

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



TRABAJO DE DIPLOMA

MANEJO DE LAS TRES PRINCIPALES PLAGAS DEL SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench), GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), MOSQUITA DEL SORGO (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillet) Y CHINCHE PATA DE HOJA (*Leptoglossus zonatus* Dallas), EN ÉPOCA DE POSTRERA DEL 2003 EN LA ZONA DE TISMA, MASAYA.

Autor: Br. Arely del Carmen Medina Castillo.

Asesoras: Ing. MSc. Martha Zamora.
Ing. MSc. Carmen Gutiérrez.

Managua, Nicaragua, 2003.

DEDICATORIA

Dedico este gran esfuerzo a mí Dios y a la madre celestial, por darme paciencia, sabiduría para poder terminar mis estudios y mi trabajo de Diploma; porque ambos son el eje que guían mi vida.

A mis padres, Nancy Castillo y Luis Roger Medina que sin su apoyo, cariño, comprensión ejemplo, consejos y principios no habría podido realizar mis metas.

A mis hermanos, Aguinaldo, Roger, Anita y José Luis que siempre estuvieron conmigo brindándome su apoyo y consejos para seguir adelante con mis estudios y mi persona como tal.

A mis tres preciosos sobrinos, Gardenia, Jonathan y Litzy que son la luz de mi caminar y que siempre los llevó en mi corazón.

A mis tíos, Aguinaldo (q. p. d. c.), Maura, Juanita (q. p. d. c.), Fidelia y Martín que también me influenciaron a seguir adelante, brindándome sus consejos de superación.

A mis dos abuelitos, Aguinaldo Castillo Duran y Marcelina Chevez Díaz (q. p. d. c.), que me brindaron siempre su amor y comprensión en todos momentos de mi vida.

A mis amigos (as) y compañeros (as) de la Universidad que siempre estuvieron a mi lado brindándome su amistad y apoyo durante mi preparación profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la virgen que sobre todas las cosas me permitieron seguir adelante en mis estudios y poder culminarlos.

A mis padres, mis hermanos, abuelos y tíos por haberme apoyado con mis estudios en lo que va de mi vida.

A mi asesora, Ing. MSc. Martha Zamora por su apoyo incondicional y regalarme gran parte de su valioso tiempo, mostrando un gran interés por ver concluido este trabajo.

Al Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA) y particularmente a la Ing. MSc. Carmen Gutiérrez e Ing. MSc. Rafael Obando por su valiosa colaboración.

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

Al personal del Departamento de Protección Agrícola y Forestal, Ing. MSc. Arnulfo Monzón, Ing. MSc. Isabel Herrera, Ing. Alex Cerrato, Sria. (DPAF): Arlen Mora.

Al productor de la “Finca El Madroñal”, Agapito Ñurinda, que estuvo siempre dispuesto ayudar para que este trabajo se realizara especialmente en el área de campo.

A las familias, Gutiérrez- Salinas, Tòrrez- Aviles, Galeano- Roa, Carcamo- Montenegro, López -Pineda y Castillo- Padilla, que siempre me brindaron su apoyo y comprensión.

A todos mis amigos y compañeros de clase, que siempre estuvieron conmigo en todo momento.

Finalmente a cuatro grandes personas, como son mis amigos y compañeros de estudio Javier López, Johana Castillo, Lidia Tórrez y Edwin Reyes.

ÍNDICE GENERAL

Sección	Página
No. 1	
Índice de Figuras-----	i
Índice de Cuadros-----	ii
Índice de Anexos-----	iii
Resumen-----	iv
I. Introducción-----	1
II. Objetivos-----	5
III. Revisión de Literatura -----	6
IV. Materiales y Métodos-----	13
V. Resultados y Discusión -----	19
VI. Conclusiones -----	38
VII. Recomendaciones -----	39
VIII. Referencias Bibliografía -----	40
VIII. Anexos-----	45

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
1. Precipitación, temperatura y humedad relativa media acumulada durante la época de postrera, Tisma, Masaya, 2003. (INETER, 2003)----	13
2. Comportamiento de la población de Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, Masaya. 2003.-----	19
3. Porcentaje de daño del Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, Masaya. 2003.-----	20
4. Comportamiento de la población de Gusano Medidor (<i>Mocis latines</i>) en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, 2003.-----	24
5. Porcentaje de daño del Gusano Medidor (<i>Mocis latines</i>) en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, 2003.-----	25
6. Comportamiento de la población de Mosquita del sorgo (<i>Stenodiplosis sorghicola</i>) en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, 2003.-----	27
7. Comportamiento de la población de Chinche pata de hoja (<i>Leptoglossus zonatus</i>) en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, Masaya. 2003.-----	30
8. Comportamiento de la población de Tijereta (<i>Doru taeniatum</i>) en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, 2003.-----	32
9. Comportamiento de la población de Mariquita (<i>Cycloneda sanguinea</i>) en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, 2003.-----	33

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
No.	
1. Resultados del rendimiento del grano y del presupuesto parcial de los cinco tratamientos evaluados, en época de postrera, Tisma, Masaya, 2003.-----	35
2. Resultados de análisis de dominancia y rentabilidad % de los cinco tratamientos evaluados, en época de postrera, Tisma, 2003.-----	37

INDICE DE ANEXOS

Anexo No.	Página
1. Plano de campo del ensayo.....	46
2. Resultados del análisis de varianza de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).....	47
3. Resultados de la prueba de Duncan de <i>Spodoptera frugiperda</i> en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).....	47
4. Resultados del análisis de varianza de <i>Mocis latipes</i> en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).....	48
5. Resultados de la prueba de Duncan de <i>Mocis latipes</i> en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).....	48
6. Resultados del análisis de varianza de <i>Stenodiplosis sorghicola</i> en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).....	49
7. Resultados de la prueba de Duncan de <i>Stenodiplosis sorghicola</i> en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).....	49
8. Resultados del análisis de varianza <i>Leptoglossus zonatus</i> en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).....	50
9. Resultados de la prueba de Duncan de <i>Leptoglossus zonatus</i> en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).....	50
10. Resultados del análisis de varianza <i>Doru taeniatum</i> en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).....	51
11. Resultados de la prueba de Duncan de <i>Doru taeniatum</i> en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).....	51
12. Resultados del análisis de varianza de <i>Cycloneda sanguinea</i> en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).....	52
13. Resultados de la prueba de Duncan de <i>Cycloneda sanguinea</i> en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).....	52
14. Conceptos de análisis económicos.....	53

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la finca El Madroñal ubicada en el Km. 43 carretera Tipitapa-Masaya municipio de Tisma departamento de Masaya, con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro tratamientos sobre las poblaciones de Gusano Cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), Mosquita del sorgo *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillet) y Chinche pata de hoja *Leptoglossus zonatus* (Dallas), durante la época de postrera en los meses de Septiembre a Diciembre del 2003. Los tratamientos evaluados fueron asocio gandul-sorgo utilizando el gandul como barrera viva, el insecticida botánico: Nim aceite, el insecticida microbiológico: *Beauveria bassiana* en polvo y el insecticida químico: Diazinón comparados con una parcela sin aplicación: el testigo. Se realizaron muestreos cada ocho días, iniciando desde la siembra hasta la cosecha. Se seleccionaron cinco sitios al azar en cada repetición contabilizando el número de insectos encontrados. Los tratamientos fueron aplicados basados en umbrales de acción, para cogollero se utilizó el 40 % de cogollos dañados; en el caso de la mosquita dos individuos por panoja y para el chinche pata de hoja uno por panoja o sea con presencia. Se realizaron dos aplicaciones, una en etapa vegetativa dirigida al cogollero y la segunda en floración dirigida a la mosquita. En lo que respecta a chinche pata de hoja no alcanzó los umbrales establecidos. Los resultados obtenidos indican que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para cogollero. Sin embargo, para mosquita y chinche pata de hoja se detectó diferencias significativa entre los tratamientos esto se debe al efecto de las aplicaciones para mosquita ya que ambos afectan la misma etapa fenológica. Los tratamientos que presentaron la mayor población de mosquita fueron, testigo y Diazinón y para chinche los tratamientos que presentaron las mayores poblaciones fueron, *Beauveria bassiana* y Nim aceite. Con respecto al rendimiento, el tratamiento que presentó mejor rendimiento fue Nim aceite con 6,570.00 Kg. /Ha. y el que obtuvo menor rendimiento del grano fue el tratamiento Diazinón con 4,754.99 Kg. /Ha. El análisis económico indica que el tratamiento Barrera viva (gandul- sorgo) presentó mayor rentabilidad con 583.84 % seguido por los tratamientos Testigo absoluto con 504.16 % y Nim aceite con 459.48%.

I. INTRODUCCIÓN

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

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 por ciento del grano e incluyendo el almidón, celulosa, azúcar y otros, siendo el principal componente el almidón que constituye el 83 por ciento de endospermo (Pineda, 1996). En la alimentación de ganado vacuno y cuando se combina con maíz, la mezcla resulta mejor que cualquiera de los granos solos. En centro América y el caribe es usado en la elaboración de tortillas, pan y otros derivados, en harina presenta buenas perspectivas para la elaboración de platillos típicos (Alvarado, (1988) citado por Lozano *et al.*, (1997) y en Nicaragua desde hace décadas el sorgo se consume en forma de atol, tortillas, turrone, así como productos de panificación, sin embargo se no descartan otras perspectivas para la industrias (Pineda, 1996).

En los últimos 10 años el área mundial cultivada ha estado constituida por unos 43 millones de hectáreas (Ha), siendo los países mas productores Nigeria donde se siembran 6 millones de hectáreas, Sudan 2.5 millones de hectáreas, la India 16 millones de hectáreas con rendimiento promedio que oscilan entre 11-12 qq/Ha (Somarriba, 1998).

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

A pesar de su importancia para la industria, los niveles de producción de sorgo están por debajo de los rendimientos potenciales del cultivo; reportándose un rendimiento promedio a nivel mundial de 1300 Kg./ Ha fluctuando entre 600 y 4000 Kg./ Ha como promedio de rendimiento de África y Latinoamérica (Peacock & Wilson, (1984) citado por Compton, (1990).

En Nicaragua el sorgo, adquiere cada día mayor importancia principalmente por la elaboración de alimentos para la industria avícola, porcina y bovina, también para el consumo humano en sustitución del maíz (*Zea mays* L.) (MIDINRA, 1985). En nuestro país se siembra a lo largo de la costa del pacifico en un área estimada de 33,000 Mz entre los cuales se encuentran variedades de sorgo criollo y mejoradas (Corrales, 2000).

El área sembrada en Nicaragua de sorgo ocupa dentro de los granos básicos el segundo lugar después del maíz (*Zea mays* L.); ya que de 923.8 miles de manzanas sembradas en granos básicos en el ciclo de 2003-2004 el 21% pertenece al sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), es decir 116.8 (miles de manzanas) con una producción de 2,044.6 (miles de qq), obteniendo un rendimiento promedio de 17.5 qq/Mz lo cual no manifiesta el verdadero potencial de este cultivo (Banco Central de Nicaragua, 2003).

En Nicaragua se cultivan tres tipos de sorgo según su uso, entre ellas tenemos el sorgo rojo para uso industrial, el blanco que es el criollo conocido como trigo y millón. El sorgo ocupa el 16 por ciento del área sembrada por granos básicos. Del total producido, el 62 por ciento corresponde al sorgo rojo o industrial y el otro 38 por ciento esta distribuida entre el sorgo blanco y millón. Generalmente la época de siembra es durante la época de postrera, que es cuando se siembra la mayoría de área (Pineda, 1996)

La mayoría de las áreas sembradas son manejadas con altas tecnología utilizando híbridos y variedades mejoradas siendo estas áreas manejadas por grandes productores los cuales usan un sistema de monocultivo durante un mismo ciclo (sorgo-sorgo), lo que permite el uso intensivo de la tierra, trayendo como consecuencia agotamiento de los suelos y deterioro de los recursos existente como el agua y la fertilidad (Aleman y Tercero, 1991). Al mismo

tiempo hacen uso indiscriminado de plaguicidas para el control de las principales plagas provocando efecto negativo al suelo, agua y principalmente al medio ambiente. Castillo, (1988), establece que el uso excesivo y descontrolado de plaguicidas ha aumentando las plagas debido al desarrollo de resistencia a estos plaguicidas y la destrucción de enemigos naturales. También muchos de los plaguicidas utilizados para el control de plagas arriesgan la salud de las personas.

