



Universidad Nacional Agraria
Facultad de Agronomía
Departamento de Protección Agrícola y Forestal

TRABAJO DE DIPLOMA

Tema:

*Alternativas de Manejo Integrado de Plagas con Insecticidas
Biológicos y Botánicos en Diferentes Asocios de Cultivos en
la Comunidad de Pacora, San Francisco Libre.*

Elaborado por: Br. Lenin Eduardo González Álvarez

Asesor:

Ing.M.Sc. Víctor Manuel Sandino D.

Managua, Nicaragua 2004.

DEDICATORIA.

A Dios todopoderoso por la fuerza, sabiduría, paciencia y salud que me brindo para poder culminar con mis estudios profesionales.

A mi madre Ana Fredes Álvarez Baca, por su incondicional amor, esfuerzo cariño y comprensión. Por ser pilar fundamental en mi formación tanto personal como profesional.

A mis hermanos: Ana Cecilia González Álvarez y Rubén Antonio González Álvarez; a mis tías: Patricia Guadalupe Álvarez Baca, Glenda del Socorro Álvarez Baca, Sandra Lissett Álvarez Baca, y a mi abuelo Santiago Álvarez, con los que siempre he contado.

A mi tía Lesbia Soto Baca, a mi prima Marta Irene González y al Dr. Mario Solís Sevilla por su apoyo incondicional.

A la memoria de mi padre Eduardo Antonio González Morales y mis abuelas Agustina González y Juana Graciela Baca.

A todas las personas que a lo largo de mi vida han contribuido con mi formación profesional.

Lenin Eduardo González Álvarez.

AGRADECIMIENTOS.

A mi familia por su paciencia, confianza y apoyo incondicional.

Agradezco al Ing.M.Sc. Víctor Sandino por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo, por los valiosos conocimientos aportados y por el apoyo incondicional brindado.

Al Dr. Edgardo Jiménez por sus valiosos conocimientos aportados para la realización de este trabajo.

Agradezco al FUNICA por haber financiado mi trabajo de tesis, a la Univerisad Nacional Agraria y a todos sus docentes por haber contribuido con mi formación profesional.

Al profesor Alex Cerrato, en cargado del museo entomológico, por su valioso apoyo brindado en la identificación de insectos.

A todos mis amigos y amigas que me brindaron apoyo en la realización de este trabajo.

INDICE GENERAL.

Sección.	Pág.
Índice General.....	i
Índice de Figuras.....	iii
Índice de Tablas.....	iv
Índice de Anexos.....	v
Resumen.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	5
III. REVISION DE LITERATURA.....	6
3.1 Generalidades de <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
3.2 Taxonomía de <i>S. frugiperda</i>	6
3.3 Biología de <i>S. frugiperda</i>	7
3.4 Daño causado por <i>S. frugiperda</i>	9
3.5 Características de los insectos benéficos encontrados en el experimento.....	10
3.5.1 <i>Polybia sp.</i>	10
3.5.2 Arañas.....	11
3.5.3 <i>Cicloneda sanguínea</i>	12
3.5.4 <i>Doru sp.</i>	13
3.5.5 <i>Archytas sp.</i>	14
3.5.6 Hormigas.....	14
3.5 Características de los insecticidas biológicos y botánicos.....	15
3.6.1 Neem.....	15
3.6.2 Dipel.....	19
3.7 Ventajas del uso de insecticidas biológicos y botánicos.....	20
IV. MATERIALES Y METODOS.....	21
4.1 Descripción del lugar.....	21
4.2 Clima.....	21
4.3 Descripción de los tratamientos.....	22
4.4 Aplicación de insecticidas.....	23
4.5 Diseño y área experimental.....	23
4.6 Variables evaluadas.....	24

Sección.	Pág.
4.7 Metodología de recuentos.....	24
4.8 Evaluación del rendimiento	24
4.9. Manejo agronómico.....	25
4.10 Análisis estadísticos	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	27
5.1 Porcentaje de plantas dañadas por <i>Spodoptera frugiperda</i>	27
5.2 Comportamiento de los Insectos Benéficos en los diferentes tratamientos.....	31
5.3. Rendimiento de grano por tratamiento.....	35
VI. CONCLUSIONES.	37
VII. RECOMENDACIONES.	38
VIII. LITERATURA CONSULTADA.	39
IX. ANEXOS.	45

INDICE DE FIGURAS.

Sección.		Pág.
Figura 1.	Comportamiento de <i>Spodoptera frugiperda</i> en los diferentes tratamientos,	28
Figura 2.	Comportamiento de los insectos benéficos en los diferentes tratamientos,	32
Figura 3.	Efecto de los diferentes tratamientos sobre el rendimiento de grano de sorgo y maíz.....	36

INDICE DE TABLAS.

Contenido	Pág.
Tabla 1. Producción de Granos Básicos ciclo agrícola 2002-2003.....	46
Tabla 2. Promedio mensuales de precipitaciones, temperatura y humedad relativa ocurridas durante Agosto-Diciembre 2003.....	22
Tabla 3. Tratamientos evaluados en el experimento.....	22
Tabla 4. Características Agronómicas de las variedades usadas en el experimento.....	25
Tabla 5. Comportamiento de <i>S. frugiperda</i> en los diferentes tratamientos Pacora, San Francisco Libre 2003.....	58
Tabla 6. Promedio de insectos benéficos (<i>Polybia sp</i> , <i>Arañas</i> , <i>Cicloneda sanguínea</i> , <i>Doru sp</i> , <i>Hormigas</i> , <i>Architas sp.</i>) en los diferentes tratamientos evaluados Pacora, San Francisco Libre, 2003.....	59

INDICE DE ANEXOS.

Contenido	Pág.
Anexo 1. Tabla 1.Producción de Granos Básicos ciclo agrícola 2002-2003.....	46
Anexo 2. Masa de huevos de <i>S. frugiperda</i>	47
Anexo 3. Larva de <i>S. frugiperda</i> con sutura en forma de Y invertida en la cabeza.....	48
Anexo 4. Adultos de <i>S. frugiperda</i> (Izquierda: Hembra, Derecha: Macho).....	49
Anexo 5. Esqueletización de las hojas provocado por <i>S. frugiperda</i>	50
Anexo 6. Daño de <i>Sp. frugiperda</i> como cogollero.....	51
Anexo 7. Daño a mazorcas provocado por <i>S. frugiperda</i>	52
Anexo 8. Adulto de <i>Polybia sp.</i>	53
Anexo 9. Adulto de <i>Cicloneda sp.</i>	54
Anexo 10. Larva de <i>Cicloneda sp.</i>	55
Anexo 11. Adulto de <i>Doru sp.</i>	56
Anexo 12. Adultos de <i>Solenopsis sp</i> depredando larvas de <i>S frugiperda</i>	57
Anexo13. Comportamiento de <i>S. frugiperda</i> en los diferentes tratamientos Pacora, San francisco Libre 2003.....	58
Anexo 13. Promedio de insectos benéficos (<i>Polybia sp, Arañas, Cicloneda sanguínea, Doru sp, Hormigas, Architas sp.</i>) en los diferentes tratamientos evaluados Pacora, San Francisco Libre, 2003.....	59

RESUMEN.

Durante la época de postrera 2003, en la comunidad de Pacora, municipio de San Francisco Libre, departamento de Managua, se realizó una investigación con el propósito de evaluar el efecto de insecticidas biológicos y botánicos, en combinación con diferentes socios de cultivos, para conocer su efecto sobre *Spodoptera frugiperda* J. L. Smith, y sus enemigos naturales y el rendimiento de grano en los tratamientos. Los tratamientos evaluados fueron: 1. Dipel (*Bacillus Thuringiensis Berliner*) en combinación con el monocultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) en, 2. Dipel en combinación con el socio de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo, 3. Neem (*Azadirachta indica*) en combinación con el monocultivo de sorgo, 4. Neem en combinación con el socio de maíz y sorgo, 5. Testigo (agua) en combinación con el monocultivo de sorgo, 6. Testigo (agua) en combinación con el socio de maíz y sorgo. Se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), con cinco repeticiones por tratamiento. Se muestreo semanalmente para evaluar la incidencia de plagas e insectos benéficos., el tratamiento que obtuvo el menor porcentaje de plantas dañadas por *S. frugiperda*, fue el tratamiento Neem en combinación con el socio de maíz y sorgo, la mayor presencia de insectos benéficos se encontró en los tratamientos en cultivos asociados no siendo así en los tratamientos en monocultivos, siendo los tratamientos Neem en combinación con el socio de maíz y sorgo, Dipel en combinación con el socio de maíz y sorgo y Testigo en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo, los que presentaron las mayores poblaciones de insecto benéficos. Los mejores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos en cultivos asociados en comparación con los tratamientos en monocultivos. Siendo el tratamiento Neem en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo el que obtuvo el mayor rendimiento de grano con 1051 Kg. /ha.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays L.*) y sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench.*), constituyen uno de los principales componentes de la dieta nicaragüense y representa la base de la subsistencia de las pequeñas familias productoras, el sorgo y el maíz son cereales que se encuentran cultivados por todo el país (INTA, 1995).

Estos cultivos tiene gran importancia socioeconómica, principalmente por sus características nutritivas, el maíz contiene de 10-12 por ciento de proteínas, 2 por ciento de fibra, 70 por ciento de carbohidratos y de 1 a 3 por ciento de aceite (Compton, 1985); en cambio el sorgo contiene un 70 por ciento de proteína, 7.9 por ciento de grasa, 3.3 por ciento de fibra, 2.4 por ciento de vitaminas y 16.2 por ciento de minerales (Somarriba, 1998).

En estudios realizados por Compton (1985), menciona que el maíz y el sorgo ocupan el tercero y cuarto lugar en la producción mundial de cereales, después del trigo (*Triticum aestivum L.*), arroz (*Oryza sativa L.*). Durante el ciclo agrícola 2002/2003 ambos cultivos ocuparon el primer y cuarto lugar a nivel nacional en relación al área cosechada (MAG-FOR, 2003) (anexo1).

