

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE CINCO INSECTICIDAS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL
DE LARVAS DE *Spodoptera spp.*, EN EL CULTIVO DEL MELON TIPO
CANTALOUPE *Cucumis melo L. var. Reticulatus*, EN USUMATLAN, ZACAPA.**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

GERSON LEONARDO SÁNCHEZ VASQUEZ

En el acto de su investidura como

**INGENIERO AGRÓNOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, abril de 2001

DL
01
+ (1959)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

- | | |
|----------------------|---|
| DECANO | Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera |
| VOCAL PRIMERO | Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. William Roberto Escobar López |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa |
| VOCAL CUARTO | Prof. Abelardo Caal Ich |
| VOCAL QUINTO | Br. José Baldomero Sandoval Arriaza |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada |

Guatemala, febrero de 2001.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De la manera más cordial y de acuerdo con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE CINCO INSECTICIDAS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE LARVAS DE *Spodoptera spp.*, EN EL CULTIVO DEL MELÓN TIPO CANTALOUPE *Cucumis melo L. var. reticulatus*, EN USUMATLAN, ZACAPA.

Presentando como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación aprovecho la oportunidad para suscribirme de ustedes,

Atentamente



Gerson Leonardo Sánchez Vásquez

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por estar en todos los momentos de mi vida.

MI PADRE

MARCO TULIO SANCHEZ RUANO

Como una pequeña recompensa a sus esfuerzos y sacrificios, realizados para mi superación, con amor.

MI ESPOSA

INGRID JANETH DE SANCHEZ

Como una muestra de amor por el esfuerzo y sacrificio que ambos hemos compartido.

MI HIJO (A)

Que esta en el vientre de mi esposa. Con mucho amor.

MIS ABUELOS

JOSE MARIA SANCHEZ PINEDA (Q. E. P. D.)

OLIVIA RUANO Vda. DE SANCHEZ

Gracias por su sacrificio, esfuerzo y ejemplo.

MI TIA

IRMA YOLANDA SANCHEZ R. (Q. E. P. D.)

MIS HERMANOS

Marco Antonio, Adriana Carolina, Maria Jose, Sucely.
Con mucho cariño.

MIS AMIGOS

Especialmente: Ludin Lima, Aldo Portillo, Persy Rojas, Walter Valencia, Edgar Chiroy, Henry Xiloj, Rainiero Lec, Tony Camo, Marwin Garzona, Ivan Quinto, Jaime Juárez, Marwin Castañeda, Victor Urrutia, Alex Aldana, Fernando Ramírez, Fernando Perez, Julio Barillas, como recuerdo de las experiencias compartidas.

**MI FAMILIA
EN GENERAL**

Como muestra de cariño y respeto.

TESIS QUE DEDICO

A:

Mi país Guatemala.

Departamento de Zacapa.

La Universidad de San Carlos de Guatemala.

La Facultad de Agronomía.

La Compañía Agrifresco, S. A.

La Compañía Agrícola Guatemalteca COMAGUA, S.A.

Mis Compañeros de trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. Álvaro Hernández Dávila, Ing. Agr. José Francisco Girón Mayorga e Ing. Agr. Byron González, por el apoyo profesional recibido en la realización de este trabajo.

Lic. Rodrigo Aguirre A., por la confianza depositada para la realización de este trabajo.

Marco Tulio Sánchez Ruano, por el apoyo recibido y ser parte importante en mi formación profesional.

CONTENIDO

	Pag.
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. Características agronómicas del cultivo	4
3.1.1. Morfología	4
3.1.2. Requerimientos de suelo y Climáticos del cultivo	4
3.2. Características de calidad del fruto para su exportación	5
3.2.1. Retículo suberoso	5
3.2.2. Sólidos solubles (grados brix).....	5
3.2.3. Tamaño de la cavidad	6
3.2.4. Tamaño de los frutos	6
3.2.5. Frutos de primera calidad	6
3.2.6. Frutos de segunda calidad	6
3.2.7. Frutos de rechazo	6
3.3. Características generales del género <i>Spodoptera</i>	7
3.3.1. Orden Lepidóptera	7
3.2.2. Familia Noctuidae	7
3.2.3. Género <i>Spodoptera</i>	7
3.4. Control biológico con base en entomopatógenos	8
3.4.1. Virus entomopatógenos	8
3.4.2. Bacterias entomopatógenas	15
3.5. Tasa marginal de retorno (TMR).....	25
3.4.1. Análisis marginal	25

3.4.2. Presupuesto parcial	26
3.4.3. Análisis de dominancia	26
3.4.4. Tasa marginal de retorno (TMR).....	26
3.6. Marco referencial	27
3.6.1. Localización del experimento	27
3.6.2. Insecticidas biológicos utilizados	27
3.6.3. Especies del género <i>Spodoptera</i> presentes en la Finca Agrifresco, S. A.	30
3.6.4. Hospederos de larvas de <i>Spodoptera spp.</i> presentes en la Finca Agrifresco, S. A.....	30
3.6.5. Principales plagas en el cultivo del melón	31
3.6.6. Otros trabajos relacionados con la investigación	34
4. OBJETIVOS	36
5. HIPÓTESIS	37
6. METODOLOGÍA	38
6.1. Metodología experimental	38
6.1.1. Preparación del suelo	38
6.1.2. Emplástico	38
6.1.3. Aplicación de herbicida pre-emergente	38
6.1.4. Siembra	39
6.1.5. Riego	39
6.1.6. Fertilización	40
6.1.7. Corte de guía de crecimiento	40
6.1.8. Control de enfermedades	40
6.1.9. Control de plagas	41
6.1.10. Control de malezas	41
6.1.11. Uso de apiarios	41
6.1.12. Poda y movimiento de fruta	42
6.1.13. Cosecha	42

6.1.14. Normas de calidad	42
6.2. Diseño experimental	44
6.2.1. Descripción de los tratamientos	44
6.2.2. Parcelas experimentales	46
6.3. Manejo del experimento	46
6.4. Variables evaluadas	47
6.4.1. Número de larvas presentes por tratamiento.....	47
6.4.2. Rendimiento de melón de primera calidad en kg/ha	47
6.4.3. Rendimiento de melón de segunda calidad en kg/ha	47
6.4.4. Rendimiento de melón de rechazo	47
6.5. Análisis de la información	48
6.5.1. Modelo estadístico	48
6.5.2. Análisis de varianza	49
6.5.3. Prueba de medias	49
6.5.4. Representación grafica	49
6.5.5. Análisis económico	49
 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 50
7.1. Larvas presentes por tratamiento	50
7.2. Rendimiento de melón de primera calidad en kg/ha	57
7.3. Rendimiento de melón de segunda calidad en kg/ha	61
7.4. Rendimiento de melón de rechazo en kg/ha	65

7.5. Análisis económico	69
7.5.1. Determinación de costos variables, beneficio neto y análisis de dominancia	70
7.5.2. Determinación de la tasa marginal de retorno de capital variable	70
8. CONCLUSIONES	72
9. RECOMENDACIONES	73
10. BIBLIOGRAFÍA	74
11. APENDICE	79

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Fertilización finca Agrifresco, S. A., y cantidad de elemento puro.	40
Cuadro 2. Tratamientos evaluados. Para el control de larvas de <i>Spodoptera spp.</i> en el cultivo del melón, Usumatlan, Zacapa, 1999.	45
Cuadro 3. Número de larvas de <i>Spodoptera spp.</i> , promedio presentes en 15 plantas de melón tipo cantaloupe, en cinco insecticidas biológicos y tres número de aplicaciones.	50
Cuadro 4. Resumen del análisis de varianza del número de larvas de <i>Spodoptera spp.</i> promedio en 15 plantas de melón, <i>Cucumis melo var. reticulatus</i> . La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999.	55
Cuadro 5. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el número de larvas promedio de <i>Spodoptera spp.</i> La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999.	56
Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza del rendimiento promedio de fruta de primera calidad. En el cultivo del melón. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999.	57
Cuadro 7. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio de fruta de melón de primera calidad en kg/ha., en el cultivo de melón. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999.	58

- Cuadro 8.** Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio de fruta de melón de primera calidad en kg/ha., en tres número de aplicaciones. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999. 59
- Cuadro 9.** Análisis de varianza del rendimiento promedio de fruta de segunda en el cultivo del melón, en el cultivo del melón. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999. 61
- Cuadro 10.** Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio, fruta de melón de segunda calidad en kg/ha. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999. 62
- Cuadro 11.** Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio, fruta de melón de segunda calidad en kg/ha. En el cultivo del melón, para el número de aplicaciones. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999. 63
- Cuadro 12.** Análisis de varianza del rendimiento promedio de fruta de melón de rechazo, en el cultivo del melón. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999. 65
- Cuadro 13.** Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio de fruta de melón de rechazo en kg / ha. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999. 66

- Cuadro 14.** Análisis de presupuesto parcial de los insecticidas biológicos evaluados con diez aplicaciones, para el control de alarvas de *Spodoptera spp.*, en el cultivo del melón, Usumatlan, Zacapa, 1999. 69
- Cuadro 15.** Análisis de costos variables, beneficio neto y análisis de dominancia de los diferentes insecticidas, en el cultivo del melón *Cucumis melo var. reticulatus*. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999. 70
- Cuadro 16.** Análisis de la tasa marginal de retorno de los diferentes insecticidas biológicos, para el control de larvas de *Spodoptera spp.*, en el cultivo del melón *Cucumis melo var. reticulatus*. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999. 71
- Cuadro 17 A.** Costo de producción por hectarea de melón *Cucumis melo var. reticulatus*. Agrifresco, S. A., La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999. Agrifresco, Usumtlan, Zacapa. 80
- Cuadro 18 A.** Datos obtenidos de las variables experimentales 81

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Ciclo de vida del gusano prodenia <i>Spodoptera sunia</i> (Gueneé). Lepidóptero, Noctuidae.	9
Figura 2. Cuerpo de los virus que afectan a insectos. A) Virus de la poliedrosis y B) Virus de la granulosis. 1995.	11
Figura 3. A) Célula de la bacteria <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner. B) Modo de acción del <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner	18
Figura 4. Fluctuación de la población promedio de <i>Spodoptera spp.</i> por tratamiento en 15 plantas de melón con ocho aplicaciones, La Palmilla, Usumatlan, Zacapa. 1999.	52
Figura 5. Fluctuación de la población promedio de <i>Spodoptera spp.</i> por tratamiento en 15 plantas de melón con diez aplicaciones, La Palmilla, Usumatlan, Zacapa. 1999.	53
Figura 6. Fluctuación de la población promedio de <i>Spodoptera spp.</i> por tratamiento en 15 plantas de melón con doce aplicaciones, La Palmilla, Usumatlan, Zacapa. 1999.	54

Figura 7. Rendimiento de primera calidad en kg/ha, en Usumatlan, Zacapa, 1999.	60
Figura 8. Rendimiento de segunda calidad en kg/ha, en Usumatlan, Zacapa, 1999.	64
Figura 9. Rendimiento de rechazo en kg/ha, en Usumatlan, Zacapa, 1999.	68
Figura 10A. Croquis del experimento, Agrifresco, S. A. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999.	82
Figura 11 A. Parcela experimental.	82
Figura 12 A. Cultivo del melón cantaloupe <i>Cucumis melo</i> L. var. <i>reticulatus</i> .	83
Figura 13 A. A. Larva de <i>Spodoptera spp.</i> sobre fruta de melón. B. Fruta rechazada para su exportación por presentar daño causado por larvas de <i>Spodoptera spp.</i>	84

**EVALUACION DE CINCO INSECTICIDAS BOLOGICOS PARA EL COTROL
DE LARVAS DE *Spodoptera spp.*, EN EL CULTIVO DEL MELON TIPO
CANTALOUPE *Cucumis melo L. var. reticulatus* , EN USUMATLAN, ZACAPA.**

**EVALUATION OF FIVE BIOLOGICAL INSECTICIDES FOR THE CONTROL
OF WORMS OF *Spodoptera spp.*, IN MELON CROP TYPE CANTALOUPE
Cucumis melo L. var. reticulatus, IN USUMATLAN,
ZACAPA.**

RESUMEN

Para el sector productivo que se dedica a la exportación del fruto de melón tipo cantaloupe, es indispensable generar una buena tecnología de producción, para obtener una buena productividad que cumpla con los estándares de calidad para su exportación.

En la fase vegetativa del cultivo. los daños causados por la proliferación de plagas y enfermedades, cada día cobra mayor importancia, debido a la utilización de plaguicidas, sin respetar algunas veces el nivel crítico de decisión y de toxicidad de los mismos, lo que a través del tiempo provoca resistencia en los insectos y problemas de contaminación.