El uso indiscriminado de plaguicidas se debe a que los insectos causan daños muy severos y destructivos al cultivo por ende afectan los rendimientos, entre los mas dañinos del cultivo del sorgo tenemos al, Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el daño principal es causado por la larva joven, la cual se alimenta de las partes del cogollo (yemas terminales del tallo), las hojas desplegadas muestran una hilera irregular de perforaciones a través de la lamina. Este daño puede causar la muerte de la planta en su primera etapa de desarrollo (Compton, 1990). Por su parte Pineda (1995), señala que el umbral de daño para Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) es de 40 % para tomar medidas de control de esta plaga en el cultivo del sorgo (*S. bicolor*).

La mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*) es la cosmopolita de todas las plagas del sorgo, pues aparece en casi todas las regiones sorgueras del mundo. El daño más severo que realiza la mosquita es causado por la larva, la cual se alimenta en el ovario (principalmente en periodo de floración del cultivo), impidiendo el desarrollo normal de la semilla. Este daño provoca granos pequeños y deformes, que se vuelven estériles e inútiles y las panojas infectadas aparecen con tizón o marchitas (Wall y Ross, 1975). El umbral para tomar medidas de control de esta plaga es de dos mosquitas por panoja (Pineda, 1999).

Otro de los insectos que afecta el cultivo de sorgo en Nicaragua es el Chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*), esta especie ha sido reportada en los departamentos de León, Managua, Masaya, Matagalpa, y se encuentra en todas las partes del Pacifico del país. El principal daño de este insecto es causado por las ninfas y adultos, que se alimentan chupando la savia o jugos de las semillas o de los granos en desarrollo. Este daño provoca el no llenado del grano o lo que se llama grano vano, también provoca decoloración,

podrición, pérdida de semilla y caída del grano. Este insecto afecta la panoja en estado lechoso del grano (Jkean, 1995). Pineda (1999), establece de que el umbral es de un chinche pata de hoja por panoja en el cultivo del sorgo para tomar medidas de control.

El único método del control de plagas inséctiles por parte de los productores es el control químico, usando plaguicidas de alta toxicidad y dañinos al medio ambiente (Somarriba, 1998). Aunque existen los umbrales de acción los productores realizan las aplicaciones sin tomarlos en cuenta lo que agudiza los problemas de contaminación, eliminación de enemigos naturales e insecto resistente a estos productos químicos.

Existen otras alternativas de manejo de plagas, que se enfocan en la producción de insecticidas botánicos modernos, para apoyar el desarrollo de la producción orgánica y la búsqueda de una menor dependencia de los insumos químicos, en los proyectos de desarrollo agropecuario. El mejor ejemplo ha sido el nim cuyas hojas fueron usadas desde siglos, esencialmente en la India para el control de plagas de granos almacenados y que ahora se encuentran, a nivel comercial, en forma de aceite, torta y extractos acuosos o alcohólicos. Otros ejemplos son los insecticidas microbiales que causan enfermedades mortales en las plagas, estos por ser específico no causan daños a los insectos benéficos, a los humanos ni al ambiente (Carballo *et al.*, 2004).

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Contribuir al desarrollo de alternativas de manejo de plagas inséctiles que provocan pérdidas en el cultivo del sorgo *Sorghum bicolor* (L. Moench.).

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Evaluar la efectividad de un insecticida botánico, Nim aceite (*Azadirachta indica* (A. Juss) sobre las poblaciones del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* (Coquillet) y chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus* (Dallas).
2. Evaluar la efectividad del insecticida, Diazinón sobre las poblaciones del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* (Coquillet) y chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus* (Dallas).
3. Evaluar la efectividad del insecticida biológico, *Beauveria bassiana* (Bals) sobre las poblaciones del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* (Coquillet) y chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus* (Dallas).
4. Evaluar la efectividad de un asocio gandul-sorgo utilizando el gandul *Cajanus cajan* (L. Millsp) como barrera viva, sobre las poblaciones del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* (Coquillet) y chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus* (Dallas).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Problemas fitosanitarios

Pineda (1999), establece que el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor*) es afectado por diferentes insectos, enfermedades y malezas, que deben controlarse de forma oportuna y eficiente. Sin embargo, no siempre se hace necesario el control químico y es conveniente recordar que cualquier aplicación innecesaria de insecticida y funguicida aumenta los costos de producción y contribuye a la contaminación del medio ambiente destruyendo la fauna benéfica que se alimentan de las plagas.

Algunas de las plagas de importancia que atacan al sorgo, están en relación con las etapas de crecimiento del cultivo.

En etapa vegetativa las plagas mas predominantes en el cultivo del sorgo son los insectos del suelo, falso alambre *Epitragus sallei*, gallina ciega *Phyllophaga spp*, coralillo *Elasmopalpus lignosellus*, gusano alambre *Conoderus ssp*, también se encuentran insectos del tallo como es el barrenador del tallo *Diatarea lineolata* y insectos del follaje como son, langosta medidora *Mocis latipes* y gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. (Pineda, 1995)

En etapa reproductivas las plagas mas predominantes en el cultivo son los insectos de la panoja como son, mosquita del sorgo *Stenodiplosis sorghicola* y chinche pata de hoja *Leptoglossus zonatus*. (Pineda, 1999)

Algunas de las enfermedades del sorgo mas comunes que presentan en el cultivo son, pudrición de la semilla y la plántula (*Fusarium moliniforme*), mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi*), Antracnosis (*Colectotrichum graminicola*), tizón de la hoja (*Exserohilum turcicum*), podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*) y pudrición del tallo (*Fusarium moniliforme*) (Pineda, 1995)

Etapa vegetativa

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

Las larvas jóvenes se alimentan de las partes tiernas del verticilo (cogollo). Las hojas desplegadas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas e irregulares comidas. Las larvas pueden también alimentarse de la panícula antes de que emerja y después de la emergencia, del grano en desarrollo (Compton, 1990). Las larvas grandes pueden también actuar como gusano cortador, escondiéndose en el suelo durante el día y destruyendo las plantas hasta de un mes de edad, mediante túneles en las partes superiores del tallo (Saunders y King, 1984).

El daño mas severo es en las plantaciones jóvenes que pueden ser destruidas o debilitadas, en las plantas mayores desfolian las hojas de las plantas maduras y de esta forma retrasan seriamente las flores masculinas o la panoja del sorgo, otro daño severo es en el tallo, que aparecen cortados al nivel del suelo (Saunders y King, 1984).

Etapa reproductiva

➤ **Mosquita del sorgo** (*Stenodiplosis sorghicola* (Coguillet))

La mosquita oviposita en las flores y las larvas se alimentan de ellas, dejando las espiguillas atacadas vacías o estériles. El único periodo en que la mosquita ataca al sorgo es cuando florece y las anteras amarillas están saliendo. En un campo infestado pueden verse las mosquitas poniendo sus huevos en flores, principalmente temprano en la mañana (Saunders y King, 1984).

El daño más severo de este insecto es en la panoja del sorgo ya que esta queda compactada y estrecha por lo que poca o ningún grano se ha formado. Por eso el daño de la mosquita se confunde a veces con los efectos de la mala fertilización, mal tiempo, mala variedad,

esterilidad etc. Es frecuente encontrar pérdidas del 10- 20 % de la producción en algunos casos las pérdidas son totales (Saunders y King, 1984).

➤ **Chinche patas de hojas** (*Leptoglossus zonatus* (Dallas))

El chinche pata de hoja, es una plaga polífaga, siendo sus principales hospederos, el maíz, sorgo, frijol, tomate, gandul, (otras leguminosas y cultivos frutales). El daño lo ocasionan principalmente los adultos y ninfas, chupan o succionan los jugos de semillas o frutos en desarrollo, causando decoloración, pudrición, granos vanos y caída del grano. Los daños que este insecto ocasiona son las pérdidas en el rendimiento de grano debido al manchado y esto es causa el descarte para su exportación (Trabanino, 1997).

A partir de ese análisis se llegó a la conclusión de evaluar cuatro opciones de manejo como son el uso de un asocio gandul-sorgo utilizando el gandul *Cajanus cajan* (L. Millsp) como barrera viva y insecticidas botánico, biológico y químico con el fin de reducir o manejar las tres principales plagas del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L.) como son cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.), mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola* C.) y chinche pata de hojas (*Leptoglossus zonatus* D.) y de esta manera manejar un sistema sostenible basado en obtener buenas cosechas sin contaminación al ambiente y sin causar tanto daños a la salud humana como animal.

Los productores realizan solamente manejo químico para el control de las diferentes plagas y enfermedades, sin embargo existen otros métodos de manejo como es el uso de barreras, insecticidas botánicos, biológicos entre otros.

Métodos no químicos para el manejo de plagas en el sorgo.

Uso de barreras vivas

Los cultivos de barreras vivas pueden ser cualquier especie vegetal que sirva de barrera para reducir el daño causado por plagas y enfermedades (Medina *et al.*, 1997). La barrera es

la sola presencia de una planta alta de cultivo asociado que afecta los estímulos visuales, por medio de los cuales los insectos plagas se orientan hacia su planta hospedera apropiada, el principio de usar barreras es evitar la movilización y dispersión del insecto de un área a otra o sea dentro del sistema de la plantación y crear así confusión en el insecto. Los insectos se ven afectados por la barrera por que hay mayor sombra y eso evita el desarrollo. Otro efecto de las barreras es que bajan la intensidad de luz y de esta forma pueden producir inhibiciones alimentarias en algunos insectos plagas (Altieri & Letourneau, (1982) citado por Flores y Rugama, (1998). Algunas especies leguminosas han sido usadas con este fin pueden ser comestibles como los frijoles comunes, para forrajes como el Dolicos, o no comestibles como el fríjol abono o canavalia (Medina *et al.*, 1997).

Los monocultivos año tras año aumentan las probabilidades de ataques por insectos y enfermedades, los cultivos con barreras vivas funcionan como un cultivo de rotación reduciendo de esta manera la posibilidad de ataques de plagas o enfermedades. Hay también evidencias de que los cultivos barreras vivas pueden reducir los problemas causados por nematodos (Medina *et al.*, 1997). Las barreras vivas de leguminosas sirven como cultivos trampas ya que hay muchos insectos que les atrae.

Una de las especies utilizadas como barreras vivas en Nicaragua, es el Gandul (*Cajanus cajan*) en las regiones I, II, IV, específicamente en Masaya, lo utilizan principalmente en sorgo de postrera (Vega, (1992) citado por Vallejos y Velásquez (1998).

El Gandul (*C. cajan*) es una planta anual, bi o trianual (depende del verano) es arbustivo de crecimiento vigoroso. Su crecimiento inicial es lento y no soporta competencia de malezas en este momento (Vega, (1992) citado por Vallejos y Velásquez (1998). Se recomienda una siembra densa en el surco por la mala germinación. Sembrar de dos a tres surcos distanciados de treinta pulgadas u ochenta centímetro. Se siembra a chorrillo o un grano cada cinco a diez centímetros (Vansintjan y Vega, 1992). Este es un cultivo que aporta gran cantidad de nitrógeno, ya que su capacidad de fijación de nitrógeno es alta. Las hojas, tallos y raíces leñosas aumentan el contenido de carbono orgánico y mejoran la estructura del suelo (Manual de leguminosas Nicaragua, (1997) citado por Corrales, (1998).

El gandul (*C. cajan*) se adapta a 0 – 2000 m. s. n. m. y un pH de 5.4 – 8.4, con baja fertilidad, un buen drenaje y necesita una precipitación menor de 700 mm, con una profundidad de siembra de 2 – 4 cm (Vansintjan y Vega, 1992)

Uso de insecticidas botánicos

En Nicaragua el producto botánico comercialmente distribuido es el Nim (*Azadirachta indica*) cuyo ingrediente activo es la *Azadirachtina* que actúa como inhibidor del desarrollo de muchas larvas de insectos aun en dosis muy bajas o sea que las plagas que ingieren esta sustancia no pasan a la fase sucesiva en su estado larval y mueren. En algunas otras plagas como por ejemplo los saltamontes, la *Azadirachtina* tiene efectos inhibidores de la alimentación. Como se ha confirmado repetidamente en ensayos, debe de ser de forma especial de acción, de los extractos de nim que sean probados son extraordinariamente inofensivos para organismos útiles (GTZ, 1989).

