

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DE RECURSOS GENETICOS**



TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE 5 BIOPLAGUICIDAS
SOBRE POBLACIONES DE GUSANO COGOLLERO
(*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) Y SU EFECTO SOBRE EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ
(*Zea mays* L.)**

AUTORES:

**IMEL RENÉ SOTELO BRAVO
JUAN CARLOS ZELAYA VALDIVIA**

ASESORES:

**Ing. JULIO MERCADO CASCO
Ing. M.Sc. REINALDO LAGUNA MIRANDA**

**Managua, Nicaragua
Marzo, 2004**

DEDICATORIA

A Dios por la vida, salud, sabiduría y por haber hecho posible la culminación de mis estudios universitario a través del presente trabajo.

A mi querido Abuelo Porfirio Sotelo por su amor, consejo, sacrificio y apoyo.

A mis padres Donald Sotelo y Clorinda Bravo por darme la vida, brindarme su amor, cariño, apoyo y sacrificios realizados para poder culminar mis estudios.

A mi Hermano Donald Sotelo Bravo por ser un amigo, compañero y un gran hermano

Al Doctor Humberto Flores por ser una gran persona y un gran amigo.

Imel René Sotelo Bravo

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado el don de la vida, prestarme salud y entendimiento para iniciar y concluir mis estudios.

A mis padres Pastor Zelaya, Socorro Valdivia de manera muy especial los cuales me han apoyado y confiado en mí, además me enseñaron el camino correcto para seguir adelante.

A mis hermanos Yuri, Fátima, Yhajaira, los cuales de una u otra forma me ayudaron a salir adelante.

A mis amigos que me ofrecieron su amistad incondicional y además están conmigo en todo momento apoyándome.

Juan Carlos Zelaya Valdivia

AGRADECIMIENTO

A Dios por haber hecho posible la culminación de nuestros estudios universitarios.

A nuestros asesores Ing. Julio Mercado Casco y al Ing. Msc. Reinaldo Laguna Miranda que siempre estuvieron con nosotros aportando y dándonos sugerencias en cada etapa de este trabajo.

Al Ing. Msc. Alvaro Benavides Gonzáles por su ayuda en la interpretación de los análisis estadísticos.

Al Dr. Edgardo Jiménez por la revisión y sugerencias brindadas para la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) y a todos los profesores que nos brindaron todos sus conocimientos.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria por habernos dado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

Juan Carlos Zelaya Valdivia
Imel René Sotelo Bravo

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Gusano Cogollero	5
3.1.1 Descripción y ciclo de vida	5
3.1.2 Daño	5
3.1.3 Ecología	6
3.1.4 Manejo	6
3.2 Bioplagucidas	8
3.2.1 <i>Bacillus thuringiensis</i>	9
3.2.2 Virus de la poliedrosis nuclear	9
3.2.3 <i>Saccharopolyspora spinosa</i>	9
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1 Localización del Experimento	10
4.2 Descripción del Experimento	10
4.2.1 Diseño Experimental y Tratamientos	10
4.2.2 Forma de Aplicación de los Tratamientos	11
4.2.3 Dimensiones del Experimento	11
4.2.4 Variables evaluadas	11
4.2.5 Análisis estadísticos	14
4.2.6 Análisis económico	14
4.3 Manejo agronómico	15

V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1	Eficacia de los bioplaguicidas	17
5.2	Altura de planta	19
5.3	Número de larvas por planta	20
5.4	Peso de mil granos	23
5.5	Número de mazorcas sanas	24
5.6	Número de mazorcas dañada	25
5.7	Número de mazorcas podridas	26
5.8	Rendimiento de grano (Kg/ha)	28
5.9	Datos climáticos durante el periodo de ensayo de campo	29
5.9	Análisis económico	30
5.9.1	Presupuesto parcial	30
5.9.2	Análisis de dominancia	31
5.9.3	Tasa de retorno marginal	31
VI	CONCLUSIONES	33
VII	RECOMENDACIONES	34
VII	BIBLIOGRAFÍA	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
1.	Tratamientos en estudio, ingrediente activo y dosis aplicadas	10
2.	Eficacia de los bioplagicidas en el experimento evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz(<i>Zea mays</i> L), Masatepe. 2003	18
3.	Altura de planta en el experimento evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	20
4.	Número larvas por parcela en el experimento evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en él cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	22
5.	Peso de mil granos en el experimento evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz(<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	23
6.	Promedio de mazorcas sanas en el experimento evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	24
7.	Promedio de mazorcas dañadas en el experimento evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	26

8.	Promedio de mazorcas podridas en el experimento de evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	27
9.	Rendimiento en kg/ha en el experimento de evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> En el cultivo d maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	28
10.	Presupuesto parcial en el experimento de evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	30
11.	Análisis de dominancia en el experimento de evaluación insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	31
12	.Análisis de tasa de retorno marginal en el experimento de evaluación insecticidas biológicos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Masatepe. 2003	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°		Página
1.	Promedios de temperatura (Temp.), humedad relativa (HR) y Precipitación (Prec.). Campos Azules, Masatepe. 2002-2003.	29

RESUMEN

Con el fin de evaluar la efectividad de cinco bioplaguicidas para el manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en el cultivo de maíz, se estableció el presente ensayo en el Centro experimental de Campos Azules municipio de Masatepe, en época de primera del año 2003. Los bioplaguicidas evaluados corresponden a los nombres de Spintor, Dipel 8L, Dipel 6.4 WP, Dipel 2X, y VPN (Virus de la poliedrosis nuclear) junto a ellos se evaluó Cypermetrina como testigo químico y aplicación de agua como testigo absoluto. El genotipo utilizado fue la variedad NB-6. Los tratamientos fueron arreglados en diseño de bloques completos al azar con cuatro réplicas y las variables evaluadas fueron sometidas a análisis de varianza y separación múltiple de medias. Al evaluar el porcentaje de eficacia de los bioplaguicidas, los tratamientos Spintor y Dipel 6.4 WP mostraron los mayores promedios respectivamente en las dos evaluaciones realizadas presentando diferencias altamente significativas. El número de larvas por planta a los 33, 37, 44 y 51 días después de la siembra fue también altamente significativo. Para la variable altura de planta, se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos; a los 89 días después de la siembra, las plantas tratadas con Spintor presentaron la mayor altura promedio. En cuanto al rendimiento la diferencia entre los tratamientos fue altamente significativa obteniendo el mayor promedio el tratamiento con Spintor. No se observó diferencias significativas entre los tratamientos para las variables de mazorcas sanas, mazorcas podridas, mazorcas dañadas y peso de mil granos. En cuanto al análisis económico se demostró que económicamente el tratamiento con Spintor fue el más rentable presentando una tasa de retorno marginal de 208.1 % con respecto al tratamiento con Cypermetrina (tratamiento tradicional) la cual fue de 741 %.

I. INTRODUCCIÓN

Los granos básicos maíz (*Zea mays* L), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L.), constituyen uno de los principales componentes de la dieta nicaragüense y representan la base de la subsistencia de las pequeñas familias productoras. Históricamente la productividad de los granos básicos ha sido baja y la producción nacional no ha logrado satisfacer la demanda interna (INTA, 1995).

El maíz es uno de los granos más antiguo que se conocen. Perteneció a la familia Poaceae, y es la única especie cultivada de este género (FAO, 2001).

El maíz representa uno de los alimentos de mayor consumo popular en el continente americano de donde es originario, es una importante fuente de carbohidratos constituyéndose en una fuente barata de calorías indispensable para el adecuado funcionamiento del organismo humano (Somarriba, 1998).