Las larvas de *Spodoptera spp.*, representan una de las principales plagas que afectan directamente el rendimiento en el cultivo del melón, en cuanto a cantidad y calidad del fruto, dichas pérdidas pueden alcanzar un 30 % de su producción (3).

En el departamento de Zacapa, actualmente se siembra un área de 3,717 hectáreas, con un monto total de exportación de 40 millones de dólares por temporada de cultivo (19).

La utilización se insecticidas biológicos, ofrecen una alternativa para el control de plagas específicas, para integrarlos a un programa de manejo de plagas.

La evaluación se estableció en la compañía productora y exportadora de melón Agrifresco, S. A., Usumatlan, Zacapa., ubicada en el municipio de Usumatlan, departamento de Zacapa. Durante la primera temporada de cultivo que comprende los meses septiembre a diciembre de 1999.

El manejo del ensayo se realizó siguiendo el manejo tecnológico de la compañía, evaluando cinco insecticidas biológicos, Dipel 6.4 WG *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki, Xentari 10.4 WG *Bacillus thuringiensis* var. aizawai, Espinosad 48 SC *Saccharopolyspora spinosa*, Ultra VPN 1.6 WP virus polidrosis nuclear y Agree 50 WG es una conjugación de *Bacillus thuringiensis* var. aizawai y var. kurstaki. Como también tres frecuencias de aplicación..

Las variables estudiadas fueron; el número de larvas de *Spodoptera spp.* presentes en 15 plantas por tratamiento, rendimiento promedio de fruta de melón de primera calidad en kg/ha, dicha fruta no presentaba daño causado por larvas de *Spodoptera spp.*; rendimiento promedio de fruta de segunda calidad en kg/ha, esta fruta presentaba daño menor a 20 mm de largo y 2 mm profundidad; rendimiento promedio de fruta rechazada, por presentar daños mayores de 20 mm de largo y mayores de 2 mm de profundidad.

En el análisis de varianza del número de larvas presentes por tratamiento, existió diferencia entre el testigo absoluto y los diferentes insecticidas biológicos evaluados, no existiendo diferencia estadística entre los diferentes tratamientos biológicos, presentando una menor media de población *Saccharopolyspora spinosa*, con una población de tres larvas en quince plantas.

En el número de aplicaciones existió diferencia significativa, indicando que si ejerció influencia en las variables de rendimiento de fruta de primera y segunda calidad, teniendo mayores rendimientos de primera calidad, la frecuencia de aplicación de diez a intervalo de cada cinco días. Con 20,292.13 kg/ha y menor cantidad de fruta de segunda calidad con 5,603.60 kg/ha.

El mayor rendimiento promedio de primera calidad, se obtuvo con el insecticida biológico *Saccharopolyspora spinosa* con 25,136.65 kg/ha, seguido por el *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai con 21,287.49 kg/ha. Los rendimientos menores de fruta de segunda calidad, los cuales presentaban daños tolerables para su exportación, *Saccharopolyspora spinosa* con 1,360.87 kg/ha.

El insecticida biológico que presento menores rendimientos de fruta rechazada por daños causados por larvas de *Spodoptera spp.*, no tolerable para su exportación *Saccharopolyspora spinosa* con 53.54 kg/ha. Este mismo presentando una tasa de retorno marginal de Q 447.34.

El insecticida VPN virus de la poliedrosis nuclear presentó la tasa marginal de retorno mayor, con una cantidad de Q 742.23.

Es necesario integrar dentro del programa de manejo integrado de plagas, para el control de larvas de *Spodoptera spp.*, la utilización de insecticidas biológicos, también continuar con la búsqueda de nuevas alternativas biológicas de control.

1. INTRODUCCION

Guatemala posee una diversidad de climas y suelos, con un gran potencial para el desarrollo de productos agrícolas no tradicionales, incluyéndose entre ellos el melón *Cucumis melo L. var. reticulatus*.

El cultivo del melón representa un rubro importante para la economía nacional, distribuyéndose el área de cultivo en la zona del oriente del país, con un área total de 3,717 ha. de cultivo (17).

En la zona de Zacapa la producción de melón, se distribuye en dos épocas de siembra la primera inicia entre los meses de agosto y septiembre, para cosechar en noviembre y diciembre; la segunda siembra empieza entre enero y febrero, para finalizar en marzo y abril. Esta zona de producción cuenta con nueve compañías productoras y exportadoras de melón tipo cantaloupe, las producciones promedio oscilan por temporada en 900 -1,200 cajas / ha * (15,543 - 20,724 kg / ha.) de producto fresco de primera calidad. Se exportan a los Estados Unidos y Europa, con un monto total de exportación de 40 millones de dólares por temporada. Los mercados internacionales ofrecen mucha demanda para este tipo de producto, lo anterior ha venido a incrementar su producción. Es necesario generar una buena tecnología de producción para obtener el máximo de lo exigido por dicho mercado y menor costo, ya que este mercado presenta exigencias muy marcadas en cuanto a la calidad del producto (17).

Entre los principales problemas de plagas del cultivo del melón, se reportan las pérdidas causadas por las larvas de *Spodoptera spp.* en cuanto a cantidad y calidad de fruta. Dichas pérdidas pueden alcanzar un 30 % de su producción. Por lo cual es necesario generar nuevas alternativas de control y manejo (3).

La utilización de insecticidas biológicos, si ofrecen una buena alternativa para integrarlos a programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), en la producción de productos de exportación.

* 1 caja = 18 kg.

Debido a que cada día se hace más difícil manejar las poblaciones de insectos del género *Spodoptera spp.*, con insecticidas convencionales, al igual encontrar productos que ejerzan un control efectivo, el estudio trata de evitar la excesiva dependencia de los insecticidas químicos sintéticos, como la degradación del medio ambiente.

Los insecticidas biológicos realizan un control específico sobre larvas de *Spodoptera spp.* como también reducen la utilización de insecticidas de amplio espectro. Por tal razón se evaluaron cinco insecticidas biológicos para el control de larvas de *Spodoptera spp.* en el cultivo del melón *Cucumis melo L. var. reticulatus*, en la compañía Agrifresco, S. A., ubicada en la Palmilla, Usumatlan , Zacapa., para generar así información técnica de alternativas de control y el número adecuado de aplicaciones.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El incremento de las plagas en el cultivo del melón en la zona de Zacapa, debido al aumento en áreas de producción y la utilización de diferentes técnicas de control en cada empresa, han favorecido la atracción de plagas específicas para el cultivo en momentos críticos de crecimiento.

Las larvas de *Spodoptera spp.*, están presentes durante el crecimiento de la planta de melón, teniendo la mayor presencia, en el momento de formación del fruto. Como primer problema el daño lo ocasionan al ovario de la flor y al fruto, por lo cual puede causar mermas en la producción, como también en la calidad de la fruta, por no cumplir con los estándares de calidad para la exportación (3).

Debido a la posible resistencia que presentan las larvas de *Spodoptera spp.*, hacia los insecticidas químicos actuales que se han utilizado, constituye como segundo problema; y hace cada día más difícil el control. Existe la necesidad de disminuir intervalos entre aplicaciones, lo cual lleva a un incremento en costos, como también el efecto sobre el medio ambiente, al utilizar insecticidas de amplio espectro. Como consecuencia finalmente se afecta a otras poblaciones de especies de insectos benéficos, al romper el equilibrio del control natural y alcanzar niveles altos la población de la plaga.

Las poblaciones de larvas de *Spodoptera spp.* en el cultivo de melón cantaloupe *Cucumis melo var. reticulatus* pueden alcanzar entre 55 – 75 larvas por planta, teniendo el follaje (guías) afectadas en un 15 – 20 %, y su presencia sobre fruta de 25 – 40 %. Diferentes estadios larvarios pueden ocasionar una pérdida del 25 – 30 % de producción (3).

La utilización de insecticidas químicos en períodos de polinización, afecta considerablemente las actividades de las abejas, paralelamente un alto porcentaje de mortandad de las mismas. El surgimiento de nuevos insecticidas, de diferentes grupos toxicológicos, puede ser buena alternativa de control, al poseer modos de acción diferentes, pudiendo reducir los problemas de resistencia y la ventaja al trabajar sobre especies específicas, no degradan el medio ambiente.

3. MARCO TEORICO

3.1. Características agronómicas del cultivo

El melón *Cucumis melo L. var. reticulatus*, es una planta anual que pertenece a la familia de las *Cucurbitaceae*, adaptada principalmente a las zonas desérticas, cuyo origen se reporta en Africa y Asia Occidental (16).

3.1.1. Morfología

La mayor parte de su sistema radical se encuentra en los primeros 0.6 m. de profundidad; además los tallos producen raíces adventicias en los nudos (5).

Posee tallos herbáceos, flexibles y rastreros que alcanzan de 1.5 a 3.5 m de largo, provistos de zarcillos, por medio de los cuales la planta puede tener hábito trepador (5).

Las hojas son alternas, reniformes o codiformes, anchas y provistas de un largo peciolo; las flores unisexuales y situadas en la axila de la hoja. Primero aparecen las del sexo masculino y, al cabo de unos diez días las femeninas, y así se van alternando a medida que crece la planta (22).

La planta posee flores femeninas y masculinas en los mismos tallos pero separadas, presentándose las masculina sobre yemas de la tercera generación y las femeninas sobre yemas de la cuarta generación (5).

El fruto puede ser redondo , oval o aplanada por los polos (22).

3.1.2. Requerimientos de suelo y climáticos del cultivo

El melón requiere de suelos franco-arenosos, ricos en materia orgánica, con un pH entre 6.0 a 7.5. Se adapta bien a otras condiciones de suelo, siempre que éste sea suelto y bien drenado (27).

El melón requiere de clima cálido, y el cultivo se adapta a alturas entre 0 a 900 metros sobre el nivel de mar; con temperaturas entre los 25° y 35° centígrados (27).

El melón como otras cucurbitáceas comunes, es poco resistente a climas lluviosos. El exceso de lluvia favorece los ataques de enfermedades de la raíz, la planta y la fruta, reduciendo mucho su calidad. Es indispensable cultivarlo en condiciones de clima cálido pues no resiste lo más mínimo al frío (22).

El cultivo del melón necesita una temperatura óptima entre 22 a 24 grados centígrados y una humedad ambiental semi-seca entre 65-75% en ciertos períodos de crecimiento y en otros entre 75 – 85% de humedad ambiental (22).

3.2. Características de calidad del fruto para su exportación

3.2.1. Retículo suberoso

La “red” es el característico retículo suberoso que cubre la superficie de los frutos de melón tipo “cantaloupe”. Es una característica heredada cuantitativamente, hay dos tipos básicos uno es el tipo cordel o pronunciado y el otro es la red fina y aplanada (5).

3.2.2. Sólidos solubles (grado brix)

Los sólidos solubles o azúcares dependen de la capacidad de la planta para producir suficientes compuestos por medio de la fotosíntesis para satisfacer sus propias necesidades metabólicas además de un exceso para almacenar en el fruto. Los factores que limitan la producción y traslado de los azúcares hacia la fruta incluyen: reducción del área foliar, por causa de menos hojas, debido a enfermedad, ataque de insectos y daños mecánicos; reducción en la fotosíntesis, debido a días nublados o fríos; deficiencia de agua en la planta. El contenido de azúcar declina también cuando se traslada humedad excesiva hacia el fruto, debido a lluvia o riego intenso (5).

3.2.3. Tamaño de la cavidad

El tamaño de la cavidad que contiene las semillas es un factor en la durabilidad del fruto para resistir el transporte. Es función del grosor de la carne y del diámetro total del fruto. El manejo violento del fruto puede producir cavidades flojas y el resultado son frutas blandas (5).

3.2.4. Tamaño de los frutos

El tamaño de los frutos de melón es un factor determinante en el rendimiento, mientras más grande es el melón mayor la producción (kg/ha), y viceversa mientras más pequeña sean menores los rendimientos. Mientras los estándares establecidos por los países importadores de dicho cultivo, prefieren los números de melones por caja de 9', 12', 15' y 18', cada caja pesa aproximadamente 18 kg. Siendo los tamaños 9' los de mayor tamaño (3).

3.2.5. Frutos de primera calidad

Son los frutos de melón que llenan los estándares de calidad, establecidos por los países importadores, los cuales son: sólidos solubles (azúcar) arriba de 9%, poseer una red que cubra el 90% del melón, estar libre de suciedad, manchas producidas por la tierra, estar libre de daño producido por insectos, no posea cicatriz producida por quema del sol, poseer una cavidad cerrada (3).