Jacobson, (1984) citado por Zeledón, (1990) realizo, ensayos en invernaderos con larvas de gusano cogollero (*S. frugiperda*) en hojas de maíz (*Zea mays*), y demostró que el potencial de protección de formulación acuosa de extracto crudo etanolico de semilla de nim al 0.2 y 0.4 % se mantuvo el efecto durante 21 días aproximadamente. Hellpap, (1985) citado por Zeledón, (1990) en esta misma línea de ensayo realizo en laboratorio como en campo el mismo trabajo con larvas de gusano cogollero (*S. frugiperda*) estas demostró ser altamente susceptible a extractos de semilla del árbol de nim (*Azadirachta indica* (A. Juss)).

Uso de insecticida biológico.

Los hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*) fueron los primeros microorganismos que se reconocieron como causantes de enfermedades en los insectos. Como cualquier agente patológico pasan por varias fases para completar su desarrollo; estas son adhesión, germinación, penetración, multiplicación, producción de toxinas, muerte del insecto, colonización, salida y esporulación. Dentro de los deuteromycetes los géneros mas

importantes que se ha encontrado causando enfermedades en los insectos están (*Metarhizium anisopliae* (Metch) y *Beauveria bassiana* (Bals) (Monzón, 2003).

Wright et al, (1989) citado por Delgado, (2000), desarrollo un mico insecticida contenido el hongo entomopatogeno (*Beauveria bassiana*) llamado naturalis, fue exitosamente evaluado bajo condiciones de campo en 1989, 1990 y 1991; resultado patógeno a los picudos adultos, efectivos en la protección del algodón al comienzo de temporadas, también controlo mosca blanca (*B. Tabaci*) y el saltador de hojas (*Empoasca spp*).

En un experimento sobre el efecto de diferentes formulaciones y formas de aplicación de (*B. Bassiana*) sobre la mortalidad del picudo negro del plátano (*C. sordidus*), determino que las formulaciones de aceite con agua produjera una mortalidad del 85 %, por el contrario la formulación con agua solo alcanzo 8% de mortalidad (Carballo, (1996) citado por Delgado, (2000). Delgado, (2000), evaluó diferentes concentraciones de (*B. bassiana*), e informo que utilizando 15% de aceite en la suspensión del hongo se redujo la concentración letal y aumento la mortalidad a concentraciones menores, comparado con el uso de agua como medio de suspensión del hongo.

Pineda, (2000), al realizar evaluaciones de cepas de *B. bassiana*, sobre las poblaciones de chinche de la panoja del arroz (*Oebalus insularis* (Stal), en campo como de laboratorio, se encontró diferencias significativas entre fechas y cepas en la fase de laboratorio y demuestra que la Bb-64 y Bb-114 superan estadísticamente a las demás con un promedio de 33.23 de insectos muertos y la fecha seis supero estadísticamente al encontrar un promedio de de 38.52 insectos muertos.

En lo que respecta a la etapa de campo no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo la cepa Bb-114 en polvo muestra siempre la menor población del insecto, seguido por la cepa Bb-121 también formulada en polvo (Pineda, 2000).

Uso de insecticida químico

El uso de productos químicos es la opción de manejo más generalizada. En el caso de la mosquita del sorgo no se han realizado estudios en busca de alternativas, encontrándose en la literatura estudios dirigidos a la evaluación de diferentes productos.

Salguero et al, (1978), realizaron un estudio en la dinámica, daño y control de la mosquita del sorgo (*S. sorghicola*), evaluaron cinco insecticidas entre estos están: Diazinón 60 ec, Lebaycid, Dimecron, Tamaron 600 y Volaton, se aplicaron en tres épocas, basándose en la floración del sorgo, 10 días de floración 1-3 de floración y 1-7 , se encontró que el mejor fue el Diazinón 60 ec, aplicando en 1-3 con una dosis de 0.405 lts/ Ha, ofrece las mejores perspectivas para un control adecuado de la mosquita por su alto grado de residualidad, considerando en segundo termino el Tamaron y Lebaycid.

La aplicación de Diazinón 60 ec deben efectuarse cuando el 50% de las panojas han iniciado su floración y una segunda aplicación al tercer día si las poblaciones de mosquitas son altas (Salguero et al, 1978).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del estudio

Este estudio se realizó en la finca El Madroñal propiedad del productor Agapito Ñurinda, ubicada en el municipio de Tisma en el Km. 43 carretera Tipitapa-Masaya, departamento de Masaya, en época de postera en el periodo Septiembre-Diciembre del 2003. La posición geográfica de la finca es $12^{\circ} 07' 03''$ Latitud Norte y $86^{\circ} 05' 27''$ Longitud Oeste (INETER, 2003)

4.2 Descripción agroecológica del sitio

El suelo de esta zona es franco arenoso; la temperatura media es de 32.28°C , la precipitación media de esta zona es de 132.53 mm y su humedad relativa promedio es de 83.68 en un periodo de seis meses (Julio-Diciembre), con una altitud de 98-110 msnm (INETER, 2003).

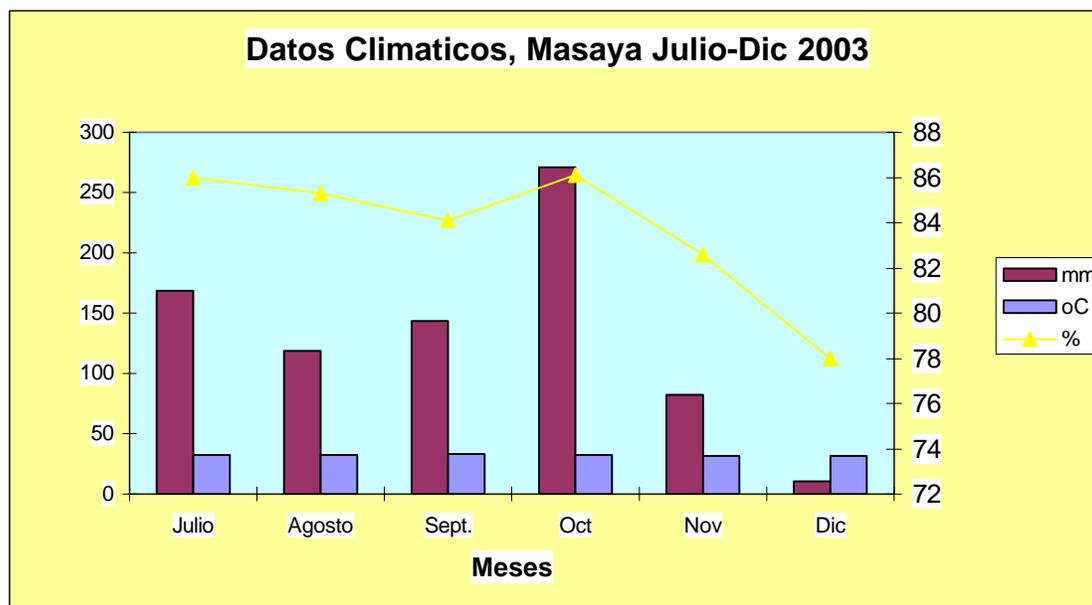


Figura 1. Precipitación, temperatura y humedad relativa promedio durante la época de postera, Tisma, Masaya, 2003 (INETER, 2003).

4.3 Manejo del cultivo

La preparación del suelo se realizó de forma mecanizada y con tracción animal. Utilizando un pase de arado y dos pases de grada de forma mecanizada, el surcado fue hecho con bueyes. La siembra se realizó de manera manual, en surcos separados a 0.75 m, depositando la semilla de sorgo a chorrillo ralo.

La variedad utilizada fue IRAT 204, conocido como tortillero precoz, es una variedad de grano blanco, que ha sido difundida por el INTA, para sustituir las variedades criollas como copete de mula y millón de ciclos tardíos susceptibles a enfermedades y de bajo rendimientos de grano (Chow, 1999).

La variedad tortillero precoz se caracteriza por alcanzar una altura de 157 cm, panoja semiabierta, grano color blanco, floración a los 54 días después de la germinación, excerción de panojas 12 cm, tamaño de la panoja 20 cm, día a la cosecha 95 y con un potencial genético de 55 qq/Mz (Chow, 1999).

Los departamentos donde se siembra esta variedad son: Masaya, Carazo, Granada, Rivas, Managua y Chinandega (Chow, 1999).

La fertilización consistió en la aplicación de fertilizante formula completa 12-30-10, con una dosis equivalente de 2 qq/Mz al momento de la siembra. A los 25 y 45 días después de la emergencia de la plántula se aplico una dosis de 2 qq/Mz de Urea 46%.

El control de maleza se realizó de manera manual, a los 25 y 45 días después de la emergencia de la plántula y al mismo tiempo se realizó el aporque, coincidiendo con la fertilización de urea al 46 %.

El manejo fitosanitario se realizó cuando los insectos alcanzaron los umbrales establecidos, aplicando así los tratamientos a evaluar en este estudio.

La cosecha se realizó de forma manual al completar el ciclo del cultivo, el día 16 de Diciembre del 2003, cosechando un área de 15 m^a por repetición.

4.4 Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue bloques completos al azar (BCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, el área total del estudio fue de 1298 m² y el área de la parcela útil fue de 26.25 m² (Anexo, 1).

4.5 Tratamientos evaluados

1. Barrera viva Gandul- Sorgo
2. Aplicación del insecticida botánico Nim formulación aceite 1 Lt. /Ha.
3. Aplicación del insecticida biológico *Beauveria bassiana* 1x10¹² conidias por hectárea.
4. Aplicación del insecticida químico Diazinón 1.5 Lt. /Ha.
5. Testigo absoluto, sin aplicación.

En los tratamientos de Nim aceite, *Beauveria bassiana* y Diazinón fueron aplicados con base al uso de umbrales económicos; siendo los siguientes:

- Para *Spodoptera. frugiperda*: 40% de daño foliar.
- Para *Mocis latipes*: 40 % de daño foliar.
- Para *Stenodiplosis sorghicola*: 2 mosquitas por panoja.
- Para *Leptoglossus. zonatus*: 1 chinche por panoja.

T1: Barrera viva de Gandul- Sorgo

Las parcelas de asocio tuvieron un arreglo espacial, alternando cuatro surcos de sorgo con uno de gandul. La distancia de siembra fue entre surcos de sorgo y sorgo de 0.75 mt entre surcos de sorgo a surcos de gandul de 3.75 mt.

La siembra se realizó de manera manual, depositando la semilla de Gandul a chorrillo. Esta barrera viva se estableció el mismo día que se sembró el cultivo de sorgo con el fin de proteger al cultivo de las plagas en estudios desde el inicio de la plantación del cultivo.

T2: Aplicación del insecticida botánico Nim aceite (*Azadirachta indica* (A. Juss):

El Nim aceite (*Azadirachta indica* (A. Juss) es un insecticida botánico de formulación líquida (aceite), que actúa como un insecticida estomacal, de contacto y tiene efecto de repelencia (GTZ, 1989). Este tratamiento consistió en asperjar el producto en el área foliar y panoja de la planta con el fin de manejar las poblaciones de cogollero en etapa vegetativa, mosquita del sorgo y chinche pata de hoja en etapa reproductiva con una dosis de un litro por hectárea. Las aplicaciones realizadas fueron dos, para manejar las poblaciones de cogollero y mosquita del sorgo.

T3: Aplicación del insecticida biológico hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*)

Beauveria bassiana es un hongo formulado en polvo, que actúa por contacto directo en el insecto, penetrando el hongo por vía del integumento debido a una acción mecánica o efectos enzimáticos, también actúa dentro del insecto produciendo toxinas el cual es una sustancia tóxica producida por el organismo patógeno. Estas toxinas son sustancias que pueden, en cierto caso, originar la muerte del insecto debido a sus propiedades insectiles pero además, ellas actúan como inhibidores de las reacciones de defensas del hospedante por alteraciones de los hemocitos y retardo en la agregación de las células de la hemolinfa (Kucera, (1980) citado por Leucona *et al.*, (1995).

