Leo and Sug.), podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid).

2.3 Ciclo de vida del Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* E. J. Smith)

Huevo o postura del cogollero

Individualmente son de forma globosa, con estrías radiales, de color rosado pálido que se toma gris a medida que se aproxima la eclosión. Las hembras depositan en masas aproximadamente 300 huevos en las primeras horas de la noche, ovipositando en el haz como en el envés de las hojas.

Larvas

Al nacer se alimentan del coreon del huevo, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a plantas vecinas, evitando así la competencia por alimento y canibalismo. Son de color oscuros con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una "Y" invertida. (Chávez, 1990).

Pupas

Son de color caoba y miden 14 a 17 milímetro de longitud, con su extremo abdominal terminando en dos espinas o ganchos en forma de "U" invertida.

Adulto

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz, es de coloración gris oscura, la hembra tiene alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son blancas. En reposo doblan sus alas sobre el cuerpo, formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia ubicada en el tórax. Permanecen escondidas dentro de las hojarascas, entre las malezas, o en otros sitios sombreados durante el día y son activa al atardecer o durante la noche.

Daño

Las larvas del cogollero hacen raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas traslúcidas; Una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Clavijo y Notz, 2 000).

2.4 Métodos de manejo

El manejo es más efectivo cuando la larva está pequeña que no ha causado daño notable al cultivo (MAG-GTZ, 1997).

Existen diversas formas de manejar la plaga de cogollero estas son:

Cultural

- Arar bien el suelo ante de la siembra
- Limpiar el cultivo de maleza evitando que se refugien las plagas
- Fertilizar el cultivo para fortalecer las plantas y resistan el daño ocasionado por el cogollero

Natural

En las primeras cuatro semanas tres factores naturales permiten controlar el cogollero:

- Parásitos: braconidos que parasitan las larvas
- Depredadores: tijereta que devoran las larvas
- Factores abióticos: lluvias que disminuyen la reproducción

Biológico

- Dipel comercial, a razón de 354 g mz^{-1} cuyo ingrediente es B.T(*Bacillus thurigiensis*)
- *Beauveria bassiana*: En sustrato de arroz se utiliza 400 g en con concentración de 1×10^{12} conidias mz^{-1} y formulado 50 g mz^{-1}

Botánico

- Nim (*Azadirachta Indica*) 40 g de polvo seco de semilla por un litro de agua

Químico

Se recomienda cuidar el cultivo en dos etapas susceptible ya que la plaga puede causar daño significativo como es en los primeros 20 días de crecimiento y durante la formación de espiga y hoja bandera. Las aplicaciones deberán ser dirigidas al cogollo para que pueda ser efectiva en el control de esta plaga (MAG-GTZ, 1997).

Cuadro 2. Insecticidas recomendados para el manejo del gusano cogollero

Insecticidas (en orden alfabético)	Dosis por hectárea
Acefato (Orthene)	0,50-1,00 Kilogramos
Clorpirifos (Belmark) (300 g/litro)	0,50-1,00 litros
Fenvalerato (Belmark) (300 g/litro)	0,25-0,50 litros
Metomilo (Lannate, Nudrín)	1,00-2,00 litros
Permetrina (Ambush) (500 g/litro)	0,15-0,25 litros

2.5 Enfermedades foliares

2.5.1 Antracnosis (*Colletotrichum graminicola*-Cesati- Wilson)

La antracnosis aparece en todas las partes aéreas de la planta de sorgo; hojas, venas de las hojas, tallos, panoja y semilla, siendo más común en la fase vegetativa, en severas epidemias, pueden causar reducción en el rendimiento del grano en un 50 % o más (FAO, 1980).

Síntomas

La antracnosis, comúnmente aparecen de 30 a 40 días después de la emergencia, sobre las hojas de cultivares susceptibles, durante el estado de crecimiento. Los síntomas en sorgo varían, dependiendo del cultivar y las condiciones de tiempo prevalecientes. Los síntomas típicos son manchas pequeñas circulares elípticas y alargadas 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 o pajizos con márgenes manchados de color canela, naranja o rojo a púrpura, negrusco, dependiendo del cultivar y población del patógeno.

Bajas condiciones de alta humedad y altos niveles de precipitación, las manchas incrementan y se unen para cubrir una gran parte de la hoja presentando 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 Ambiente húmedo se producen entre las setas una sustancia mucilaginosa de color cremosa a rosada que contiene masa 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 caso de altas severidad de la enfermedad, las plantas mueren antes de que alcancen la madurez (Castaño y Río, 1994).

2.5.2 Mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis y Everhart)

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

Síntomas

Los síntomas iniciales de la mancha gris de la hoja son pequeñas manchas rojas sobre las hojas. Estas 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 unirse 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 rojas–oscuras, púrpuras o café claras con reacción canela. Bajo ataques severos puede ser afectada la parte superior del tallo y cogollo. La esporulación ocurre en ambas superficie de la lesión, pero es más predominante en la superficie inferior. La lesión esporula en la hoja con un matiz grisáceo del cual se deriva el nombre de la enfermedad (Castaño y Río, 1994).

2.5.3 Raya tiznada de la hoja (*Ramulispora Sorghi* (Ellis y Everhart) Olive y Lefebvre)

Síntomas

Lesiones elípticas y alongadas se desarrollan sobre las hojas con el centro donde el tejido esta muerto de un color amarillo claro y los márgenes de las lesiones de un color púrpura o canela, según la variedad de sorgo. Las lesiones maduras pueden tener varios centímetros de longitud por uno a dos centímetros de ancho. También se pueden unir para producir áreas extensivas de tejido necrótico en la hoja. Según la lesión va madurando, los centros

se vuelven más oscuros y se convierten de color gris cuando las conidias comienzan a ser producidas en grandes cantidades, convirtiéndose las lesiones después en un color negrusco o tizado, cuando numerosos esclerocios pequeños y de color negro comienzan a ser producidos. Los esclerocios son superficiales y se pueden desprender fácilmente. Las lesiones de las rayas tizadas de la hoja son algo parecidas a la del tizón de la hoja, pero la presencia de los esclerocios superficiales que asemejan al hollín es una indicación definitiva para distinguir esta enfermedad. Además, las lesiones adultas de la raya tizada de la hoja están rodeadas de un halo amarillo bien notable lo cual hace que sea fácil de distinguir las de aquellas causadas por el tizón de la hoja (Williams *et al* , 1978).

2.5.4 Manejo de las enfermedades del cultivo de sorgo

Para el manejo se debe hacer uso de variedades resistente, rotación de cultivo, eliminación de residuos de cosecha infestado, eliminación de planta hospedera que mantienen al patógeno en ausencia del cultivo lo cual a su vez puede reducir el inóculo inicial y retrasar las infestaciones de las enfermedades en cualquier etapa de desarrollo del cultivo (Compendium of sorghum diseases, 2000).

2.6 Estimación de los niveles de daño económico para plagas y enfermedades

Un insecto herbívoro u otro organismo se convierten en una plaga cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdida económica. La meta principal de la estimación de los niveles de daño económico es definir la pérdida económica para un cultivo dado y calcular el nivel poblacional de una plaga dada que provocaría tal pérdida (Hruska y Rosset, 1987).