Dentro de los granos básicos, el maíz ocupa el segundo lugar en contenido de proteínas con 10 %, solamente superado por el frijol que cuenta con un contenido de proteína de 25 %, pero la cantidad per cápita consumida de maíz (63.6 Kg/año) es 4.5 veces mayor que la del frijol que es de 13.6 Kg/año, por lo tanto se ingiere más proteína de maíz que de frijol por la cantidad per cápita consumida anualmente (INTA, 1995).

El maíz es una de las especies cultivadas más productiva. Es una planta C₄ con una alta tasa de actividad fotosintética, posee el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Es el primer cereal en rendimiento de área por hectárea y es el segundo después del trigo en producción total (FAO, 2001).

Globalmente el maíz se cultiva en más de 140 millones de ha, con una producción anual de más de 580 millones de toneladas métricas. El maíz tropical se cultiva en 66 países y es de importancia económica en 61 de ellos, cada uno de los cuales siembra más de 50,000 ha, y una producción anual de 111 millones de toneladas métricas. El

rendimiento medio del maíz en los trópicos es de 1800 Kg/ha comparada con una media mundial de más de 4,000 Kg/ha (FAO, 2001).

En Nicaragua el maíz es un cultivo alimenticio muy importante en la dieta nacional y aunque se aumentan las áreas a cosechar, los rendimientos promedios no son satisfactorio (Somarriba, 1998).

El maíz es el más importante dentro de los granos básicos ya que cuenta con una superficie sembrada de 259,740 ha/año con una producción nacional de 299,090 Kg /año y con un rendimiento promedio de 1,520 Kg/ha (INTA, 1995).

En Nicaragua en los últimos 5 años (1998-2002) se ha sembrado un promedio de unas 528,840 mz anuales de maíz y en el ultimo año (2002) el promedio se incrementó en un 2.77 % (555,800 mz) (BCN, 2003).

La planta del maíz puede ser infectada a lo largo de su ciclo de vida y en el almacenamiento por ciertos números de insectos que pueden dañar sus diferentes partes y de este modo interferir con su desarrollo normal, reducir los rendimientos y la calidad del grano (FAO, 2001).

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) es la principal plaga del maíz, la larva se alimenta de las hojas dentro del cogollo, también afecta la espiga y las mazorcas, logrando reducir los rendimientos de este cultivo entre un 30-60 % (Van Huis, 1981).

El gusano cogollero es una plaga que ocasiona severos daños al cultivo del maíz. Durante la primera mitad del estadio del cogollo (primeras tres a cuatro semanas del cultivo) el maíz puede tolerar daños considerables, pero pasado este tiempo las perdidas son mayores (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1996).

Durante las etapas de crecimiento vegetativo del maíz, las larvas consumen principalmente las hojas que indirectamente afectan el rendimiento del cultivo y reducen el área fotosintética de estas, el ataque a las plantas pequeñas daña o destruye el tejido meristemático, lo cual ocasiona reducción de la población de plantas o modificación de su arquitectura (Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 1997).

Las costumbres de los productores para controlar las plagas generalmente han sido a través del uso de plaguicidas sintéticos. El uso intensivo de agroquímicos lejos de proporcionar el objetivo esperado de mejorar el nivel de vida de los productores, mas bien ha sido y sigue siendo un elemento desestabilizador de la ecología, del equilibrio biológico, de la economía y salud de los productores al aplicarlos y la sociedad en general al consumir productos agrícolas contaminados (Zamorano *et al.*, 1996).

Los plaguicidas sintéticos han sido utilizados durante muchos años en la producción agrícola ocasionando serios problemas en la salud y el ambiente, incluyendo la contaminación de los suelos y aguas, problemas con intoxicaciones, efectos adversos en la flora y aumento en los costos de producción, etc. Una de las alternativas para el manejo de plagas en la agricultura, que procura un manejo sostenible de los recursos y asegura su conservación es el uso de los bioplaguicidas. Estos son productos biológicos o de origen natural que no ocasionan los problemas de los plaguicidas tradicionales (Duran, 2002).

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia de productos biológicos para el manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y contribuir a mejorar el sistema de producción de los agricultores.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1-. Identificar el tratamiento de mayor eficacia biológica para el manejo del gusano cogollero.
- 2-. Medir el efecto de los tratamientos sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo.
3. Determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos en la producción de maíz.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

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

3. 1. 1. Descripción y ciclo de vida

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) pertenece al Orden Lepidóptera, Familia Noctuidae. Sus huevos duran de 3-5 días en eclosionar, son depositados en masa de hasta 300 unidades en cualquier superficie de las hojas cubierto por una tela fina formada con las escamas del cuerpo de la hembra adulta (Chávez, 1990). La larva dura de 14-21 días y pasa por 5-6 estadios dependiendo de la temperatura y el tipo de alimento. Tiene una longitud de 35-40 mm cuando está madura, las larvas jóvenes son de color verdoso con la cabeza negra. Las larvas maduras varían de verdosos a pálido gris y tiene en la parte frontal de la cabeza una sutura de color claro en forma de “Y” invertida y líneas dorsales longitudinalmente en el cuerpo (García y Clavijo, 1989). La pupa dura de 9–13 días es de color pardo mide de 18-20 mm de largo, envuelta en capullo o celda en suelo (Chávez, 1990). El adulto mide de 32-38 mm, las alas delanteras de las hembras son uniformes y de color gris a pardo gris, en el macho son pardo claro con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro del ala, las alas traseras son de color blanco (Chávez, 1990).

3. 1. 2. Daño

El cogollero puede atacar más de 60 cultivos y malezas, pero tiene mayor importancia en maíz, sorgo, arroz, pastos y muchos cultivos hortícolas. Es una plaga grave en las gramíneas como masticador del tejido vegetal. Se ha podido determinar que existen varias subespecies de cogollero, las cuales presentan diferentes hábitos de alimentación y al mismo tiempo, diferentes respuestas a plaguicidas, por lo que es importante su estudio (Zeledón y Pitre, 2002).

Durante muchos años para reducir los efectos nocivos de *Spodoptera frugiperda*, se ha dependido del uso de insecticidas químicos. En muchas ocasiones la efectividad ha sido baja, debido a que su aplicación se ha realizado pasado el momento crítico de la plaga y la etapa fenológica más apropiada del cultivo o después que los daños son irreversibles (Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 1997).

Zamorano *et al.*, (1996), describen que el cogollero se mantiene en el cultivo desde que nace la semilla hasta que se tapisca la mazorca. El mayor problema se presenta entre 1-6 semanas después de germinado el maíz, al aparecer la espiga se disminuye el peligro de que la larva provoque mayor daño. Las plantas jóvenes pueden ser destruidas o debilitadas, las plantas mayores desfoliadas o retrasadas severamente, las flores y las mazorcas sufren daños, los tallos aparecen cortados o minados a nivel del suelo (King & Saunders, 1984).

3. 1. 3. Ecología

La palomilla vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos llamativos en las alas delanteras. Las hembras depositan los huevos durante las primeras horas de la noche tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varios grupos o masas cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo. Las larvas al nacer se alimentan del cóceon mas tarde se trasladan a diferentes partes de las plantas o a las vecinas, para evitar así las competencias por alimento y el canibalismo. (Instituto de Investigación de Sanidad Vegetal, 1997).

3. 1. 4. Manejo de *Spodoptera frugiperda*

Históricamente las plagas han sido controladas de varias formas, en los comienzos de la agricultura, el control era fundamentalmente manual, luego se diseñaron instrumentos que ayudaron a controlarlas. (Zamorano *et al.*, 1996).

Control natural

El principal controlador natural del gusano cogollero es la precipitación. Las lluvias generalmente reducen las poblaciones de *S. frugiperda*. Cuando se pronostica lluvia, no es necesario aplicar insecticidas (Zamorano *et al.*, 1996).