Históricamente los niveles de producción de estos cultivos están por debajo de los rendimientos potenciales y no han logrado satisfacer la demanda interna, debido principalmente a problemas de orden tecnológico, económico y fitosanitario (Somarriba, 1998).

Dentro de los problemas de orden fitosanitario tenemos a los insectos plagas, que a nivel mundial el manejo es principalmente por medio de la aplicación de diversos tipos de insecticidas. Según Grainge *et al* (1984), 43.35% de las acciones de manejo de insectos plagas se realiza con insecticidas, principalmente en la protección de cultivos como algodón, arroz, papa, sorgo, maíz y hortalizas.

El uso excesivo de los insecticidas ha ocasionado una serie de problemas bien conocidos, entre ellos tenemos la resistencia, resurgencia de nuevas plagas, plagas secundarias que pasan a una categoría de plagas primarias, contaminación del medio ambiente y aparición de residuos en alimentos que ocasionan riesgos a la salud de productores y consumidores, Pimentel (1981) y Metcalf (1986).

Considerando toda la problemática del uso de insecticidas, se pone en evidencia que el manejo de plagas en los cultivos no puede depender de una sola táctica de manejo, como ha sucedido hasta la fecha; por lo tanto se deben buscar nuevas alternativas de manejo, introduciendo en el agro ecosistema, métodos de manejo que resuelvan el problema de la baja productividad, deterioro del medio ambiente, riesgos a la salud humana, los altos costos de producción, etc. En este contexto el manejo integrado de plagas procura adoptar todas las formas de manejo, de manera que se aumente la productividad de los cultivos, sin perjudicar los recursos y el equilibrio en el medio ambiente (ICA, 1996).

En este sentido los cultivos asociados son una alternativa para los agricultores por ser sistemas de mucho éxito en la agricultura tradicional. Sloderbeck y Edwards (1979) afirman que las plantas sembradas en sistemas de monocultivo son más atacadas por herbívoros especialistas, debido a que responden a estímulos específicos que se encuentran en mayor concentración en un sistema de monocultivo; mientras que en el sistema de policultivos las plantas son menos atacadas por herbívoros especialistas, ya que son repelidos por la presencia de plantas no hospederas, pero este efecto puede ser menor para los herbívoros polífagos.

Root (1973) propone que las plantas hospedantes presentes en monocultivo proporcionan recursos concentrados y condiciones físicas uniformes que permiten una rápida colonización y reproducción de la plaga, en comparación con los policultivos.

Estudios han demostrado en muchos casos, que los policultivos producen rendimientos por área más altos que los monocultivos, además, reducen el ataque de plagas, enfermedades y malezas (Rosset *et al* 1988).

Alemán (1997) menciona que con la siembra de los cultivos asociados, se logra una mayor protección del suelo, se afecta las poblaciones de malezas, así como también se obtiene un máximo aprovechamiento del área utilizada por los cultivos y la diversificación de la producción.

En algunos sistemas de producción se ha llegado a determinar que el empleo de cultivos asociados ha logrado reducir las poblaciones de algunas plagas. Risch (1981) encontró una reducción en la población de crisomélidos con la siembra de tres cultivos en asocio (fríjol, maíz, calabaza), comparado con los monocultivo.

Risch *et al* (1983) sostiene, que de 150 casos donde se han hecho comparaciones entre la densidad de insecto plagas en policultivos versus monocultivo, en 53% de los casos, hubo menor ataque en policultivo, en 18% fue mayor en sistemas diversos, en 9% no hubo diferencia, y en 20% la respuesta fue variable. Estos autores sostienen que en la mayoría de los casos, los cultivos asociados reducen la densidad de la plaga; esto ocurre debido a la manipulación de las señales que utilizan los insectos para localizar las plantas hospederas y en otros casos al incremento de enemigos naturales en el cultivo en asocio.

Por lo antes expuesto, en el presente estudio se investigó la influencia de diferentes socios y el efecto de los insecticidas Neem (*Azadirachta indica*) y Dipel (*Bacillus Thuringiensis Berliner*), en el comportamiento de las poblaciones de insectos plagas e insectos benéficos; los diferentes socios fueron: sorgo más maíz y sorgo en monocultivo, utilizando fríjol mungo (*Vigna radiata*), como abono verde en todos los tratamientos evaluados.

II. OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de los insecticidas biológicos y botánicos en combinación con los diferentes cultivos asociados, en la incidencia de insectos plagas y la presencia de enemigos naturales.
- Evaluar el rendimiento de grano en cada uno de los tratamientos.
- Generar información de utilidad para los productores de la comunidad de Pacora, sobre el manejo de *Spodoptera frugiperda* J. L. Smith en sus agroecosistemas.

III. REVISION DE LITERATURA.

3.1. Generalidades *Spodoptera frugiperda* J.L. Smith.

Los problemas de plagas que afectan los productores de maíz y sorgo en Nicaragua, son una de las principales limitantes de la producción. Una de las principales plagas es el gusano cogollero (*S. frugiperda*, Lepidoptera: Noctuidae); este insecto se encuentra distribuido en los Estados Unidos, México, América Central, el Caribe y América del Sur. (King & Saunder, 1984).

S. frugiperda ataca a 20 especies de gramínea, 8 leguminosas y 30 especies de otras familias (Clavijo, 1978). INTA (2000) afirma que el gusano cogollero es la principal plaga del follaje tanto en el maíz como en el sorgo, pudiendo causar la muerte de la planta en su primera etapa de desarrollo, también la larva puede atacar tanto la mazorca como la panoja. Estudios realizados reportan que esta plaga puede reducir la producción de maíz, hasta en un 60% (Zamorano y Cosude, 1996).

3.2. Taxonomía de *S. frugiperda* según González (S.F.).

Orden: Lepidóptera

Familia: Noctuidae

Genero: *Spodoptera*

Especie: *frugiperda*

Clasificador: *J. E. Smith*

3.3. Biología de *S. frugiperda*.

Huevos.

Los huevos de esta especie son de color blanco amarillento, con cierto brillo cuando están recién puestos; posteriormente toman una coloración marrón rojiza. Cada huevo es de forma semiesférica, achatado en la parte superior y mide aproximadamente 0.5mm de diámetro, los huevos son colocados en masas, formadas por capas cubiertas por una secreción y escamas de las hembras (Labrador, 1967) (ver anexo2).

Larvas.

Cuando la larva está totalmente desarrollada, mide aproximadamente 35mm de longitud, presentando una coloración bastante variable, existiendo larvas de color verde olivo, y otras gris oscuro a negro, el cuerpo está formado por trece segmentos con numerosas setas, la cabeza es de color gris oscuro, con una sutura frontal muy visible en forma de Y invertida y un escudo detrás de la cabeza, de color marrón oscuro. Posee rayas longitudinales de color claro en el dorso del antepenúltimo segmento abdominal, con cuatro puntos negros en forma de media luna (Chávez, 1990) (ver anexo3).

Pupas.

Es una pupa típica de insectos de la familia noctuidae, del tipo obteta, con 18mm de longitud, de color marrón caoba, y el tórax y abdomen visibles. El abdomen posee 12 espiráculos relativamente grandes, colocados por pares en cada segmento, a partir del segundo segmento.

La porción terminal del último segmento abdominal posee, dos estructuras o espinas conspicuas (Labrador, 1967).

Adultos.

Los adultos presentan dimorfismo sexual; el macho tiene cabeza pequeña, ojos prominentes, antenas filiformes, tórax y abdomen pubescentes de color ceniza, siendo el tórax más oscuro que el abdomen, las alas anteriores son de color pardo oscuro, presentando una franja conspicua en el borde externo.

La hembra presenta cabeza pequeña, ojos conspicuos y antenas filiformes, tórax y abdomen pubescentes de color ceniza, siendo el tórax de color más oscuro; alas anteriores son grisáceas, pero al compararla con el macho, la coloración es más homogénea, presentan franjas en las alas anteriores, menos conspicuas (Labrador, 1967) (ver anexo 4).

Comportamiento.

La hembra ya fertilizada coloca los huevos en masa sobre el follaje de las plantas hospederas, la duración de la fase de huevo, varía entre dos y tres días; una vez que ocurre la eclosión, las larvitas se alimentan del corión del huevo, luego continúan alimentándose de la epidermis de las hojas de la planta hospedera. Durante su desarrollo las larvas, por lo general pasan por 6 instares; la duración de la fase de larva puede variar entre 10 a 13 días, dependiendo de la temperatura y la alimentación (García y Clavijo, 1989).

Estudios realizados demuestran que la larva del último instar, cuando completa su desarrollo, deja de alimentarse y se dirige al suelo donde construye una cavidad o celda de 2 y 7cm de profundidad; en esta celda se transforma en pupa, emergiendo posteriormente en adulto. Esta fase puede durar de 7 a 8 días, pero esto puede variar de acuerdo a la temperatura. (Chávez, 1990).

3.4 Daño causado por *S. frugiperda*.

S. frugiperda, durante su fase de larva, puede realizar diferentes tipos de daños en el cultivo de maíz:

Esqueletización de las hojas.

Este daño es realizado por larvas de los dos primeros instares, las cuales al alimentarse producen un raspado en la superficie de la hoja, destruyendo el mesófilo y la epidermis de un solo lado del follaje, dejando intacta la otra epidermis, observándose las áreas dañadas de color blanco y semitransparente (Aponte y Morillo, 1987) (ver anexo5).

Daño como cortador.

Las larvas cortan las plantas a nivel de la base del tallo, durante los primeros 15 días después de la emergencia, que comprende desde la germinación, hasta que las plantas tienen entre 4 y 7 hojas (Aponte y Morillo, 1987).

Daño como cogollero.