Este insecticida biológico *Beauveria bassiana* se aplicó en la etapa vegetativa para cogollero y en etapa reproductiva para mosquita del sorgo y chinche pata de hoja con una dosis de 1×10^{12} conidias por hectárea. Las aplicaciones realizadas fueron dos, para manejar las poblaciones de cogollero y mosquita del sorgo.

T: 4 Aplicación del insecticida químico (Diazinón)

El Diazinón es un insecticida químico órgano fosforado cuyo ingrediente activo es tiofosfato de 0,0- dietil- 0- (2- isopropil -6 metil -4 pirimidietinilo), de formulación líquida, que actúa únicamente por contacto directo al insecto (EPA, (1996) citado por Salinas et al, (1996). Este tratamiento consistió en aplicar el insecticida en el área foliar de la planta y de esta forma manejar las plagas evaluadas.

Diazinón se aplicó con una dosis de 1.5 litros por hectárea con el fin de manejar las plagas cogollero en etapa vegetativa, mosquita del sorgo y chinche pata de hoja en etapa reproductiva. Las aplicaciones realizadas fueron dos, para manejar las poblaciones de cogollero y mosquita del sorgo.

T5: Testigo absoluto

Son las parcelas donde no se realizó ninguna aplicación de los tratamientos evaluados en el ensayo.

4.6 Muestreo

El muestreo se realizó igual para todos los tratamientos. Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo se tomaron cinco estaciones de muestreos. Cada estación consistió en muestrear diez plantas al azar. El muestreo se realizó cada ocho días (semanal), desde la siembra hasta la cosecha.

4.7 Variables a evaluar

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Incidencia poblacional del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*).
- Incidencia poblacional de Mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*).

- Incidencia poblacional de Chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*).
- Incidencia poblacional de otros insectos plagas.
- Incidencia poblacional de enemigos naturales.
- Porcentaje de plantas dañadas por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano medidor (*Mocis latipes*)

Al final del ciclo también se evaluó el rendimiento del cultivo.

- Peso total de las panojas cosechadas de la parcela útil de cada repetición.

4.8 Análisis de los datos

Los datos provenientes de los muestreos de la incidencia poblacional de los insectos se evaluaron por medio de análisis de varianza usando el programa estadístico (SAS) y la separación de medias de Tukey y Duncan con una probabilidad del 5%.

4.9 Análisis económico

Los datos de rendimiento, costos de producción del cultivo y los tratamientos fueron sometidos a un análisis económico de Presupuesto parcial con el objetivo de evaluar la rentabilidad del cultivo en cada uno de los tratamientos evaluados y así determinar cual opción es la mas adecuada y/o aplicable dentro del contexto económico (CIMMYT, 1988). (Anexo, 2).

4.10 Análisis de dominancia

Este análisis se realiza con algunos datos provenientes del análisis económico como son los costos totales, beneficio neto de cada tratamiento. El análisis consiste en ordenar los tratamientos de menores a mayores costos totales que varían. Se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento cuyos costos totales que variables sean más bajos (CIMMYT, 1988). (Anexo, 14).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Efecto de los tratamientos en estudio sobre las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith

La dinámica poblacional de *S. frugiperda* presentó diferencias en el comportamiento de los cinco tratamientos evaluados. Los tratamientos que presentaron la mayor incidencia poblacional de esta plaga fueron: Nim aceite y testigo; mientras que el tratamiento que presentó menor incidencia poblacional fue barrera viva de gandul (Figura 2).

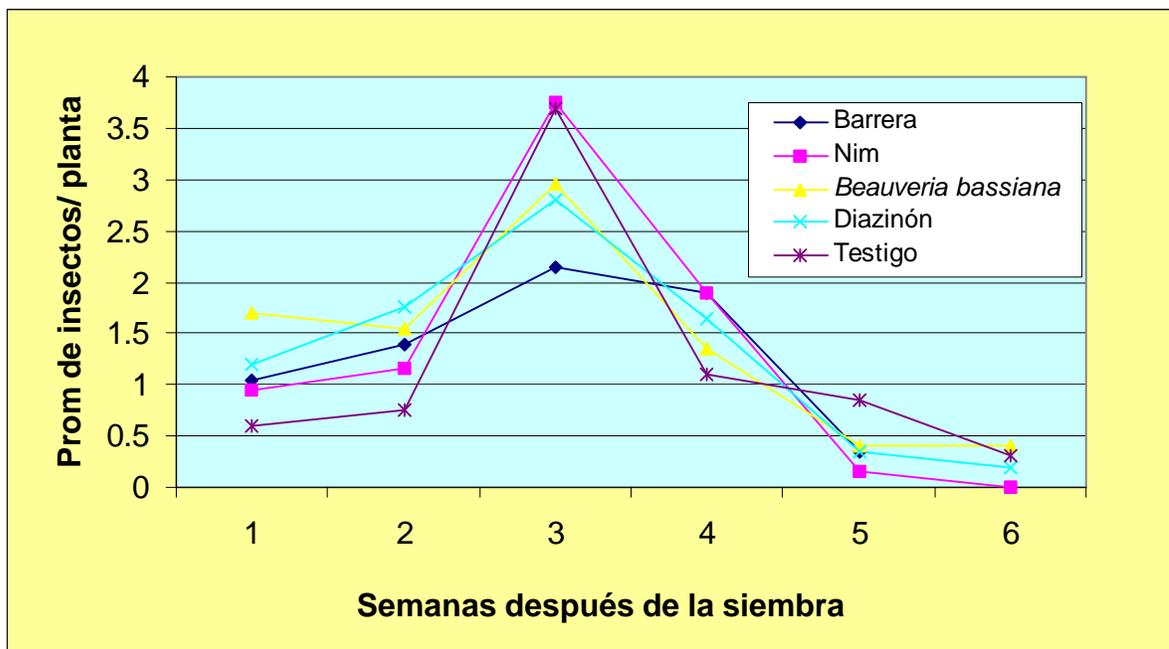


Figura 2. Comportamiento poblacional de *Spodoptera frugiperda* en cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, Masaya. 2003.

En la figura tres se observa que el umbral económico establecido de 40 % de daño fue alcanzado en la semana tres en todos los tratamientos coincidiendo con el pico poblacional del insecto. Figuras dos y tres por ende se procedió a aplicar en semana cuatro.

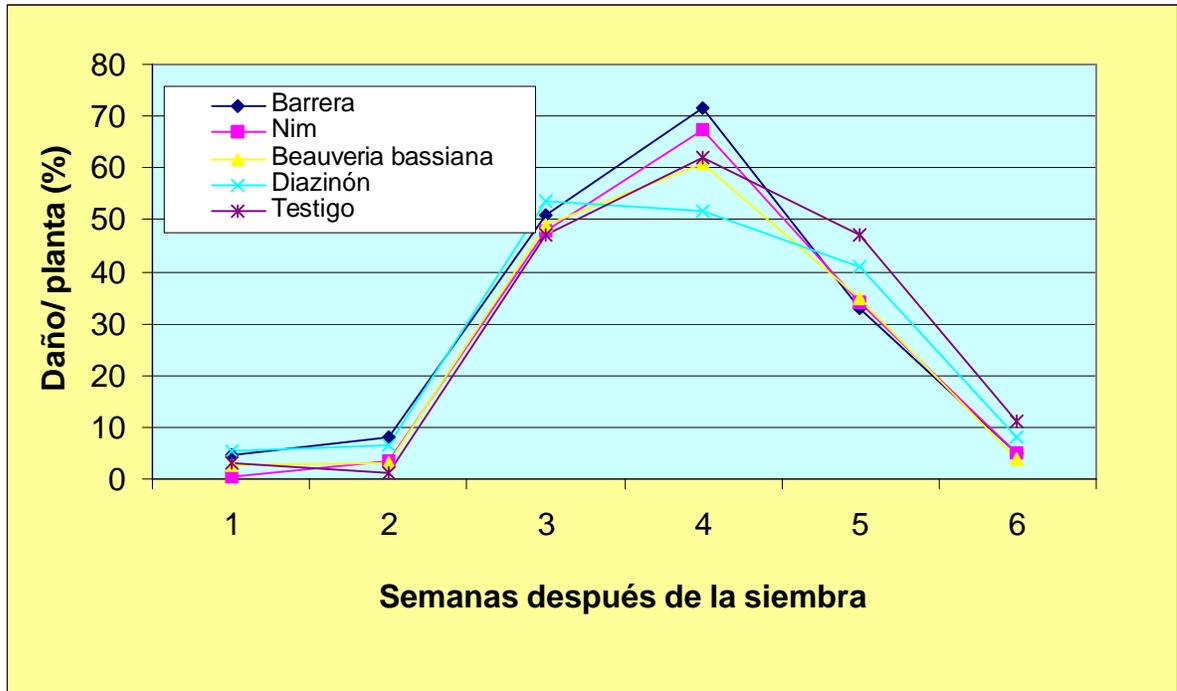


Figura 3. Porcentaje de daño de *Spodoptera frugiperda* en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, Masaya. 2003.

La menor incidencia de la plaga se presentó en la parcelas de barrera viva (gandul-sorgo), presentaron menor número de insectos, eso indica de que el gandul interfirió con el paso del insecto, pero eso no explica que la barrera viva halla hecho efecto en la reducción del porcentaje de daño, ya que el gandul no es un hospedero alterno, por lo que la población establecida no es controlada presentando así el mayor porcentaje de daño con respecto a los otros tratamientos. Como se puede observar en la figura tres, inicialmente no hubo efecto, ya que la semilla de gandul (*Cajanus cajan*), es de baja germinación y de crecimiento inicial lento (Brinder, (1997) citado por Santana, (2002), esto nos hace reflexionar de que es necesario sembrar el gandul antes de establecer el cultivo de sorgo para así lograr mejores efectos sobre las poblaciones de insectos.

La población de cogollero bajó, en la semana cinco, como se puede observar en la figura dos, en este momento el gandul presentó mayor altura que el sorgo formando un obstáculo

contra las plagas contribuyendo al equilibrio biológico del cultivo (MARENA, (1997), citado por Santana, (2002).

El Gandul (*Cajanus cajan*) alcanzó mayor crecimiento que la planta de sorgo, debido a que la planta de sorgo deja toda su energía en la formación de la panícula retrasando el crecimiento en este periodo y esta planta inicia el crecimiento extensivamente después de la iniciación de la panícula (Compton, 1990). Por otro lado este insecto redujo considerablemente su población en la semana seis debido a que el tejido de la planta se endurece y no es succulento.

En lo que respecta al insecticida Nim aceite se puede decir que fue el que obtuvo mayor efecto ya que la plaga se redujo bastante rápido; es importante reflejar que el insecticida Nim aceite tiene mayor tiempo de duración en la planta. Según, Jacobson, (1984) citado por Zeledón, (1990), se realizaron ensayos en invernaderos con larvas de gusano cogollero en hojas de maíz (*Zea mays*), y se demostró que el potencial de protección de formulación acuosa de extracto crudo etanólico de semilla de Nim al 0.2 y 0.4 % mantuvo el efecto durante 21 días aproximadamente. De esta forma el producto puede seguir actuando por ingestión ya que el insecto se alimenta vorazmente del cogollo de la planta, eso hace que ingiera la sustancia activa del producto (*Azadirachtina*) y la plaga no pasa a la fase sucesiva de su estado larval y muere, además cabe mencionar que también afecta la capacidad de reproducción ya que reduce la esterilidad del insecto. Otro efecto de este producto es la repelencia debido a que tiene un sabor desagradable para el insecto y de esta forma los insectos abandonan las plantas tratadas (GTZ, 1989). Es aquí el efecto rápido de este producto botánico contra esta plaga en comparación con el tratamiento testigo absoluto que presentó mayor población de este insecto y esto demuestra que el producto es efectivo para esta plaga.

Kirksch, (1986) citado por Barahona, (1990) reporta que el extracto acuoso de Nim controla *Plutella* aun mejor que THURICIDE (*Bacillus thuringensis*) y SELECRON 500. Eso indica que Nim afecta a las plagas del orden lepidóptera ya que la plaga estudiada pertenece a ese mismo orden y el Nim contiene en cualquiera de sus productos la sustancia

activa *Azadirachtina*, a la cual los lepidópteros son altamente susceptibles (Hellpap, (1985) citado por Zeledón, (1990).