2.7 El nivel de daño económico (NDE) y el umbral económico (UE)

Es una herramienta de decisión para un control económicamente eficiente de la plaga. El concepto en general consiste en soportar la presencia de la plaga hasta el punto en que cause suficiente daño como para que el beneficio de su control justifique el costo de dicho control. El umbral económico entonces, será el nivel mínimo de población donde el beneficio marginal del control es igual a rentabilidad de producción del cultivo. Esta

definición del umbral económico es similar a lo que se conoce en la literatura entomológica como niveles de daños económicos (French, 1989).

Hay una gran confusión en la literatura entomológica entre el nivel de daño económico (NDE.) y el “umbral económico” (U.E). La tendencia ha sido la de usar estos términos como si fuera intercambiable, aunque en realidad son conceptos distintos. Donde el nivel de daño económico es la densidad poblacional de plaga en la cual el costo de combate coincide con el beneficio económico esperado del mismo. La acción del control “salva” una parte del rendimiento, lo cual se hubiera perdido si no se hubiese implementado el control. Dicho rendimiento “salvado” tiene un valor monetario, que iguala el costo de implementar el control, si esto se hace cuando la densidad poblacional de la plaga alcanza el NDE (Hruska y Rosset, 1987).

2.8 El Umbral Económico

Es definido como la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobre pase el NDE en el futuro. Hruska (1987), afirma que el UE se encuentra a una densidad menor de plaga que el NDE. Para permitir el tiempo en que actúa el método del control. El UE es sumamente difícil de estimar, porque depende de la dinámica poblacional de la plaga. Normalmente se requieren años de investigación para poder predecir el crecimiento de una población. Se podría pensar en otros criterios potenciales para determinar un “umbral de acción”. Su estimación podría depender, por ejemplo, de los factores subjetivos que incorpora el agricultor en sus procesos de toma de decisiones, como de los recursos monetarios disponibles, el nivel de riesgo que esta dispuesto a aceptar, o el hecho de producir para autoconsumo versus querer maximizar sus ganancias, etc. Estos factores también son difíciles de cuantificar, y tampoco están realmente al alcance del investigador. En cambio el NDE, es relativamente fácil de estimar, y puede servir como un primer paso o “umbral provisional” que divida las acciones de control en dos grupos: las que se implementan del NDE. Para arriba, que si es rentables esto quizás no indica la densidad optima para iniciar un control, pero permite eliminar las aplicaciones no rentables y lógicamente innecesarias, “racionalizando” así el control químico (Hruska y Rosset, 1987).

2.8.1 Estimación indirecta

Van Huís (1976), realizó investigaciones sobre el control del gusano cogollero en maíz, donde se determinó un nivel económico de daño de un 20% de cogollo afectado. Young y Cross, 1975 no encontraron diferencia significativa sobre la producción de maíz. Usando niveles económicos de daño de 20% y 50% de cogollos dañado protegiendo a las plantas jóvenes con una aplicación de Carbofurán al momento de la siembra, en el cual el número de aplicación por tratamiento era el mismo. Obando (1976), no encontró tampoco diferencia significativa entre los niveles económicos de daño del 20 % y 50 % de los cogollos dañados sin embargo el nivel del 20% recibió una aplicación de insecticida de más. Por su parte Tablada y Hernández (1971), realizaron un estudio en dieciocho variedades de sorgo donde encontró a los treces días después de la siembra, un 12 % de daño por larvas de cogollero aplicando Vin Granulado al 5% en dosis de 12.8 kg ha⁻¹ obteniendo un efecto en el control. Notz (1973), señala que diferentes niveles de infestación en, parcela pueden llegar hasta un 50 % de daño en la planta y no producir ninguna reducción en el rendimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento

El presente estudio se estableció en el municipio de Tisma en el Km 43 carretera Tipitapa-Masaya, en la finca “El Madroñal” del productor Agapito Ñurinda en época de postrera del 2004. La finca está ubicada en los 12° 07' 03" latitud Norte y 86° 05'27" longitud Oeste, y una altitud entre 98 y 110 msnm (INETER, 2004).

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante la época del estudio fueron precipitaciones máximas de 200 mm al inicio del cultivo con temperatura promedio de 25 °C y humedad relativa constante de 80 % (Figura 1).

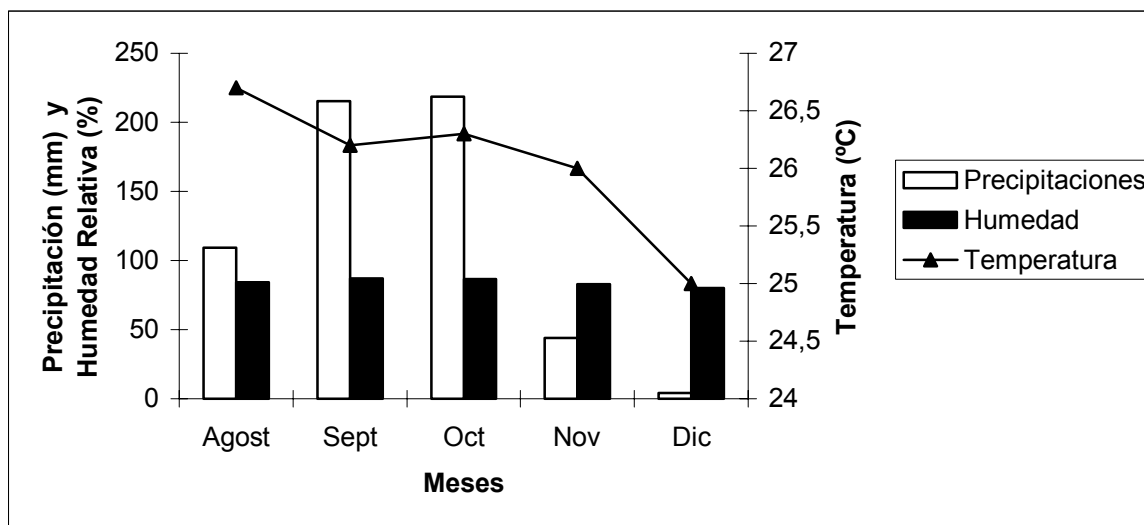


Figura 1. Condiciones climatológicas de la zona. Tisma, Masaya, Sep-Dic 2004 (INETER, 2004).

3.2 Manejo agronómico del ensayo

La preparación del suelo se realizó utilizando el sistema de labranza convencional, iniciándose primeramente con la limpieza del terreno, luego un pase de arado, tres pases de grada, un pase de banca y surcado, la distancia entre surco utilizado fue de 0.75 m. La siembra se efectuó con sembradora mecánica entre uno y tres centímetros de profundidad en la cresta del camellón depositando la semilla de sorgo a chorrillo.

La variedad utilizada fue Tortillero precoz, variedad de grano blanco difundida por el INTA, que se caracteriza por alcanzar una altura de 1.57 m, panoja semiabierto, grano color

blanco, floración a los 54 días después de la siembra (dds), excerción de panoja 12 cm, tamaño de la panoja 20 cm, cosecha a los 95 días y con un potencial genético de 3000 kg ha⁻¹ (Chow, 1999).