3.2.6. Fruta de segunda calidad

El melón de segunda calidad es aquel que en su estándar de calidad, tiene tolerancias de acuerdo en algunos factores como: la quemadura o cicatriz producida por el sol es menor a 20 mm, el daño producido por insecto es menor a 20 mm de largo y 2 mm de profundidad, una red que cubra el 80% del melón (3).

3.2.7. Frutos de rechazo

Estos melones se caracterizan por poseer sólidos solubles menores de 8 %, red menor del 80%, daño producido por insecto mayor a 20mm de largo, quema de sol mayor de 20 mm, fruta mal formada, tamaños menores a los comercializados, pudrición, fruta que no haya llegado a su maduración (3).

3.3. Características generales del género *Spodoptera*

Orden : Lepidoptera

Familia : Noctuidae

Género : *Spodoptera*

Nombre Común: Gusano Soldado

3.3.1. Orden Lepidóptera

Es uno de los más numerosos, contiene cerca de 112,000 especies típicas se le conoce con los nombres de palomillas nocturnas y mariposas diurnas (10).

Su nombre significa, de alas escamosas, y lo más característico que tienen estos insectos es la capa de pelos cortos aplanados, o escamas, que cubren típicamente ambas superficies de las alas y prácticamente todas las otras partes del cuerpo. La función de estas escamas es principalmente reforzar la membrana del ala y hacerla suficientemente rígida para el vuelo rápido. Los adultos bien caracterizados por las partes bucales enrolladas tipo sifón (25).

Las larvas de los lepidópteros son generalmente de tipo eruciforme , cilíndricas, con cabeza desarrollada provistas de ocelos laterales; tórax con patas segmentadas o carnosas, abdomen de 10 segmentos, llevando por el lado ventral varios pares de falsas patas carnosas en los segmentos 3,4,5,6 y 10, que comúnmente las contiene. El hábito alimenticio de las larvas da origen a la importancia económica del orden, los lepidópteros son insectos de metamorfosis completa (26).

3.3.2. Familia Noctuidae

Los adultos de esta familia son palomillas nocturnas, tienen cuerpo corto y robusto tapizado de escamas o pelos, color generalmente oscuro y tamaño medio. Las larvas se conocen con el nombre de gusano cortadores, gusano soldado, entre otros. El color es café oscuro con rayas longitudinales o manchas, patas torácicas presentes y pseudopatas en número de cinco pares (10).

3.3.2. Género *Spodoptera*.

El estado de huevo de este insecto, puede durar de tres a cinco días, son ovipositadas en grupos de hasta 300 huevos en masas colocadas en cualquier superficie de la hoja. La larva pasa por 5 a 6 estadíos en un período de 14 a 21 días, dependiendo la temperatura y el tipo de alimento. Pueden llegar a medir de 35 a 40 mm de longitud cuando maduran. Empupan en el suelo, raras veces entre las hojas del huésped. La pupa puede durar de 9 a 13 días, es de color café y puede medir de 18 a 20 mm de

largo. El adulto puede llegar a tener una envergadura de 32 a 38 mm. Su ciclo de vida puede ser de 36 a 55 días, figura 1 (21).

Pueden causar daño tanto como defoliador, como cortador y en época de fructificación como raspador del fruto causándole daño (21).

3.4. Control biológico con base en entomopatógenos

El control microbiano de insectos se puede definir como la utilización de microorganismos, efectuada por el hombre con el objeto de controlar especies de insectos. En entomología, el control microbiano es una de las técnicas que se emplea actualmente en el control biológico de insecto (8, 15).

Los entomopatógenos utilizados actualmente como medios de combate contra las plagas se enumeran a continuación:

1. Bacterias principalmente formadoras de esporas y las bacterias cristalíferas o ambas.

Bacillus thuringiensis Berliner var. *kurstaki*

Bacillus thuringiensis Berliner var. *aizawai*.

2. Virus de la granulosis y virus de la poliedrosis nuclear.

3. Rickettsias y organismos similares

4. Hongos

5. Protozoos

6. Nematodos (8).

3.4.1. Virus entomopatógenos

Son organismos considerados entidades infecciosas cuyo genoma está constituido por ácido nucleico, ya sea de ADN o ARN, y que se reproducen en el tejido del hospedero (8).

Las características importantes para la clasificación de virus son:

- tipo de ácido nucleico
- presencia o ausencia de los cuerpos inclusión
- Baculoviridae, es la familia de virus entomopatógenos de mayor importancia para el control biológico de insectos (8).

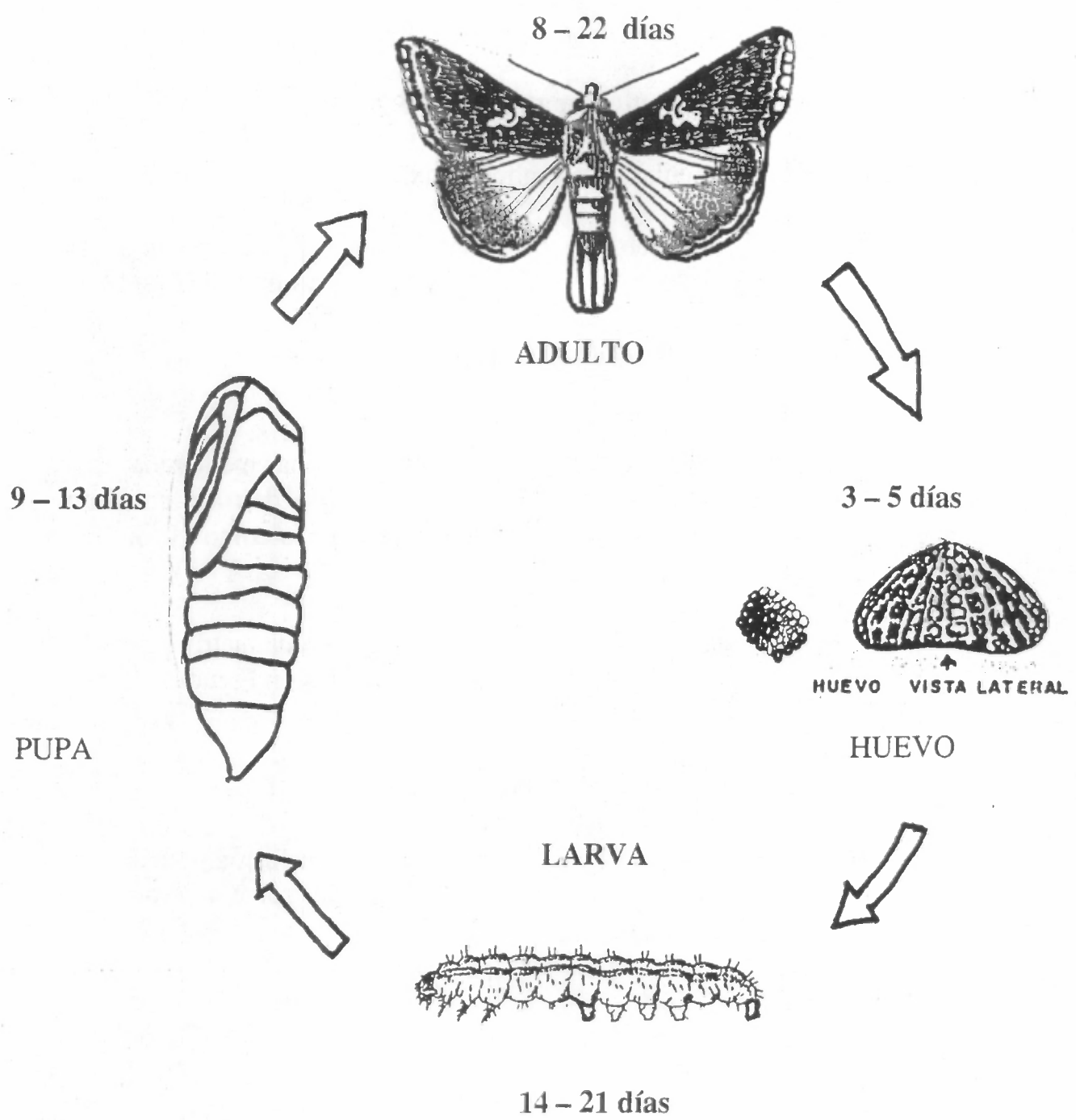


FIGURA 1. Ciclo de vida del gusano *Prodenia Spodoptera sunia* (Gueneé)
Lepidoptera, Noctuidae.

Fuente: King, A.B.C. & Saunders. (21) 1984.

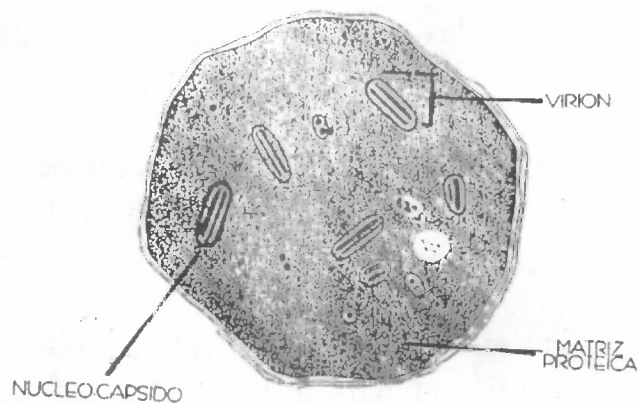
3.4.1.1. Características de los virus entomopatógenos (8):

- Una molécula de ADN circular superembobinada.
- Envolviendo el ácido nucleico hay proteínas compuestas de sub-unidades denominadas capsómeros, los cuales forman una capa denominada cápsido.
- El conjunto formado por el ADN y el cápsido es conocido como núcleo cápsido.
- Uno o más núcleos cápsidos están envueltos por una membrana que normalmente esta constituida de material celular del hospedero. El conjunto compuesto por la envoltura y el núcleo cápsido se conoce como virión, los cuales son las unidades infectivas del virus.
- Los viriones tienen forma baciliforme y son envueltos en una matriz proteica; a todo este conjunto se le conoce como el cuerpo de inclusión Figura 2 (8).

Según Cave, (8), existen dos tipos de baculovirus:

- 1- Virus Polidrosis Nuclear (VPN): Forman cuerpo de inclusión poliedrales, los cuales contienen muchos viriones y que son visibles con el microscopio óptico, lo que facilita su diagnóstico.
- 2- Virus Granulosis (VG) (8).

A. Cuerpo del virus de la poliedrosis.



B. Virus de la granulosis

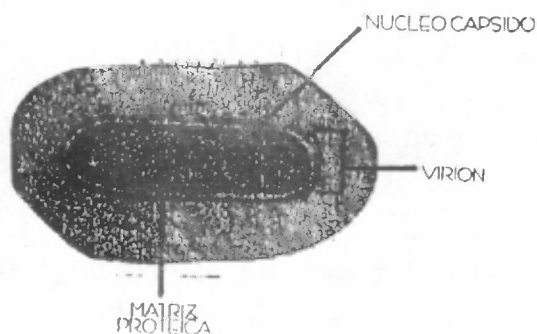


FIGURA 2. Cuerpo de los virus que afectan insectos.
Virus de poliedrosis (A), y virus de la granulosis (B).
Fuente: Cave, R. (8) 1995. Control Biológico.

3.4.1.2. Modo de Acción (8):

- Los Baculovirus contaminan a los insectos por vía oral; normalmente los viriones se encuentran en las hojas y tallos de la planta y son ingeridos con el alimento.
- Después de la ingestión, como los poliedros de VPN contienen los viriones, se disuelven en condiciones alcalinas del intestino medio del insecto ($\text{PH} > 7.5$) y liberan los viriones.
- Una vez en contacto con las microvelocidades del intestino, los viriones liberan los cápsidos a las células epiteliales del intestino, donde el virus realiza su primera vuelta de replicación.
- Posteriormente, el virus afecta otros tejidos susceptibles del hospedero, donde continúa reproduciéndose y multiplicándose. Otros tejidos atacados son principalmente, cuerpo graso, epidermis del intestino, hemocitos, y glándulas de seda.

3.4.1.3. Síntomas de Infección (8):

- Las larvas infectadas se vuelven letárgicas se paralizan y dejan de alimentarse hasta morir.
- Las larvas suben a las partes superiores de las plantas y quedan con la cabeza hacia abajo, permaneciendo sujetas a la planta por las propatas.
- El integumento se vuelve blando o de color pardo o negro, los tejidos internos se licuan, quedando la larva como una bolsa líquida.
-

De Bach (11). Observó que las larvas de *Anticarsia gemmatalis*, infectadas por virus se alimentan significativamente menos que larvas sanas. La mayoría de estos virus se han aislado de larvas de lepidópteros (86 %) (11).