En relación al insecticida biológico *B. bassiana* se puede observar en la figura dos que la incidencia poblacional de *S. frugiperda* fue bajando lentamente después de haber sido aplicado; el producto esto es debido a que los hongos no actúan inmediatamente después de su aplicación, sino que necesitan un periodo aproximado a seis días (García *et al.*, 1990). A partir de este periodo las conidias comienzan a causar efectos sobre la plaga, esto explica el por que la mortalidad asciende a medida que pasa cada día (García *et al.*, 1990), también coincide con los resultados de Pineda, (2000) que encontró que el hongo *B. bassiana* tiene diferencias significativas entre las fechas demostrando que a los días después de la aplicación se encuentran mayor número de de insectos plaga muertos.

Este insecticida biológico actúa de forma directa entrando al insecto unidades infectivas (esporas) a través del integumento por medio de mecanismos físicos, químicos y electrostáticos del patógeno (Leucona et al, 1995). Una vez en contacto con el hospedero las conidias del hongo germinan en un periodo de 12 horas, el cual penetra por vía del integumento debido a una acción mecánica o efecto enzimático que dura cerca de 12 horas, trascurridas 72 horas el hongo presenta una total colonización habiendo presentes grandes cantidades de conidioforos y conidias características de esta especie (Alves, (1986) citado por Pineda, 2000).

Debido a su modo de acción el hongo entomopatogeno *B. bassiana* es un producto efectivo de proceso lento, pero seguro ya que controla la plaga por más tiempo debido a que hay mayor diseminación de las conidias o esporas formadas sobre el insecto que se diseminan por acción del viento, agua y el propio hombre. Esto se puede observar en la figura dos ya que el número de insectos bajó moderadamente. En sí, este producto tiene un buen efecto sobre las poblaciones de insecto plaga en comparación con las poblaciones de otros insectos plagas.

El efecto del insecticida químico Diazinón se puede ver a partir de la semana cinco, tiempo en que la población bajó un poco y permaneció así hasta en semana siete bajando totalmente su población, eso nos indica que el producto químico actuó de inmediato sobre las larvas de cogollero presentes en la planta ya que este producto es de contacto directo por ende ejerció su acción toxica una vez que entra en contacto con el organismo que se desea combatir (García, 1997).

Este insecticida pertenece a la familia de los órganos fosforados, esto indica que este producto se degrada fácilmente en el ambiente y posee un poder de toxicidad aguda relativamente alto en la mayoría de los casos. Por lo general son bastante volátiles y su mecanismo de acción esta relacionada con el impulso nervioso (García, 1997). Esto indica la poca efectividad en el campo, ya que este insecticida logro controlar únicamente dos semanas cinco y seis, esto coincide con Salinas *et al.*, (1996), que dice que este producto tiene un efecto residual de una a dos semanas, como se puede ver en la figura dos. En las semanas siguientes siete y ocho se presentaron poblaciones de este insecto plaga, eso indica que este producto no es factible para el control de las plagas del follaje, por ende es mas factible y mejor el efecto de los insecticidas biológico *Beauveria bassiana* y botánico Nim aceite ya que presentan mayor tiempo durable en la planta.

El análisis de varianza (Anexo, 2), indica que no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Aun así, en la figura dos se puede observar que el tratamiento barrera viva (gandul-sorgo) mostró siempre la menor población de la plaga. Sin embargo hay diferencias significativas entre las fechas de muestreos, lo que significa que las poblaciones de cogollero tienen mayor incidencia en etapa vegetativa.

5.2 Efecto de los tratamientos en estudio sobre las poblaciones de *Mocis latipes*

La dinámica poblacional de *Mocis latipes* se presento en los cinco tratamientos evaluados, a partir de la semana dos. Los tratamientos que presentaron la mayor incidencia poblacional de esta plaga fueron los tratamientos *B. bassiana*, Nim aceite y Testigo; mientras que el

tratamiento que presento menor incidencia poblacional de medidor fue el tratamiento de barrera viva (gandul -sorgo), seguido por el tratamiento Diazinón (Figura 4).

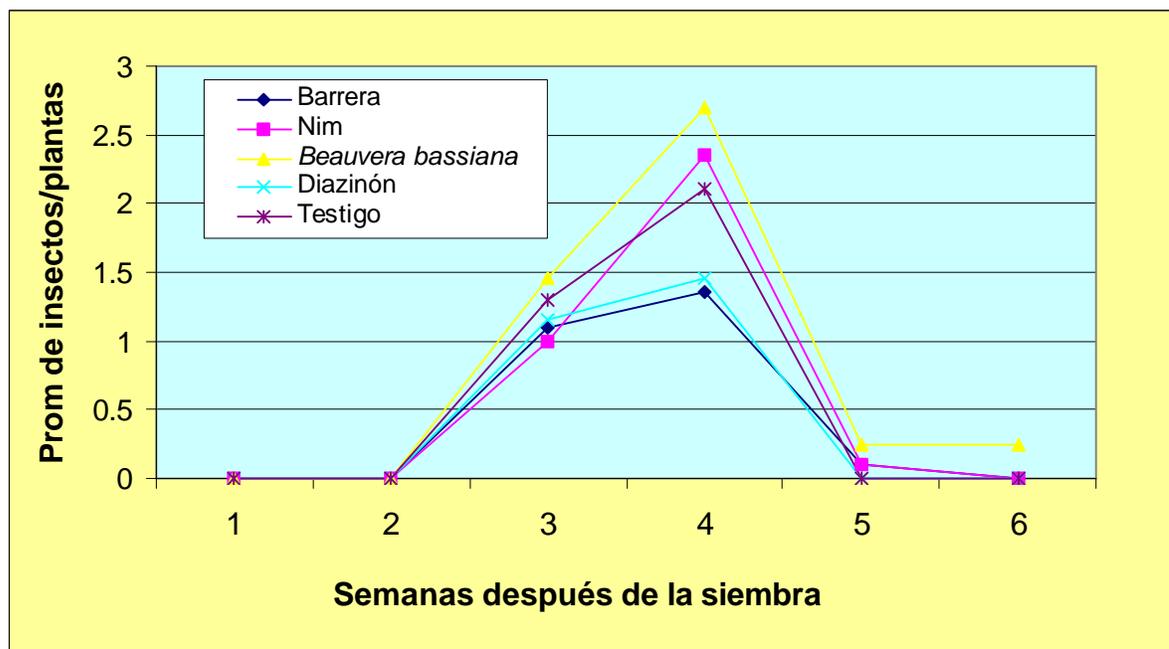


Figura 4. Comportamiento poblacional de *Mocis latipes* en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, Masaya, 2003.

En la figura cinco se observa el porcentaje de daño de *Mocis latipes* en los diferentes tratamientos. Sin embargo este insecto plaga no alcanzó los umbrales establecidos de 40% de daño, únicamente en el tratamiento testigo absoluto por ende no justificaba aplicación de los tratamientos, pero cabe mencionar que al realizar las aplicaciones para el manejo del gusano cogollero en la semana cuatro, esto ayudo a bajar la incidencia poblacional del gusano medidor en cada uno de los tratamientos evaluados presentándose un menor porcentaje de daño en el tratamiento Diazinón seguido por el tratamiento barrera viva (gandul – sorgo).

Como se observa en las figuras cuatro y cinco la barrera de gandul presento mayor interferencia para el gusano medidor que para cogollero ya que las poblaciones como el daño fueron menores, eso se debe a que medidor inicio su incidencia dos semanas después que cogollero y de esta forma la barrera de gandul interfirió mejor, debido a que gandul presento mayor crecimiento que la planta de sorgo.

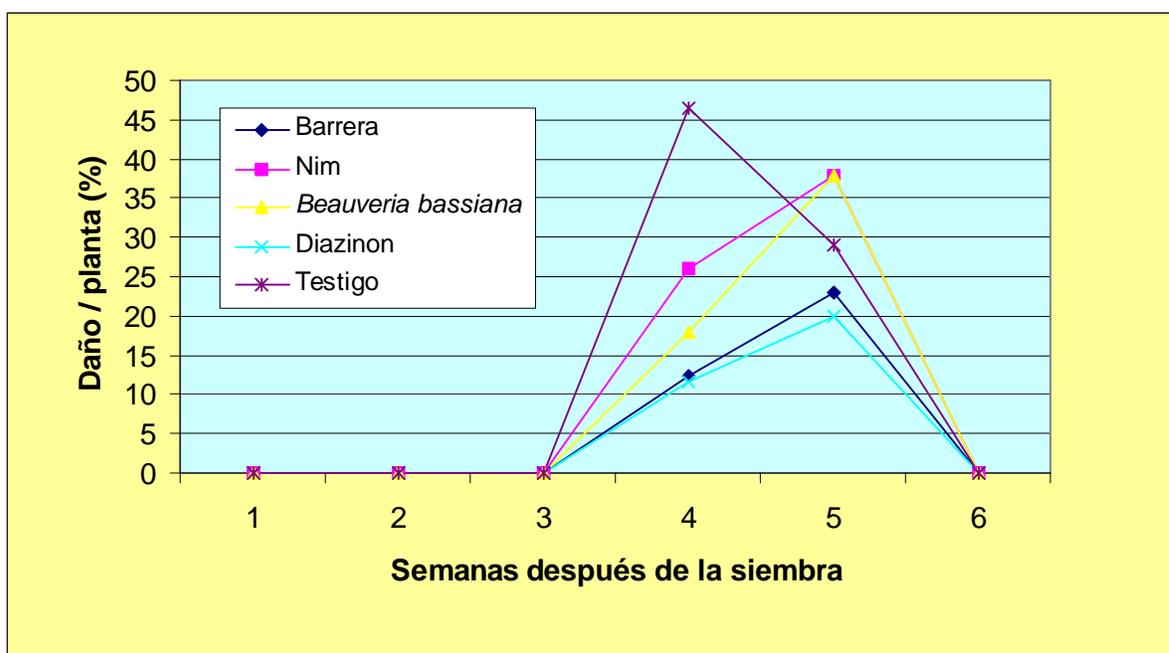


Figura 5. Porcentaje de daño de *Mocis latipes* en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, Masaya, 2003.

En las parcelas con barrera viva (gandul-sorgo), se presentó menor número de larvas, eso indica que el gandul interfirió en el paso de este insecto, a diferencia del cogollero, esto es debido a que gandul presentó mayor crecimiento que el sorgo y además el medidor inicio su incidencia dos semanas después que el cogollero (Figura, 2 y 4).

En lo que respecta al insecticida Diazinón fue el que obtuvo mejor efecto ya que la plaga bajó totalmente, esto es debido a que *M. latipes* se encuentra normalmente en la superficie

de la planta por que es una plaga que afecta principalmente al follaje de la planta estando mas expuesta a este insecticida que actúa únicamente por contacto directo con el insecto y he aquí su efectividad.

En lo que se respecta al insecticida botánico Nim aceite este obtuvo buen efecto ya que la plaga bajo moderadamente; esto indica que el insecto tuvo que alimentarse o ingerir de la hoja tratada con este producto. Como se menciona anteriormente este producto botánico afecta insectos del orden lepidóptero de tal forma que este insecto plaga no es la excepción.

El insecticida biológico *B. bassiana*, presento un efecto mas lento ya que las poblaciones de las plagas bajaron hasta en la semana siete, una vez mas este producto a base de hongo no actúa de inmediatamente sino que necesita mas tiempo, pero eso indica de que este insecticida dura mas tiempo en la planta y el insecto afectado sigue diseminando las conidias y de esta manera sigue manejando la plaga por mucho tiempo (García *et al.*, 1990).

De acuerdo al análisis de varianza realizado (Anexo, 4), no existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero si existen diferencias significativas entre las fechas eso nos indica que el comportamiento de este insecto varía de una fecha a otra. Sin embargo en la figura cuatro se puede observar que el tratamiento que presento menor incidencia poblacional y menor daño fue el de barrera viva (gandul- sorgo), eso nos refleja de que la barrera viva tuvo un buen efecto en el comportamiento de la plaga en comparación con el testigo absoluto.