Control biológico

Dos hongos principales atacan al cogollero: *Nomuraea rileyi* y *Metarrhizium anisopliae*. En Nicaragua el hongo *Nomuraea* es uno de los patógenos más importante para el control del cogollero, sin embargo, su efectividad de este hongo en el campo esta limitada por la humedad. Por lo tanto su uso podría ser más efectivo en zonas húmedas (Zamorano *et al.*, 1996). Es importante conocer los enemigos naturales que tiene el cogollero, entre los que se reportan, están los depredadores larvales de la familia Vespidae (*Avispa Polibia*) y Fórficulidae (*Doru taenatun*) o tijereta, los parásitos de huevos de las familias Trichogrammatidae y Scelionidae (*Trichogramma* sp. y *Telenomus remus* respectivamente) (CENTA, 1996).

Control mecánico

Para el control mecánico de las larvas de cogollero se han utilizado algunas prácticas por algunos productores como la de aplicar aserrín, tierra o arena al cogollo. Otra práctica parecida es apretar el cogollo de la planta afectada y destruir las larvas (Zamorano *et al.*, 1996).

Control químico

Se pueden aplicar productos granulados como Counter 10% G a razón de 15 libras por manzana. Otra manera para controlar el cogollero es mediante preparación cebos utilizando un quintal de arena y/o aserrín mezclado con 60 cc de Lorsban 4 EC (Clorpirifos) (INTA, 1999).

3.2 Bioplaguicidas

En los últimos 40 años los plaguicidas se han convertido en herramienta principal para el control de problemas fitosanitarios. Las consecuencias de esta dependencia para la sociedad y los productores han sido y siguen siendo numerosas, tales como: aumento el costo de producción, contaminación ambiental creciente, efectos adversos para los trabajadores agrícolas y poblaciones rurales, residuos de plaguicidas en los alimentos, agravados problemas de plagas debido al desequilibrio entre los enemigos naturales y una creciente incertidumbre entre los consumidores por la contaminación de los alimentos (Gómez *et al.*, 1993).

El manejo integrado de plagas se basa en el conocimiento ecológico y biológico, no solamente de las plagas sino también de sus enemigos naturales, el cultivo y el ecosistema para facilitar el manejo de la plaga, con un menor uso de plaguicidas utilizando la integración de diversas medidas para el control de plagas (CATIE, 1990).

En los últimos 10 años en Europa y los Estados Unidos, se han desarrollado productos nuevos y métodos alternativos para combatir plagas y enfermedades. En América Central la disponibilidad de estos productos es muy limitada y los pocos productos que se consiguen son importados. En esta región, tanto la producción como la comercialización de productos alternativos está en fase de desarrollo y su uso es aun insipiente. Los bioplaguicidas son agentes biológicos, sustancias activas o mezclas de sustancia de origen químico o biológico utilizadas para disminuir, prevenir, combatir, controlar, regular o repeler la acción de organismos que son plagas en cultivo de importancia agrícola (Duran, 2002).

En la actualidad se conocen diferentes especies de microorganismos entomopatógenos con potencialidad para ser usados en programas de manejo integrado contra *S. frugiperda* entre los que se incluyen las bacterias *Bacillus thuringiensis* Berl, 10 especies de hongos, 3 tipos de virus, 2 géneros de protozoarios y 3 especies de nematodos (Lezama, 1993).

3. 2.1. *Bacillus thuringiensis* Berl.

Es uno de los organismos biológicos más eficaces para el combate de *Spodoptera frugiperda*. Presenta buen efecto residual y no es tóxico para mamíferos. Actúa produciendo parálisis intestinal y septicemia en las larvas que han ingerido el producto (Instituto de Investigación de Sanidad Vegetal, 1997).

3. 2 .2. Virus de la poliedrosis nuclear VPN

Los virus penetran las larvas de lepidópteros por la boca cuando ingieren alimento contaminado por los poliedros. En el intestino de la larva ocurre la disolución de las partículas virales por la acción de los jugos digestivos altamente alcalinos. Las partículas liberadas penetran el citoplasma de las células y el genoma viral en el núcleo en donde se inicia la replicación de los virus, durante este proceso gran cantidad de partículas virales son producidas y liberadas al citoplasma ocurriendo la infección secundaria en el hemocele del insecto. En 48 horas las larvas se encuentran enfermas y moribundas y suben a la parte superior de la planta donde quedan adheridas y colgando de las hojas y finalmente mueren (Duran, 2002).

3.2.3 *Saccharopolyspora spinosa* (Spinosad)

Es un insecticida natural, derivado del proceso de fermentación de una bacteria que pertenece a la clase Actinomycetes, su ingrediente activo spinosad, es altamente efectivo sobre una gran variedad de plagas entre las cuales se encuentran: lepidópteros, trips, moscas y mosquitos entre otros, es un producto de origen natural altamente efectivo, bajo impacto ambiental, ideal para ser utilizado en programas de manejo integrado de plagas, no tiene efecto negativo sobre organismos benéficos (Dow Agrosiences, 2002).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del experimento

El experimento se realizó en la localidad de Campos Azules, ubicado en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya, con Latitud Norte de 11° 54" y Longitud Oeste de 86° 09" con una altitud de 470 msnm; la precipitación media anual es de 1209 mm, la temperatura y humedad relativa de 23 °C y 84.12 % respectivamente. El suelo es de clase II textura franca con una capa de talpetate superficial, buen drenaje, fertilidad moderada a media, pH de 5.5 a 6.5 y 30 % de pendiente (Menocal y López, 1994).

4.2 Descripción del experimento

4.2.1. Diseño experimental y tratamientos

Los tratamientos fueron arreglados en un diseño de Bloques completos al azar (BCA) con cuatro replicas. Los tratamientos evaluados fueron 5 insecticidas biológicos más un testigo con aplicación de agua solamente y otro con aplicación de Cypermotrina que es un insecticida piretroide de baja toxicidad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos en estudio, ingrediente activo y dosis aplicadas

Trat.	Producto	Ingrediente activo	Organismo	Dosis
1	VPN	Virus de la Poliedrosis nuclear	Virus	10.4 cc/270 m ²
2	Dipel 6.4 WP	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bacteria	1.75 g/lit
3	Dipel 8L	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bacteria	3.5 cc/lit.
4	Dipel 2X WP	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bacteria	2.5 g/lit
5	Spintor 12 SC	<i>Saccharopolyspora spinosa</i>	Bacteria	1.45 cc/lit.
6	Cypermotrina 25 EC	Cypermotrina	Piretrina	0.70 cc/lit.
7	Testigo	Solo con agua		

4. 2. 2. Forma de aplicación de los tratamientos

Se realizó, utilizando aspersores de mochila de 20 lt. con boquilla de cono sólido y procurando una buena cobertura del cultivo. Las aspersiones se efectuaron en horas avanzadas de la tarde utilizando pantalla para evitar la dispersión sobre otros tratamientos. El umbral utilizado para las aspersiones fue el siguiente: desde la germinación hasta las 4 hojas al encontrar 5% de daño, de 4-8 hojas al encontrar 18% de daño y de 8 a mas hojas al encontrar 35% de daño (Manual didáctico para la formación de instrucciones en el uso y manejo seguro de plaguicidas 1994).

4. 2. 3. Dimensiones del experimento

- a) Área total del experimento = 1,890 m x 189 m = 2,079 m²
- b) Área de un bloque = 15 m x 31.5 m = 472.5 m²
- c) Área de la parcela experimental = 15 m x 4.5 m = 67.5 m²
- d) Área de la parcela útil = 14 m x 3 m = 42 m² (2 surcos centrales)
- e) Distancia entre surcos = 0.75 m
- f) Distancia entre plantas = 0.25 m
- g) Número de surcos por parcela = 6 surcos

4. 2. 4. Variables evaluadas

Porcentaje de eficacia de los bioplaguicidas sobre *Spodoptera frugiperda*.