El desarrollo del VPN se hace más pronunciado en el núcleo de las células sanguíneas, la hipodermis, el cuerpo graso y el forro epitelial de la tráquea. En los estadios más avanzados de la infección, la larva se vuelve macilenta, se le decora la piel y tiene apariencia oleosa. La piel se vuelve muy frágil y la hemolinfa se vuelve turbia, ésta y el núcleo de células infectadas contienen un gran número de poliedros. Después de la muerte el tegumento de las larvas frecuentemente se rompe liberando millones de poliedros que contaminan a las plantas hospederas donde las larvas se alimentan (30).

3.4.1.4. Diseminación (8):

- El insecto muerto representa la fuente de inóculo más importante para mantener las epizootias. Al romperse el tejido del cadáver del insecto, líquidos con poliedros caen en otras partes de la planta o son diseminados por salpiques de lluvia.
- Los insectos enfermos también liberan a través del vómito y las heces grandes cantidades de poliedros que representan otra fuente de inóculo para otros insectos que viven en el mismo hábitat.
- Los insectos depredadores pueden servir como diseminadores de poliedros, estos no pueden ser afectados.

3.4.1.5. Ventajas en el uso (8):

- Poca o ninguna patogenicidad para invertebrados benéficos (abejas, parasitoides, depredadores), debida a su especificidad.
- No son peligrosos para mamíferos, incluso el hombre, y otros vertebrados.
- Poca resistencia por los hospederos.

3.4.1.6. Desventajas en el uso (8):

- La rapidez para producir un efecto sobre la población de la plaga es normalmente lenta.
- La efectividad de los patógenos depende mucho de las condiciones ambientales.
- La calidad de los productos comerciales es variable.
- Del punto de vista comercial, especificidad restringe el uso y, por lo tanto, el mercadeo, lo cual reduce la tasa de retorno de producción por la compañía productora.

En Estados Unidos de América la industria ha desarrollado preparados basándose en virus de insectos para ser utilizados a escala comercial después de haber alineado los requisitos de la Environmental Protection Agency (EPA) para ser utilizados libremente en este país (8).

3.4.1.7. Virus de la poliedrosis nuclear

En Guatemala comercialmente el virus de la poliedrosis nuclear se encuentra como **VPN Ultra 1.6 WP ®**, el cual es insecticida biológico que controla plagas lepidópteras. Con una dosis de aplicación recomendada de 1 - 1.4 kg/ha de producto comercial. El agua para la solución debe tener un pH de 6 - 7, y se deben realizar aplicaciones a intervalos de 3 a 5 días para poder hacer llegar el VPN Ultra a los nuevos crecimientos de la planta. Preferentemente aplicar en las últimas horas de la tarde (8).

Las formulaciones de insecticidas biológicos basándose en virus tales como: VPN 80 y VPN 82, es el VPN de *Autographa californica*, que también afecta las larvas de las siguientes especies (8).

Spodoptera exigua (Huebner)
Estigmene acrea (Drury)
Plutella xylostella (Linnaeus)

Gusano soldado
 Gusano peludo
 Palomilla dorso de diamante

<i>Bucculatrix thurberiella</i> (Busck)	Gusano perforador
<i>Trichoplusia ni</i> (Huebner)	Gusano falso medidor
<i>Pseudoplusia includens</i> (Walker)	Gusano pata negra
<i>Diaphania hyalinata</i> (Linnaeus)	Gusano del melón
<i>Diaphania nitidalis</i> (Stoll)	Gusano perforador.

3.4.2. Bacterias entomopatógenas

Las bacterias constituyen el grupo más numeroso y quizá el más estudiado entre los microorganismos asociados con insectos.

Las bacterias más importantes desde el punto de vista del control biológico de insectos son las aeróbicas formadoras de esporas y cristales del género *Bacillus* (familia Bacillaceae) (4).

En general los entomopatógenos bacteriales se agrupan en (4):

- a) Cristalíferas formadoras de esporas
- b) Patógenos obligados
- c) Patógenos facultativos
- d) Patógenos potenciales.

Hasta el momento solo las cristalíferas formadoras de esporas son promisorias en el control de insectos. Un representante típico de este grupo es *Bacillus thuringiensis* Berliner, también llamado *Bt*, se ha aislado de muchos insectos en diversos lugares del mundo (4).

3.4.2.1. Características generales de las bacterias entomopatógenas

Estas bacterias se incluyen en el orden Eubacteriales, pertenece a la familia Bacillaceae, el género *Bacillus*. Esporógenos gram-positivos, células en general grandes y a veces dispuestas en cadenas grandes (8).

También se encontró que mientras la proteína tóxica causa la parálisis por ingestión, ésta no tenía efecto cuando se inyectaba dentro del cuerpo (4).

El cristal es soluble en soluciones alcalinas, hay alguna indicación de una correlación entre el pH del intestino y su susceptibilidad a la toxicidad del cristal (7).

Heimpel citado por Barrios (6) y Jiménez (20) dicen que actualmente se han encontrado cuatro entidades tóxicas en cultivos de *Bacillus thuringiensis* Berliner y denominadas toxina alpha, toxina betha, toxina gamma y toxina deltha. Las más conocidas son la toxina betha y deltha. La toxina betha es un nucleótido de bajo peso molecular, estable al calor y soluble en agua, se reporta que una toxina mortal para dípteros, y algunas veces activa aún por contacto superficial.

Los *Bacillus* más importantes son los que forman endósporas, que son muy resistentes a condiciones adversas. Algunas cepas de *Bacillus* no forman endósporas bajo todas las condiciones de cultivos; esto es más importante desde el punto de vista taxonómico, especialmente en la identificación de las bacterias aisladas (8).

3.4.2.1.1. Cristales tóxicos

Los cristales tóxicos delta endotoxinas oscilan en diámetros entre 0.5 a 1.0 micrón y están compuestos por una proteína cristalizada que es sintetizada durante el proceso de esporulación de las bacterias *Bacillus* (1).

La endotoxina deltha, ha sido conocida como un cristal protéico. Es insoluble en agua o solventes orgánicos, pierde su actividad biológica con compuestos desnaturizables de proteínas. Es quizá de las más estudiadas, y con el cual se ha encontrado mucha aplicación en el control de los insectos, especialmente larvas de lepidópteros (20).

Las larvas susceptibles, poseen en el sistema digestivo una combinación de pH alcalino, sales y enzimas que disuelven estos cristales tóxicos, los cuales causan abrasiones en la pared estomacal permitiendo el escape de las esporas y además contenido alcalino del intestino hacia el hemocelo (1).

3.4.2.1.2. Esporas bacteriales

Las esporas de la bacteria *Bacillus*, son de forma esférica y de un diámetro de 0.5 a 1.0 micrón. Cuando las esporas se encuentran en un medio apropiado en el interior de las larvas, éstas germinan produciendo bacterias en forma de bastón . Estas bacterias se multiplican rápidamente, en el interior de la larva produciendo billones de nuevas bacterias durante un período de pocas horas (1).

3.4.2.2. Modo de Acción

Las células del *Bacillus thuringiensis* Berliner al momento de la esporulación, además de las esporas, producen también un cristal en forma de diamante en el esporangio durante el proceso. Este cristal contiene una toxina, denominada delta-endotoxina, capaz de paralizar el intestino de la mayoría de las larvas de lepidópteros. Las larvas susceptibles, después de consumir cierta dosis, dejan de alimentarse y muere, o son debilitadas en tal forma que la bacteria puede fácilmente invadir el hemocelo desde el intestino y producir una septicemia letal. Se ha demostrado que los insectos más susceptibles son aquellos cuyos intestinos tienen un pH alcalino que causa la disolución de los cristales en sus componentes tóxicos Figura 3 (4).

El modo de acción de *Bacillus thuringiensis* Berliner sobre los insectos puede trabajar en dos maneras:

- a) Parálisis intestinal: Minutos después que las larvas ingieren el follaje tratado con el producto, éstas dejan de comer y los daños al follaje cesan, debido a una parálisis en la pared intestinal causada por la acción de los cristales tóxicos que atacan las paredes del intestino medio de la larva causando alteración del balance osmótico y abrasión en la pared estomacal (1).
- b) Septicemia: inmediatamente después de las rupturas en la pared intestinal, las esporas de la bacteria del *Bacillus* se escapan hacia la cavidad llamada hemocelo, cuyos tejidos son bañados por la sangre del insecto (hemolinfa) en un sistema circulatorio abierto. Durante sólo 12 horas, una sola espora puede producir 69 billones de nuevas bacterias. Como resultado del alto número de bacterias en la sangre del insecto, esta compite con el insecto por los nutrientes contenidos en la hemolinfa, causando un debilitamiento hasta causar la muerte del insecto (1).

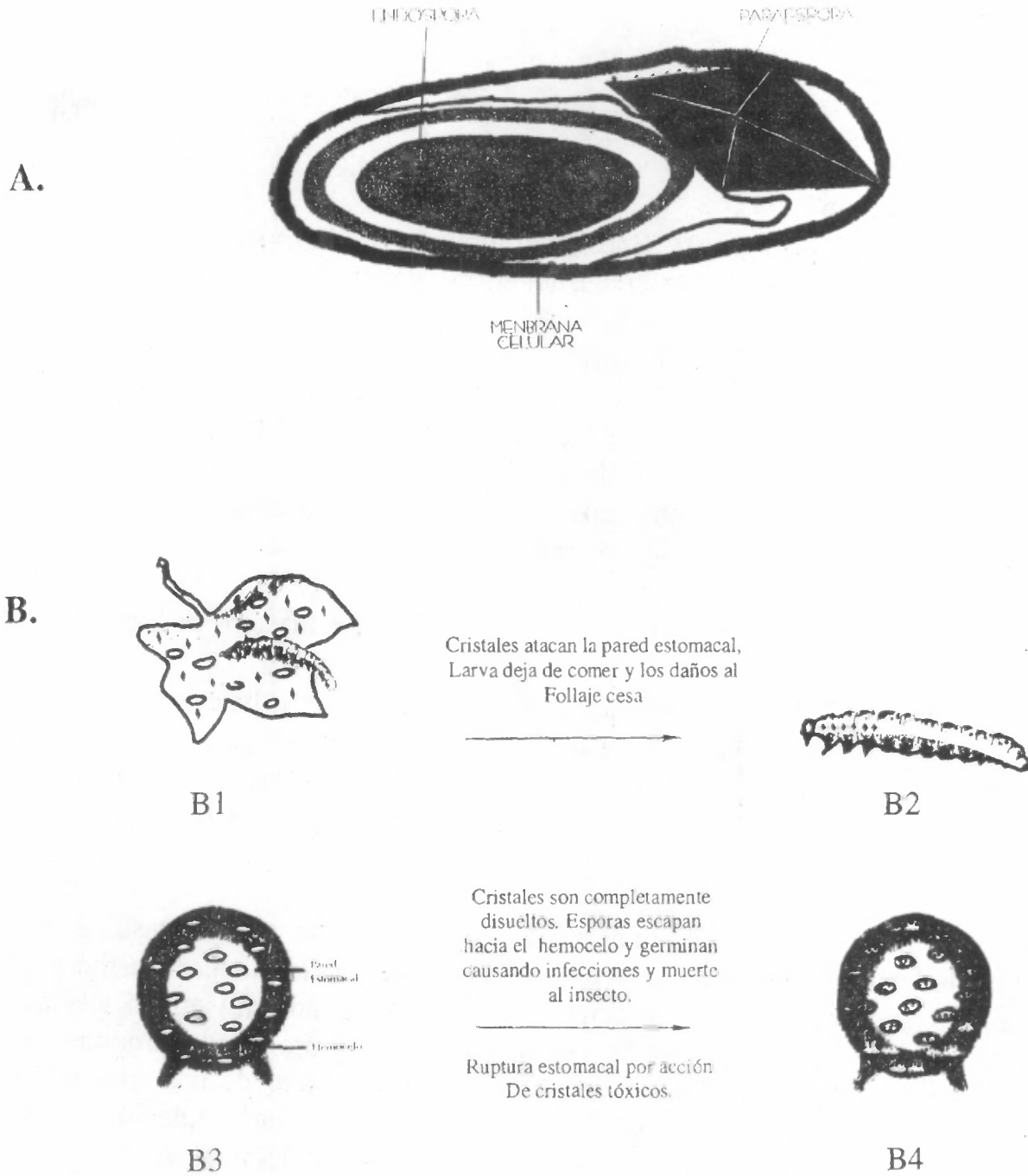


FIGURA 3. A) Una célula de *Bacillus thuringiensis* Berliner.
 B) Modo de acción del *Bacillus thuringiensis* Berliner.
 Fuente: Abbott. 1991 (1).