5.3 Efecto de los tratamientos en estudio sobre las poblaciones de *Stenodiplosis sorghicola*

La dinámica poblacional de mosquita del sorgo (*S. sorghicola*) se presento en los cinco tratamientos evaluados, principalmente en el periodo de floración que inicio en la semana siete, pero donde se presento con mayor incidencia poblacional fue en la semana diez en todos los tratamientos alcanzando mas del umbral establecido de dos mosquitas por panoja,

como se puede ver en la figura seis. Los tratamientos que presentaron la mayor incidencia poblacional de esta plaga fueron los tratamientos Testigo y Diazinón; mientras que los tratamientos que presentaron menor incidencia poblacional de mosquita del sorgo fueron *Beauveria bassiana*, Nim aceite y barreras vivas (gandul- sorgo) como se observa en figura seis, pero aun así alcanzaron los umbrales, por eso se procedió a realizar las aplicación de los tratamientos.

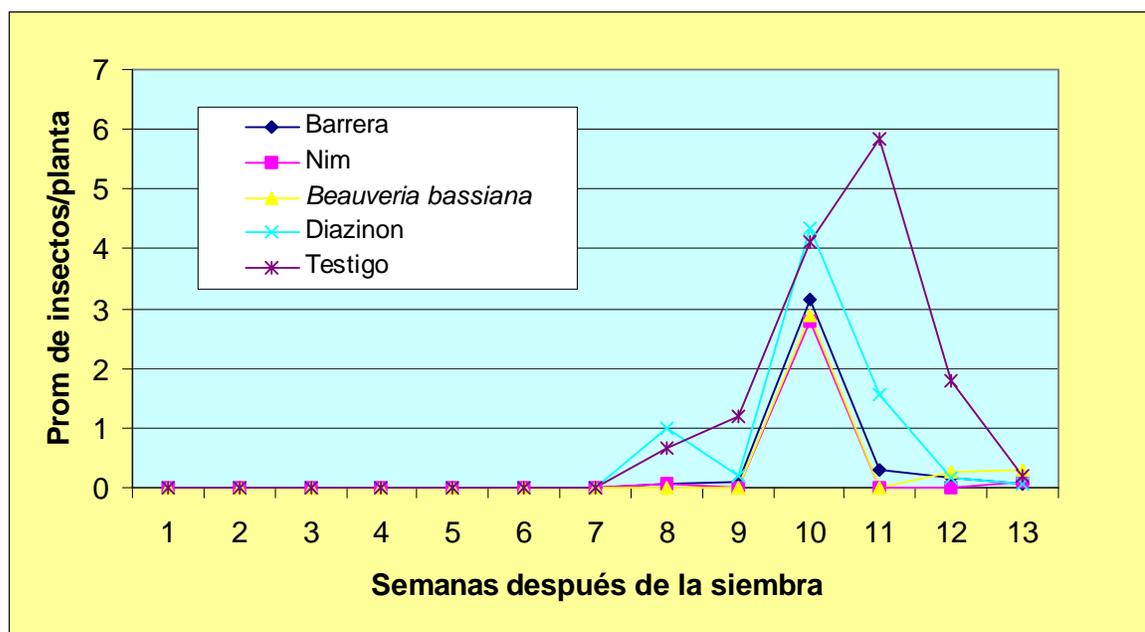


Figura 6. Comportamiento poblacional de *Stenodiplosis sorghicola* en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, Masaya, 2003.

Después de la aplicación en la semana diez se pudo observar que la incidencia poblacional de mosquita bajo en los tratamientos *Beauveria bassiana*, Nim aceite y barreras vivas (gandul-sorgo); mientras que el tratamiento Diazinón se mantuvo la población de mosquita, sin embargo en la semana doce la incidencia poblacional de mosquita bajo totalmente.

El tratamiento barrera viva (gandul-sorgo) tuvo un buen efecto sobre la población de mosquita en el periodo de mayor peligro como son la semana nueve y diez en comparación con el tratamiento testigo absoluto que mantuvo la población de mosquita. Las poblaciones bajaron entre la semana doce y trece debido a que la planta inicia su etapa de endurecimiento y esto dificulta su alimentación.

Después de haber realizado la segunda aplicación de los productos en la semana diez se puede observar que la incidencia de mosquita bajo en todos los insecticidas evaluados (Figura, 6). En lo que respecta al insecticida botánico Nim aceite y al biológico *Beauveria bassiana* son los que obtuvieron mejor efecto insecticida ya que la plaga bajo totalmente su población, eso se debe a que el efecto de estos productos tiene mas durabilidad o efectividad en la planta y de esta forma siguen controlando estos insectos por mas tiempo en el campo.

En lo que se refiere al tratamiento Diazinón, se puede observar que en la figura seis que este insecticida mantuvo la población de mosquita por, después de realizada la aplicación, eso indica que este producto solo actuó sobre la mosquita que se encontraba en la planta y para poder controlar esta plaga se tiene que aplicar varias veces este producto; Salguero *et al.*, (1978), afirma que este producto debe aplicarse de una a tres veces con una dosis de 0.405 Lts/ha ya que ofrece las mejores perspectivas para un control adecuado de la mosquita por su alto grado de recidivalidad, después de esas tres aplicaciones. Esto también lo confirman Huddleston *et al.*, (1963) citado por Wall y Ross, (1975) que establecen de que el Diazinón debe de aplicarse en un intervalo de cuatro días desde que las panojas comiencen a florecer para poder controlar la mosquita del sorgo y de esta forma poder obtener un buen rendimiento del cultivo.

Sin embargo, en semana doce esta plaga bajo su población totalmente pero eso se debió a que la planta de sorgo estaba en el periodo de formación de grano lo que indica de que esta plaga ya no representa ningún peligro ya que paso su periodo de afectación que se da a inicio de la floración y no en llenado de grano.

El análisis de varianza (Anexo, 6), indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y los tratamiento testigo y Diazinón presentaron mayor población que el resto de los tratamientos, sin embargo se puede ver en la figura seis que los tratamientos Nim aceite, *Beauveria bassiana* y barrera viva (gandul – sorgo) presentaron menor incidencia poblacional de este insecto.

5.4 Efecto de los tratamientos en estudio sobre las poblaciones de *Leptoglossus zonatus* Dallas

Al igual que mosquita del sorgo, el chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*) se presenta en etapa reproductiva con la única diferencia de que chinche inicia su ataque en el periodo de llenado de grano o sea grano lechoso, pero en el ensayo este insecto se presento en la etapa vegetativa (Figura, 7). La presencia de este insecto en esta etapa se debió a existencia cercana de un plantío de sorgo en etapa de formación de grano. Wall y Ross, (1975), establecen que esto ocasiona mayor número de plagas, se recomiendan de que no se debe sembrar variedades de maduración temprana y tardía muy próximas ya que los insectos adultos se trasladan del cultivo que florece mas precoz al otro.

Las poblaciones de este insecto en etapa de formación de grano no alcanzo los umbrales establecidos de un chinche por panoja en ninguno de los tratamientos evaluados (Figura, 7). En los tratamientos que se presento mayor incidencia poblacional fue en los tratamientos barrera viva (sorgo- gandul), Nim aceite y *B. bassiana*, mientras que los demás tratamientos presentaron una incidencia poblacional baja y no hubo necesidad de aplicar de los tratamientos.

El tratamiento barrera viva (gandul-sorgo) tuvo un buen efecto en etapa vegetativa para este insecto ya que no se presento incidencia poblacional de este insecto plaga. En cambio en etapa reproductiva tuvo poca incidencia y no alcanzo el umbral establecido, esto indica que barrera viva (gandul-sorgo), obtuvo un mejor efecto sobre chinche pata de hoja en la etapa que realmente representaba peligrosa esta plaga, (como es en el llenado de grano) en comparación a los otros tratamientos evaluados. Esto se debe a que el gandul es un

hospedero del chinche pata de hoja, eso indica por que la población fue baja en esta etapa del cultivo de sorgo (Trabanino, 1997).

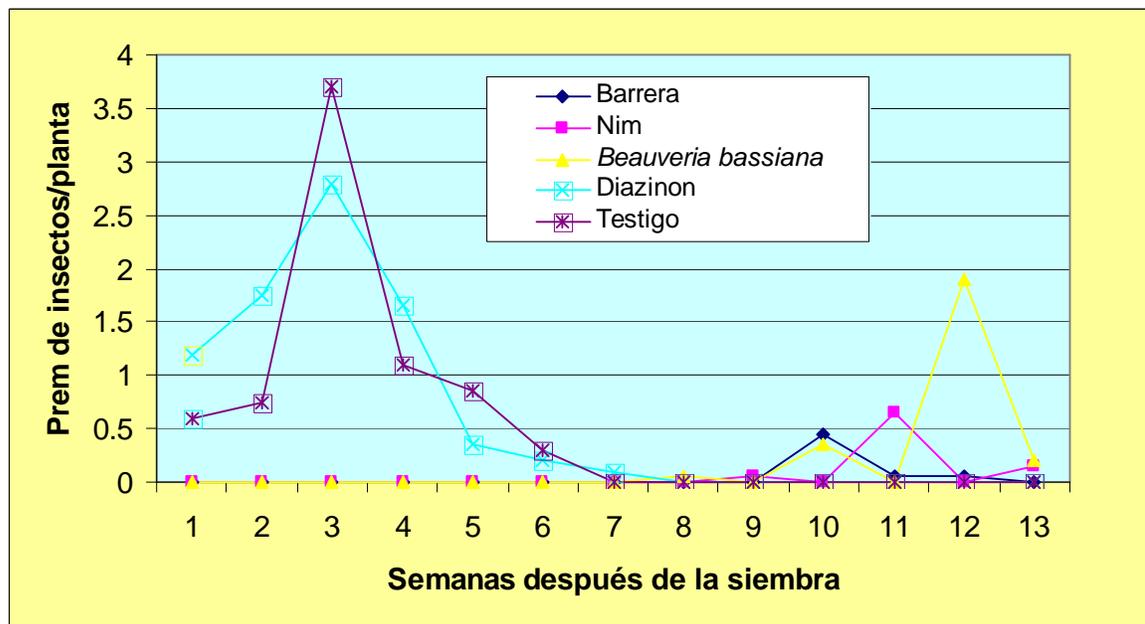


Figura 7. Comportamiento poblacional de *Leptoglossus zonatus* en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera Tisma, Masaya, 2003.

Al observar en la figura siete, se determina un primer pico poblacional de esta plaga en la etapa vegetativa, sin embargo esta etapa no es susceptible, pero las aplicaciones realizadas para *S. frugiperda* tuvieron efecto en las poblaciones, principalmente en el insecticida Diazinón, esto se debe a que este insecto afecta principalmente a la panoja de la planta o sea al grano en formación y como se menciono anteriormente este insecticida actúa únicamente por contacto directo con el insecto y he aquí su efectividad.

En la figura siete podemos ver que se alcanzo un segundo pico poblacional en etapa reproductiva principalmente en llenado de panoja, pero este no alcanzo los umbrales establecidos, sin embargo en esta etapa se alcanzo el nivel poblacional de mosquitas por lo que se realizo una segunda aplicación de los tratamientos evaluados, las poblaciones de

chinche se vieron afectadas principalmente por los insecticidas Nim aceite y *B. bassiana* que son los que presentaron mejor efecto insecticida ya que la plaga bajo lentamente su población y también evito severos daños a la panoja, eso se debe a que el efecto de estos productos tiene mas durabilidad o efectividad en la planta y así de esta forma siguen controlando estos insectos por mas tiempo en el campo. Pineda, (2000), establece que el Hongo entomopatogeno (*B. bassiana*), que se presenta en la formulación en polvo con agua tiene una menor población de la plaga (chinchas).

El análisis de varianza (Anexo, 8), indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y los tratamientos *Beauveria bassiana* y Nim aceite fueron los que ejercieron mejor efecto sobre la plaga y el resto de los tratamientos.

5.5 Efecto de los tratamientos en estudio sobre las poblaciones de *Doru taeniatum*

Los enemigos naturales se clasifican en depredadores o cazadores, parásitos y parasitoídes o insectos parasitoídes (Rodrigues y Gonzáles, 1992).

La tijereta (*Doru taeniatum*) es un controlador natural (depredador) de insectos, que vive libremente cazando y comiendo insectos que chupan la planta como los áfidos; también se alimenta de huevos y insectos pequeños como gusano de mariposa (gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)) (Rodrigues y Gonzáles, 1992).

Este insecto se mantuvo durante todo el desarrollo del cultivo, presentando mayores poblaciones en etapa reproductiva. El tratamiento que presento las mayores poblaciones fue el testigo lo que es lógico ya que no se realizaron aplicaciones que afectaran su alimentación.