Se midió a partir de la fórmula de Henderson-Tilton (citada por Rosset y Siman, 1990).

$$\% \text{ de eficacia} = \left(1 - \frac{T_d C_a}{T_a C_d} \right) 100$$

Donde:

Ta. = Infestación en la parcela tratada antes del tratamiento.

Td. = Infestación en la parcela tratada después del tratamiento.

Ca. = Infestación de la parcela testigo antes del tratamiento.

Cd. = Infestación de la parcela testigo después del tratamiento.

Para realizar el análisis de esta variable los datos fueron transformados con $\sqrt{Y + 0.5}$ que se usa cuando algunos de los valores están por debajo del 10 % o aun más por debajo de 5 % y especialmente cuando hay ceros.

Altura de planta

Se evaluaron a los 31, 55 y 89 días después de la siembra, tomándose veinte plantas al azar en la parcela útil, midiéndose desde el nivel de la superficie del suelo hasta el último nudo de la planta.

Número de larvas por planta

Los recuentos se realizaron cada 8 días, tomando 20 plantas al azar, verificándose la presencia de *Spodoptera frugiperda* en parte del cogollo y de las hojas.

Para realizar el análisis de los resultados los datos fueron transformados con $\sqrt{y + 0.5}$.

Peso de 1000 granos

Se realizó de acuerdo a las normas del ISTA (1985), que establece 8 replicas de 100 semillas, se pesan y posteriormente se determina el promedio de estos y el valor se multiplica por 10.

Número de mazorcas sanas

Se realizó el conteo de todas las mazorcas presentes en la parcela que estaban en perfecto estado, sin ningún tipo de daño tanto en el interior como en el exterior.

Número de mazorcas dañadas

Se agruparon las mazorcas cosechadas de la parcela útil tomando solo las que presentaron perforaciones en la parte externa de la bráctea de la mazorca y agujeros en la mazorca.

Número de mazorcas podridas

Se agruparon las mazorcas cosechadas de la parcela útil tomando solo las podridas, por efecto de la invasión de hongos acompañados de factores adversos como la humedad y temperatura.

Rendimiento de grano (Kg/ha)

La producción de granos cosechados en cada tratamiento, se pesó y ajustó al 14 % de humedad, reflejándose el rendimiento en Kg/ha mediante la ecuación propuesta por Gómez y Minelli (1990), la cual se expresa de la siguiente forma:

$$Pf(100 - Hf) = Pi(100 - Hi)$$

Donde:

Pi = Peso inicial de campo (Kg/ha)

Pf = Peso final (Kg/ha)

Hi = % de humedad inicial en el grano

Hf = % de humedad a la que se debe ajustar el rendimiento (14 %)

4. 2. 5. Análisis estadístico

Para las variables de crecimiento, rendimiento, calidad de las mazorcas así como el número de larvas en las diferentes fechas se analizó a través de la prueba de ANDEVA y separación de medias por rangos múltiples de Tukey al 5% de confiabilidad.

4. 2. 6. Análisis económico

Para determinar si los tratamientos en estudios son rentables y así poder brindar una recomendación basándose en lo mas adecuado para el agricultor, fue necesario realizar un análisis económico, siguiendo la metodología de CIMMYT (1988), para lo cual se consideraron los siguiente aspectos:

-Costos Fijos: Son todos aquellos costos comunes para cada uno de los tratamientos evaluados que incluyen costos de limpieza del terreno, preparación del suelo.

-Costos variables: Son aquellos costos que implican gastos particulares de los tratamientos, incluyen costos de semilla, fertilización, cosecha y transporte.

-Costos totales: Representan la suma de los costos fijos más los costos variables.

-Rendimiento: Es el resultado obtenido del proceso de producción de cada tratamiento, expresado en Kg/ha.

-Rendimiento ajustado: Es el rendimiento medio reducido en cierto porcentaje, en nuestro caso se utilizo el 10 % con el fin de reflejar la diferencia entre el tratamiento experimental y el que el agricultor podría lograr con este tratamiento.

-Beneficio bruto: Es el valor obtenido de la comercialización del producto cosechado, resultando de la multiplicación del rendimiento de cada tratamiento por el precio de venta.

-Beneficio neto: Es la diferencia entre el beneficio bruto menos los costos de producción.

-Análisis de dominancia: Es un análisis mediante el cual se ordenan los tratamientos de menores a mayores según los costos variables. Se dice entonces que un tratamiento es

dominado cuando presenta beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

-Tasa de retorno marginal: Es la rentabilidad que genera una inversión marginal, siendo la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales por cien.

4.3. Manejo Agronómico

Las labores referentes al manejo agronómico de la parcelas se llevaron a cabo, de tal manera que en las unidades experimentales no difirieron en las actividades realizadas, las única diferencia fueron en los tratamientos con los bioplaguicidas.

Preparación del suelo. La preparación de terreno se realizó de forma mecanizada, utilizando el método de labranza convencional, esta consistió en la limpia del terreno posteriormente se realizó un pase de arado y dos pases de grada, estas actividades se llevaron a cabo en las fechas comprendidas del 17 al 24 de junio de 2003.

Siembra. El surcado y la siembra se efectuó el 25 de junio de 2003 (época de primera), utilizando una distancia de siembra de 0.75 m entre surco y 0.25 m entre planta.

Material genético. El material genético utilizado es la variedad NB-6 la cual es una variedad intermedia que se puede sembrar de primera, postrerón y postrera por su buen potencial de rendimiento y tolerancia al achaparramiento, la cual se recomienda para la zona de Carazo y Masaya (PROMESA, 2002).

Fertilización. Se aplicó fertilizante NPK (12-30-10) al momento de la siembra con dosis de dos quintales por manzanas. A los 44 días después de la siembra se llevó a cabo una fertilización nitrogenada con urea 46% (2 qq/mz).

Control de malezas. Este se realizó en dos momentos durante el ciclo vegetativo del cultivo. El primer control se llevó a cabo a los 40 días después de la siembra y el

segundo 65 días después de la siembra, esta labor se hizo manualmente utilizando azadón.

Control de plagas. El manejo de plagas durante el ciclo de cultivo estuvo dirigido al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), que se presentó como plaga principal. El control fitosanitario se realizó mediante la aplicación de los diferentes bioplaguicidas evaluados en este trabajo, las aplicaciones se realizaron 28 y 47 dds.

Cosecha. La cosecha se realizó cuando el cultivo de maíz completó su madurez fisiológica, esta actividad se llevó a cabo el 7 de noviembre del 2003 de forma manual.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Eficacia de los bioplaguicidas

El cogollero del maíz *S. frugiperda* esta sujeto a varios microorganismos patógenos con alto potencial para su control. Varios productos basados en cepas de la bacteria entomopatógena, *Bacillus thuringiensis* Kurstaki, se usan actualmente para su control, también de las cuatro clases de virus aislados de *S. frugiperda*, el VPN (Virus de la Poliedrosis Nuclear) es el que más ha sido investigado para el control de esta plaga, existen también otro grupo de patógenos microbiales como hongos y protozoarios los cuales han resultado exitosos en el manejo de esta plaga. La eficacia de algunos patógenos depende de las condiciones ambientales, por lo tanto los microambientes presentes en un cultivo y el área geográfica donde se cultiva son considerados importantes, algunos actúan más lentos que los insecticidas químicos, por lo tanto el tipo de daño que hace la plaga y el nivel de tolerancia de la planta son importantes (Gladstone, 1989).

Para evaluar la eficacia de los plaguicidas se realizaron 2 aplicaciones de los tratamientos durante el ciclo del cultivo y el análisis fue realizado cinco días después de cada aplicación.