De Bach (11), escribe que para obtener un diagnóstico adecuado, el mejor procedimiento es remitir insectos afectados a un laboratorio de patología de insectos. Sin embargo como un procedimiento práctico en el campo, se puede obtener una idea bastante acertada de la naturaleza de la enfermedad observando los síntomas, características y los cambios después de la muerte.

3.4.2.3. Síntomas de infección

El primer signo, es generalmente una actividad reducida y una pérdida de apetito, seguida por la descarga de fluidos por la boca y el ano. La infección puede comenzar con diarrea, y por último causar una septicemia y la muerte. Después de la muerte la larva oscurece, con un color café o negro. Generalmente los insectos muertos están blandos y, al perder su forma, los tejidos internos empiezan a desintegrarse, o tomar una consistencia viscosa, olorosa, pero normalmente no se derriten o licuan como los insectos muertos por ciertas infecciones virosas. El cadáver del insecto generalmente se seca y se encoge, el integumento permanece intacto (23).

3.4.2.4. Ventajas en el uso de bacterias para control de plagas (8):

- Especificidad a invertebrados, pero generalidad entre ciertos grupos de invertebrados.
- Mortalidad rápida en hospederos susceptibles.
- Uso de mezclas formuladas para uso en equipo convencional de aplicación.

3.4.2.5. Desventajas en el uso de bacterias (8):

- Tiende a desaparecer rápidamente de la zona de alimentación de las larvas, debido a degradación ambiental

- Parecen incapaces de propagarse en forma efectiva; hay necesidad de aplicarse repetidamente para que sean operacionalmente efectivas
- Con un uso excesivo, existe el potencial de desarrollo de resistencia.

3.4.2.6. Patogenicidad

De Bach (11), cita a Steinhaus, Heimpel, Angus y otros investigadores que han encontrado susceptibles a una gran cantidad de especies de insectos principalmente larvas de lepidópteros.

De Bach (11), al citar a Metalnikov en 1968, indica que el *Bacillus thuringiensis* Berliner pierde parte de su virulencia después de pasados en medios ácidos, Taumanoff y Vago (1952), dicen que *Bacillus thuringiensis* Berliner pierde su virulencia después de ser pasados por medios básicos. La reacción neutra del medio, es considerada como la más satisfactoria para la prevención de variedades virulentas de éste patógeno.

Varios investigadores también reportan que la efectividad del *Bacillus thuringiensis* Berliner se ve reducida por varios factores tales como: La humedad relativa, edad y vigor del insecto; exposiciones prolongadas al sol directo; irradiación de esporas con luz ultravioleta, temperaturas altas; existiendo por cada uno de ellos un decrecimiento de viabilidad (13).

También la lluvia y en algunos casos el follaje puede ocasionar la pérdida de viabilidad de las esporas y cristales de *Bacillus thuringiensis* Berliner. En tales casos la célula vegetativa puede permanecer efectiva hasta 22 días o puede inactivarse en 24 horas dependiendo de las condiciones (1).

Dunkle & Shasha 1988, citados por Cave, R. (8), desarrollaron un sistema para encapsular (envolver) en almidón para reducir la degradación ambiental, la *Bacillus thuringiensis* Berliner encapsulada causo infección y alta mortalidad en hospederos y no disminuyó su actividad patológica cuando fue almacenada en el laboratorio por cuatro meses (8).

3.4.2.7. Compatibilidad del *Bacillus thuringiensis* Berliner con otros productos:

Sustter *et al*, citado por Barrios (6), en una evaluación, con algunos insecticidas órgano-clorados, carbamatos y órgano-fosforados, en cuanto a la compatibilidad del *Bacillus thuringiensis* Berliner, señala que los resultados fueron que el diazinon y el malathion en la proporción de 500 ppm. dieron un aumento de la población después de las 24 horas de incubación, de 1×10^5 esporas, hasta 1×10^7 colonias/ml. El autor sugirió que la bacteria metabolizó estos insecticidas, como consecuencia que deben tomarse cuidado en las condiciones de campo, pues esta bacteria puede acortar la vida residual de estos insecticidas estudiados.

3.4.2.8. Estandarización de las preparaciones del *Bacillus thuringiensis* Berliner contra larvas plaga

Anteriormente se utilizó el método de conteo de esporas viables para comparar diferentes lotes de producción. Este índice no era representativo de la actividad de una muestra; ya que la patogenicidad se debe a la acción conjunta de las esporas y los cristales proteicos. Debido a los problemas mencionados anteriormente, muchos patólogos de insectos desaprobaron este método y confirmaron que el bioensayo es mejor indicativo de actividad, que el conteo de esporas (1).

Preparaciones de *Bacillus thuringiensis* Berliner, es estandarizado por medio de bioensayo con las larvas de lepidópteros para asegurar una actividad uniforme de los resultados de campo. El método utilizado se basa en el sistema de Unidades Internacionales, que mide la actividad o el potencial insecticida y no el número de esporas (1).

3.4.2.9. *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki

En Guatemala se comercializa el *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki, como un insecticida biológico, no sistémico, recomendado para el control específico de larvas de lepidópteros. Contiene 64 gramos de ingrediente activo por kilogramo, equivalente a 53000 US/mg de potencia, US= unidades *Spodoptera* basadas en bioensayos con *Spodoptera exigua* (Huebner).

Su presentación comercial contiene cristales tóxicos de deltaendotoxina. El nombre comercial del producto en Guatemala es **Dipel 6.4 WG®**. Recomendando una dosis del *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki de 0.5 – 1.5 kg / ha. Con un intervalo de 3 a 6 días (1).

3.4.2.10. *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai

En Guatemala se encuentra comercialmente el *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai, como un insecticida biológico, específico contra larvas de lepidópteros. Contiene 104 gramos de ingrediente activo por kilogramo, equivalente a 33,000 UI/mg. Su presentación comercial contiene cristales tóxicos de deltaendotoxina. El nombre comercial del producto en Guatemala es de **Xentari 10.4 WG®**. La dosificación del *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai es de 0.3 - 0.5 kg / ha (2).

3.4.2.11. *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai /kurstaki

Es un bioinsecticida transconjugado y que esto significa en la práctica un mayor número de especies de larvas a controlar, mayor agresividad en su control, y que como contiene un mayor número de cristales activos, representa una herramienta muy útil para un programa de manejo de la resistencia a insecticidas. La transconjugación o conjugación de dos variedades de *Bacillus thuringiensis* Berliner. Los errores que podrían haber sido responsables de semejantes resultados, como contaminación, nuevas mutaciones y otros factores, se excluyeron después de varios experimentos y el origen de este nuevo tipo de bacterias se le atribuyó a un intercambio directo de material de algún contacto célula a célula, al cuál se le denominó conjugación. Fue también en parte a estas investigaciones que se llegó a incluir el término de plásmido. Los plásmidos son elementos genéticos circulares que existen fuera del cromosoma.

Durante la conjugación estos plásmidos son los responsables de la transferencia de DNA plásmido a través del pilus, el cuál el puente entre dos células para que este intercambio de material genético ocurra (9).

En breve existen dos tipos de bacterias para el aparcamiento, una es donadora de material genético y solo este tipo posee pilus, y otra que es la receptora. Al final la transferencia de DNA entre receptor y donador, ambas células poseen plásmidos completamente formados, ya que éstos se duplican durante el proceso. El resultado final es la célula receptora con sus características originales más las adquiridas durante la conjugación en los plásmidos. Estos últimos son los responsables de la formación (9).

En 1993 se introdujo al mercado el único bioinsecticida transconjugado con la marca **Agree®**; es *Bacillus thuringiensis* Berliner, donde la combinación aizawai / kurstaki, hoy conocida como **Agree®**, ofrece un efecto mayor de cristales de proteína que se reflejan en mayor número de especies de plaga a controlar una mayor agresividad de control en su efecto, debido a que contienen mayor número de cristales de proteína insecticida la convierte en una herramienta importante dentro de un programa de manejo integrado de plagas, ya que cada cristal tiene un modo de acción específico y diferente (9).

Agree® además de específico a ciertas plagas sin perjudican a la fauna benéfica es compatible con otros métodos de control, en cumplimiento con los requisitos del MIP. Los diferentes tipos de cristales de proteína insecticida que se forman durante la esporulación de las bacterias y que representan el ingrediente activo de los insecticidas biológicos derivados del *Bacillus thuringiensis* Berliner. En **Agree®**, a la nueva raza se le denominó GC 91 y la cual resultó de la conjugación de dos variedades de *Bacillus thuringiensis* Berliner aizawai y kurstaki, donde la variedad aizawai fue célula receptora (9).

Transferencias de DNA plásmido por conjugación (9):

- a) El contacto directo entre dos células se establece mediante el pilus, el cual forma el puente para el intercambio de material genético.

- b) Una vez que se ha transferido un tramo de DNA plásmido de la célula donadora a la receptora, simultáneamente es replicado en la célula donadora y sintetizado en la receptora, hasta que termine la transferencia.
- c) Finalmente las células se separan teniendo cada una plásmidos completamente formados .

Su presentación comercial contiene cristales tóxicos de deltaendotoxina, compuesta por una proteína cristalizada que es sintetizada durante el proceso de esporulación de la bacteria y de esporas bacteriales de forma esféricas y de diámetro de 0.5 a 1.0 micrones. La acción tóxica es sobre las larvas. El nombre comercial del producto en Guatemala es **Agree 50 WG®**, contiene 500 gramos de ingrediente activo por kilogramo. La dosificación del *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai / kurstaki es de 0.75 - 1.25 kg/ha (9).

3.4.2.12. *Saccharopolyspora spinosa*

Esta bacteria en Guatemala es conocida comercialmente como **Spinosad®**, es el producto de fermentación de una nueva bacteria, *Saccharopolyspora spinosa*. Esta nueva especie pertenece a la familia *Actinomicetes*, una bacteria que presenta características de estructura de hongo. Los actinomicetes son las responsables de la descomposición de mucho del material orgánico en la tierra. Es un insecticida natural, derivado de un proceso de fermentación, es un grupo de moléculas para el control de insectos naturalmente derivados de una especie nueva de Actinomicetos: *Saccharopolyspora spinosa*, la cual está caracterizada como bacteria, aeróbica, gram positiva, inmóvil, filamentosa. El Spinosad (nombre común propuesto) es una mezcla que contiene los dos factores naturales más activos, es una mezcla de spinosyn A y spinocyn D (12).

Saccharopolyspora spinosa es un producto derivado de fuentes naturales el cual ha demostrado un excelente control de muchas plagas agrícolas. Actúa de contacto y como veneno estomacal, se degrada rápidamente en el medio ambiente. Actividad biológica no es afectada en un rango normal entre pH 4 - 10 y es afectada neutral a ligeramente a temperaturas elevadas (12).

Spinosad®, causa excitación del sistema nervioso de los insectos, provocando contracciones musculares involuntarias, abatimiento con temblores y finalmente

parálisis. Estos efectos son consistentes con la activación de los receptores nicotínicos de la acetilcolina por un mecanismo que es claramente novedoso y único entre todos los productos conocidos para el control de insectos. Los insecticidas de la clase "Naturalyte", son metabolitos derivados de organismos vivos

Están tipificados por su actividad similar o mayor a la de los insecticidas derivados sintéticamente, además de poseer la seguridad asociada a los agentes biológicos en seres humanos, cultivos y el medio ambiente (12).

El modo de acción ambos casos por contacto y por ingestión. Aunque el control por contacto es altamente efectivo, la ingestión es de 5 a 10 veces más efectiva. Actúa sobre el sistema nervioso de los insectos. No muestra ninguna resistencia cruzada con insecticidas químicos ó biológicos conocidos (12).

El nombre comercial del producto en Guatemala es **Spinosad 48 SC®**. La dosificación del *Saccharopolyspora spinosa* va de 0.04 - 0.06 lt / ha . Contiene 480 gramos de ingrediente activo por litro de producto (12).

3.5. Tasa marginal de retorno (TMR)

3.5.1. Análisis marginal

Este tipo de análisis se basa en el concepto de la utilidad que genera la última unidad producida y para esto es necesario saber el costo de la misma unidad producida y el ingreso generado por la última unidad. Este análisis se recomienda generalmente cuando se requieren hacer recomendaciones al agricultor y se utiliza cuando las fuentes de variación (alternativa de producción), en el experimento se enfocan hacia cantidades de insumos y/o mano de obra, por ejemplo distintas cantidades de insecticidas, fungicidas y densidades de población etc., además se recomienda cuando son muchos los tratamientos. No obstante, el buen criterio agronómico y el análisis estadístico llevará a una decisión respecto a las diferencias de rendimiento entre los tratamientos de un experimento (29).