Las larvas generalmente viven protegidas dentro del cogollo, encontrándose hasta 2 larvas por planta, alimentándose del tejido tierno y pudiendo destrozarse tanto la panoja en el cultivo de sorgo y como la mazorca en maíz. El daño como cogollero es realizado una vez que la planta tiene 4 o más hojas, las cuales presentan agujeros de tamaño y forma irregular (Notz, 1973) (ver anexo 6).

Daño a mazorcas.

Las larvas de *S. frugiperda* pueden causar daño a las mazorcas tiernas, destruyendo los granos en cualquier parte de la mazorca, a diferencia de *Helicoverpa zea*, que prefiere la parte apical de la mazorca (Rivero y Soto, 1986) (ver anexo 7).

3.5 Características de los Insectos benéficos encontrados en el experimento.

3.5.1 *Polybia* sp.

Taxonomía según Sáenz, De La Llana (1990).

Orden: Himenóptera.

Familia: Vespidae.

Género: *Polybia*.

Importancia.

Son voraces depredadoras de cualquier plaga de cuerpo blando, principalmente gusanos; construyen panales cerrados de madera o estiércol de vaca, el panal tiene un hueco para la entrada y salida de las avispas; las hembras salen del panal en busca de presas, agua, néctar o mielecilla. Los adultos son de color negro con pequeñas áreas amarillas, tienen cuatro alas ligeramente oscuras que miden de 7-10mm (Scholaen, 1997).

Una avispa es capaz de matar presas más grandes que su cuerpo, atacando a la víctima con sus mandíbulas. Cuando la presa es demasiado grande para trasladarla al nido en un solo viaje, la corta en pedazos, llevándola en dos o tres viajes. Dentro del nido otras hembras mastican la presa y suministran el alimento a las crías; un nido puede tener cientos de individuos dedicados a la búsqueda diaria de presas (Scholaen, 1997) (ver anexo 8).

3.5.2 Arañas.**Taxonomía.**

Las arañas pertenecen al Filo Artrópoda, Subfilo Chelicerata, Clase Arácnida, Orden Araneae, Subórdenes Orthognatha y Labiodognatha (Chiri, 1989).

Importancia.

Las arañas tienen hábitos carnívoros, para la captura inyectan un veneno que paraliza a las presas, lo que facilita su acción y evita su escape (Cave, 1994).

Debido a su abundancia y a que su dieta consiste casi exclusivamente de insectos, las arañas constituyen un importante factor de mortalidad de larvas de insectos. Generalmente las arañas se pueden adaptar a cualquier hábitat y sobrevivir en condiciones adversas; son depredadores polífagos que capturan prácticamente todo lo que puedan atrapar, incluyendo plagas, parasitoides, depredadores y polinizadores (Chiri, 1989).

3.5.3 *Cycloneda Sanguínea.*

Taxonomía.

Pertenecen al Orden Coleóptera, Superfamilia Cucujoidea, Familia Coccinellidae (Sáenz, De La Llana, 1990).

Importancia.

Son depredadores de áfidos, ésta depredación es realizada tanto por larvas como por los adultos (Cave, 1994). El adulto de este escarabajo tiene cuerpo de forma redonda, con longitud de 3-6.5mm; la mayor parte de su dorso es de color anaranjado, pero la parte anterior es de color negro con dos manchas amarillas redondas (ver anexo 9). La larva tiene cabeza y patas bien definidas, el cuerpo es alargado de color negro y amarillo con partes anaranjadas (ver anexo 10). El adulto complementa su dieta con mielecilla de áfidos y con néctar de plantas (Scholaen, 1997).

3.5.4 *Doru sp.*

Taxonomía.

Pertenece al Orden Dermaptera, Suborden Forficulina, Familia Forficulidae. Este insecto presentó las siguientes características: usualmente activas durante la noche, color amarillento café, antenas con 12–16 segmentos (Sáenz, De La Llana, 1990).

Importancia.

Doru sp es depredador de huevos de *S. frugiperda* en maíz (Sáenz, De La Llana, 1990). *Doru sp* se encuentra distribuido desde el sur de los Estados Unidos hasta América del Sur; en Guatemala y Nicaragua es uno de los insectos más comunes que se encuentran en el cultivo del maíz (Painter, 1955. Citado por Meléndez, 1998).

Van Huis (1981) afirma que *Doru taeniatum* en *S. frugiperda* puede depredar los tres primeros estadios de su presa, reduciendo el daño hasta en un 50%, en aquellas plantas de maíz que presentan de 2-4 larvas de *S. frugiperda*, esta reducción de la plaga puede lograrse cuando se encuentra una tijereta adulta por planta (ver anexo 11).

3.5.5 *Archytas sp.*

Taxonomía.

Este insecto pertenece al Orden Díptera, Súper familia Ostroidea, Familia Tachinidae (Sáenz, De La Llana, 1990). Presentando el insecto las siguientes características: parafacialia y gena con setas blancas, placa fronto-orbital y tórax dorados grisáceos, abdomen pardo rojizo brillante, cerdas ocelares ausentes, palpos bien desarrollados (Cave, 1995).

Importancia.

Este insecto pertenece a la familia tachinidae considerada una de las más importantes en el biológico de insectos. Las larvas de este insecto son parasitoides internos de *S. frugiperda* y *Mocis latipes* (Cave, 1995).

3.5.6 Hormigas.

Taxonomia

Estos insectos pertenecen al Orden Himenóptera, División Acuelata, Súper familia Formocoidea, Familia Formícidae (Sáenz, De La Llana, 1990).

Importancia

Las hormigas son depredadores generalistas de muchos insectos plagas, entre las cuales tenemos a *S. frugiperda*. Según Perfecto (1994) las hormigas reducen significativamente las poblaciones del gusano cogollero del maíz *S. frugiperda* y de la chicharrita del maíz *Dalbulus maidis*.

La especie de hormiga presente en el experimento no se pudo identificar con certeza, pero por las características que presentaba la hormiga como: color de los obreros (gris o rojo parduzco), búsqueda de presas en grupos, activo depredador de semillas de malezas (con preferencia gramíneas), se cree que pertenece al género *Solenopsis sp* (ver Anexo 12).

3.6. Características de los insecticidas biológicos y botánicos.

3.6.1 Neem.

El Neem pertenece a la familia Meliácea, es un árbol de crecimiento rápido, de hoja perenne, alcanza alturas de hasta 20m en condiciones óptimas, tiene una raíz pivotante muy desarrollada (Sánchez, 2003).

Los frutos son drupáceos, oval-oblongos, amarillos purpúreos, de 1cm de diámetro y normalmente contienen una sola semilla, el fruto tiene una longitud de 2cm y, al madurar, el pericarpio aparece amarillo y de textura rugosa (Sánchez, 2003).

El Neem se propaga por semillas, los frutos maduros caen al suelo germinando si las condiciones ambientales son adecuadas, las semillas durante las primeras cuatro semanas tienen una capacidad de germinación muy alta, después su capacidad germinativa desciende rápidamente. El árbol de Neem se encuentra distribuido en los continentes africano, asiático y en la parte central y sur del continente americano y Oceanía; actualmente en el mundo se encuentra distribuido en 78 países (Sánchez, 2003).

En nueve países se utilizan materias activas del Neem para el manejo de las plagas en cultivos de importancia económica. Se calcula que en todo el mundo existen entre 64 y 91 millones de árboles de Neem (Sánchez, 2003).

Del árbol de Neem se han extraído varios principios activos como: la **azadiractina**, **salannina**, **melantriol**, **nimbina** y **nimbidina** que son utilizados para el manejo de plagas y enfermedades en los cultivos (Sánchez, 2003).

A. Azadiractina.

Es el principal principio activo que se obtiene de la semilla de Neem y es el componente que tiene mejores efectos para el manejo de las plagas, en la semilla se encuentra en proporciones desde 0.1 al 0.9. % (Sánchez, 2003).

Para muchos autores la mayoría de los efectos antihormonales y antialimentarios del Neem se deben a la presencia de la azadiractina, este principio activo no mata a los insectos inmediatamente, si no que limita su crecimiento y reproducción. La azadiractina actúa inhibiendo la producción de ecdisona, que es la hormona que regula la metamorfosis desde el estado larva hasta llegar ha adulto, de esta manera se altera el equilibrio hormonal del insecto, afectando su metamorfosis de diferentes maneras: daños morfológicos en adultos como alas mal formadas, aparato bucal poco desarrollado, esterilidad, todos estos daños ocasionan una reducción de su actividad alimenticia y finalmente causa la muerte (Sánchez, 2003).

B. Melantriol.

Este compuesto actúa como inhibidor de la alimentación. Concentrados extremadamente bajos de este compuesto activo, reduce la actividad alimentaria y el crecimiento de los insectos (Sánchez, 2003).

C. Salannina.

Esta materia activa fue el tercer compuesto aislado del Neem, estudios realizados mencionan que es un compuesto que inhibe la alimentación. Se realizaron bioensayos a nivel de laboratorio para evaluar su actividad contra varios tipos de plagas: langosta migratoria, el escarabajo rayado del pepino, etc. En todos los casos se comprobó su alto poder como inhibidor de la alimentación (Sánchez, 2003).

D. Nimbina y Nimbidina.

Estos compuestos se han utilizado para reducir los daños del virus X de la patata y para algunos virus que causan enfermedades venéreas en aves. La nimbidina se produce cuando las semillas son sometidas a un proceso de extracción de alcohol (Sánchez, 2003).

E. Otros.

Existen otros compuestos que se encuentran en bajas proporciones en la semilla de Neem, que tienen efectos antihormonales y antialimentarios, como el deacetilazadiractanol, que es extraído de frutas frescas. En ensayos a nivel de laboratorio fue tan activo como la azadiractina contra plagas masticadoras en el cultivo del tabaco (Sánchez, 2003).