En el primer análisis de eficacia se encontraron diferencias altamente significativas ($P = 0.0001$) entre los tratamientos evaluados, presentando el mayor valor numérico el tratamiento con Spintor[®], mientras que el menor valor fue mostrado por el testigo. De acuerdo a los análisis de varianza se pudieron observar cinco categorías estadísticas claramente definidas, ubicándose en el primer grupo el tratamiento con Spintor el cual mostró el mayor porcentaje de eficacia y de último se ubica el testigo con el menor porcentaje de eficacia (Cuadro 2).

En el segundo análisis de eficacia se encontraron diferencias altamente significativas ($P = 0.0031$) entre los tratamientos evaluados, presentando los mayores valores el

tratamiento con Dipel 6.4 WP[®] y VPN, mientras que los menores valores lo presentó el testigo y Cypermetrina[®].

Cuadro 2. Porcentaje de eficacia de bioplaguicidas en el experimento de evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Masatepe, 2003.

Tratamiento	Eficacia 1	Eficacia 2
5 (Spintor)	100 A	43 AB
1 (VPN)	42 AB	47 A
3 (Dipel 8.L)	38 B	33 AB
2 (Dipel 6.4 WP)	74 AB	59 A
4 (Dipel 2X WP)	36 BC	20 AB
6 (Cypermetrina)	86 AB	0 B
7 (Testigo)	0 C	0 B
C.V(%)	29.77	51.94
P =	0.0001**	0.0031**

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por Tukey con $\alpha = 0.05$

**=Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza y comparación múltiple de medias se observaron tres categorías estadísticas claramente definidas, ubicándose en el primer grupo el tratamiento Dipel 6.4 WP y VPN quienes mostraron el mayor porcentaje de eficacia, mientras el testigo y Cypermetrina mostraron el menor porcentaje de eficacia en el control de *Spodoptera* (Cuadro 2).

Al momento del análisis de la segunda eficacia, los tratamientos con Dipel 6.4 WP, VPN, Dipel 8L[®], Dipel 2X WP[®] y el testigo presentaron mayor número de larvas de *S. frugiperda*, mientras que Spintor y Cypermetrina mostraron bajos promedios. Cabe

señalar que en el tratamiento con Spintor a los 7 días posteriores a la segunda aplicación el promedio de larvas bajó de 7.0 a 3.0, y a los 15 días posteriores a la aplicación, la infestación bajó solamente a 1.0 larva.

En pruebas de campo realizadas con plantas de 30 días de edad y 30 cm de altura, Valicente y Cruz (1994), encontraron que las aspersiones de VPN a diferentes concentraciones en el área del cogollo, produjeron una mortalidad de larvas del 85%.

Rivas *et al.*, (1990), evaluaron para el control de *Spodoptera frugiperda*, la bacteria *Bacillus thuringiensis*, en compuestos formulados en Nicaragua y México así como la presentación comercial Dipel 8L, en los cuales no se presentaron diferencias significativas.

5.2 Altura de planta

Orozco (1996), plantea que la altura de planta es una característica de importancia agronómica que influye sobre el rendimiento. La altura de planta esta determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a las mazorcas durante el llenado del grano. Esta variable esta fuertemente influenciada por condiciones ambientales como la temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz (Cuadra, 1988).

Sirias (1991) en estudios sobre el manejo de cogollero, reporta diferencias significativas para la variable altura de planta lo cual podría ser producto de los daños ocasionados por el insecto al alimentarse principalmente de los puntos de crecimiento de la planta de maíz.

De acuerdo al análisis de los datos, no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados para la variable altura de planta a los 31 y 55 días después de la siembra. No obstante, a los 89 días después de la siembra se observó diferencias significativas ($P = 0.0307$) entre los tratamientos. A este momento se definen de manera

clara tres categorías estadísticas, en donde las plantas tratadas con Spintor presentaron la mayor altura promedio de 189.5 cm; valores intermedios fueron mostrados por los tratamientos con Cypermetrina, VPN, Dipel 8.L, Dipel 6.4 WP y el testigo mientras que las plantas tratadas con Dipel 2X WP mostraron el menor valor promedio (169.0 cm) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Altura promedio (cm) de planta en la evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*. L), Masatepe, 2003.

Tratamiento	Días después de la siembra		
	35	55	89
5 (Spintor)	25.75 a	152.50 a	189.50 a
6 (Cypermetrina)	24.00 a	138.00 a	180.75 ab
1 (VPN)	23.25 a	131.50 a	177.75 ab
3 (Dipel 8.L)	23.25 a	128.50 a	177.00 ab
2 (Dipel 6.4 WP)	22.50 a	132.75 a	176.50 ab
7 (Testigo)	22.50 a	127.75 a	172.50 ab
4 (Dipel 2X WP)	23.00 a	126.25 a	169.00 b
CV (%)	10.57	10.81	4.18
P =	NS	NS	0.0307*

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por Tukey con $\alpha = 0.05$.

NS=No significativo * =Significativo

5.3 Numero de larvas por planta

El principal daño causado por las larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz se debe a la destrucción total de plantas jóvenes, cortadura de tallos a nivel del suelo y en plantas mayores, defoliación o retardo del crecimiento (Saunders *et al.*, 1998).

Según los recuentos realizados, las poblaciones de cogollero (Cuadro 4) variaron en el tiempo observándose diferencias estadísticas entre los tratamientos en la mayoría de las fechas.

En la primera evaluación realizada a los 26 días después de la siembra no se pudo observar diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, para esta fecha no se había aplicado ninguno de los tratamientos en estudio. En este recuento el mayor número de larvas por planta fue registrado por el testigo, mientras que el menor número fue mostrado por el tratamiento Dipel 6.4 WP.

En el segundo recuento efectuado a los 33 días después de la siembra, se pudo observar diferencias altamente significativas ($P = 0.0007$) entre los tratamientos distinguiéndose tres categorías. Los tratamientos Spintor y Cypermetrina mostraron los menores valores numéricos (0.000) y (0.062) respectivamente, en el segundo grupo se ubicaron los tratamientos Dipel 6.4, VPN, Dipel 8L, VPN con valores intermedios entre 0.125 y 0.237 larvas por planta y por último el tratamiento Dipel 2X y el testigo con el mayor número de larvas por planta con 0.387 y 0.412 respectivamente.

En la tercera fecha de evaluación, 37 días después de la siembra, se observaron diferencias altamente significativas ($P = 0.0001$) entre los tratamientos, presentando el menor número de larvas por planta el tratamiento Spintor, mientras que el mayor número se presentó en el testigo. A esta fecha se registraron cuatro categorías donde los menores valores se presentaron en los tratamientos Spintor y Cypermetrina, y los mayores en el testigo y Dipel 6.4 WP.

En el cuarto recuento, 44 días después de la siembra, se observaron diferencias altamente significativas ($P = 0.0001$) entre los tratamientos. El tratamiento Cypermetrina presentó el menor valor de larvas por planta con 0.237, seguido de Spintor con 0.312. Por otro lado el mayor número de larvas por planta fue obtenido por el testigo con 0.725, seguido de los tratamientos Dipel 6.4 y 8L con 0.675 y 0.650 larvas por planta respectivamente.

Al realizar el quinto recuento, 51 días después de la siembra, también se observaron diferencias altamente significativas ($P = 0.0048$) entre los tratamientos. En este caso se pudieron diferenciar tres categorías, donde el menor número de larvas fue mostrado por los tratamientos Spintor, VPN, Cypermotrina y Dipel 6.4 WP; en la categoría intermedia se ubicaron los tratamientos Dipel 8.L y Dipel 2X WP mientras que en la última categoría, con el mayor número de larvas se ubicó el testigo.

En la última fecha de evaluación, 58 días después de la siembra, los resultados obtenidos mostraron que no hubo diferencias significativas, no obstante, el menor número de larvas por planta lo presentó el tratamiento Spintor con 0.012 y el mayor número lo presentó el tratamiento Dipel 6.4 con 0.175.