Si el investigador duda que existen diferencias reales de rendimiento, se comparan los costos variables totales de cada tratamiento y lógicamente se prefiere el de menor costo, si por el contrario se tiene certeza que las diferencias observadas representan diferencias reales entre los tratamientos deberá efectuarse un análisis marginal completo (29).

3.5.2. Presupuesto parcial

El presupuesto parcial se utiliza para ordenar datos experimentales tales como las medias de rendimiento de cada tratamiento, así como el precio del producto, el cual se multiplica por el rendimiento promedio dará el beneficio bruto. Además debe aparecer el costo variable, el cual está integrado por los que se gasta en insumos o mano de obra y la suma de ambos será el costo variable total.

El presupuesto parcial finaliza sacando la diferencia entre el beneficio bruto y el costo variable total, lo que nos dará el beneficio neto (29).

3.5.3. Análisis de dominancia

Una vez obtenido el beneficio neto se procede a ordenar los tratamientos colocando los beneficios netos de mayor a menor con su respectivo costo que varía, luego se procede a comparar cada una de las alternativas tomando como comparador el beneficio neto, procediendo a aceptar todas aquellas alternativas con un beneficio neto mayor y eliminando, aquellas con un costo variable igual o mayor. La comparación dará como resultado obtener alternativas dominadas y no dominadas. Serán dominadas (D) las alternativas eliminadas por tener un costo variable igual o mayor y las no dominadas (ND) pasaran al análisis marginal para calcular la tasa marginal de retorno (29).

3.5.4. Tasa marginal de retorno (TMR)

Para calcular la TMR se procede a ordenar las alternativas no dominadas resultante del análisis de dominancia, tal como se colocaron en el análisis anterior, o sea de menor a mayor costo variable (CV), con su respectivo beneficio neto (BN), luego se procede a calcular el incremento en costo variable y en beneficio neto, finalmente se procede a dividir el incremento de beneficio entre el incremento en costo variable y se multiplica por cien, así (29).

$$\text{TMR} = \frac{\text{BN}}{\text{CV}} \times 100$$

3.6. MARCO REFERENCIAL

3.6.1. Localización del experimento.

El estudio se realizó en la compañía productora y exportadora de melón tipo cantaloupe, Agrifresco, S. A. Ubicada en la aldea La Palmilla, municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa. Durante la primera temporada, iniciando en el mes de octubre para cosechar en diciembre. Encontrándose en la región nor-oriental de la república a 115 Km de la capital de Guatemala, localizada entre la coordenada 14° 57' 51" latitud norte y 89° 32' 5" longitud oeste del meridiano de Greenwich.

La zona de vida como monte espinoso sub-tropical. La vegetación natural está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas.

Las temperaturas oscilan entre 16 – 22 °C la mínima y la máxima entre 29 – 38 °C. Con una mínima anual de 19.98 °C. y una máxima anual de 36° C (19).

El clima del lugar esta clasificado como cálido seco (14).

La precipitación media anual es de 500 mm durante la época de invierno (Mayo – Octubre), pero aún en estos meses se hace necesario aplicar agua para auxiliar los cultivos. En verano la precipitación es casi nula. La elevación media es de 320 msnm (14).

Los suelos, indica Simmons (31), edafológicamente son suelos jóvenes y que las diferencias principales se basan en el material original y el drenaje. Las series predominantes son: Chicaj, Chiquimula, Teculután, Cortí, Sinaneque.

3.6.2. Insecticidas biológicos utilizados

3.6.2.1. *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki

Según Abbott Laboratories (1), es un insecticida biológico, específico contra larvas de lepidópteros, la fuente es el *Bacillus thuringiensis* Berliner, var. kurstaki, contiene 64 gramos de ingrediente activo por kilogramo, equivalente a 53000 US/mg de potencia, US= unidades *Spodoptera* basadas en bioensayos con *Spodoptera exigua* (Huebner).

Su componente es:

Kurstaki	6.4 %
Ingredientes inertes	93.6 %
Total	100 %

Su presentación comercial contiene cristales tóxicos de deltaendotoxina, compuesta por una proteína cristalizada que es sintetizada durante el proceso de esporulación de la bacteria y de esporas bacteriales de forma esféricas y de diámetro de 0.5 a 1.0 micrones. La acción tóxica es sobre las larvas. El nombre comercial del producto en Guatemala es **Dipel 6.4 WG®**. La dosificación del *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki fue de 1 kg / ha (1).

3.6.2.2. *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai

Según Abbott Laboratories (2), es un insecticida biológico, específico contra larvas de lepidópteros, la fuente es el *Bacillus thuringiensis* Berliner, var. aizawai, contiene 104 gramos de ingrediente activo por kilogramo.

Su componente es:

Aizawai	10.4 %
Ingredientes inertes	89.6 %
Total	100 %

Su presentación comercial contiene cristales tóxicos de deltaendotoxina, compuesta por una proteína cristalizada que es sintetizada durante el proceso de esporulación de la bacteria y de esporas bacteriales de forma esféricas y de diámetro de 0.5 a 1.0 micrones. La acción tóxica es sobre las larvas. El nombre comercial del producto en Guatemala es de **Xentari 10.4 WG®**. La dosificación del *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai fue de 0.5 kg / ha (2).

3.6.2.3. *Saccharopolyspora spinosa*

Según Dow Elanco (12), es un insecticida natural, derivado de un proceso de fermentación de una bacteria, provee una consistente efectividad sobre una gran variedad de larvas de lepidópteros. La fuente es el *Saccharopolyspora spinosa*, es una bacteria que pertenece a la familia *Actinomicetes*, esta familia es responsable de la descomposición de mucho del material orgánico en la tierra.

Contiene 480 gramos de ingrediente activo por litro de producto.

Su componente es:

<i>Saccharopolyspora spinosa</i>	48 %
Ingredientes inertes	52 %
Total	100 %

El nombre comercial del producto en Guatemala es **Spinosad 48 SC®**. La dosificación del *Saccharopolyspora spinosa* fue de 0.06 lt / ha (12).

3.6.2.4. Virus de la poliedrosis nuclear

Es un insecticida biológico de amplio espectro, está elaborado a base de una combinación de virus de la poliedrosis nuclear y un fagoestimulante produciendo un efecto sinérgico altamente letal para las larvas.

Actúa por ingestión en el interior de la larva donde los cristales liberan viriones que invaden los tejidos susceptibles.

Contiene 16 gramos de ingrediente activo por kilogramo.

El nombre comercial del producto en Guatemala es **VPN-Ultra 1.6 WP ®**. La dosificación del virus de la poliedrosis nuclear es de 1 kg / ha.

3.6.2.5. *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai / kurstaki

Es un insecticida biológico, específico contra larvas de lepidópteros, transconjugado fuente es el *Bacillus thuringiensis* Berliner, var. aizawai / kurstaki., el cual es una combinación de estas dos variedades.

Contiene 500 gramos de ingrediente activo por kilogramo.

Su componente es:

Aizawai / kurstaki	50 %
Ingredientes inertes	50 %
Total	100 %

Su presentación comercial contiene cristales tóxicos de deltaendotoxina, compuesta por una proteína cristalizada que es sintetizada durante el proceso de esporulación de la bacteria y de esporas bacteriales de forma esféricas y de diámetro de 0.5 a 1.0 micrones. La acción tóxica es sobre las larvas.

El nombre comercial del producto en Guatemala es **Agree 50 WG®**. La dosificación del *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai / kurstaki es de 1 kg / ha (9).

3.6.3. Especies del género *Spodoptera*, presentes en la Finca Agrifresco S. A.

Las especies de larvas de *Spodoptera* presentes en la finca Agrifresco S. A., que causan daño al cultivo del melón son *Spodoptera sunia* (Geneé), *Spodoptera exigua* (Hubner), siendo las dos especies predominantes en la finca de acuerdo con los reportes de monitoreo proporcionados por la empresa Agrifresco, S. A. (3).

3.6.4. Hospederos de larvas de *Spodoptera spp.* presentes en la Finca Agrifresco S. A.

Entre los principales hospederos de larvas de *Spodoptera spp.*, determinados en la finca Agrifresco, S. A., se tienen las siguientes:

- Verdolaga (*Portulaca oleracea* L.)
- Bledo (*Amaranthus sp.*)
- Sorgor (*Sorghum sp.*)
- Zacate Guatemala (*Tripsetum purpureum*)

Siendo la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) el principal hospedero y de mayor presencia en la finca (3).

3.6.5. Principales plagas en el cultivo del melón

3.6.5.1. Plagas del suelo

A . Cortadores	<i>Agrotis spp.</i>	Gusano nochero
	<i>Spodoptera sunia</i> (Guenee)	Gusano prodenia
	<i>Agriotes mancus</i> (Say)	Gusano alambre

Su distribución es cosmopolita, su principal hésped, el cultivo en estado de plántula. Se alimenta de las hojas que están cercanas al suelo durante los primeros 2 estadios y actúa como cortador durante los últimos 3. Es activo en la noche y se esconde en el suelo cerca del sitio de alimentación durante el día. Causando directamente mermas en la producción, la presencia en los estados de fructificación, ocasionando un daño directo en el fruto y afectando la calidad para su exportación.

Para su control se tiene, el control cultural, como eliminación de malezas hospederas, eliminación de rastrojos, como también control etológico con la utilización de feromonas sexuales. El control químico se realiza con aspersiones de Basudin 60EC® (Diazinon) a 1 lt/ha, Talcord 25EC® (Permetrina) a 0.4 lt/ha, Nudrin 90SP® (Metomil) a 0.43 kg/ha, Dipel 6.4WG® (*Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurtaki) a 1 kg/ha, Xentari 10.4WG® (*Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai) a 0.5 kg/ha (3).

B. Nemátodos	<i>Meloidogyne spp.</i>
	<i>Pratylenchus spp.</i>

Los nemátodos fitoparásitos son pequeños, de tamaño entre 300 a 1000 um (milésima de milímetro). Debido a su diámetro reducido, son invisibles a simple vista, se pueden observar al microscopio. Todos los nemátodos pasan por cuatro estados larvales. Los nemátodos se diseminan a través del suelo muy lentamente, los equipos agrícolas, irrigación, animales, y polvo, constituyen los agentes diseminadores más importantes. El ataque de nemátodos a las plantas resulta en la expresión de síntomas tanto sobre las raíces como sobre las partes externas de las plantas. Los síntomas de las raíces se pueden manifestar como nódulos, agallas, lesiones, excesiva producción de raíces. Los síntomas radiculares están generalmente

acompañados por síntomas no característicos en las partes aéreas, las cuales consisten principalmente en una reducción del crecimiento, síntomas de deficiencias nutricionales tales como amarillamiento del follaje, excesivo marchitamiento en clima cálido o seco, disminución del rendimiento, y mala calidad de los productos.

Su control inicia desde la desinfección del suelo con bromuro de metilo a razón de 200 kg/ha, como también aplicaciones del nematicida Vydate 24SL® (Oxamil) a 3 lts/ha (3).

3.6.5.2. Plagas del follaje

A. Mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius)

Son insectos chupadores de amplia distribución, el daño que este insecto puede ocasionar puede ser de tres tipos por succión directa, por transmisión de virus y por excreciones melosas. Su daño por succión lo hace al insertar su estilete en el tejido vegetal y succionar la savia, este daño puede considerarse serio, cuando se alcanzan poblaciones altas. El daño más serio es la transmisión de virus. Las excreciones melosas que estos insectos segregan, pueden causar dos tipos de problemas, en el follaje interferir con los procesos fotosintéticos y favorecen la proliferación de hongos causando problemas como fumagina.

El control de la mosca blanca es básicamente prevención, controles culturales como control de fechas de siembra, uso de barreras vivas, eliminación de malezas, eliminación de rastrojos, uso de trampas amarillas. Su control químico para estados adultos con Confidor 70WP® (Imidacloprid) a 0.5 kg/ha, Thiodan 36EC® (Endosulfan) a 1 lt/ha, Sistemín 40EC® (Dimethoato) a 0.57 lt/ha, Selexone 86EC® (Naled) a 1.5 lt/ha. El control químico de estados inmaduros es con Eplinge 10EC® (Fenoxifenil) con una dosis de 0.43 lt/ha.

B. Tortuguillas *Diabrotica spp.*

Los adultos varían de color, a menudo brillantes o se presentan manchas o bandas en los elitros. Las larvas habitan en el suelo y se alimentan de las raíces, los hipocotilos y los nódulos, las larvas pasan por tres estadios en un periodo de 11 – 14 días. Los adultos se alimentan del follaje dejando agujeros grandes en las hojas y son vectores mecánicos en enfermedades virales. Su control químico se realiza con insecticidas

sistémicos como Sistemín 40EC® (Dimethoato) a 0.57 lt/ha o de contacto Basudin 60EC® (Diazinon) a 1 lt/ha (3).