La acción del Neem ocurre por la semejanza que presentan sus componentes con las hormonas reguladoras del crecimiento de los insectos, de manera que el Neem penetra en el cuerpo y se combina con las actividades metabólicas de los insectos camuflándose como si fuera una hormona real, afectando el sistema endocrino en los insectos (Sánchez, 2003).

Los efectos precisos de los diferentes principios activos del extracto de Neem son difíciles de separar debido a la compleja y variada actividad sobre los insectos, ya que diferentes extractos del Neem actúan de diferentes maneras en diversos insectos:

- Inhibiendo el desarrollo de huevos, larvas y pupas.
- Bloqueando la metamorfosis de larvas y ninfas, esterilizando adultos.
- Inhibiendo el mecanismo de deglución.
- Inhibiendo la formación de quitina que es el principal componente de la cutícula de los insecto.

- Afectando el proceso de mudas, necesarias para entrar en la siguiente etapa de desarrollo al actuar como regulador del crecimiento del insecto (Sánchez, 2003).

3.6.2 Dipel.

B. Thuringiensis es una bacteria del suelo Gram positiva, que produce inclusiones proteicas cristalinas (IPC), durante el proceso de esporulación, las proteínas que forman estas IPC se denominan δ -endotoxinas, las cuales se sintetizan en forma de protoxinas, que son proteolíticamente convertidas en péptidos tóxicos más pequeños dentro de el intestino del insecto (Aronson *et al* 1986).

Los insecticidas biológicos a base de *B. Thuringiensis* son de acción estomacal, los primeros síntomas del envenenamiento aparecen una vez que la larva ingirió la δ -endotoxina, esto causa una parálisis del sistema digestivo, el insecto deja de alimentarse, posteriormente presenta vomito, diarrea, parálisis total del cuerpo y muerte (FAO, 1993).

3.7 Ventajas del uso de insecticidas biológicos y botánicos.

Los insecticidas biológicos y botánicos poseen numerosas ventajas sobre los insecticidas sintéticos, como difícil desarrollo de resistencia por tratarse de componentes bioactivos, elevada biodegradabilidad, posibilidad de sinergismo con otros productos naturales, no causa daños a la fauna benéfica y además contribuyen a mantener el equilibrio ambiental ya que la ecología no se ve alterada, por que no dañan a mamíferos, peces, aves, animales domésticos, etc. (Ciba, 1994).

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1 Descripción del lugar.

El estudio se realizó en la comunidad de Pacora, ubicada a 18 Km. del empalme de la carretera hacia San Francisco Libre. Pacora pertenece al municipio de San Francisco Libre, departamento de Managua, el municipio está comprendido entre los 12° 29' 54" latitud norte y 86° 10' 54" longitud oeste, y se encuentra ubicado a 50 msnm.

4.2 Clima.

Según la clasificación de Holdrige (1986), la zona donde se realizó el experimento es una región tropical seca. El experimento se realizó en la época de postrera en el período comprendido entre los meses de agosto y diciembre del año 2003.

Las condiciones climáticas promedio durante la realización del experimento fueron: precipitaciones de 140.26 mm, temperaturas de 33.82 °C y humedad relativa de 79.9%, observándose que en el mes de septiembre se registran las mayores precipitaciones (273.1 mm), la temperatura mas baja (32.8 °C) y la humedad relativa mas alta (84.4%) (INETER, 2003) (Tabla 2).

Tabla 2. Promedio mensuales de precipitaciones, temperatura y humedad relativa ocurridas durante Agosto-Diciembre 2003.

Meses Del Año	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Agosto	115.5	33.5	83.7
Septiembre	273.1	32.8	84.4
Octubre	243.5	33.6	79.9
Noviembre	65.6	34.6	74.8
Diciembre	3.6	34.6	76.7

4.3 Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos evaluados resultan de la combinación de los diferentes insecticidas biológicos y botánicos en combinación con los diferentes socios de cultivos. En la tabla 3 se describe cada uno de los tratamientos.

Tabla 3. Tratamientos evaluados en el experimento resultaron de la combinación de los diferentes insecticidas con el cultivo asociado.

TRATAMIENTO	Descripción	
	Insecticida	Cultivo
T1	Dipel (<i>Bacillus Thuringensis</i>)	Sorgo (<i>Sorghum bicolor L. Moench.</i>) en monocultivo
T2	Dipel	Cultivo asociado de maíz (<i>Zea mays L.</i>) y sorgo
T3	Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	Sorgo en monocultivo
T4	Neem	Cultivo asociado de maíz y sorgo
T5	Testigo (Agua)	Sorgo en monocultivo
T6	Testigo (Agua)	Cultivo asociado de maíz y sorgo

4.4 Aplicación de insecticidas.

Las dosis aplicadas de los insecticidas fueron:

1. Dipel: 500gr/ha (7.5 gr./parcela)
2. Neem: 30gr/litro agua (600 gr. /parcela).

Los insecticidas fueron aplicados con bomba de mochila de 20 lt, usando boquillas de cono hueco, las aplicaciones se realizaron cuando *S. frugiperda* alcanzó el umbral económico. El umbral económico utilizado fue de 35% de cogollos con daño fresco del gusano cogollero, cuando la planta tenía 8 hojas o más (MAG-FOR, 1994).

4.5 Diseño y área experimental.

El diseño utilizado fue un diseño completamente aleatorio (DCA), con 5 repeticiones por tratamiento, el área experimental fue de 900 metros cuadrados, delimitados en 6 parcelas de 150 metros cuadrados cada una, en estas parcelas se establecieron dos tipos de arreglos espaciales de cultivos: monocultivo y cultivo asociado. Cada parcela contenía 20 surcos de 5 metros lineales con un espaciamiento entre surco de 0.80 metro. La parcela en monocultivo contenía 20 surcos de sorgo y la de cultivo asociado de 10 surcos de maíz y 10 surcos de sorgo.

4.6 Variables evaluadas.

- Porcentaje de plantas dañadas por *S. frugiperda* en los diferentes tratamientos.
- Comportamiento de insectos benéficos en los diferentes tratamientos.
- Rendimiento de grano (Kg. /ha) por tratamiento.

4.7 Metodología de recuentos.

Para la toma de datos en el experimento se realizaron recuentos con observaciones visuales semanales, para esto se tomaron al azar cinco estaciones de un metro lineal cada una, en donde se contabilizaba el número de plantas presentes, en cada planta se revisó el cogollo y las vainas de las hojas, iniciando de la parte superior a la inferior de la planta, se registró el número de plantas dañadas por *S. frugiperda* y el número de insectos benéficos. Los recuentos se realizaban en horas de la mañana, iniciando desde las 7 AM hasta las 9 AM. Esto para evitar los vientos fuertes y que los insectos se movieran lo menos posible.

4.8 Evaluación del rendimiento.

En las parcelas de sorgo en monocultivo se cosechó los ocho surcos centrales de la parcela; de todas las plantas cosechadas se seleccionó al azar 120 panojas por tratamiento. Posteriormente en las parcelas en cultivo asociado de maíz y sorgo se cosecharon ocho surcos centrales de la parcela (cuatro de maíz y cuatro de sorgo), de las plantas cosechadas se eligieron al azar 25 mazorcas de maíz y 60 panojas de sorgo. A continuación se desgranaron las panojas y mazorcas y el grano obtenido se le cuantificó su peso.

4.9 Manejo agronómico.

La preparación del suelo se realizó con labranza tradicional, se inició con la limpieza del terreno y posteriormente un pase de arado con bueyes. La siembra del sorgo se realizó de forma manual, a chorrillo con una distancia entre surco de 70 cm, teniendo una densidad poblacional aproximada por manzana de 170,000 plantas por manzana. El maíz se sembró al espeque a una distancia de 80 cm entre planta, y 80 cm entre surco lo que proporcionó una densidad poblacional de 10,978 plantas por manzana. Las variedades de maíz y sorgo utilizadas en el experimento fueron NB-S y TORTILLERO PRECOZ respectivamente.

Tabla 4. Características agronómicas de las variedades de maíz y sorgo usadas en el experimento.

CARACTERISTICAS	VARIEDADES	
	MAÍZ (NB-S)	SORGO(TORTILLERO PRECOZ)
Días a floración	48-50	54
Altura de la planta	180-190	157
Tipo de mazorca/ panoja	Cónica	Semiabierta
Color del grano	Blanco	Blanco
Días a cosecha	95-100	90
Potencial genético	35-48(qq/mz)	55(qq/mz)

Para la fertilización se sembró frijol mungo (*Vigna radiata*), 25 días después de la siembra del maíz y sorgo, a los 45 días después de plantado el frijol mungo se incorporó al suelo con el objetivo de proporcionar nutrientes a las plantas y usarlo como barrera física para impedir la germinación de malezas. La cosecha del maíz y sorgo se realizó de forma manual a los 105 días después de la siembra.

4.10 Análisis estadístico.

A los datos obtenidos de la variable porcentaje de plantas dañadas por *Spodoptera frugiperda* se le realizó una transformación de datos angular por medio de la fórmula sen^{-1} (raíz cuadrada Y), luego se procedió a realizar el análisis de varianza (ANDEVA), al análisis de varianza se le realizó una prueba de separación de medias por medio de diferencia mínima significativa (LSD) al 95% de confianza, los análisis se realizaron por medio del programa estadístico SAS versión 8.0.

Los datos obtenidos de la variable comportamiento de insectos benéficos se le realizó una transformación de datos angular utilizando la fórmula sen^{-1} (raíz cuadrada Y). Posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias utilizando la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) al 95% de confianza, a través del programa estadístico SAS versión 8.0.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1 Porcentaje de plantas dañadas por *S. frugiperda* en los diferentes tratamientos.