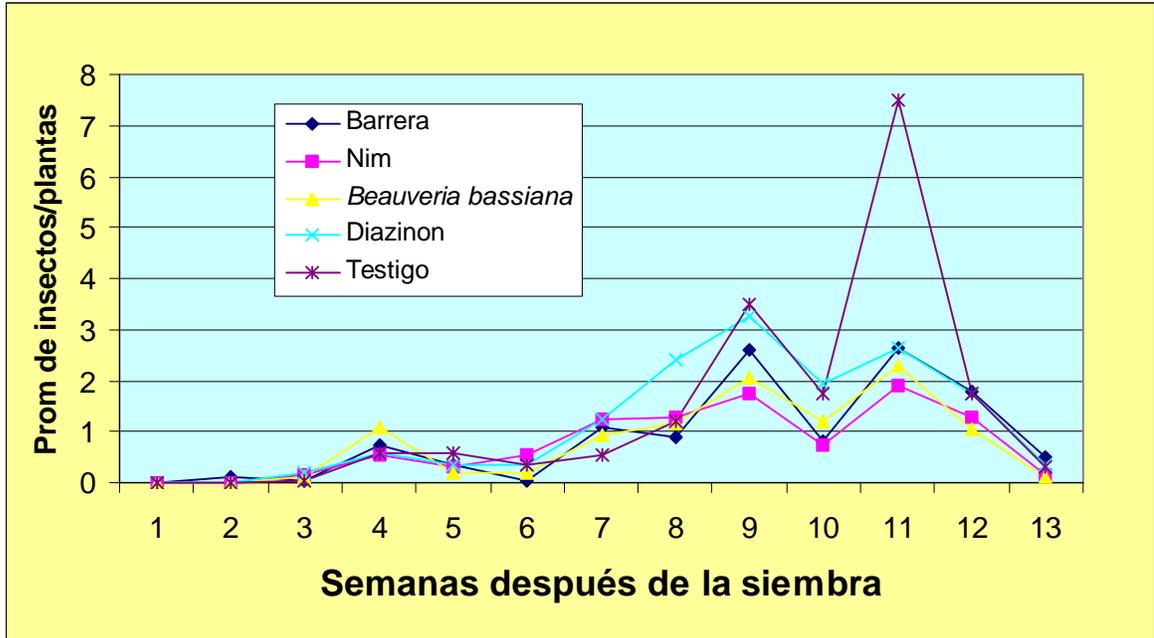


Figura 8. Comportamiento poblacional de Tijereta *Doru taeniatum* en los cinco tratamientos evaluados en el cultivo del sorgo en época de postrera, Tisma, 2003.

Además es importante establecer que los productos botánicos no causan ningún daño a los insectos benéficos, tal como lo confirma Hellpap, (1985) citado por Barahona, (1990), que también reporta que los extractos de Nim no afectan las poblaciones de insectos benéficos.

El análisis de varianza (Anexo, 10), indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo hay diferencias significativas entre las fechas de muestreos lo que significa que las poblaciones de Tijereta (*Doru taeniatum*) varían de una fecha a otra.

5.6 Efecto de los tratamientos en estudio sobre las poblaciones de *Cycloneda sanguinea*

La Mariquita (*Cycloneda sanguinea*) al igual que la Tijereta es un enemigo natural (depredador) que se alimenta de los áfidos, escamas, huevos de insectos y algunos insectos

Sin embargo el tratamiento Diazinón bajo su población considerablemente eso indica que este producto afecto las poblaciones de este depredador debido a la toxicidad aguda que este producto tiene. Además es importante mencionar que *Cycloneda sanguinea* se vio directamente afectada por este producto debido a que este insecto se mantiene mayor tiempo en el follaje de la planta y además es de cuerpo pequeño que no pudo contrarrestar el efecto del producto.

El análisis de varianza, indica que hay no diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ni entre las fechas, (Anexo, 12). Sin embargo los tratamientos Nim aceite, *Beauveria bassiana* y barrera viva (gandul-sorgo) presentaron mayor incidencia poblacional de este insecto depredador. (Figura, 9).

5.7 Rendimiento del grano en los cinco tratamientos evaluados, en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*), en época de postrera, Tisma, 2003.

El rendimiento del grano es el resultado de varios factores entre los cuales se destacan los factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre si, para luego expresar en producción por hectáreas (Compton, 1985)

Este es una de las características de mayor valor agrícola. Los rendimientos en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) se pueden reducir considerablemente debido a varios factores como: malezas, enfermedades y plagas (León, 1987)

Cuadro 1. Resultados del rendimiento del grano y del presupuesto parcial de los cinco tratamientos evaluados, en época de postrera, Tisma, Masaya. 2003.

Tratamientos					
Concepto	Barrera viva (Gandul- Sorgo)	Nim aceite	<i>Beauveria bassiana</i>	Diazinón	Testigo Absoluto
Rendimiento					
Promedio Kg /ha	7,166.66	7,300	7,150.00	5,283.33	6,316.66
Rend. ajustado 10% Kg/ha	6,450.00	6,570.00	6,435.00	4,754.99	5,684.99
Beneficio bruto U\$	2,418.75	2,463.75	2,413.12	1,783.12	2,131.87
Costos fijos U\$					
Semilla de Sorgo	17.78	22.24	22.24	22.24	22.24
Fertilizante Urea	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25
Fertilizante NPK	28.12	28.12	28.12	28.12	28.12
Mano de obra \$					
Siembra de sorgo	10.00	10.00	10.00	10.00	10.10
Aplicación Urea	14.23	14.23	14.23	14.23	14.23
Aplicación NPK	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Preparación de terreno	81.83	81.83	81.83	81.83	81.83
Eliminación de maleza	14.23	14.23	14.23	14.23	14.23
Cosecha	14.23	14.23	14.23	14.23	14.23
Aporreo	14.23	14.23	14.23	14.23	14.23
Pajarero	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Costos Variables U\$					
Costos de Productos	1.74	37.5	37.5	71.25	
Mano de obra U\$					
Aplicación de Productos	3.56	50.00	50.00	50.00	
Costos Totales variables U\$	353.70	440.36	440.36	474.11	352.86
Beneficio Neto U\$	2,065.05	2,023.39	1,972.76	1,309.01	1,779.01

En el cuadro uno se puede observar que los mayores rendimientos se obtuvieron cuando aplicamos Nim aceite con 6,570.00 Kg. /Ha y barrera viva (gandul-sorgo) con 6,450.00 Kg. /Ha, seguido por *Beauveria bassiana* con 6,435.00 Kg. /Ha. En cambio el tratamiento que presento menor rendimiento fue el Diazinón con 4,754.99 Kg. /Ha.

5.8 Análisis económico de los cinco tratamientos evaluados en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*), en época de postrera, Tisma, 2003

El costo de producción es uno de los indicadores fundamentales del trabajo realizado para la mayoría de los pequeños y medianos agricultores ya que determinan la magnitud de la ganancia y el nivel de rentabilidad de la producción (Lozano et al, 1997).

Los tratamientos evaluados en el presente trabajo de investigación fueron sometidos a un análisis económico con el objetivo de determinar si la rentabilidad influye económicamente, lo cual permitirá generar información hacia el sector agrícola para que pueda mejorar su producción y racionalizar más sus recursos.

El total de costos que varían y el beneficio neto de cada tratamiento se muestra en el cuadro uno. Este nos da la información de cual de los diferentes tratamientos es mejor desde el punto de vista económico.

Según el presupuesto parcial los mayores costos se obtuvieron con el tratamiento Diazinón con U \$ 474.11 y el de menor costo es el tratamiento testigo con U \$ 352.86 debido a que en este no se realizó la aplicación de ninguno de los insecticidas evaluados (Cuadro, 1).

Los mayores beneficio neto fueron obtenidos en el tratamiento de barrera con U \$ 2,065.05 y el de menor beneficio neto fue tratamiento Diazinón con U \$ 1,309.01. Así mismo el tratamiento barrera viva (gandul-sorgo) presento mayor tasa de retorno marginal con 583.84 %, lo cual supera al tratamiento Diazinón con 276.09 % debido a que fue uno de los tratamientos que presento costos totales altos. Esto implica que por cada cien dólares

invertidos, recuperamos los cien dólares invertidos y ganamos U \$ 483.84 en el tratamiento barrera viva (gandul-sorgo) y ganamos U \$ 176.09 en el tratamiento Diazinón (Cuadro, 2).

Cuadro 2. Resultados de análisis de dominancia y rentabilidad % de los cinco tratamientos evaluados, en época de postrera, Tisma, 2003.

Tratamientos	Costos Totales Variables \$/ha	Beneficio Neto \$/ha	Rentabilidad %
Testigo Absoluto	352.86	1,779.01	504.16
Barrera viva (gandul-sorgo)	353.70	2,065.05	583.84
Nim aceite	440.36	2,023.39	459.48
<i>Beauveria bassiana</i>	440.36	1,972.76	447.98
Diazinón	474.11	1,309.01 D	276.09

De acuerdo a los análisis de dominancia de los cinco tratamientos evaluados se determino que el tratamiento dominado fue Diazinón ya que presento costos variables altos y beneficios netos bajo en comparación al resto de los tratamientos. El tratamiento de barreras vivas (gandul-sorgo) fue el que presento menores costos y mayores beneficios netos por lo tanto es el tratamiento dominante. Los tratamientos Nim aceite, y hongo (*Beauveria bassiana*) menos costos y mayores beneficios que el químico por ende son dominantes (Cuadro 2).

VI. CONCLUSIONES

- No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo el tratamiento barrera viva (gandul-sorgo) presento menor número de gusano cogollero (*S. frugiperda*).
- Los tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas. Sin embargo gusano medidor (*M. latipes*) presentó menor número de población en el tratamiento barrera viva (gandul-sorgo).
- Los tratamientos evaluados en el estudio tuvieron efecto significativo sobre las poblaciones de Mosquita del sorgo (*S. sorghicola*). Los tratamientos que presentaron mayores poblaciones de este insecto fueron, Testigo y Diazinón.
- Los tratamientos que se evaluaron en el ensayo presentaron diferencias significativas sobre las poblaciones del chinche pata de hoja (*L. zonatus*) y los tratamientos que presentaron mayores poblaciones de esta plaga son *Beauveria bassiana* y Nim aceite.
- Los tratamientos *Beauveria bassiana*, Nim aceite y barrera viva (gandul-sorgo), mantuvieron las poblaciones de enemigos naturales tal es el caso de Tijereta (*Doru taeniatum*) y Mariquita (*Cycloneda sanguinea*).
- Los tratamientos que presentaron los menores costos variables y mejores ingresos netos fueron, barreras viva (gandul-sorgo), Nim aceite y *Beauveria bassiana*.
- El tratamiento barrera viva (gandul-sorgo) obtuvo la mayor rentabilidad con 583.84 % en comparación a los demás tratamientos.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar la siembra de Gandul (*Cajanus cajan*) en la época de postrera quince días antes del establecimiento del sorgo para determinar su efecto de barrera ya que esta planta es de crecimiento lento comparado con el cultivo de sorgo.
- Evaluar los tratamientos Nim aceite, *Beauveria bassiana* y barrera viva (gandul-sorgo), en diferentes épocas y zonas para determinar el efecto de estos sobre las poblaciones de las plagas y valorar su integración en un programa de MIP en sorgo.
- Estudiar la eficacia de tijereta (*D. taeniatum*) y mariquita (*C. sanguinea*) como agentes control natural de *Spodoptera frugiperda*, para utilizarlos como un componente del manejo integrado de plagas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALEMAN, F. y TERCERO, I. 1991. Inventario de la información generada en agronomía en granos básicos de arroz, maíz, sorgo y frijol en Nicaragua. S. ed. PRIAG/UNA. Managua, Nicaragua. 72 p.
- BARAHONA ZAMORA, L. D. 1990. Efecto de insecticidas Botánicos y Biológicos sobre la entomofauna presente en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea*) var. Suprette. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 40 p
- BANCO CENTRAL DE NICARAGUA. 2004. Informe anual 2003. Managua, Nicaragua. 237 P.
- CASTILLO, C. 1988. Diagnostico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en Nicaragua. MCDN. S. ed. Managua, Nicaragua. 70 p.
- CARBALLO, M. Y GUHARAY, F. 2004. Control biológico de las plagas agrícolas. CATIE. Managua, Nicaragua. 232 p.
- COMPTON, L. P. 1990. Agronomía del sorgo. CENTA. El Salvador, C. A. S. ed. 301p.
- COMPTON, L. P. 1985. La producción de sorgo y mijo. ICRISAT, CIMMYT. México. 46 p.
- CORRALES, J. 2000. Ensayo de evaluación para rendimiento de grano en 9 variedades de sorgo blanco con calidad tornillero. En: Informe técnico anual de las actividades del programa de sorgo en el año 2000. INTA+INSORMIL. Managua, Nicaragua. 124 p.
- CORRALES PEREZ, D. 1998. Evaluación de tres especies de barreras vivas sobre el control de erosión, ingresos económicos y la producción de Maíz (*Z. mays* L.) y Fríjol (*P. vulgaris* L). Tesis Ing. Forestal. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 66 p.

- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. Edición completa revisada. México, D.F; México. 79 p.
- CHOW WANG, L. 1999. Variedad tortillero precoz. Programa de granos básicos, INTA. Managua, Nicaragua. 2 p.
- DELGADO, R. W. 2000. Control microbial del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), usando hongos entomopatógenos (*B. bassiana*) y (*M. anisopliae*) en el cultivo del plátano. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 52 p.
- FLORES, R. y RUGAMA, C. 1998. Efecto de maíz (*Zea mays* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en asociados y monocultivos sobre factores bióticos presentes en el agroecosistema, crecimiento, rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 64 p.
- GARCIA, A.; VARQUEZ, T.; PEREZ, T.; LUJAN, M.; ARIAS, E. 1990. Efectividad de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Deuteromicotina): Hypomycetes) sobre *Sogatodes orizicola* (Homoptera: delphacidae) en condiciones controladas. Cuba. 27 p.
- GARCIA GONZALEZ, J. E. 1997. Introducción a los plaguicidas. EUMED. San José, Costa Rica. 450 p.
- GTZ. 1989. Nim un insecticida natural. Proyecto Fabricación de Insecticida naturales. I. P. L. Santo Domingo, Republica Dominicana. 35 p.
- INETER. 2004. Dirección general de metodología. Resumen metodológico diario del 2003. Managua, Nicaragua.
- JKEAN MICHEL. 1995. Revista del campo (productores). N 41. León, Nicaragua. 56p.

- KING, A. B. S y SUNDERS, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios de América Central. ODA. S. ed. Londres. 182 p.
- LEUCONA, R.; PAPIEROK, B.; RIBA, G. 1995. Hongos entomopatógenos en: microorganismos patógenos empleados en el control Microbiano de insectos plagas. LEUCONA R. 55 p.
- LEÒN J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. LIL, S. A. San José, Costa Rica. 445 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.
- MEDINA, A.; LOPEZ, V.; ARIAS, C.; STAVER, CH.; ROMERO, D.; TOMAS, E.; SIMON, E.; RAQUEL, I.; BOLT, G.; MENDOZA, V.; H, ALVARENGA. 1997. Experiencia sobre cultivos en coberturas y abonos verdes. UCC (E U A). Tegucigalpa, Honduras. 131 p.
- MIDINRA. 1985. Guía tecnológica para la producción de sorgo granifero en secano. Managua, Nicaragua. 5 p.
- MONZÒN, A. 2003. Folleto de métodos de manejo de hongos entomopatógenos. 5 p.
- PINEDA, L. L. 1995. Guía tecnológica del cultivo de sorgo. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), Managua, Nicaragua. 14 p.
- PINEDA, L. L. 1999. Guía tecnológica del cultivo de sorgo. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), Managua, Nicaragua. 23 p.

- PINEDA, L. L. 1996. Revista del campo (Productores). N. 50. El sorgo; Sorgo blanco cultivo con futuro. 51 P.
- PINEDA REYES, L. E. 2000. Evaluación de hongos entomopatógenos sobre plagas claves en el cultivo del arroz (Julio a Octubre del 2000). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 49 p.
- RODRIGUES, G. Y GONZALES, A. 1992. Manual de control biológico para la agricultura y extensioncitas. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 81 p.
- SANTANA PAISANO, M. E. 2002. Validación participativa de barreras asociadas en cultivos de café joven a diferentes condiciones agro climáticas en la Comarca de Básica Sur Matagalpa, Nicaragua. Tesis Ing. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria 65 p.
- SOMARRIBA, R. C. 1998. Sorgo. En: Texto de Granos Básicos, Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 197 p.
- SALGUERO, E.; PLANT, A.; y FUENTES, J. 1978. Sorgo, Estudio de la dinámica, daño y control de la mosquita del sorgo (*Contarinia sorghicola*). En: Programa Cooperativo Centroamérica para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Tegucigalpa, Honduras. 55-19 p.
- SALINAS, L.; VILLANUEVA, R. y ZELEDON, M. 1996. Prueba de diferentes insecticidas químicos, botánicos y biológicos para el control del minador de los cítricos en Lima Tahití bajo condiciones de vivero. Tesis de Ing. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 42 p.
- TRABANINO ROGELIO. 1997. Guía para el manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras. ZAMORANO ACADEMIC PRESS. S. ed. Zamorano, Honduras. 156 p.

- VALLEJOS BORDA, C. C. y VELASQUEZ MANZANARES, J. A. 1998. Evaluación de especies leguminosas como cultivos de cobertura y barreras vivas en el control de la erosión en cafetales jóvenes Departamento de Matagalpa. Tesis Ing. Forestal. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 82 p.
- VANSINTJAN, G. y VEGA, E. 1992. Las barreras vivas: una alternativa para la multiplicación de abonos verdes. MAG. Managua, Nicaragua. 7 p.
- WALL, J. S. y ROSS, W. M. 1975. Producción y usos del sorgo. HENMISFERIO SUR. Buenos Aires, Argentina. 398 p.
- ZELEDÒN, A. B. 1990. Uso de extractos del árbol de neem (*A. indica*) en la protección de plántulas de frijol común (*P. vulgaris*) contra mosca blanca (*B. tabaci*). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 40 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Plano de campo del ensayo.

Leyenda: T1: Barrera viva (Gandul-Sorgo)

T2: Nim aceite

T3: *Beauveria bassiana*

T4: Diazinón

T5 : Testigo

BLOQUE I

T5	T4	T1	T3	T2
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

BLOQUE II

T1	T4	T5	T2	T3
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

BLOQUE III

T4	T3	T2	T1	T5
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

BLOQUE IV

T2	T5	T1	T4	T3
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ANEXO 2. Resultados del análisis de varianza de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	0.80691661	0.26897220	3.78	0.0133*
Tratamientos	4	0.08857336	0.02214334	0.31	0.8695ns
Fechas	5	14.13383126	2.82676625	33.78	0.0001*
Fech*Trat	20	1.67950309	0.08397515	1.18	0.2896ns
Error	87	6.18299284	0.07106888		
Total	119				

R² = 0.729904 C. V = 21.19135

ANEXO 3. Resultados de la prueba de Duncan de *Spodoptera frugiperda* en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).

Tratamientos	Medias	Categorías
<i>Beauveria bassiana</i>	1.29701	A
Diazinón	1.27905	A
Nim aceite	1.25285	A
Barrera	1.24034	A
Testigo	1.22075	A

ANEXO 4. Resultados del análisis de varianza de *Mocis latipes* en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	1.22873711	0.40957904	2.65	0.0612*
Tratamientos	4	0.33131375	0.08282844	0.54	0.7102n.s
Fechas	2	5.43962752	2.71981376	17.59	0.0001*
Fech*Trat	8	0.27336081	0.27336081	0.22	0.9852n.s
Error	42	6.49346495	0.15460631		
Total	59				

R² = 0.528314 C. V = 33.66849

ANEXO 5. Resultados de la prueba de Duncan de *Mocis latipes* en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).

Tratamientos	Medias	Categorías
<i>Beauveria bassiana</i>	1.2918	A
Testigo	1.1847	A
Nim aceite	1.1807	A
Diazinón	1.0914	A
Barrera viva (gandul-sorgo)	1.0907	A

ANEXO 6. Resultados del análisis de varianza de *Stenodiplosis sorghicola* en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	11.96125840	3.98708613	13.90	0.0001*
Tratamientos	4	2.87597174	0.71899294	2.51	0.0478*
Fechas	5	15.22710629	3.04542126	10.62	0.0001*
Fech*Trat	20	2.20079571	0.11003979	0.38	0.9912n.s
Error	87	24.95963272	0.28689233		
Total	119				

R² = 0.563832 C. V = 51.86652

ANEXO 7. Resultados de la prueba de Duncan de *Stenodiplosis sorghicola* en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).

Tratamientos	Medias	Categorías	
Testigo	1.3094		A
Diazinón	1.0942	B	A
Barrera viva (gandul-sorgo)	0.9492	B	
<i>Beauveria bassiana</i>	0.9092	B	
Nim	0.9014	B	

ANEXO 8. Resultados del análisis de varianza *Leptoglossus zonatus* en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	0.07045594	0.07045594	0.99	0.3204*
Tratamientos	4	0.83251311	0.20812828	2.92	0.0207*
Fechas	5	0.91405263	0.18281053	2.57	0.0261*
Fech*Trat	20	3.39580111	0.16979006	2.38	0.0007*
Error	569	40.52987844	0.07123001		
Total	601				

$R^2 = 0.113960$ $C. V = 35.28558$

ANEXO 9. Resultados de la prueba de Duncan de *Leptoglossus zonatus* en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).

Tratamientos	Medias	Categorías	
<i>Beauveria bassiana</i>	0.82835		A
Nim	0.75090	B	A
Barrera viva (gandul-sorgo)	0.74640	B	
Diazinón	0.73183	B	
Testigo	0.72436	B	

ANEXO 10. Resultados del análisis de varianza *Doru taeniatum* en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	3.96851621	1.32283874	6.31	0.0004*
Tratamientos	4	0.71531658	0.17882914	0.85	0.4937n.s
Fechas	10	19.80090980	1.98009098	9.45	0.0001*
Fech*Trat	40	3.90357279	0.09758932	0.47	0.9972n.s
Error	162	33.96224051	0.20964346		
Total	219				

R² = 0.455302 C. V = 38.65621

ANEXO 11. Resultados de la prueba de Duncan de *Doru taeniatum* en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).

Tratamientos	Medias	Categorías
Testigo	1.26539	A
Diazinón	1.24018	A
Barrera viva (gandul-sorgo)	1.15381	A
<i>Beauveria bassiana</i>	1.13623	A
Nim	1.12670	A

ANEXO 12. Resultados del análisis de varianza de *Cycloneda sanguinea* en el cultivo de sorgo en época de postrera (Tisma, 2003).

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	0.07162946	0.02387649	1.89	0.1407*
Tratamientos	4	0.07164497	0.01791124	1.42	0.2385n.s
Fechas	3	0.00456270	0.00152090	0.12	0.9476ns
Fech*Trat	12	0.09198916	0.00766576	0.16	0.8262ns
Error	57	0.71821369	0.01260024		
Total	79				

R² =0.250330 C. V =13.65743

ANEXO 13. Resultados de la prueba de Duncan de *Cycloneda sanguinea* en los cinco tratamientos evaluados (Tisma, 2003).

Tratamientos	Medias	Categorías
Barrera viva (gandul-sorgo)	0.84370	A
Nim	0.83818	A
<i>Beauveria bassiana</i>	0.83450	A
Testigo	0.83044	A
Diazinón	0.76269	A

ANEXO 14. Conceptos de análisis económicos.

Costos fijos: Incluyen los costos de preparación de suelo, y manejo agronómico de los tratamientos.

Costos variables: Implica los costos de aplicación de cada uno de los tratamientos evaluados.

Costos totales: Se obtienen a través de la sumatoria de los costos fijos más los costos variables.

Rendimiento: Expresado en Kg. /Ha.

Beneficio bruto: Obtenido a través del producto del rendimiento por el precio al momento de la cosecha.

Beneficio neto: Es igual al beneficio bruto menos los costos totales.

Tasa de retorno marginal o rentabilidad: el beneficio neto sobre los costos totales de producción por cien.