C. Gusano del fruto *Diaphania nitidalis* (Stoll)

D. hyalinata (Linnaeus)

Las larvas se alimentan de los tallos, yemas terminales, flores y frutos, causando una reducción en el vigor de la planta, mermas de la producción y a veces la muerte de la planta. Muestra tendencia a barrenar en los brotes terminales y en los frutos, pueden arruinar los frutos con sus túneles.

El control químico se realiza con aspersiones de Basudin 60EC® (Diazinon) a 1 lt/ha , Talcord 25EC® (Permetrina) a 0.4 lt/ha, Nudrin 90SP® (Metomil) a 0.43 kg/ha, Dipel 6.4WG® (*Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurtaki) a 1 kg/ha, Xentari 10.4WG® (*Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai) a 0.5 kg/ha (3).

D. Afidos *Aphis gossypii* (Glover)

El ciclo de vida de los afidos puede durar 5 días entre generaciones. Se reproduce por partenogénesis y viven por debajo de la hoja (Envéz) , El adulto y ninfas de la savía.

Su control químico se realiza con insecticidas sistémicos como Sistemín 40EC® (Dimethoato) a 0.57 lt/ha o de contacto Basudín 60EC® (Diazinon) a 1 lt/ha (3).

E. Larvas de minador *Liriomyza spp.*

El minador de la hoja se considera una plaga secundaria en el cultivo del melón.

Durante su ciclo de vida el minador de la hoja, pasa por un estado de huevo que dura de 7 – 10 días y alcanza un largo de 1 a 2 mm, cuando esta totalmente desarrollada. En su estado larval mina las hojas comiendo los tejidos entre las dos epidermis. En el estado de pupa dura de 8 – 15 días, empupa generalmente en el suelo. El ataque severo provoca el secado y caída de las hojas, las hojas más viejas a menudo son atacadas primero. Su control se realiza con Vertimec 1.8 EC® (Abamectina) con una dosis de 0.1 lt/ha (3).

3.6.6. Otros trabajos relacionados con la investigación

Mazariegos (23); evalúa la efectividad de *Bacillus thuringiensis* Berliner, en el control de Gusano enrollador *Psara periusalis* (Walker), en el cultivo del tomate. Los cuales si ejercen un control más bajo que controles químicos ante poblaciones de Gusano.

Velasco (32); realizó un ensayo en el cual asociaba *Bacillus thuringiensis* Berliner con los piretroides para el control de *Pieris monuste* (Linnaeus), *Trichoplusia ni* (Huebner), y *Plutella xylostella* (Linnaeus), en el cultivo de la coliflor, teniendo muy buenos controles con este asocio.

Fernández (15); concluye que en el ensayo que si es posible ejercer control de las poblaciones de las larvas de *Spodoptera exigua* (Huebner) en el Algodón, mediante la exposición de las mismas a los agentes patógenos (VPN) por vía estomacal.

Existen antecedentes exitosos acerca de la utilización del virus de la poliedrosis nuclear (VPN), en California contra *Spodoptera exigua* (Huebner). Se reporta que se emplea en cultivos extensivos y hortícolas donde este insecto es una plaga muy importante, además de haber desarrollado alta resistencia a los insecticidas químicos (8).

Resultados obtenidos en la evaluación del daño causado por larvas de *Plutella xylostella* (Linnaeus), *Spodoptera spp*, *Trichoplusia ni* (Huebner), *Leptophobia aripa* (Boisduval), en el cultivo de Brócoli en Chimaltenango, Guatemala, por parte del proyecto de Manejo Integrado de Plagas del Instituto de Ciencias y tecnología Agrícola (ICTA), demuestran un buen control sobre larvas de lepidópteros por parte de Xentari® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai. (2 , 18).

Mendoza (24); Concluye que el agente biológico *Bacillus thuringiensis* Berliner, demostró efectividad en el control de larvas de los primeros estadíos del gusano barrenador del fruto *Heliothis zea* (Boddie), en el cultivo del tomate *Lycopersicon esculentum* (Miller), en el valle de Guatemala.

4. OBJETIVOS

4.1. General::

Evaluar el efecto de cinco insecticidas biológicos y su frecuencia de aplicación, para el control de larvas del genero *Spodoptera*, y su rendimiento, para el uso en el cultivo del melón tipo cantaloupe *Cucumis melo L. var. reticulatus*, bajo las condiciones de la Palmilla, Usumatlán, Zacapa.

4.2. Específicos::

- 4.2.1. Determinar la frecuencia de aplicación de los insecticidas biológicos con mejor control.
- 4.2.2. Determinar el insecticida biológico con mejor rendimiento de fruto de melón a través de mejor control.
- 4.2.2. Determinar el tratamiento con la mejor tasa de retorno marginal, que económicamente proporcione el mejor efecto de control.

5. HIPOTESIS

- 5.1. Los cinco insecticidas biológicos ejercen igual efecto de control sobre las poblaciones de larvas de *Spodoptera spp.*
- 5.2. Si existe diferencia de control con las diferentes frecuencias de aplicación de los insecticidas biológicos.
- 5.3. Económicamente si hay diferencia en las tasas de retorno marginal en los insecticidas biológicos evaluados.

6. METODOLOGIA

6.1. Metodología experimental

6.1.1. Preparación de Suelo

La preparación de suelo consistió en el paso de rastra para mullir el terreno, seguido por el levantado de los surcos, por medio de un surcador, posteriormente se elevó la altura de la cama utilizando una cultivadora, que consta de dos discos, con distancia entre surcos de 1.8 m entre centro y centro de la mesa, luego el paso de subsuelo a la cama con dos puntas a una profundidad promedio de 0.5 m, para que exista buen desarrollo de las raíces, seguido por otro paso de discos para levantar más el surco aproximadamente a 0.3 m. Por último el paso del rotovator, para romper y mullir los terrones y darle forma a la cama.

6.1.2. Emplástico

La colocación del plástico (polietileno) color negro-plata, con un grosor de 1 milésima de centímetro, también la colocación de la manguera para riego por goteo, y la aplicación de Bromuro de metilo a razón de 250 kg por ha.

6.1.3. Aplicación de herbicida pre-emergente

La aplicación del herbicida pre-emergente se realizó después del emplástico para el control de malezas en las calles del cultivo. El herbicida pre-emergente fue aplicado Galigan® (Oxifluorfen) a razón de 0.75 lt / ha.

6.1.4. Siembra

Los surcos de siembra o camas, están a distancia de 1.8 m entre centro y centro, con distancia entre agujeros de 0.4 m, cuyas perforaciones se realizaron en forma manual. La siembra se realizó en forma indirecta o sea trasplante de plántulas, los cuales tenían 25 días después de sembrada la semilla, manejadas estas plántulas por la empresa Pegón Piloncito.

La siembra se efectuó manualmente durante las primeras horas del día, teniendo un rendimiento de siembra promedio por persona de 300 pilones/ hora. El híbrido que se sembró fue Durango, con 13,777 plántulas por hectárea.

6.1.5. Riego

El sistema de riego usado fue por goteo, el cual consta de una manguera con goteros a cada 0.35 m, los cuales tienen un caudal de descarga de 1.5 litros / hora.

El primer riego se realizó dos días antes del trasplante o siembra, aplicando una lámina de 24 milímetros de agua, que equivalen a 12 horas de duración del riego; el segundo riego se realizó al momento del trasplante aplicando una lámina de 20 mm (10 horas de riego); El tercer riego se realizó a los 25 días después del trasplante. A partir del tercer riego se realizó una frecuencia de riego de 6 días con una lámina en cada riego de 24 mm, el cual deja a capacidad de campo todo el bulbo de riego.

6.1.6. Fertilización

Durante el primer y segundo riego se aplicó 45 kg / ha de nitrato de potasio y 30 litros/ ha de ácido fosfórico; en el tercer riego 25 días después de haber realizado el trasplante se aplicó 45 kg/ ha de nitrato de potasio y 30 litros de ácido fosfórico, cuadro 1.

Cuadro 1. Fertilización Finca Agrifresco, S.A., y cantidad de elemento puro.

Elemento	kg. de Elemento puro por ha.
Nitrógeno (N)	40
Fósforo (P ₂ O ₅)	55
Potasio (K ₂ O)	75

Fuente. Departamento de riegos y nutrición vegetal de la compañía Agrifresco, S. A..

6.1.7. Corte de guías de crecimiento

Se realizaron cortes de guía periódicamente en la etapa de crecimiento vegetativo, el cual consistió en cortar las guías que fueran sobre pasando su crecimiento del ancho de la cama de plástico, esto con el fin de concentrar las flores femeninas en la mesa de siembra y que la planta no tuviera un sobre crecimiento vegetativo y no dañar las guías cuando se realizaran las labores al cultivo, como limpiezas, movimientos de fruta y aspersiones de plaguicidas.

6.1.8. Control de enfermedades

Para el control de hongos del suelo se aplicó Bromuro de metilo, el cual es un biocida de amplio espectro, a razón de 250 kg./ ha..

Se realizó una aplicación de un fungicida sistémico de amplio espectro en el tallo de la planta, con Benzimidazole (Benomil ®) para el control de *Mycosphaerella sp.* y *Fusarium oxysporium*. que dañan la corona de la planta por medio de un estrangulamiento.

Se realizaron aplicaciones foliares de fungicidas preventivos con Ditiocarbamatos como Mancozeb 75 (2 kg / ha.) y Clorotalonil 72 (0.75 lts/ha.), para el control de *Alternaria sp.*, mildiu velludo *Pseudoperonospora cubensis*, antracnosis *Colletotrichum lagenarium*, mildiu polvoriento *Sphaeroteca fuliginea*. Con intervalo de 4 días y dos aplicaciones de fungicida de contacto, Metalaxil para control de *Pseudoperonospora cubensis*. Se realizaron dos aplicaciones preventivas de bactericidas como oxiclورو de cobres (Cupravit azul®) y dos aplicaciones de antibiótico Streptomycin (Agrimicin®).

6.1.9. Control de plagas

Para el control de insectos chupadores, se aplicó a la base del tallo de la planta a los 4 días después del trasplante, Confidor ® (Imidacloprid) a razón de 0.5 kg./ ha. Tomando en consideración para esta aplicación a la base del tallo, que el suelo se encuentre a capacidad de campo. Para el control de larvas de *Spodoptera spp.* se aplicaron los diferentes insecticidas biológicos evaluados, a los cinco días después de la siembra (trasplante) en el campo, a un intervalo entre aplicación de 5 días. En la empresa Agrifresco, S.A., se realizaron 12 aplicaciones para el control plagas.

6.1.10. Control de malezas

Para el control de malas hierbas o maleza en presiembra se aplicó Paraquat para el control de hoja ancha y hoja angosta a razón de 2 lts / ha. Se realizaron dos limpiezas, la primera en forma manual con azadón y la segunda en forma mecanizada con el paso de cultivadora. Las cuales fueron programadas a los 12 y 20 días después del trasplante.

6.1.11. Uso de apiarios

La polinización dentro del campo es una actividad de mucha importancia para una buena polinización, las colmenas se colocaron en el campo a los 23 días después del trasplante, esto cuando el cincuenta por ciento de las flores femeninas están abiertas. Se colocaron siete colmenas / ha, teniendo un promedio de población por colmena de 30,000 abejas. Siendo el período de establecimiento dentro del campo de 15 días.

6.1.12. Poda y movimiento de fruta

La poda es una actividad que consistió en el corte manual de la fruta de melón no deseables las cuales fueran deformes, muy pequeña. La cual se realizó entre los 38 a los 41 días después del trasplante.

Los movimientos consistieron en mover de posición a cada fruta, para mejor formación de redcilla y evitar manchas en la fruta causadas por el plástico, también colocar sobre el plástico la fruta que estuviera fuera del surco (cama). Se realizaron 8 movimientos durante el ciclo del melón, con un intervalo de 6 días. Iniciando el día 38 después del trasplante simultáneamente con la poda de fruta..

6.1.13. Cosecha

La actividad de cosecha de la fruta del melón, se inició a los 59 días después del trasplante. La cual fue de forma manual, tocando el pedúnculo de las frutas que presentaran una coloración amarilla y se despegue fácilmente del pedunculo. El período de duración de la cosecha fue de 15 días.