Cuadro 4. Promedio de larvas por planta en la evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Masatepe, 2003.

Tratamientos	Días después de la siembra					
	26	33	37	44	51	58
5 (Spintor)	0.337a	0.000b	0.012c	0.312bc	0.100b	0.012a
6 (Cypermotrina)	0.312a	0.062b	0.087c	0.237c	0.187b	0.150a
3 (Dipel 8.L)	0.312a	0.212ab	0.450ab	0.650a	0.337ab	0.112a
1 (VPN)	0.200a	0.237ab	0.362b	0.462abc	0.175b	0.062a
2 (Dipel 6.4 WP)	0.175a	0.125ab	0.437ab	0.675a	0.200b	0.175a
4 (Dipel 2X WP)	0.312a	0.387a	0.600a	0.562ab	0.337ab	0.150a
7 (Testigo)	0.362a	0.412a	0.612a	0.725a	0.537a	0.112a
CV (%)	5.55	8.37	5.63	5.81	8.71	5.82
ANDEVA	NS	0.0007**	0.0001**	0.0001**	0.0048**	NS

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por Tukey con $\alpha = 0.05$

NS=No significativo **=Altamente significativo

5.4 Peso de 1000 granos

El peso del grano esta determinado por la variedad utilizada, por la materia orgánica fotosintetizada, así como por la alimentación mineral e hídrica de cada planta durante su ciclo de vida y especialmente el suministro hídrico durante el periodo de llenado de los granos (Blandón & Smith, 2001).

Somarriba (1998), señala que durante el llenado del grano, el principal efecto de la sequía es reducir el tamaño de estos. El maíz es muy sensible al estrés hídrico, afectándose el peso de grano si se produce sequía durante este periodo.

Cuadro 5. Peso promedio de mil granos en el experimento evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Masatepe, 2003.

Tratamiento	Media	Categoría
5 (Spintor)	366.96	A
3 (Dipel 8.L)	357.80	A
6 (Cypermetrina)	357.12	A
1 (VPN)	342.86	A
4 (Dipel 2X WP)	332.12	A
2 (Dipel 6.4 WP)	331.51	A
7 (Testigo)	312.36	A
C.V. (%)	9.49	
P =	NS	

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por Tukey con $\alpha = 0.05$

NS=No significativo

El análisis de varianza y la separación de medias indica que no hubo efecto significativo entre los tratamientos con relación a esta variable, sin embargo el mayor valor numérico en peso de mil granos lo presentó el tratamiento Spintor con un peso promedio de 366.96 g., mientras el testigo mostró el menor peso promedio con 312.26 g (Cuadro 5)

Cabe señalar que la posible diferencia numérica de peso entre el tratamiento Spintor y el testigo podría estar influenciada por la reducción del área fotosintética y la afectación de otros puntos de crecimiento los cuales son reducidos por las plagas del follaje.

5.5 Mazorcas sanas

Cuadro 6. Promedio de mazorcas sanas en el experimento evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Masatepe, 2003.

Tratamiento	Media	Categoría
5 (Spintor)	105.500	A
1 (VPN)	100.750	A
3 (Dipel 8.L)	99.750	A
2 (Dipel 6.4 WP)	96.500	A
4 (Dipel 2X WP)	95.750	A
6 (Cypermetrina)	94.000	A
7 (Testigo)	87.250	A
C.V (%)	13.06	
P =	NS	

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por Tukey con $\alpha = 0.05$

NS=No significativo

El análisis de varianza y separación de medias sobre esta variable no presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, pero el mayor número de mazorcas sanas se presentó en el tratamiento donde se aplicó el Spintor con un promedio de 105.50 mazorcas sanas por parcela útil, contrario a lo que se presentó en el testigo, el cual presentó el menor número de mazorcas sanas con un promedio de 87.25, indicando que cuando se realiza un buen control de plagas el daño es menor en las mazorcas (Cuadro 6)

5.6 Mazorcas dañadas

Saunders *et al.*, (1998) mencionan que en el maíz la principal plaga de la mazorca es el gusano elotero (*Helicoverpa zea*), las larvas se alimentan de los granos, principalmente los que están en la parte superior de la mazorca; también plantea que las flores y las mazorcas pueden sufrir daños por efectos del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*.

El análisis de varianza y comparación múltiple de medias no mostró diferencias significativas con relación al número de mazorcas dañadas, estos resultados coinciden con lo planteado por (INTA, 1999) que considera que estos daños no son significativos en el rendimiento del grano, pero las perforaciones sirven de entrada a organismos como hongos, gorgojos y otros insectos. Sin embargo, el mayor valor numérico se obtuvo en el tratamiento con Dipel 8.L, mientras que el menor valor fue presentado en el tratamiento Cypermetrina (Cuadro 7).

Cuadro 7. Promedio de mazorcas dañadas en la evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Masatepe, 2003.

Tratamientos	Medias	Categoría
3 (Dipel 8.L)	13.500	A
2 (Dipel 6.4 WP)	12.250	A
7 (Testigo)	12.250	A
5 (Spintor)	12.000	A
1 (VPN)	11.500	A
4 (Dipel 2X WP)	11.000	A
6 (Cypermetrina)	10.250	A
C.V.(%)	33.86	
P =	NS	

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por Tukey con $\alpha = 0.05$

NS=No significativo

5.7 Mazorcas podridas

La pudrición de la mazorca es una enfermedad causada por los hongos *Stenocarpella maydis* y *Fusarium moniliforme*. Se calcula que en Nicaragua se pierde el 7 % de la producción de maíz a causa de esta enfermedad. Esta es más común en regiones calientes y húmedas (Zamorano *et al.*, 1996).

Para prevenir la pudrición de las mazorcas se recomienda hacer la dobla a la madurez fisiológica, usar densidades de 50,000 plantas/ha, hacer la cosecha temprana así como un control eficiente de las malezas (Mejía *et al.*, 1993; Marcia *et al.*, 1993).

Zamorano *et al.*, (1996), plantean que la lluvia es un medio importante de transmisión de la enfermedad, los altos niveles de Nitrógeno y Potasio también favorecen el desarrollo del hongo.

El análisis de varianza mostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo un número mayor de mazorcas podridas se presentó en el tratamiento con Spintor, lo cual podría estar relacionado con el mayor número de mazorcas el cual se presentó en este tratamiento, así como el hecho de que en la parcela no se practico la dobla. El menor valor numérico se presentó en el tratamiento con Dipel 8.L (Cuadro 8).

Cuadro 8. Promedio de mazorcas podridas en la evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Masatepe, 2003.

Tratamiento	Promedio	Categoría
5 (Spintor)	20.000	A
7 (Testigo)	19.750	A
6 (Cypermctrina)	19.000	A
4 (Dipel 2X WP)	17.250	A
2 (Dipel 6.4 WP)	16.500	A
1 (VPN)	13.500	A
3 (Dipel 8.L)	13.250	A
C.V(%)	37.80	
P =	NS	

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por Tukey con $\alpha = 0.05$

NS=No significativo

5.8 Rendimiento en Kg/ha

Las plagas de follaje son muy importantes ya que disminuyen la capacidad fotosintética de las plantas, retardan su crecimiento y desarrollo y al final reducen las cosechas. En el maíz la plaga más importante del follaje es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Esta plaga puede bajar la producción del maíz hasta en un 60% (Zamorano et al, 1996).

Gordón *et al.*, (1997), indican que el rendimiento es producto de la radiación interceptada por el follaje durante el ciclo, su conversión en biomasa a través de la fotosíntesis y la distribución de materia seca hacia la fracción cosechada.

Los componentes de rendimiento pueden ser definidos de varias formas pero todos se basan en una serie de factores que multiplicados en conjunto equivalen al rendimiento (White, 1985).