Se realizaron dos fertilizaciones una al momento de la siembra aplicando completo de la formula 15-15-15 con una dosis equivalente a 90.9 kg ha⁻¹ y la segunda a los 35 dds aplicando una fertilización nitrogenada de Urea 46% con la misma dosis.

El manejo de maleza se realizó de manera manual, de los 15 hasta los 35 días después de la siembra realizando al mismo tiempo el aporque y fertilización.

El manejo de plaga en etapa vegetativa se realizó, según los tratamientos a evaluar en el estudio. El manejo de plagas en etapa de reproducción fue de aplicaciones calenderizadas cada ocho días.

La cosecha se realizó de forma manual al alcanzar el cultivo su madurez fisiológica a los 95 días después de la siembra.

3.3 Descripción del diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones y cinco tratamientos. El área que ocupó dicho experimento fue de 800 m². Cada parcela experimental consistió de 8 surcos con una longitud correspondiente de 8 m cada uno, separados a 0.75 m. La parcela útil consistió de dos surcos centrales, donde la unidad de muestreo fue, los surco 2, 3, 6 y 7 de cada parcela experimental. Dejando como efecto de borde los surcos 1 y 8 para disminuir el error experimental (Anexo 9).

3.4 Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de sorgo

- T1: Aplicación de Cypermetrina con 20 % de plantas dañadas por Spodoptera y aplicación de Benomil con 10% de severidad de enfermedades foliares (grado3).
- T2: Aplicación de Cypermetrina con 30 % de plantas dañadas por Spodoptera y aplicación de Benomil con 20% de severidad de enfermedades foliares (grado4)
- T3: Aplicación de Cypermetrina con 40 % de plantas dañadas por Spodoptera y aplicación de Benomil con 30% de severidad de enfermedades foliares (grado5)
- T4: Aplicación de Cypermetrina con 50 % de plantas dañadas por Spodoptera y aplicación de Benomil con 50% de severidad de enfermedades foliares (grado7)
- T5: Sin aplicación al follaje

3.5 Muestreo

El muestreo consistió en revisar cinco sitios de un metro lineal, por parcela equivalente a (10 plantas). Los sitios se tomaban al azar en los surcos de muestreo, revisando el área foliar y el cogollo de la planta con el objetivo de detectar daño fresco causado por la larva de cogollero, en la etapa vegetativa del cultivo. En el mismo sitio de muestreo para insectos plagas se cuantificó la severidad de las enfermedades foliares, a través de la escala propuesta por (Thakur R. P. 1995) compuesta en grado y porcentaje. Donde a cada planta se le asignaba un grado de severidad dependiendo su afectación y al final se sacaba un promedio de severidad (en grado) del sitio muestreado en relación al total de plantas examinadas. (Anexo 8) Las evaluaciones se realizaron una vez por semana hasta los ochenta días después de la siembra.

3.6 Aplicación de los tratamientos

Las aplicaciones de insecticidas y fungicidas se realizaron cuando los tratamientos alcanzaron los umbrales establecidos, repitiendo la aplicación tres semanas después (dds), para aquellos tratamientos que ya habían alcanzado el umbral permisible de daño (Anexo 7) La dosis utilizada de Cypermetrina (Cypermaforte) para el control del cogollero fue de 1 L

ha⁻¹ y de Benomil para el control de enfermedades fue de 1000 g ha⁻¹. Para la aspersión de los productos se utilizó una bomba de mochila de 20 L., con boquilla de abanico plano, para tener una buena cobertura del cultivo. En la etapa reproductiva se realizó una aplicación de Benomyl y Cypermtrina para el manejo de plagas y enfermedades en la panoja.

3.7 Variables evaluadas

3.7.1 Variables biológicas

Daños causados por (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith)

Se evaluó el daño fresco causado por las larvas en las hojas y el cogollo.

Severidad de las enfermedades foliares

Se evaluó la severidad de las enfermedades foliares de acuerdo a la escala propuesta por (Thakur R. P. 1995) (Cuadro3).

Cuadro 3. Escala de severidad de enfermedades foliares en el cultivo del sorgo

Grado	Daño del área foliar (%)
1	Ningún síntoma de la enfermedad es visible
2	1-5 % del área foliar infectada
3	6-10 % del área foliar infectada
4	11-20 % del área foliar infectada
5	21-30 % del área foliar infectada
6	31-40 % del área foliar infectada
7	41-50 % del área foliar infectada
8	51-75 % del área foliar infectada
9	Mas del 65 % del área foliar infectada

3.7.2 Variables agronómicas.

Altura de plantas

Medida en centímetros (cm) desde la base de la planta al nivel del suelo, hasta el ápice de la panoja al momento de la cosecha.

Longitud de panoja

Medida en centímetros (cm) a partir de la primera ramilla, hasta el ápice de la panoja.

Peso seco de la panoja

Para la medición de esta variable se utilizó como apoyo una balanza de reloj en kg, para determinar el peso seco de la panoja al momento de la cosecha.

Porcentaje de humedad

Para medir el porcentaje de humedad se utilizó el medidor de humedad.

Rendimiento del cultivo

Para evaluar la variable rendimiento se utilizó la fórmula descrita por Barreto y Raun (1988):

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

AU = Es el área útil, que consistió 12 metros cuadrados. Se calculó multiplicando el número de surcos por la longitud del surco por la distancia de siembra entre surcos.

10000 = Área de una hectárea en metros cuadrados.

0.8 = Constante para determinar el porcentaje de desgrane en la panoja.

100 = Es una constante basado en el 100%

%H = Es el porcentaje de humedad que se midió en el campo.

85 = Constante para uniformizar la humedad en un 15%.

3.8 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron en el programa SAS (v 8.2). Las variables evaluadas incidencia de gusano cogollero, severidad de las enfermedades foliares y rendimiento del cultivo fueron sometidas a análisis de varianza (ANDEVA) y comparaciones de medias empleando la técnica de separación de medias LSD ($\alpha = 0.05$). Para determinar la relación entre la severidad de *Cercospora* y *Antracnosis* se utilizó análisis de Covarianza.

3.9 Análisis económico

Los datos económicos fueron sometidos a un análisis de presupuesto parcial con la metodología propuesta por CIMMYT 1988, el objetivo fue evaluar la rentabilidad del cultivo en cada uno de los tratamientos evaluados y así determinar cual opción es la más adecuada y aplicable dentro del contexto económico, ya que para los agricultores es de sumo interés conocer los ingresos y los costos que tendrán al cambiar la práctica de manejo que comúnmente utilizan.

3.9.1 Análisis de dominancia

Un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo que varían más bajo. Este análisis se realizó para obtener un dominio de recomendación que en términos de ganancias ofrezcan la oportunidad de ser escogidos por los agricultores. Ya que para llevar a cabo el análisis de dominancia, se ordenaron los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían.