El comportamiento de *S. frugiperda* fue variable en todos los tratamientos evaluados (figura1). Se observaron dos momentos donde las poblaciones de *S. frugiperda* sobrepasaron el umbral económico, ocurriendo esto en las fechas de muestreo 2 (41días después de la siembra) y 4 (55dds). En la fecha de muestreo 2 los tratamientos que tuvieron los mayores porcentajes de plantas dañadas fueron el tratamiento Dipel en combinación con el monocultivo de sorgo, Testigo (agua) combinado con el asocio de maíz y sorgo y Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo. Los menores porcentajes de plantas dañadas por la plaga se encontraron en los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo y también en el tratamiento Neem en combinación con el monocultivo de sorgo.

En la fecha de muestreo 4, los tratamientos Dipel en combinación con el monocultivo de sorgo, Testigo (agua) combinado con el monocultivo de sorgo, Neem en combinación con el monocultivo de sorgo y Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo, obtuvieron los mayores porcentajes de plantas dañadas por el gusano cogollero, mientras que los menores porcentajes de la plaga se encontraron en los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Testigo (agua) en combinación con el asocio de maíz y sorgo.

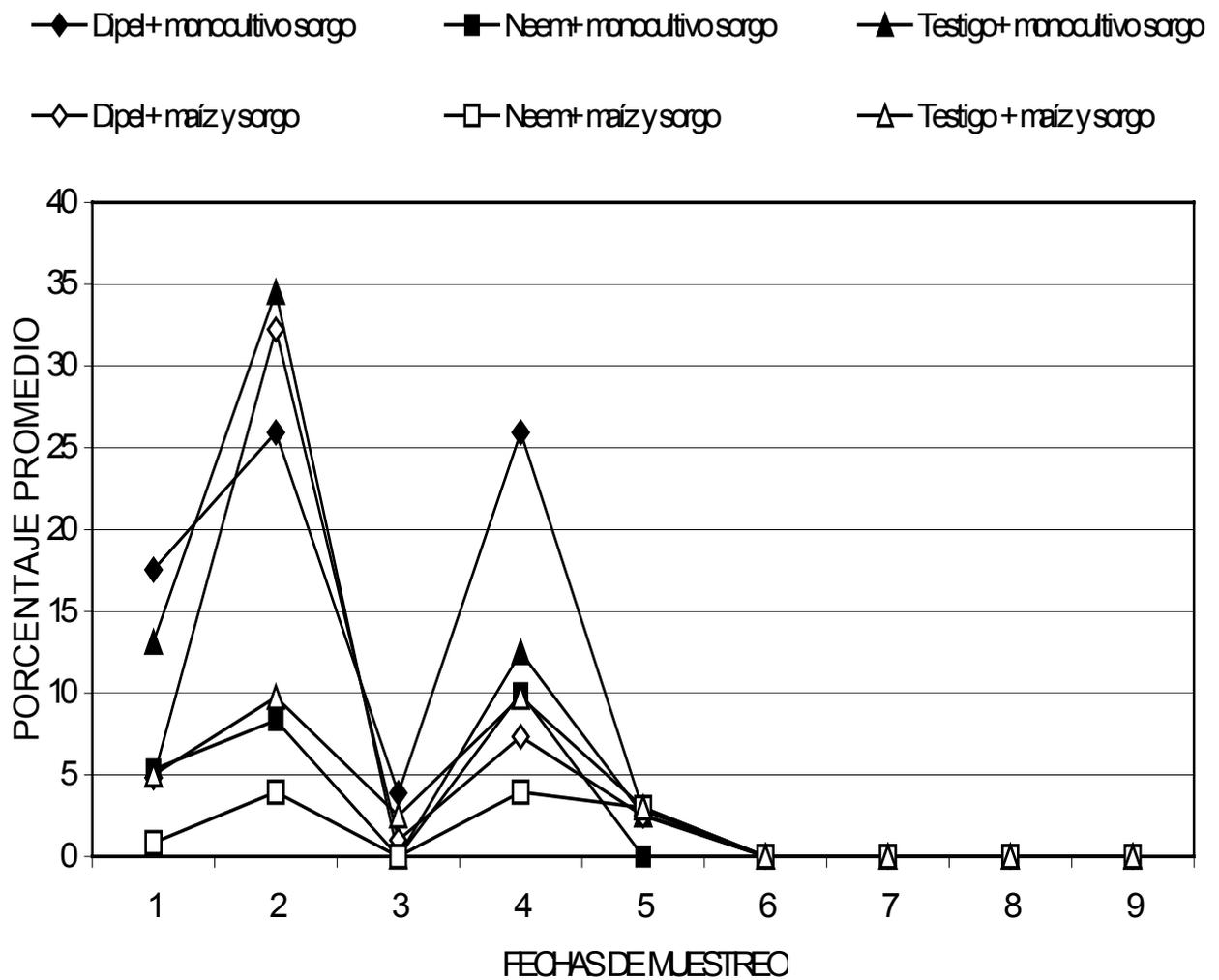


Figura 1. Comportamiento de *S. frugiperda* en los diferentes tratamientos evaluados.

Al realizar el análisis de varianza sobre la variable porcentaje de plantas dañadas por *S. frugiperda* en las diferentes fechas de muestreos, se encontraron diferencias altamente significativas en las fechas 1 (34dds) (P : 0.001), 2 (41dds) (P : 0.003), 4 (55dds) (P : 0.0035) (Tabla 6, ver anexo 14). Al aplicarse la prueba de separación de medias por medio de la prueba de diferencia mínima significativa (LSD), los tratamientos que presentaron el menor porcentaje de planta dañadas por *S. frugiperda* durante la primer fecha de muestreo fueron Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Neem combinado con el monocultivo de sorgo, Dipel en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo y Testigo (agua) combinado con el asocio de maíz y sorgo. En la segunda fecha de muestreo los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Neem combinado con el monocultivo de sorgo y Testigo (agua) en combinación con el asocio de maíz y sorgo presentaron el menor porcentaje de plantas dañadas. Durante la cuarta fecha de muestreo los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Testigo (agua) en combinación con el asocio de maíz y sorgo obtuvieron los menores porcentajes de plantas dañadas por *S. frugiperda*.

En general el tratamiento Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo presentó los menores porcentajes de plantas dañadas por *S. frugiperda*, durante todas las fechas de muestreos del cultivo. Este comportamiento puede deberse al efecto antihormonal del insecticida Neem y al efecto del cultivo asociado maíz y sorgo.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Carballo y Guharay (2004) quienes reportaron que el insecticida Neem es efectivo sobre plagas de los órdenes Lepidóptera, Coleóptera, Hemíptera, Homóptera, Heteróptera, Díptera e Hymenóptera.

Otros investigadores como Guerrero (1983) señala que el insecticida botánico Neem es más efectivo para controlar la plaga *S. frugiperda*, que el insecticida Phoxin 2.5 G. (Chlorpyrifos). Rosset (1988) señala que los insectos herbívoros utilizan diferentes señales para localizar sus hospederos. Una plantación que tenga la señal correcta es atractiva para el insecto, en los monocultivos las señales que facilitan el proceso de selección del hospedero se encuentran en mayor abundancia que en cultivos asociados, esto debido a que en los cultivos asociados existe una mayor diversidad de plantas, que emiten diferentes señales que obstaculizan la localización de las plantas por parte de la plaga.

Root (1973) reportó que las plantas hospedantes presentes en monocultivos, proporcionan recursos concentrados y condiciones físicas uniformes, que permiten una rápida colonización y reproducción de la plaga en comparación con los policultivos.

Pimentel & Goodman (1978) reportaron que existe una amplia evidencia científica que demuestra que los problemas graves de plagas están asociados a la simplificación vegetal, resultado de la adopción de monocultivos.

5.2 Comportamiento de Insectos Benéficos en los diferentes tratamientos evaluados.

El comportamiento de insectos benéficos en los diferentes tratamientos evaluados fue variable (figura 2), registrándose los mayores porcentajes de insectos benéficos en las fechas de muestreos 1 (34 dds), 3 (48 dds) y 5 (62 dds). En la primera fecha de muestreo los tratamientos Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Testigo (agua) en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Dipel en combinación con el monocultivo de sorgo y Neem en combinación con el monocultivo de sorgo obtuvieron los mayores porcentajes de insectos benéficos. Durante la segunda fecha de muestreo los tratamientos Testigo (agua) en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Dipel en combinación con el monocultivo de sorgo presentaron las mayores poblaciones de insectos benéficos.

En la tercera fecha de muestreo en los tratamientos Testigo (agua) en combinación con el monocultivo de sorgo, Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Testigo en combinación con el monocultivo de sorgo se observaron las mayores poblaciones de insectos benéficos. En la quinta fecha de muestreo los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Testigo en combinación con el asocio de maíz y sorgo, y Testigo en combinación con el monocultivo de sorgo, obtuvieron los mayores porcentajes de insectos benéficos (Figura 2).