Cuadro 9. Rendimiento en Kg/ha en el experimento de evaluación de insecticidas biológicos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Tratamiento	Media	Agrupamiento
5 (Spintor)	5019.3	A
6 (Cypermctrina)	4441.8	AB
3 (Dipel 8.L)	4181.5	AB
1 (VPN)	4165.3	AB
2 (Dipel 6.4 WP)	4134.8	AB
4 (Dipel 2X WP)	3611.0	B
7 (Testigo)	3591.8	B
C.V(%)	9.29	
P =	0.0009**	

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes por Tukey con $\alpha = 0.05$

**=Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas ($p=0.0009$) entre los tratamientos. Al realizar la separación de medias se pudo observar tres categorías claramente definidas, en donde el tratamiento Spintor mostró el mayor rendimiento promedio con 5,019.3 Kg/ha; en la segunda categoría se ubican los tratamientos con Cypermetrina, Dipel 8L, VPN y Dipel 6.4 WP mientras que los menores rendimientos fueron mostrados el tratamiento Dipel 2X WP con 3,611.0 Kg/ha y el testigo con valor de 3,591.8 Kg/ha (Cuadro 9).

5.9 Datos climatológicos

En la figura 1 se presentan los datos climatológicos para el periodo del experimento. Durante este periodo la mayor temperatura se registró en el mes de mayo con 26 °C mientras la menor se presentó durante el mes de agosto con 23.5 °C. La humedad relativa se mantuvo entre 80 y 85 %. Las mayores precipitaciones se registraron durante el mes de junio con 396 mm, mientras que el resto de las precipitaciones se mantuvieron entre los 240 y 93 mm. Las condiciones ambientales fueron óptimas para el desarrollo de cultivo.

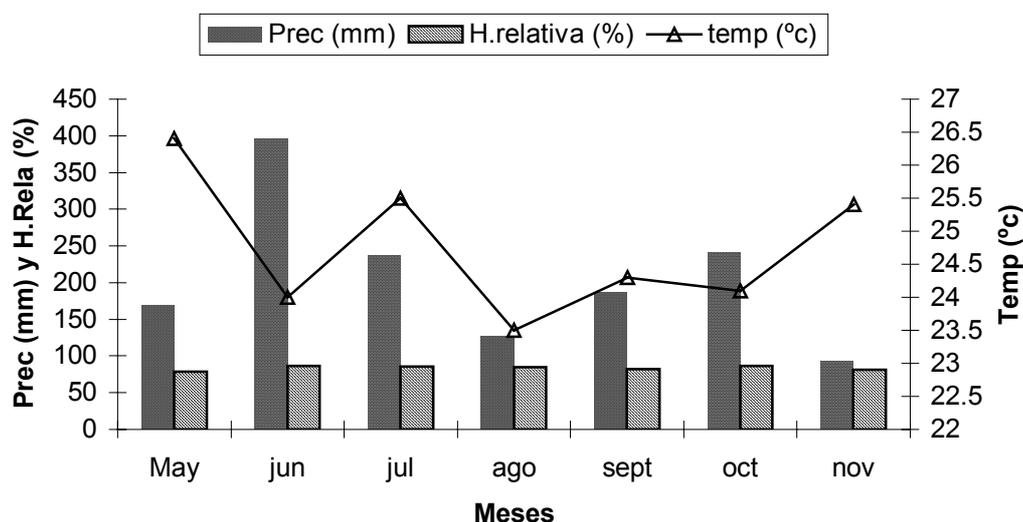


Fig. 1. Promedios de temperatura (Temp.), Humedad relativa (H.R.), y precipitación (Prec.) Estación meteorológica Campos Azules, INETER (2003).

5.10 Análisis Económico.

El análisis económico es de mucha importancia para determinar el comportamiento de un experimento y poder recomendar en términos económicos una alternativa de producción es decir el grado de inversión que se obtendrá con la producción.

5.10.1 Presupuesto Parcial

Según CYMMYT (1988), el presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

También es una manera de calcular todos los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento de un experimento en finca, esto incluye los rendimientos medios para cada tratamiento, los rendimientos ajustados y el beneficio neto bruto de campo, basado de acuerdo al precio de campo del cultivo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Presupuesto parcial en el experimento Evaluación de bioplaguicidas para el manejo de gusano cogollero *S. frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Rendimiento (Kg/ha)	4165	4134	4181	3611	5019	4441	3591
R. ajustado (10 %)	3749	3721	3763	3250	4517	3997	3232
B. Bruto (C.\$)	5773	5730	5795	5005	6956	6155	4977
Costos que varían (C.\$)							
Insecticidas (C.\$)	150	180	180	180	400	140	0
Total de Costos Variables (C.\$)	150	180	180	180	400	140	0
Beneficio neto (C.\$)	5623	5550	5615	4825	6556	6015	4977

Precio de campo: C. \$ 70.00/ qq.

T1=VPN, T2= Dipel 6.4 WP, T3= Dipel 8L, T4= Dipel 2X WP, T5= Spintor, T6= Cypermetrina, T7= Testigo

5.10.2 Análisis de Dominancia

El siguiente paso del análisis económico es la determinación de los tratamientos dominados y no dominados. Según CIMMYT (1988), un tratamiento es dominado cuando tiene mayores costos variables y menores o iguales beneficios netos al tratamiento con el que se compare.

Los resultados en el análisis muestran que existen dos tratamientos que se comportan como no dominados, esto corresponde a los tratamientos con aplicación de Cypermotrina y Spintor (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de dominancia en el experimento Evaluación de bioplaguicidas para el manejo de gusano cogollero *S. frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

Trat.	Costos Variables	Costo marginal	Beneficio neto	Beneficio Marginal	Dominancia
Testigo	0		4977		
Cypermotrina	140	140	6015	1038	ND
VPN	150	10	5623		D
D.6.4 WP	180	30	5550		D
D.8L	180		5615		D
D.2X WP	180		4825		D
Spintor	400	260	6556	541	ND

5.10.3 Tasa de Retorno Marginal

Cuadro 12. Análisis de tasa de retorno marginal en el experimento Evaluación de bioplaguicidas para el manejo de gusano cogollero *S. frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

Tratamiento	Costos V.	Costo marginal	Beneficio neto	B. Marginal	TRM (%)
Testigo	0		4977		
Cypermotrina	140	140	6015	1038	741,4
Spintor	400	260	6556	541	208,1

Analizando la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados se encontró que con la aplicación del tratamiento de Cypermetrina se obtiene una tasa de retorno marginal (TRM) de 741.4 %. Lo que indica que a la hora de invertir C.\$1.00 en este tratamiento, se puede esperar recobrar el mismo córdoba y obtener 7.41 córdobas adicionales.

Con la aplicación del tratamiento con Spintor se obtiene una tasa de retorno marginal (TRM) de 208.1%, lo que indica que a la hora de invertir 1.00 córdoba en este tratamiento, se puede esperar recobrar el mismo Córdoba y obtener 2.08 córdoba con respecto al tratamiento con Cypermetrina y C.\$ 9.49 adicionales con respecto al testigo (Cuadro 12).

Con frecuencia, en algunos experimentos hay tratamientos que obtienen altos rendimientos, sin embargo, los rendimientos no son el único y principal factor para recomendar que se adopte este nuevo sistema ya que muchas veces los costos en que se incurren para producir más, son altos y no son rentables. Por lo tanto es importante hacer un análisis económico de los datos agronómicos obtenidos, que ayuden a brindar alternativas que sean más benéficas desde el punto de vista financiero.