3.9.2 Análisis de retorno marginal

Para llevar a cabo este análisis se eligieron únicamente los tratamientos no dominados para decidir si las alternativas son recomendables en la producción. Los tratamientos son organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, obteniéndose los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento o tecnología.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se presentó en el cultivo desde los nueve hasta los 54 días después de la siembra (dds), observándose los mayores daños entre los 31 y 38 dds causando hasta un 40 % de daño fresco. A partir de los 38 dds el daño fresco en el cultivo disminuyó, ya que en este momento las plantas iniciaron la etapa reproductiva, momento en el cual la planta deja de ser atractiva para el insecto (Fig. 2). En el caso del T4 no alcanzó el nivel establecido del 50 % de plantas dañadas por cogolleros.

El análisis de varianza realizado para esta variable demuestra que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, ya que el daño que se presentó fue de manera similar en todos los tratamientos.

De acuerdo con las condiciones ambientales, durante las primeras fechas que son los períodos de mayor infestación, se presentaron precipitaciones constantes que ejercieron un control natural sobre el cogollero provocando un ahogamiento de las larvas que se encontraban en el cogollo, Van Huís 1981, afirma que la mayor disponibilidad de agua le permite a la planta compensar el daño causado por cogollero y efectuar un control natural. Young y Gross (1975); citado por Van Huís (1976) realizaron investigaciones para el control de gusano cogollero en maíz donde no encontraron diferencia significativa usando niveles económicos de daño de 20 % y 50 % de cogollos dañado. De igual manera Obando (1976), no encontró diferencia significativa entre los niveles económicos de daño del 20 % y 50 % de cogollos dañados aunque el nivel del 20 % recibió una aplicación más de insecticida. Lo que coinciden con el presente estudio que aunque no hay diferencia en el daño el T1=20 % de daño, recibió dos aplicaciones química de cypermetrina para el manejo del gusano cogollero.

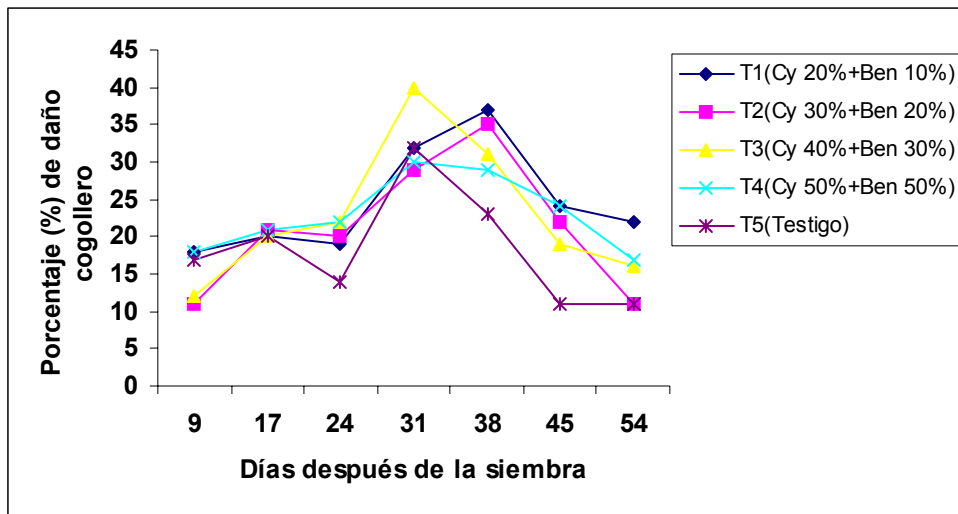


Figura 2. Porcentaje de daño de *Spodoptera frugiperda* (J. E Smith) en los diferentes tratamientos en estudio, (finca Madroñal, Tisma, Masaya) 2004

4.2 Variables de enfermedades foliares

De acuerdo a las condiciones agroclimáticas que prevalecieron durante el periodo de estudio las enfermedades foliares que se presentaron fueron: Raya tiznada de la hoja (*Ramulispora sorghi* (Ellis y Everhart) Olive y Lefebvre), Mancha gris de la hoja. (*Cercospora sorghi* Ellis y Everhart) y Antracnosis (*Colletotrichum graminicola*-Cesati-Wilson).

Las enfermedades foliares presentadas en el cultivo, se iniciaron en la etapa reproductiva (determinación de hoja bandera), a partir 45 dds. Sin embargo, fue entre los 63-81dds que se incremento la severidad de las epidemias a través del tiempo, no sobrepasando el 40 % de afectaciones de severidad (grado 6), cuando el cultivo se encontraba en la etapa reproductiva donde el grano aumenta de peso y tamaño. Las enfermedades foliares que se presentan en esta etapa no afecta la formación del grano. Guía Tecnológica del INTA (2005).

El Análisis de Varianza realizado a los 45 Y 54 días después de la siembra muestran que hay diferencias estadística significativas entre las variables Raya tiznada de la hoja y Antracnosis. Obteniendo el T5 la menor severidad de enfermedad en ambas variables sin embargo, para la variable mancha gris de la hoja no presentó diferencia estadísticas (Anexo 2, 3 y 4). Las precipitaciones, temperatura y humedad relativa que se presentaron favorecieron las condiciones de los patógenos para que se establecieran en la planta (Fig. 1) y se incrementaran las enfermedades. Victoria y Rojas (1987).

El Análisis de Varianza realizado a los 63, 72 dds mostró que no hay diferencias estadística significativas entre los tratamientos no así para los 81dds que presentaron diferencias estadísticas, excluyendo la variable mancha gris de la hoja que no mostró diferencia (Anexo 2, 3 y 4). Sin embargo, el comportamiento de las enfermedades para estas fechas fue de manera similar en todos los tratamientos. En esta etapa del cultivo es más susceptible ya que comienza a alcanzar su madurez fisiológica donde el contenido de humedad baja aceleradamente y la planta se deteriora, los tejidos de la planta no absorben agua sueltan humedad y se dañan fácilmente estando más propenso a infestarse por patógeno Somarriba (1998). Los fuertes vientos que se presentaron durante la última etapa de desarrollo del

cultivo facilitaron la diseminación del patógeno siendo un agente importante en el desarrollo de las enfermedades fungosas ya que las esporas del hongo puede ser transportada a largas distancia permitiendo que puedan germinar, penetrar y producir infección Agrios (1996). También la temperatura y la humedad relativa presente en estas fechas fueron óptimas para el desarrollo de las epidemias prevaleciendo (T° 25.8 $^{\circ}$ c y HR 85%) (Fig. 1). Castaño (1994), afirma que los periodos de humedad relativa de 85% y T° calidas entre 24-26 $^{\circ}$ c son esenciales para el desarrollo de las enfermedades fungosas.

Para las variables antracnosis y mancha gris de la hoja se realizó un análisis de covarianza (ANDECOVA), para los 45 y 54 dds, encontrándose efecto significativo ($p=0.0356$, $R^2=0.80$) (Anexo 6). Biológicamente estas dos enfermedades se comportaron de manera similar, provocando afectaciones en el área foliar de la planta, favorecidas por las condiciones ambientales que se presentaron.

Con respecto al tratamiento (T3) y (T4) para el manejo de las enfermedades foliares, estos no se aplicaron debido a que no alcanzaron el nivel establecido 30 % (grado 5) y 50 % (grado 7) respectivamente de severidad de enfermedades, ya que estas se incrementaron a inicio de la etapa reproductiva y además la variedad utilizada en el presente estudio es de ciclo corto (95 días). El comportamientos de las curvas de las enfermedades a través del tiempo se muestran de manera ascendente en todos los tratamientos a partir de los 54 (dds), (Fig. 3, 4 y 5). Es importante resaltar que el tratamiento (T1) con aplicaciones química al 10% de severidad de enfermedades, obtuvo el mejor rendimiento en comparación a los demás tratamientos (Fig.6).