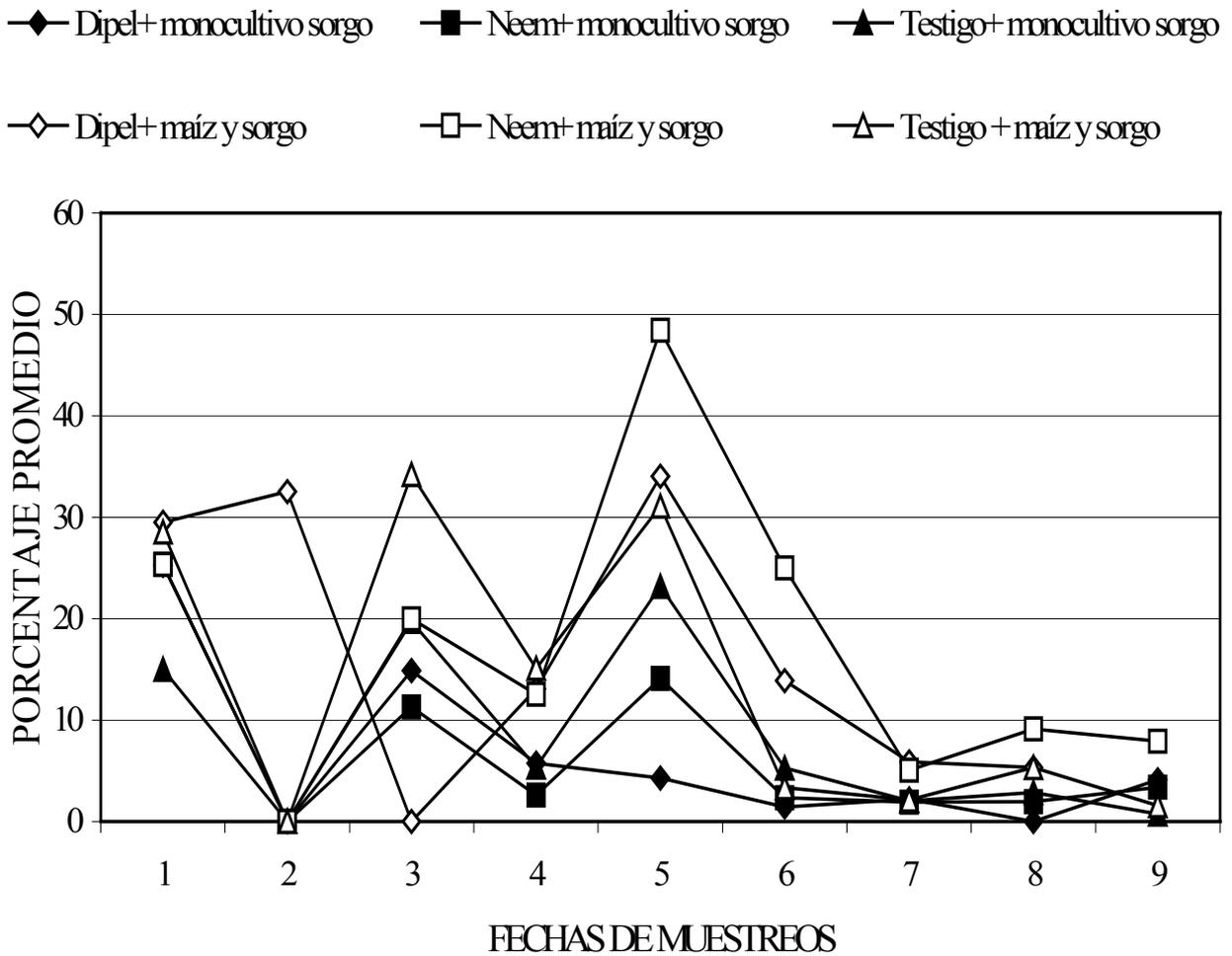


Figura 2. Comportamiento de los insectos benéficos en los diferentes tratamientos evaluados, Pacora, San Francisco Libre 2003.

Al realizar el análisis de varianza de la variable comportamiento de insectos benéficos en las diferentes fechas de muestreos, se encontraron diferencias significativas en las fechas 4 (55dds) (P : 0.0585), 5 (62dds) (P : 0.0283) y diferencias altamente significativas en la fecha 6 (69dds) (P : 0.0059) (Tabla 7, ver anexo 15). Al realizarse la prueba de separación de medias por medio de la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) los tratamientos que obtuvieron los mayores porcentajes de insectos benéficos durante la cuarta fecha de muestreo fueron Testigo (agua) en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo. En la quinta fecha de muestreo los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Testigo (agua) en combinación con el asocio de maíz y sorgo obtuvieron los mayores porcentajes de insectos benéficos en comparación con los demás tratamientos (Tabla 7, ver anexo 15).

En la sexta fecha de muestreo los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo obtuvieron los mayores porcentajes de insectos benéficos en comparación con los demás tratamientos (Tabla 7, ver anexo 15).

La presencia de insectos benéficos en los diferentes tratamientos evaluados fue irregular (figura 2) se encontró que los porcentajes de insectos benéficos fluctuaron entre 0.714 % y 48.43 %, siendo los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Testigo en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo los que alcanzaron los mayores porcentajes de insectos benéficos con 48.43 %, 34.21 % y 34.05 % en las fechas 5 (62 dds), 3 (48 dds) y 4 (34 dds) respectivamente, en los demás tratamientos las poblaciones de insectos benéficos fueron bajas.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Van Den Bosch y Telford (1964) quienes señalan que en los cultivos asociados la abundancia y eficiencia de los enemigos naturales se aumenta, por que estos ambientes proporcionan fuentes alternativas de alimento, refugio, sitios de reproducción y otros factores ambientales, mejorando el control biológico de plagas.

Root (1973) reportó varias razones del porque los enemigos naturales deben ser más abundantes en cultivos asociados que en monocultivos:

- A) Mayor diversidad de presas y hospederos disponibles en cultivo asociados.
- B) Los cultivos asociados ofrecen muchos recursos importantes para depredadores y parasitoides, que no son disponibles en los monocultivos (néctar, polen, refugios del viento y lluvia, etc.).
- C) Las poblaciones de enemigos naturales son más estables en los cultivos asociados por que explotan una amplia variedad de herbívoros, los cuales llegan a ser disponibles en tiempos diferentes y microhabitats distintos.

5.3 Rendimiento (Kg. / ha) por tratamiento evaluado.

En la figura 4 se presentan los rendimientos de grano (Kg. / ha) para los diferentes tratamientos evaluados. La figura muestra que los mejores rendimientos fueron obtenidos por los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, seguidos por los tratamientos Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Testigo (agua) en combinación con el asocio de maíz y sorgo, con rendimientos de 1051, 728 y 713 Kg. /ha. El menor rendimiento se obtuvo en el tratamiento Testigo en combinación con el monocultivo de sorgo con 396 Kg. /ha. En general se observa que los tratamientos en cultivos asociados obtuvieron mejores rendimientos que los tratamientos en monocultivo.

Estos resultados confirman lo expuesto por Rosset *et al* (1988) quien reporta que los policultivos producen rendimientos por área más altos que los monocultivos, además reducen el ataque de plagas, enfermedades y malezas.

Según Gómez & Meyrat (1991) los cultivos asociados producen un máximo aprovechamiento de la tierra en relación con los monocultivos, por lo tanto, se obtiene una mayor producción. Con esta práctica se logra un mejor aprovechamiento de la tierra teniendo a la vez dos o más cultivos, reduciendo de esta manera los costos de producción y aumentando la rentabilidad.

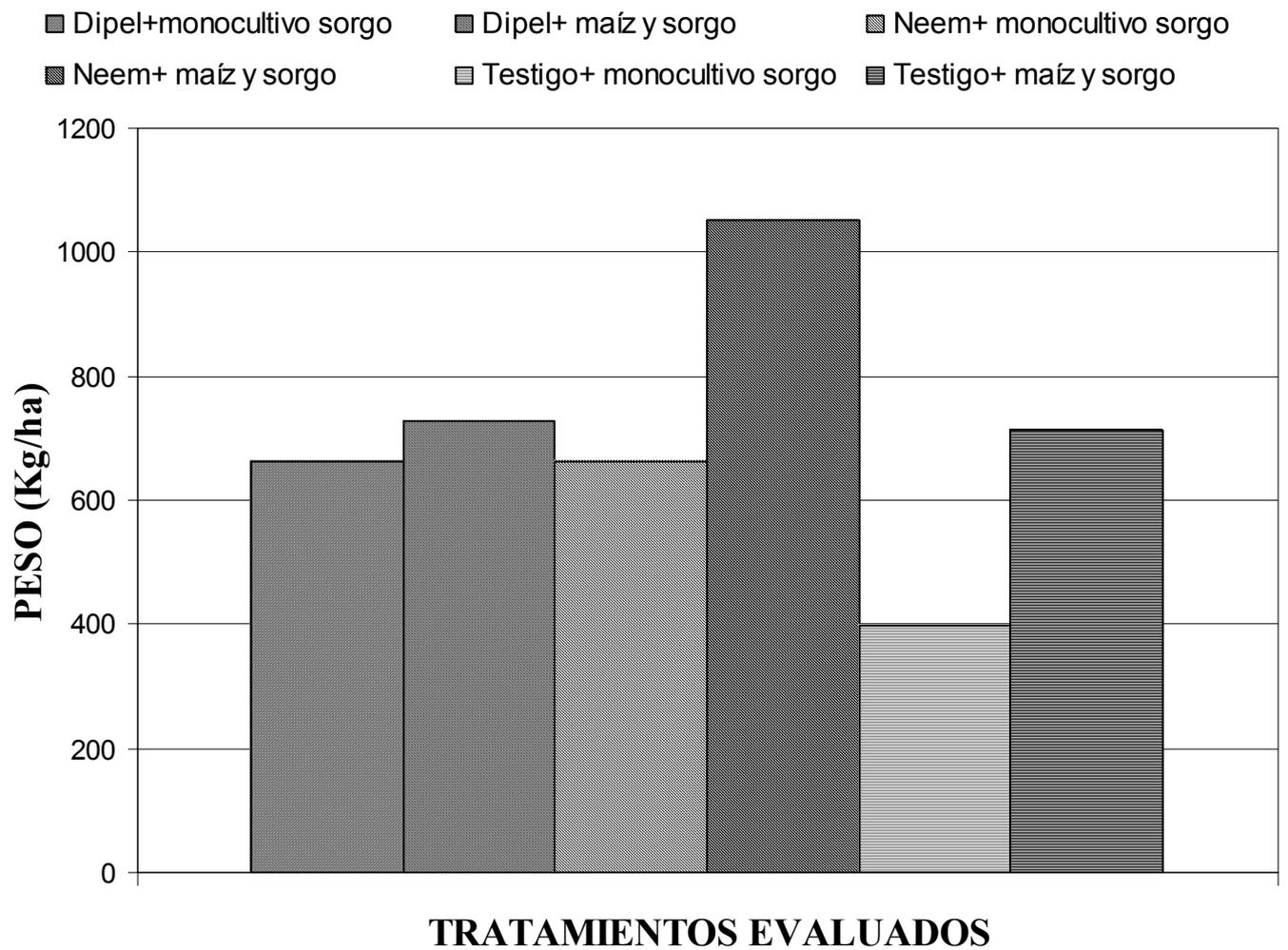


Figura 3. Efecto de los diferentes tratamientos evaluados sobre el rendimiento de grano en sorgo y maíz.