VI Conclusiones

1. El bioplaguicida Spintor presentó la mayor eficacia de control de todos los bioplaguicidas en estudio, para el control de *Spodoptera frugiperda*, inclusive sobre la mayoría de los tratamientos y el testigo.
2. La mayor altura y los mayores rendimientos de maíz fueron obtenidos en las parcelas con el tratamiento Spintor.
3. De todos los tratamientos con bioplaguicidas el tratamiento con Spintor resultó ser el más rentable en comparación con los demás bioplaguicidas los cuales resultaron dominados, el Spintor obtuvo una Tasa de Retorno Marginal de 208.1% respecto al cambio de tecnología con Cypermetrina.
4. La mortalidad efectiva que causan los bioplaguicidas sobre *Spodoptera frugiperda* se encuentra entre los 5 y 15 días después de la aplicación, esto cuando la aplicación va dirigida en aspersiones al cogollo.
5. Los tratamientos a base de *Bacillus thuringiensis* con diferentes concentraciones resultaron ser efectivas como las aplicaciones con Spintor, el tratamiento Dipel 6.4 resultó ser más efectivo que las demás concentraciones de *Bacillus thuringiensis*.

VII. Recomendaciones

1. Implementar talleres de capacitación sobre el uso de bioplaguicidas a los productores nacionales, ya que estos productos son pocos conocidos en el mercado nacional.
2. Continuar el proceso de investigación con el uso de bioplaguicidas y compararlo con las tecnologías tradicionales de manejo de plagas.
3. Realizar estudios de validación del bioplaguicida Spintor en diferentes localidades del país, para así poder observar su comportamiento en los diferentes ambientes.
4. Realizar investigaciones en otros cultivos de importancia en nuestro país y así determinar la eficacia de Spintor en otro tipo de plaga.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Banco Central de Nicaragua (BCN). 2003. Indicadores económicos. Managua, Nicaragua. 170 p.
- Blandón, G. E. J. y Smith, M. A. Z. 2001. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), var. NB-6. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 33 p.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 138 p.
- CENTA. 1996. Manejo Integrado del Gusano Cogollero, San Salvador, El Salvador. 8 p.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D. F. México: CIMMYT. 79 p.
- Cuadra, M. 1988. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6. Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 39 p.
- Chávez. T. H. 1990. Aspecto bioecológico, muestreo de umbrales de daño y métodos de control de gusano cogollero del maíz. Seminario sobre alternativas para el control del gusano cogollero del maíz. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (Barquisimeto) 12-18 p.
- Dow Agrosiences. 2002. Spintor control de insectos naturalyte. *(Panfleto comercial).
- Duran, J. 2002. Bioplagucidas: Guía de Ingredientes Activos en América Central. Turrialba, Costa Rica. 145 p.
- FAO. 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y Producción. Roma, Italia. 376 p.
- García, R. J. L. y Clavijo. S. 1989. Efecto de la alimentación sobre la duración y sobrevivencia de las fases de larvas, prepupa y pupa de *Spodoptera frugiperda* (Smith). Venes. Pp 28-36.
- Gómez, O. y Minelli, M. 1990. La producción de semilla: Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. ISCA. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 76 p.

Gómez, D.; Siman, J.; Staver, C. 1993. Un modelo participativo de validación de tecnología de manejo integrado de plagas de tomate en Nicaragua. En: Taller latinoamericano y del Caribe sobre mosca blanca y germinivirus. (2:20-22 de Octubre. 1993. Managua, Nicaragua. Pp 48.

Glandtone, S. 1989. Perspectivas de uso de control microbial de plagas del Maíz en Nicaragua. In: Seminario Nacional de Manejo Integrado de Plagas del Maíz (24 al 26 de Octubre del 1989). Managua, Nicaragua. Pp 20-21.

Gordón, M. R.; Camargo, I.; Franco, J.; De García, N.; Gonzáles, A. 1997. Respuesta de dos cultivares de maíz a la densidad de plantas, bajo dos niveles contrastantes de nitrógeno en Panamá. Síntesis de resultados experimentales 1993-1995 CYMMYT-PRM-Guatemala. Pp 101-105

Instituto de investigaciones de sanidad vegetal. *Spodoptera frugiperda* en maíz. Cuba. 1997. 71 p.

INTA. 1995. Guía Tecnológica No. 4: Cultivo Maíz. Managua, Nicaragua. 11 p.

INTA. 1999. Guía Tecnológica No.4: Cultivo del maíz. Cuarta edición. Managua, Nicaragua. 20 p.

International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for testing. Zurich. 117 p.

King, A. B. S. y Saunders, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica. Pp 46-47.

Lezama, R. 1993. Patogenicidad en laboratorio de 3 hongos (Hyphomycetes) y del nemátodo entomopatógeno *Heterohabditis bacteriophora poinar* sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith). (Lepidoptera: Noctuidae. Tesis (doctor en ciencias agrícolas) .Universidad de Colima. Tecumán, México. 159 p

Manual didáctico para la formación de instructores en el uso y manejo seguro de plaguicidas. 1994. Managua, Nicaragua.

Marcia, E.; Menéndez, D. y Osegueda, F. 1993. Reducción de mazorcas podridas mediante la dobla una excelente practica. San Francisco de la Paz, Olancho, Honduras.

Mejía, H. y Equipo Técnico Agencia San Francisco de la Paz. 1993. Diagnostico Agronómico del Cultivo de Maíz y Frijol en el área de San Francisco de la Paz, Olancho, Honduras.

Menocal, B., y O. López. 1994. Caracterización de 5 clones de pitahaya. Carazo, Nicaragua. P 26-38.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1996. El cogollero del maíz y su manejo. Managua, Nicaragua, 6 p.
- OPS/OMS. 2002. Cultivemos maíz con menos riesgos. 1ra. Edición Managua, Nicaragua 34 p.
- Orozco, U. T. 1996. Arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en asocio y monocultivos y uso equivalente de la tierra. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 46 p.
- PROMESA. 2002. Catalogo de semillas híbridas y variedades. Proyecto de Mejoramiento de Semillas, PROMESA. Managua, Nicaragua. 41p.
- Rivas, I.; Baca, J.; Jaime. F. 1990. Evaluación de productos Bt formulado en México y Nicaragua para el control de *Spodoptera frugiperda* en Maíz *Zea mays*. In: Cuarto Congreso Nacional MIP y Tercer Congreso Internacional (Octubre, 1990) Managua, Nicaragua. Pp 121-122.
- Rosset, P. y Simán, G. 1990. Curso de muestreo para la evaluación de ensayos de campos en fitoprotección.
- Saunders, J. L.; King, A. B. S. y Coto, D. T. 1998. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América central. Segunda Edición. Turrialba, Costa Rica.
- Sirias, S, D. M. 1991. Efecto de Carbofuran y Numero de Aplicaciones de Clorpyrifos Sobre Infestación de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera- Noctoidae) en Maíz (*Zea mays* L.) en Época de Riego y Primera. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.45 p.
- Somarriba, C. 1998. Texto de Granos Básicos. Managua, Nicaragua. 197 p.
- Tapia, H. 1980. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. División de Semilla PROAGRO. Managua, Nicaragua.
- Valiciente, f. y Cruz, I. 1994. Control biológico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* con baculovirus. In: Anales del curso y foro subregional centroamericano y del caribe de control biológico de plagas (18 de octubre al 5 de Noviembre, 1993) León, Nicaragua. P 7/41-7/42.
- Van Huis, A. 1981. Integrated Pest management in the Small Farmers maize corp in Nicaragua, Medeline School 8(6): 20-201.
- White, J. W. 1985. Conceptos básicos de la fisiología del frijol, Investigación y producción. CIAT. Editorial XYZ. Cali, Colombia. Pp 16-20.
- ZAMORANO, COSUDE, INTA, UNA, CATIE, UNAN-León. 1996. Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de maíz. 1era. Edición. Managua, Nicaragua. 77 p.

Zeledón, J. y Pitre, H. 2002. Manejo de plagas y enfermedades del sorgo. University Mississippi State. 271 p.