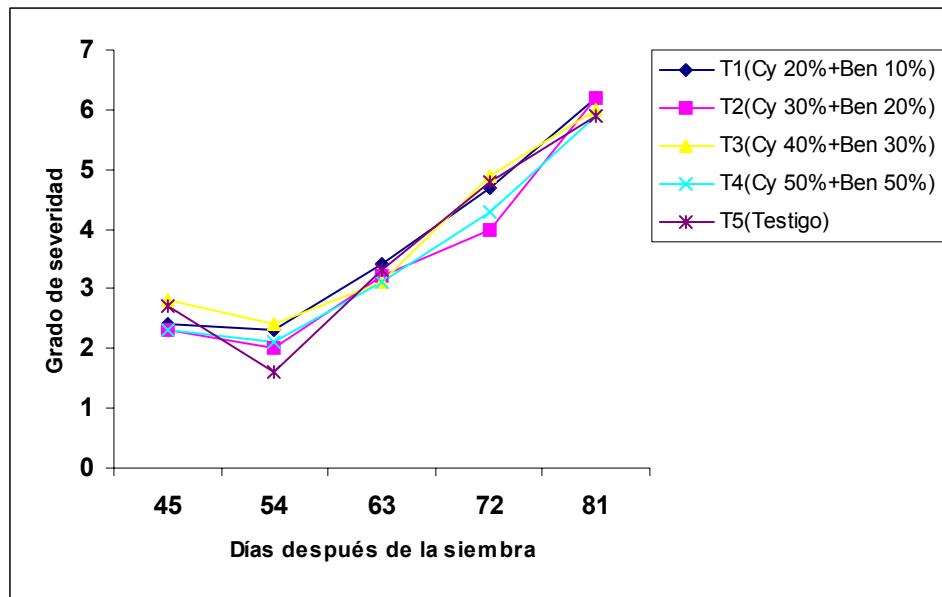


Figura 3. Severidad de mancha tiznada de la hoja *Ramulispora sorghi* (Ellis y Everhart) Olive y Lefebvre en los tratamientos en estudio (Finca Madroñal, Tisma, Masaya, 2004).

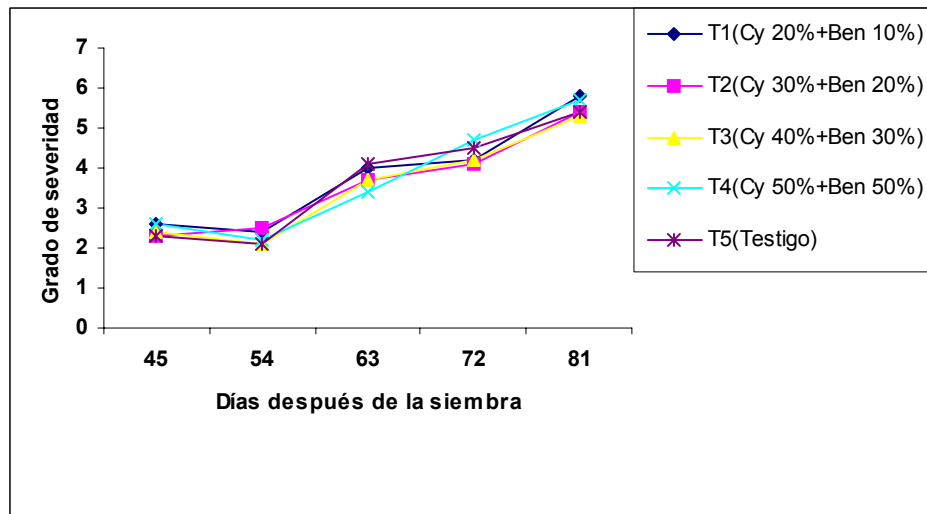


Figura4. Severidad de Antracnosis (*Colletotrichum graminicola* Cesati- Wilson). En los tratamientos en estudio (Finca Madroñal, Tisma, Masaya 2004).

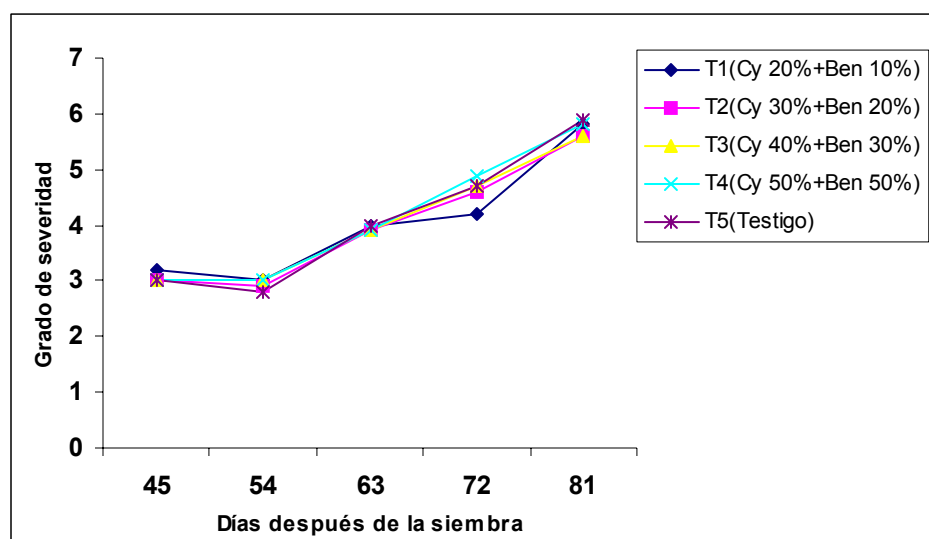


Figura 5. Severidad Mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis y Everhart) En los tratamientos en estudio (Finca Madroñal, Tisma, Masaya 2004).

4.3 Rendimiento

El ANDEVA realizado con un 95 % de confiabilidad demostró que hay diferencia estadísticas entre los tratamientos evaluados ($Pr=0.0412$, $CV=17.56304$, $R^2=0.736705$). La separación de medias según Tukey ($\alpha=0.05$), permite clasificar los tratamientos en tres categorías estadísticas; ocupando la primer categoría el tratamientos T1 [(20 % y10 % (grado 2)] con los menores niveles de daño y más aplicaciones químicas dos de Cypermetrina y dos de Benomil, obteniendo el mayor rendimiento con: $2,501 \text{ kg ha}^{-1}$, La segunda categoría la representaron los tratamientos T2 [(30 % y 20 % (grado 3)] con dos aplicaciones de Cypermetrina y una de Benomil y el tratamiento T3 [(40% y 30 % (grado 5)] que recibió únicamente dos aplicaciones de Cypermetrina, obteniendo rendimientos $2,138 \text{ kg ha}^{-1}$ y $1,996.3 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente; la última categoría la ocuparon los tratamientos T4 [(50 % y50 % (grado 7)] Y T5 (testigo) con los menores rendimiento a $1,600 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 6).