VI. CONCLUSIONES.

- El tratamiento Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo produjo durante el desarrollo del cultivo el mejor efecto reductor de la plaga *S. frugiperda*.
- Se encontró diferencias estadísticas en la presencia de insectos benéficos en los diferentes tratamientos, encontrándose las mayores poblaciones en los tratamientos Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Testigo en combinación con el asocio de maíz y sorgo.
- La mayor presencia de insectos benéficos se encontró en los cultivos asociados en comparación con los monocultivos.
- El mayor rendimiento de grano lo obtuvo el tratamiento Neem en combinación con el asocio de maíz y sorgo, seguido por los tratamientos Dipel en combinación con el asocio de maíz y sorgo y Testigo en combinación con el asocio de maíz y sorgo.
- Los mejores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos en cultivos asociados en comparación con los tratamientos en monocultivos

VII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda utilizar el insecticida Neem en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo, para el manejo de *S. frugiperda*, ya que obtuvo el mejor efecto contra la plaga.
- Realizar estudios similares para seguir evaluando el comportamiento de los insecticidas biológicos y botánicos y la presencia de los insectos benéficos que permitan obtener más información del tema.
- Se sugiere a los productores establecer sus cultivos en asocio, ya que presentan menor incidencia de plagas y mayor presencia de enemigos naturales.

VIII. LITERATURA CONSULTADA.

- ALEMÁN, F. 1997.** Manejo de malezas en el trópico. Primera edición. Multiformes, R.L. Managua, Nicaragua. P 69.
- ARONSON, A. I., BEECHMAN, W., DUNN, P. 1986.** Bacillus and related insect pathogens. Microbid. Rev. 50: P 1-24.
- APONTE, O., F. MORILLO. 1981.** Problemática entomológica del maíz en el estado Portuguesa. IX curso sobre entomología general y manejo integrado de plagas. Araure. P 26-30.
- BUSTILLO, C. J. 1984.** Control microbial del cogollero *Spodoptera frugiperda* J.L. Smith con *Bacillus thuringiensis* berliner en maíz de riego Dpto. de León, Nicaragua, Tesis (M.Sc.) P 2-4.
- CARBALLO, M., GUHARAY, F. 2004.** Control biológico de plagas. CATIE. Turrialba, Costa Rica. P 138-148.
- CAVE, R. D. 1995.** Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. P141-142.
- CAVE, R. D. 1993.** Biología y diversidad de depredadores. Anales del curso y foro sub-regional centroamericano y del caribe de control biológico de plagas. León, Nicaragua. Sección II. Capítulo VIII, P 2-4.
- CIBA- GEYGY, S. A. 1994.** En folleto Nuevo Agree. Basilea, Suiza. P 4.
- COMPTON, L. P 1985.** La producción de sorgo y mijo. ICRISAT, CMMYT. México. P 46.

- CHÁVEZ, 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.L. Smith. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (Barquisimeto), Multigrafiado. P12-18.
- CHIRI, A. 1989.** Las arañas: biología, hábitos alimenticios e importancia como depredadores generalizados. Manejo Integrado de Plagas, Turrialba, Costa rica. No. 12: P 67-81.
- CLAVIJO, S. A. 1978.** Distribución espacial del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. Lepidoptera, Noctuidae. Revista de la Facultad de Agronomía UCV, Alcance, Venezuela. 26: P 93-100.
- FAO. 1993.** Importancia y potencial del *Bacillus Thuringiensis* en el control de plagas. Red de Cooperación Técnica de Biotecnología Vegetal (REDBIO), Santiago, Chile, P 55.
- GARCÍA, R. J. L., CLAVIJO, S. 1989.** Efecto de la alimentación sobre la duración y sobrevivencia de las fases de larva, prepupa y pupa de *Spodoptera frugiperda* (Smith). Bol. Ent. Venezuela. N. S. 5 (1, 2, 3,4): P 28 - 36.
- GOMEZ, O., MEYRAT. A. (1991).** Asocio de maíz (dos variedades) y frijoles (tres tipos) en parcela en ladera de minifundista, postrera. PASOLAC. Managua, Nicaragua. P 20-40.
- GONZÁLEZ, M. D. (S.F.).** Complejo *Spodoptera frugiperda*: clasificación taxonómica. Managua, Nicaragua. P 10.

- GUERRERO, M. O. 1993.** Evaluación del insecticida botánico NIM, *Azadirachta indica* para el manejo de plagas del cultivo de maíz *Zea mays*. PCCMCA. XXXIX reunión anual, Guatemala, C. A. P 56-57.
- GRAINGE, M. S., AHAMED S., MITCHELL, W. C., HYLIN, J.W. 1984.** Plants species reported possessing pest control properties. A data base. Resource Systems Institute, East- West Center, Honolulu. P 70-85.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA).1996.** Manejo integrado de plagas y enfermedades en maíz y sorgo. Bogota, Colombia. P 915.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER). 2003.** Reporte Anual del instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Managua, Nicaragua.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA).1995.** Guía tecnológica de granos básicos. Managua, Nicaragua. P 1-6.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA).2000.** Guía tecnológica del cultivo del sorgo. Managua, Nicaragua. P 1-4.
- LABRADOR, J. 1967.** Estudios de biología y combate del gusano cogollero del maíz *Laphygma frugiperda* (S. & A.). Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. (MARACAIBO). P 83.
- HOLDRIGE, L. R. 1987.** Ecología: basada en zonas de vida, San José, Costa Rica. IICA. P 70-95.

- KING, A. B. S., SAUNDERS, J. L. 1984.** Las plagas invertebradas de los cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero (ODA). Londres, Inglaterra. P 181.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y FORESTAL (MAG-FOR).2003.** Informe anual de producción agropecuaria (ciclo agrícola 2002/03 y periodo pecuario 2002). Managua, Nicaragua. P 62-70.
- MELÉNDEZ, G. R. 1998.** Efecto de las aplicaciones de insecticida clorpirifos (Lorsban) sobre las poblaciones de plaga y enemigos naturales en el agro ecosistema de maíz (*Zea mays* L.) Época de riego, 1996. Tesis Ing. Agrónomo. UNA. Managua, Nicaragua. P11.
- METCALF, R. L. 1986.** The ecology of insecticides and chemical control of insects in: Ecological Theory and integrated pest management practice (M.Kogan. Ed). John Wiley & Sons. New York, EE.UU. P 251-297.
- NOTZ, A. 1973.** Estudio preliminar de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) en el estado Portuguesa, Venezuela. Trabajo de Ascenso. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. (Maracay). P 31.
- PERFECTO, I. 1993.** El sistema de plagas hormigas-maíz en Nicaragua. Anales del curso y foro sub-regional centroamericano y del caribe de control biológico de plagas. León, Nicaragua. Sección VI. Capítulo XXIII, P33-34.
- PIMENTEL, D. 1981.** Handbook of pest's management in agriculture, Vol. I-III, CRC press, Boca de Raton, FL. P 587-656.

- PIMENTEL, D., GOODMAN, E. 1978.** Ecological basic for the management of insect population. *Oikos* 30: P 422-437.
- RISCH, S. J. 1981.** Insect herbivore abundance in tropical monocultures and policulture: on experimental test of two hypotheses. *Ecology* (EE.UU.) 62: (5): P1325-1340.
- RISCH, S. J., ANDOW, D., ALTIERY, A. M. 1983.** Agro ecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. *Environmental Entomology*. 12. P 625-629.
- RIVERO, M., R. SOTO. 1986.** Fauna asociada a la mazorca del maíz (*Zea mays* L.) y efecto de la aplicación de plaguicidas sobre los rendimientos del cultivo. Trabajo de Grado Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. (MARACAY). P 73.
- ROOT, R. B. 1973.** Organization of a plant arthropod association a diverse habitats. The fauna of Collards: (*Brassica oleracea*) *Ecological monographs*. 43: P 95-124.
- ROSSET, P. 1988.** Aprovechamiento de la ecología y el comportamiento de los insectos mediante las técnicas de control cultural en el manejo de plagas. Manejo integrado de plagas de tomate, en Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. 10(4): P 1-12.
- SAENZ, R. M., DE LA LLANA, A. A. 1990.** Entomología sistemática. Managua, Nicaragua. P 50-205.
- SCHOLAEN, S. 1997.** Manejo Integrado de plagas en hortalizas un manual para extensionistas. Tegucigalpa, Honduras. P 102- 117.

- SLODERBECK, P. E., EDWARDS, C. R. 1979.** Effects of soybeans cropping on Mexican bean beetle and red-legged grasshopper populations. *J. Econ. Entomology*. 72: P 850-853.
- SOMARRIBA, C. 1998.** Granos Básicos. Managua, Nicaragua, P 171.
- VAN HUIS, A. 1981.** Integrated pest management in the small farmers maize crop in Nicaragua, *Madeline School* 8(6): P 20-201.
- www.portalecologico.com. Aceite de Neem un insecticida ecológico para la agricultura. Sánchez, R. R. 2003. P 1-9.
- ZAMORANO, COSUDE, INTA, UNA, CATIE.1996.** Manuel de manejo integrado de plagas en el cultivo de maíz. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. P 29-34.

IX. ANEXOS

Anexo1.Tabla 1. Producción de Granos Básicos ciclo agrícola 2002-2003.

Rubro	Área Cosechada
Maíz	535.81
Frijol	357.83
Arroz	128.72
Sorgo Rojo	43.58
Sorgo Blanco	10.19
Sorgo Millón	32.41
Total	1,108.54

*: Área en miles de manzanas.

Fuente: MAG-FOR.