Si bien los tratamientos T4 y T5 (Testigo) obtuvieron los menores rendimientos es valido mencionar que no recibieron ninguna aplicación química en comparación con el resto de tratamiento que recibió aplicaciones de Cypermetrina y Benomil para el control de plagas y enfermedades de follaje. Huerres y Caraballo (1998), señalan que los factores que

determinan el rendimiento pueden manifestarse en características morfológicas como también en resistencia de plagas y enfermedades. Hruska (1987), realizó un estudio en maíz de riego donde encuentra diferencias significativas en los tratamientos con menores daños teniendo los mejores rendimientos, en comparación con el tratamiento de 50 % de daño. Afirmando que el daño causado por cogollero en sorgo y maíz es acumulativo. Relacionándose estos resultados con los del presente estudio que se obtuvo los mayores rendimientos en los tratamientos con los menores niveles de daño por cogollero y severidad de enfermedades foliares en el cultivo del sorgo.

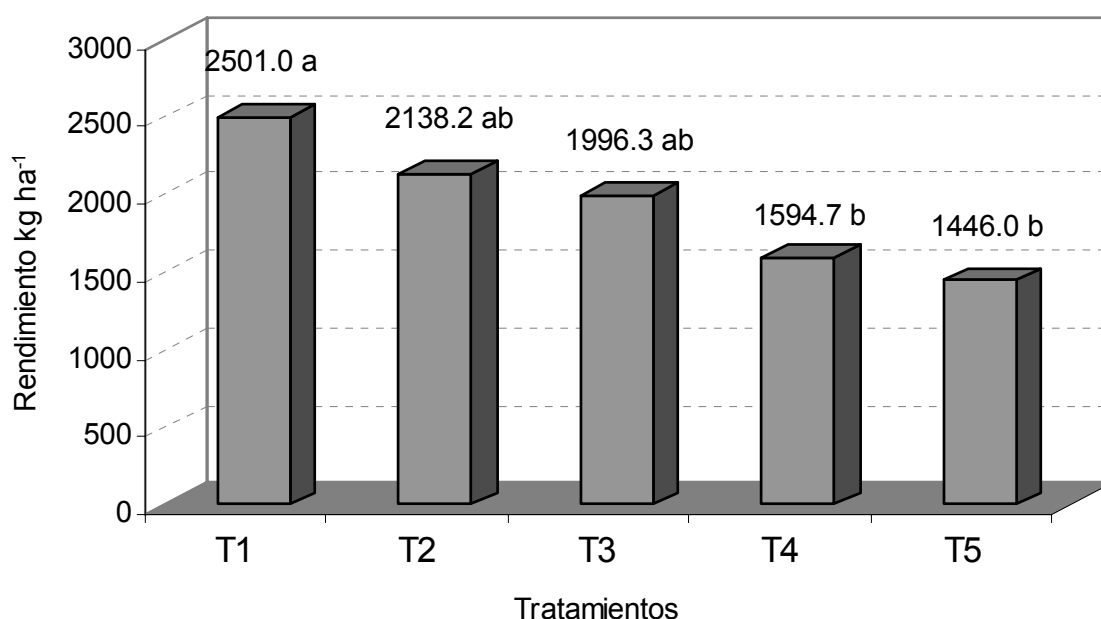


Figura 6. Comportamiento del rendimiento en los cinco tratamientos evaluados.

4.4 Análisis económico

El análisis del presupuesto parcial se realizó basado en los costos variables, ya que el objetivo es analizar los tratamientos evaluados, siendo los costos fijos los mismos para los diferentes tratamientos.

El presupuesto parcial indica que el T1 obtuvo los mayores costos variables con \$ 63.68, sin embargo, presentó los mayores beneficios netos con \$ 329.57. Los menores costos

variables y los menores beneficios netos se obtuvieron en el T3 con \$ 29.72 y \$ 267.9 respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Presupuesto parcial, en dólares según cada tratamiento, estimado en base a una hectárea (Tisma- Masaya, época de postrera, 2004)

Descripción	T1:20 % y 3 grados	T2:30 % y 4 grados	T3:40% y 5 grados
Rendimiento medio (Kg/ha)	2501	2138.2	1996.3
Beneficio bruto \$/ha	393.25	336.05	314.6
COSTOS DE PRODUCTOS			
Número de aplicaciones de insecticida	2	2	2
Costo total del insecticida	20	20	20
Número de aplicaciones de fungicida	2	1	-
Costo total del fungicida	24.24	12.12	-
COSTO DE MANO DE OBRA			
Costo de mano de obra para aplicar productos en una hectárea (1 día hombre)	2.43	2.43	2.43
Número de aplicaciones de insecticida por ha	2	2	2
Costo total de mano de obra para aplicar insecticida (dos días hombre por hectáreas)	9.72	9.72	9.72
Numero de aplicaciones de fungicida por ha	2	1	-
Costo total de mano de obra para aplicar fungicida (dos días hombre por hectáreas)	9.72	4.86	-
TOTAL DE COSTO QUE VARIAN	63.68	46.7	29.72
BENEFICIO NETO	329.57	289.35	284.88

Precio de un quintal de sorgo = \$7.15

Precio del insecticida \$ 10

Precio del fungicida \$ 12.12

4.4.1. Análisis de dominancia

El análisis de dominancia (cuadro 5) indica que el tratamiento T1 es el que tiene mayor Ingreso neto, por lo que se toma como parámetro con sus correspondientes costos variables para seleccionar al tratamiento T2 como un tratamiento no dominado. El tratamiento dominado resulto ser el T3 por presentar beneficios netos bajos en comparación al resto de tratamientos evaluados (cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de dominancia para los tratamientos en estudios estimados en dólares US\$ (Finca el madroñal, Tisma –Masaya, época postrera).

No Tra	Descripción	Costos variables totales US\$/ha	Beneficios Netos US\$/ha	Decisión
3	40% y 5 grados	29.72	284.88	Dominado
2	30% y 4 grados	46.7	289.35	No Dominado
1	20% y 3 grados	63.68	329.57	No Dominado

4.4.2. Análisis de retorno marginal

De acuerdo al análisis de retorno marginal (cuadro 6) se determinó que al aplicar el tratamiento (T1) en lugar del (T2) se incrementan los costos en \$ 63.68 dólares; pero consigo aumenta una tasa marginal de 236.86 %; esto indica que por cada dólar que el agricultor invierta en aplicar T1, recuperará su dólar y obtendrá adicional 2.36 dólares, por lo tanto la inversión en esta alternativa, será rentable para el productor. Considerando los costos marginales y sus respectivas tasas marginales de cada tratamiento se concluye que la opción de mayor rentabilidad para el control de cogollero y enfermedades foliares presentes en el cultivo del sorgo es el T1 [(20 % y 10 % (grado 2)].

Cuadro 6. Análisis de retorno marginal de los beneficios netos costos variables, para los tratamientos no dominados en el estudio (Finca el madroñal, Tisma –Masaya, época postrera).

Descripción	Costo variable U\$/ha	Costo marginal U\$/ha	Beneficio neto U\$/ha	Beneficio Neto Marginal U\$/ha	Tasa de Retorno Marginal
T2:30% 4grados y	46.7	----	289.35	----	----
T1:20% 3grados y	63.68	16.98	329.57	40.22	236.86 %

V CONCLUSIONES

- 1 El análisis de varianza, no mostró diferencia estadística entre los diferentes tratamientos evaluados para el manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith)
- 2 El cogollero presentó los mayores daños entre los 31 y 38 días después de la siembra (dds)
- 3 Las enfermedades foliares que prevalecieron en el estudio fueron: Raya tiznada (*Ramulispora sorghi* Ellis y Everhart Olive y Lefebvre), Antracnosis (*Colletotrichum graminicola*-Cesati- Wilson) y Mancha gris (*Cercospora sorghi* Ellis y Everhart)
- 4 El análisis de varianza, realizado para *Antracnosis* y mancha tiznada mostró diferencias estadísticas a los 45 y 54 días después de la siembra (dds), no así para mancha gris que no indicó diferencias significativas entre los tratamientos
- 5 El tratamiento con los niveles de daño de 20% por cogollero y 10% (grado 3) por enfermedades foliares presentó los mayores rendimientos con 2,501 kg ha⁻¹
- 6 Los menores costos variables se obtuvieron con el tratamiento T3 con 40 % de daño por cogollero y 30 % (grado 5) de severidad por enfermedades
- 7 De acuerdo al Análisis económico, el T1 con el 20% de daño por *Spodoptera* y 10% (grado 3) de severidad de enfermedades foliares obtuvo la mayor tasa marginal de 236.86 %, esto indica que por cada dólar que el agricultor invierta en aplicar T1, recuperará su dólar y obtendrá adicional 2.36 dólares de más
- 8 El nivel de daño causado por las plagas (insectos y enfermedades) que menos afecta el rendimiento es el 20 % de daño por cogollero y el 10 % de severidad de enfermedad.

VI RECOMENDACIONES

- 1 Realizar otro ensayo similar, en la misma época de siembra (postrera) utilizando otras variedades e híbridos para comparar y concretizar resultados
- 2 Evaluar otros niveles en diferentes condiciones agroecológicas con el objetivo de determinar los niveles permisibles en cada situación
- 3 Utilizar otros niveles de daños diferentes a los de este estudio para poder sintetizar y recomendar el tratamiento que más se ajuste al productor

VI BIBLIOGRAFIA

AGRIOS J. 1996. Fitopatología. 2ª. Ed. LIMUSA. (México). p. 129 - 132.

ANDREWS, K. L. Y QUEZADA, J. R. 1989. Manejo Integrado de Plagas insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. C.A. p 134 - 138.

ALBIÑANA, L. I. 1987. Sorgo-cultivo y Aprovechamiento. Barcelona, España. p 9-16

BANCO CENTRAL DE NICARAGUA. 2005. informe anual 2004. Managua, Nicaragua. p 23 , 24.

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.2p.

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

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México 77 p.

- 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* J.E Smith). Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. (Barquisimeto). Multigrafiado. 12 - 18 p.
- CHOW WANG, L. 1990.** Variedad tortillero precoz. Programa de granos básicos, INTA. Managua, nicaragua.2p.
- COMPTON, L. P. 1990.** Agronomía del sorgo. CENTA. El Salvador, C.A.S. ed. 301p.
- COMPENDIUM OF SORGHUM DISEASES.** 2000. 2da. ed. The American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota, U.S.A. 78 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.12 p.
- CLAVIJO, S. 1984.** La protección química del maíz al ataque del cogollero (*Spodoptera Frugiperda* J. E Smith) en diferentes etapas de crecimiento de las plantas y su efecto sobre los rendimientos del cultivo. Rev. Fac. Agronomía. (Maracay), XIII (1-4): 79-83.
- FAO** (organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación), **1980.** Introducción al control integrado de las plagas de sorgo. Servicio de la protección vegetal y producción. Roma. p 132
- FRENCH, B. 1989.** Método de Análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas. MIP. San José, Costa Rica. Vol. N°.36.p17 - 23.
- HUERES, C. Y CARABALLO, N. 1998.** Cultivo de pimiento en Horticultura. Puebla y educación. La Habana, Cuba. p 1-30.

- HRUSCA, A. 1987.** Periodos críticos de protección y el efecto de infestación del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) en maíz bajo riego. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. p 8.
- HRUSCA, A. Y ROSSET, P. 1987.** Estimación de los niveles de daño económico para plaga insectiles. Manejo integrado de plagas. San José, Costa Rica. p 30 - 44.
- HUIS, A. VAN. 1981.** Control integrado de plagas en maíz, sorgo y Frijol en Centro América con un ejemplo de Nicaragua. XXII reunión anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. Volumen II. p M-19-17.
- INETER. 2005.** Dirección general de metodología. Resumen metodológico diario del 2004. Managua, Nicaragua.
- INTA. 2005.** Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Cultivo del sorgo. Guía tecnológica N°5 Managua, Nicaragua 21p.
- LEYVA1, B. 1988.** Determinación de periodos críticos y niveles de infestación del cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) en el cultivo del maíz (*Zea may*) en época de primera Managua, Nicaragua. 54 p.
- LOZANO, M. Y MANTILLA, H. 1997.** Evaluación preliminar de insecticidas químicos, botánico y biológicos en el control de la mosquita del sorgo (*Contarinia sorghicola*) en la variedad pinolero 1. Tesis ing. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 30 p
- .MARENCO, R.1986.** Del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith). Departamento de Protección Vegetal. Centro Agronómico Tropical. Turrialba, Costa Rica. 63 p.

PROYECTO SALVADOREÑO-ALEMAN DE PROTECCION VEGETAL

INTEGRADA (MGT-GTZ). 1997. Manejo integrado del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith). San Salvador, el Salvador. 4 p.

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.

OBANDO, S. R. 1976. Umbrales permisible de daño foliar y método de control químico en maíz de primera. Informe Anual. Managua, Nicaragua. p 1-8.

PINEDA, L. L. 1999. Guía tecnológica del cultivo del sorgo. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), Managua, Nicaragua. 23 p.

PINEDA, L. L. 1996. Revista del campo (Productores). N. 50. El sorgo blanco cultivo con futuro. 51p.

PINEDA, L. L. 1995. Guía tecnológica del cultivo del sorgo. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), Managua, Nicaragua. 14 p.

SOMARRIBA, R. C. 1998. Texto de Granos Básicos, Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. p 60 - 95.

TABLADA, J. Y HERNANDEZ, J. 1971. Observaciones en 18 variedades de sorgo (*Sorghun bicolor* L Moench). Rivas, Nicaragua. p 8.

TAPIA, H. Y GARCIA. 1985. Técnicas para la producción de maíz. MIDINRA.1^{er} Ed. Managua, Nicaragua. p 15 - 16.

Thakur R. P. 1995. Status of International Sorghum Anthracnose and Pearl Millet Downy Mildew Virulence Nurseries, p. 75 - 92. *In.* J. F. Leslie and R. A. Frederiksen (eds.), *Disease Analysis through Genetics and Biotechnology: Interdisciplinary Bridges to Improve Sorghum and Millet Crops*: Iowa State University Press, Ames, Iowa. USA.