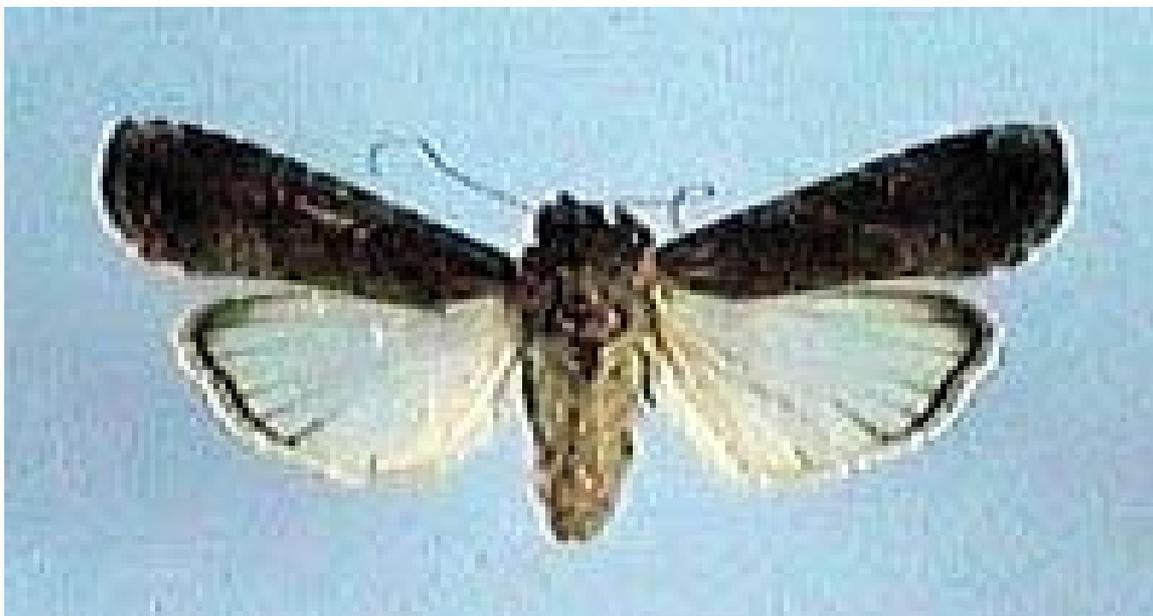
Anexo2. Masa de huevos de *S. frugiperda*.



Anexo 3. Larva de *S. frugiperda* con sutura en forma de Y invertida en la cabeza.



Anexo 4. Adultos de *S. frugiperda* (arriba. hembra; abajo. macho).



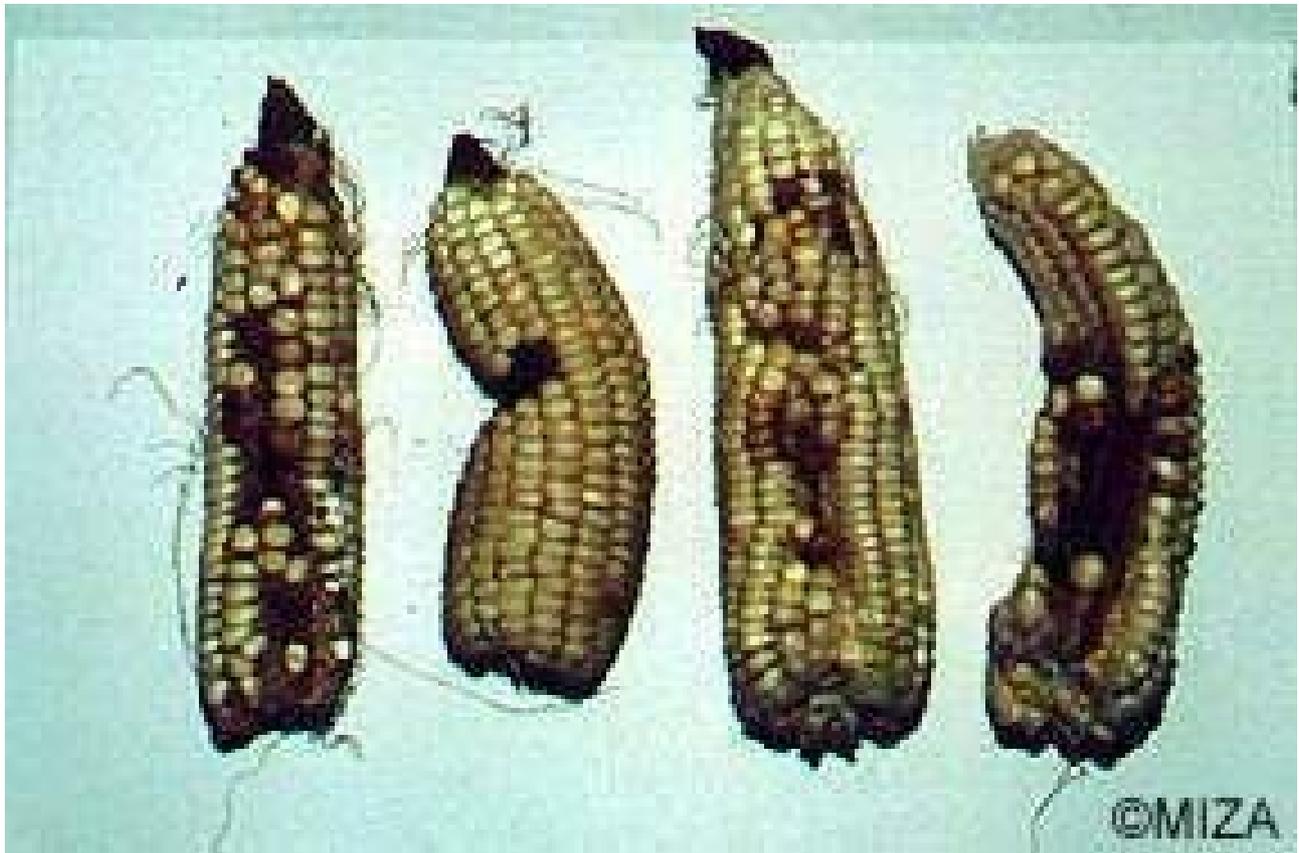
Anexo 5. Esqueletización de las hojas provocadas por larvas del primer instar de *S. frugiperda*.



Anexo 6. Daño de *S. frugiperda* como cogollero.



Anexo 7. Daño a mazorcas provocado por *S. frugiperda*.



Anexo 8. Adulto de *Polybia* ssp.



Anexo 9. Adulto de *Cicloneda sp.*



Anexo 10. Larva de *Cicloneda* sp.



Anexo 11. Adulto de *Doru sp.*



Anexo 12. Adultos de *Solenopsis sp* depredando larvas de *S. frugiperda*.



Anexo 13. Tabla. 6. Comportamiento de *S. frugiperda* en los diferentes tratamientos evaluados, Pacora San Francisco Libre, 2003.

TRATAMIENTOS	FECHAS DE MUESTREOS								
	34dds	41dds	48dds	55dds	62dds	69dds	76 dds	83dds	90dds
Dipel en combinación con sorgo en monocultivo.	17.54 a	25.93 ba	3.889 a	25.930 a	2.818 a	0	0	0	0
Dipel en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo.	4.833 bc	32.23 a	1.00 a	7.333 b	2.500 a	0	0	0	0
Neem en combinación con sorgo en monocultivo.	5.31bc	8.333 bc	0 a	10.00 b	0 a	0	0	0	0
Neem en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo.	0.8333 c	3.93 c	0 a	3.929 b	3.00 a	0	0	0	0
Testigo en combinación con sorgo en monocultivo.	13.129 ba	34.61 a	0 a	12.503 ba	2.555 a	0	0	0	0
Testigo en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo.	5.00 bc	9.76 bc	2.500 a	9.752 b	3.00 a	0	0	0	0
<i>P</i> =	0.001 **	0.003**	NS	0.0035**	NS	-	-	-	-
%C.V.	31.74354	25.9581	31.88018	25.15130	41.0245	-	-	-	-

- **: Diferencias altamente significativas (*P*: 0.01).
- Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si.

Anexo 14. Tabla. 7. Porcentaje promedio de insectos benéficos (*Polybia sp*, *Arañas*, *Cicloneda sanguínea*, *Doru sp*, *Hormigas*, *Architas sp.*) en los diferentes tratamientos evaluados Pacora, San Francisco Libre, 2003.

TRATAMIENTOS	FECHAS DE MUESTREOS								
	34dds	41dds	48dds	55dds	62dds	69dds	76 dds	83dds	90dds
Dipel en combinación con sorgo en monocultivo.	22.57 a	0	14.87 a	5.752 bac	4.27 b	1.429 b	2.222 a	0 ba	4.102 a
Dipel en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo.	29.5 a	0	32.51 a	13.083 ba	34.05 ba	13.881 ba	5.873 a	5.333 b	5.444 a
Neem en combinación con sorgo en monocultivo.	12.5 a	0	11.27 a	2.584 c	14.12 b	2.351 b	1.917 a	1.944 a	3.383 a
Neem en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo.	25.34 a	0	20.00 a	12.558 ba	48.43 a	25.020 a	5.040 a	9.111 a	7.909 a
Testigo en combinación con sorgo en monocultivo.	15.00 a	0	19.71 a	5.358bc	23.19 ba	5.278 b	2.020 a	2.857 a	0.714 a
Testigo en combinación con el cultivo asociado de maíz y sorgo.	28.57 a	0	34.21 a	15.083 a	31.11 ba	3.333 b	2.111 a	5.333 a	1.557 a
<i>P</i> =	NS	-	NS	0.0585*	0.0283*	0.0059**	NS	NS	NS
%C.V.	35.89972	-	31.15080	25.48974	31.08198	35.85583	35.95983	35.3513	32.99372

- *: Diferencias significativas (*P*: 0.05).

- **: Diferencias altamente significativas (*P*: 0.01), medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si.