VICTORIA, L. F. Y ROJAS, T. 1988. Efecto de la lámina de riego sobre la calidad de la semilla de soya. ICA, Palmira. Bogotá, Colombia. 42p.

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

WILLIAMS, J; FREDERIKSEN, A. Y GIRARD, J.1998. Manual para la identificación de las enfermedades de sorgo y mijo. Instituto Internacional de Investigación de cultivo para los trópico ISCRASAT. 2^a. Ed. Texas, Estados Unidos. p10.

ANEXOS

Anexo 1. Comparación de los valores medios (%) para la variable incidencia de *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) por tratamiento evaluado. (Finca Madroñal, Tisma, Masaya 2004).

	Días después de la siembra						
	9	17	24	31	38	45	54
T1	1.65a	1.7a	1.85a	3.35a	3.7a	2.4a	2.2a
T2	1.25a	2.05	3a	3.5a	2.15a	1.1a	1.1a
T3	1.8a	2.1a	2.1a	3.8a	3.05a	1.9a	1.6a
T4	1.5a	2.1 a	2.2a	2.9a	2.9a	2.4a	1.75a
T5	.55a	.2a	1.5a	3.2	2.3a	1.08a	1.15a
LSD	0.7507	1.5661	1.2667	1.6226	2.1962	1.6451	1.3013
Bloque	0.4124	0.2221	0.2364	0.1886	0.6267	0.3919	0.7807
Pr	0.3891	0.8865	0.5196	0.1457	0.4516	0.2440	0.2128
R²	0.388153	0.339950	0.407983	0.450575	0.323782	0.443316	0.397595
CV	24.67970	36.10808	32.27335	24.64419	35.73574	43.83500	44.61158

Anexo 2. Comparación de los valores medios (%) para la variable severidad de *Ramulispora sorghi* (Ellis y Everhart Olive y lefebvre) por tratamiento evaluado. (Finca Madroñal, Tisma, Masaya 2004).

	Días después del siembra				
	45	54	63	72	81
T3	36.67 a	30.00 a	41.68 a	62.50 a	76.67 ab
T5	33.13 b	21.68 b	44.17 a	56.67 a	71.25 bc
T1	32.50 bc	30.00 a	46.67 a	60.00 a	80.00 a
T2	30.00 bc	26.68 a	40.00 a	50.83 a	78.13 a
T4	29.38 c	26.88 a	40.83 a	56.67 a	69.17 c
LSD	3.3010	3.5405	8.299	2.3646	5.5251
Bloque	0.2182	0.0105	0.1332	0.8855	0.0822
Pr	0.0045	0.0025	0.5334	0.4090	0.0155
R ²	0.80	0.88	0.60	0.46	0.81
Cv	5.84	7.14	10.63	11.38	4.20

Anexo 3. Comparación de los valores medios (%) para la variable severidad de Antracnosis. (*Colletotrichum graminicola*-Cesati- Wilson). Por tratamientos evaluado. (Finca Madroñal, Tisma, Masaya 2004).

	Días después de la siembra				
	45	54	63	72	81
T1	33.33 a	30.00 ab	50.83 a	54.17 a	74.17 a
T4	32.50 a	28.13 ab	45.00 a	56.67 a	67.50 b
T5	32.25 a	24.17 b	55.83 a	53.33 a	68.13 b
T2	30.00 a	34.17 a	45.63 a	51.67 a	68.13 b
T3	30.00 a	35.83 a	51.67 a	54.17 a	67.50 b
LSD	4.3441	5.9841	11.9780	6.1939	5.569
Bloque	0.4548	0.1679	0.0082	0.0108	0.0010
Pr	0.4597	0.1975	0.4039	0.3034	0.3277
R ²	0.45	0.68	0.79	0.80	0.85
Cv	7.88	11.66	13.18	6.66	4.61

Anexo 4. Comparación de los valores medios (%) para la variable de severidad Mancha gris de la hoja. (*Cercospora sorghi* Ellis y Everhart) por tratamiento evaluado (Finca Madroñal, Tisma, Masaya 2004).

	Días después de la siembra				
	45	54	63	72	81
T1	40.83 a	37.50 a	55.83 a	55.00 a	75.00 a
T4	38.13 a	36.88 a	53.33 a	57.50 a	75.00 a
T5	38.13 a	33.33 a	53.33 a	55.83 a	73.13 a
T2	37.50 a	34.17 a	48.13 a	55.73 a	68.75 a
T3	37.50 a	35.83 a	51.67 a	55.83 a	70.00 a
LSD	6.7759	4.1676	11.3780	14.4840	7.2542
Bloque	0.6050	0.0320	0.0010	0.0743	0.0013
Pr	0.9405	0.2844	0.9153	0.7838	0.1263
R ²	0.30	0.74	0.86	0.61	0.83
Cv	10.07	6.37	11.88	13.40	5.73

Anexo 5. Comportamiento de rendimiento por tratamiento evaluado en sorgo variedad Tortillero Precoz, Postrera 2004.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO
T1	2501.0 a
T2	2138.2 ab
T3	1996.3 ab
T4	1594.7 b
T5	1446.0 b
LSD	702.79
Bloque	0.8290
Pr	0.0412
R ²	0.736705
Cv	17.56304

Anexo 6. Significancia estadística (Pr > F) del Análisis de Covarianza entre las variables (*Antracnosis* y *Cercospora*).

Factores	45 dds	54 dds
<i>Antracnosis</i>	0.1470	0.7810
<i>Cercospora</i>	0.0021	0.0356
Bloque	0.1461	0.0646
Pr	0.0629	0.1759
R ²	0.80	0.70
CV	5.05	10.32

Anexo 7. Número y momento de aplicaciones química de los diferentes tratamientos en estudio (Finca el madroñal, Tisma–Masaya época postrera).

Descripción	T1:20 % y 3 grado	T2:30 % y 4 grado	T3:40% y 5 grado	T4:50 % y 7 Grado severidad	T5:testigo
Aplicación días después de la siembra Cypermtrina (dds)	17 y 31 dds	31 y 45 dds	31 y 45 dds	No alcanzó el nivel	testigo -
Número de aplicaciones de insecticida	2	2	2	- No alcanzó el nivel	testigo -
Aplicación días después de la siembra Benomyl (dds)	45 y 63 dds	63 dds	No alcanzó el nivel -	No alcanzó el nivel -	testigo
Número de aplicaciones de fungicida	2	1	No alcanzó el nivel	No alcanzó el nivel -	testigo
Aplicación a la panoja para plagas y enfermedades	72 dds	72 dds	72 dds	72 dds	72 dds

Anexo 8. Hoja de recuentos de datos para parcelas experimentales.

Fecha _____ Tratamientos: _____ Bloque _____ Finca _____

Sitio	Planta	Spod	Chinn	Mosca	Fusar	Hel	Cerc	M.zon	Antra	Tijere	Artrop	Otros
1												
2												
3												
4												
5												

Anexo 9. Diseño experimental de campo (Finca EL Madroñal, Tisma.- Masaya, Época de Postrera 2004).