6.1.14. Normas de calidad

Después de la cosecha en el campo, el fruto de melón fue llevado hacia la planta empacadora, transportado en carretones, es descargado a la pila de recepción de fruta, la cual contiene agua tratada con hipoclorito de sodio (cloro) a 200 ppm. La clorinación del agua se realiza con el propósito de eliminar microorganismos como hongos y bacterias, como también eliminar todo material extraño, tierra, diatomita, ya que la sanidad de la fruta es un factor importante en el mercado de la exportación.

La fruta es transportada por medio de unos rodos hacia la mesa de procesamiento, donde es cuidadosamente seleccionada, en dicha selección se divide el producto exportable y el rechazo, aquella fruta que no cumpla con los estándares de exportación como forma del melón (redondo), buena red (completa), perforaciones de insectos o daños mecánicos, manchas, los sólidos solubles (Brix) mayores de nueve. La fruta seleccionada para su exportación fue dirigida hacia un sistema de enfriamiento el cual es agua fría (Hidrocooler), para su enfriamiento previo a ingresarlo a los cuartos fríos, la fruta que es traída del campo oscila su temperatura entre 30 - 40 °C, por medio de este sistema se logra bajar la temperatura entre 18 - 22 °C.

A la fruta se realizó un tratamiento de un fungicida para prevenir el desarrollo de hongos durante el período de exportación, el cual se utiliza el Tiabendazole (Mertec®).

La fruta pasa por una área de clasificación de tamaños que van de 9, 12, 15, 18, 23, que cada número es la cantidad de melones por cada caja, el peso de la caja es 18 kg.

Luego la fruta es almacenada durante dos horas y media en cuartos de aire forzado, el cual ayuda a reducir la temperatura aproximadamente a 6 °Centígrados, para poder comenzar el proceso de empaque, el dónde la fruta es colocada dentro de una caja de cartón y dentro de una bolsa de nylon, la cual se deja con la menor cantidad de aire posible (empaque al vacío), esto para detener el proceso de maduración de la fruta.

6.2. Diseño experimental

Para este estudio se utilizó un diseño en bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, con tres repeticiones. En donde la parcela grande (A) esta constituida por los diferentes números de aplicaciones y la parcela pequeña (B) los diferentes insecticidas (28).

6.2.1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos Parcela grande (A), diferentes número de aplicaciones

- Tratamiento (A1):** Este tratamiento correspondió a ocho aplicaciones, a un intervalo de cada cinco días.
- Tratamiento (A2):** Este tratamiento correspondió a diez aplicaciones, a un intervalo de cada cinco días.
- Tratamiento (A3):** Este tratamiento correspondió a doce aplicaciones, a un intervalo de cada cinco días.

Tratamientos Parcela pequeña (B), diferentes insecticidas biológicos

- Tratamiento (B1):** Se aplicó Dipel WG ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki, utilizando una dosis de 1 kg / ha.
- Tratamiento (B2):** Se aplicó Xentari WG ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai, utilizando una dosis de 0.5 kg / ha.
- Tratamiento (B3):** Se aplicó Spinosad SC ® *Saccharopolyspora spinosa*, utilizando una dosis de 0.06 lt / ha.

Tratamiento (B4): Se aplicó Ultra VPN WP ® Virus de la Polidrosis Nuclear, Utilizando una dosis de 1 kg / ha.

Tratamiento (B5): Se aplicó Agree WG ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai / kurstaki, utilizando una dosis de 1 kg / ha.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados. Para el control de larvas de *Spodoptera spp.* en el cultivo del melón, Usumatlan, Zacapa, 1999.

Días después de la siembra (trasplante), donde se realizaron las aplicaciones de los cinco insecticidas biológicos.												
Tratamiento	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
A1 B1	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL				
A1 B2	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN				
A1 B3	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN				
A1 B4	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN				
A1 B5	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR				
A2 B1	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL		
A2 B2	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN		
A2 B3	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN		
A2 B4	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN
A2 B5	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR
A3 B1	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL	DPL
A3 B2	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN	XEN
A3 B3	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN	SPN
A3 B4	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN	VPN
A3 B5	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR	AGR

DPL: Dipel WG ®;
VPN: Virus polidrosis nuclear;

XEN: Xentari WG ®;
AGR: Agree WG ®

SPN: Spinosad SC®

6.2.2. Parcelas experimentales

La parcela experimental fueron 4 surcos de 1.60 metros de ancho por 10 metros de largo, lo cual equivale a 64 metros cuadrados. La parcela neta de muestreo fue formada por 2 surcos de 1.6 m de ancho por 9 m de largo (28 metros cuadrados), figura 10 A.

Parcela bruta:	64 metros cuadrados
Parcela neta:	28 metros cuadrados
Plantas por parcela bruta:	100 plantas
Plantas por parcela neta:	45 plantas
Area bruta experimental:	3,456 metros cuadrados
Area neta experimental:	1,512 metros cuadrados
Número de repeticiones:	3

6.3. Manejo del experimento

El manejo del experimento se realizó siguiendo las normas establecidas por la compañía para el cultivo del melón, con la diferencia de las aplicaciones de insecticidas para el control de larvas de lepidópteros.

El experimento se realizó en los campos de producción de la compañía Agrifresco, S. A., La Palmilla, Usulután, Zacapa. Durante la primera temporada correspondiente a los meses de octubre – diciembre.

Todos los tratamientos se identificaron de acuerdo a la codificación empleada en la descripción de los tratamientos.

Los muestreos de poblaciones de larvas del *Spodoptera spp.*, se inició a los cuatro días después de la siembra y con un intervalo de tres días entre muestreo, seleccionando en el primer muestreo quince plantas al azar en cada parcela neta, las cuales fueron marcadas con cintas de polietileno color amarillo, para se realizaran los siguientes muestreos en las mismas plantas. Los muestreos se realizaron en hora de la mañana. Se llevó acabo el registro de los muestreos por tratamiento.

Las aplicaciones de los insecticidas biológicos se realizaron durante las horas más frescas, durante la mañana o tarde, evitando también el efecto de deriva causado por el viento, con una frecuencia de cinco días, realizadas según la descripción de los tratamientos evaluados en el cuadro 2.

6.4. Variables de respuesta

6.4.1. Número de larvas presentes por tratamiento

Se realizaron muestreos a partir del día cuatro después de la siembra a un intervalo entre muestreo de tres días. Se seleccionaron en el primer muestreo 15 plantas al azar, las cuales fueron marcadas con cintas de polietileno color amarillo, para se tomaran las mismas plantas en todos los muestreos.

6.4.2. Rendimiento de melón de primera calidad en kg/ha.

Cuando inicio el período de maduración de los frutos en cada parcela neta se procedió a cosechar, la fruta de melón que presentara todas los requerimientos para su exportación, la cual no presentara ninguna lesión o daño en su redcilla, causada por larvas de *Spodoptera spp.*, y determinar la cantidad de cajas con su peso, para el respectivo registro de rendimiento de primera calidad.

6.4.3. Rendimiento de melón de segunda calidad en kg/ha.

Durante el periodo de cosecha en la parcela neta de cada tratamiento, se determino la cantidad de fruta de melón, que presentara daño en la redcilla causado por *Spodoptera spp.*, que fuera menor a 20 milímetros de largo y 2 milímetros de profundidad, esto es tolerable para los estándares de calidad, y ser exportable como fruta de segunda calidad.

6.4.4. Rendimiento de melón de rechazo en kg/ha.

Esta variable se determino durante la cosecha, realizando un recuento de fruta que presentara daño, lesiones o perforaciones en su redcilla, causada por larvas de *Spodoptera spp.*, la cual no cumpliera con los estándares de calidad

para su exportación, por su daño no tolerable mayor a 20 milímetros de largo y 2 milímetros de profundidad. Esta fruta es rechazada debido a que estas áreas afectadas por el daño causado de *Spodoptera spp.*, la fruta durante su vida de anaquel acelera su maduración y genera hundimientos en las partes afectadas, como también dan una mala apariencia a la fruta.

6.5. Análisis de la información

6.5.1. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = M + R_i + A_j + O_{ij} + B_k + B_{aik} + E_{ijk}$$

$$i = 8 ; j = 10 ; k = 12$$

M = media general

R_i = repeticiones

A_j = número de aplicaciones

O_{ij} = error asociado a la parcela grande

B_k = insecticidas

B_{aik} = interacción de número de aplicaciones X insecticidas

E_{ijk} = error asociado a la parcela pequeña

6.5.2. Análisis de varianza

Se realizó un análisis de varianza para las variables siguientes: Número de larvas de *Spodoptera spp.* presentes por tratamiento, rendimiento de melón de primera calidad en kg/ha, rendimiento de melón de segunda calidad en kg/ha, rendimiento de melón de rechazo.

6.5.3. Prueba de medias

Para la comparación de prueba de medias se utilizó el estadístico TUKEY (5%), esta prueba se realizó al verificar que existía diferencia estadística significativa en el análisis de varianza de cada variable de respuesta.

6.5.4. Representación de gráficas

Se realizó con la finalidad de que reflejara el comportamiento de las poblaciones de larvas de *Spodoptera spp.* en relación con las aplicaciones de los diferentes insecticidas biológicos, como también los rendimientos de primera, segunda calidad y rechazo de los tratamientos evaluados.

6.5.5. Análisis económico

Se realizó un análisis de la tasa de retorno marginal (TRM), por medio de la determinación de los costos variables, ingreso bruto y ingreso neto, determinación de análisis de dominancia para cálculo de la tasa marginal de retorno.

Para calcular la TRM se procede a ordenar las alternativas no dominadas resultante del análisis de dominancia, tal como se colocaron en el análisis anterior, o sea de menor a mayor costo variable (CV), con su respectivo beneficio neto (BN), luego se procede a calcular el incremento en costo variable y en beneficio neto, finalmente se procede a dividir el incremento de beneficio entre el incremento en costo variable y se multiplica por cien, así (29).

$$TRM = \frac{BN}{CV} * 100$$

7. RESULTADOS Y DISCUSION

Con base en los resultados obtenidos en la evaluación de cinco insecticidas biológicos; se discuten los aspectos siguientes.

7.1. Larvas presentes por tratamiento

El registro de número de larvas presentes en cada tratamiento de los diferentes insecticidas biológicos y su frecuencia durante el ciclo del cultivo, reflejó el comportamiento de la población de larvas en los tratamientos evaluados. En el cuadro 3 nos muestra el número de larvas presentes por tratamiento en los 15 monitoreos.

Cuadro 3. Número de larvas de *Spodoptera spp.* promedio presentes en 15 plantas de melón tipo cantaloupe, en cinco insecticidas biológicos y tres número de aplicaciones.

Número de muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Días después de siembra	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
FECHA	5-Nov	9-Nov	13-Nov	17-Nov	21-Nov	25-Nov	29-Nov	3-Dec	7-Dec	11-Dec	15-Dec	19-Dec	23-Dec	27-Dec	31-Dec
8 APLICACIONES															
Dipel WG	1	0.33	0.33	0	0.33	1.33	4	3	3	26	8.33	8.66	4	1.33	6
Xentari WG	1	0.66	0	0.33	1.33	2	2	4	4	13.33	8.33	2.66	4.33	1.66	5
Spinosad SC	1	0	0	0.33	0	0.33	1	0	1	5	4	4	0.66	0.66	3
VPN WP	1	0.33	0	0	0.33	2	2	3.33	5	22	10	7	6.33	2.66	8.66
Agreo WG	1	0.66	0.33	0.66	0.66	1.33	4	4.33	4	16	9.66	7	4.33	2.66	3.33
Testigo	0.66	1	1	1	1.33	1.66	2	8	10	27	27	27	22	24	23
10 APLICACIONES															
Dipel WG	0.33	0.33	0.33	0	1	0	2	3	1	18	9.66	8.66	3	2.33	4.66
Xentari WG	0.33	0	0	0	0.66	0.33	0	2	4	20	13	9	1.66	1.66	4.33
Spinosad SC	1	0	0	0	0	0.66	0	3	1	13	6	5	3	1	3
VPN WP	0.66	0.66	0.66	0.33	0.66	0.66	5	4	2	19.66	13.66	8.66	4.33	2.66	2.33
Agreo WG	0.33	0	0	0.33	0.33	2	0	1	1	30	13	7.66	2	1.66	6
Testigo	0.33	0.66	0.66	1	1.66	2.33	3	7	7.33	19.67	33	25.33	23	19	14
12 APLICACIONES															
Dipel WG	0.33	0	0.33	0.33	1	1	1	6	2	45.33	11.33	7.33	3	1	5.33
Xentari WG	1.33	0	0.33	0	0.33	0.33	0	3	3	31.66	15	8.33	3.33	3.66	3
Spinosad SC	0	0	0	0.33	0	0	0	0	1	35.66	8.66	2.66	1.66	1.66	3
VPN WP	1.33	1.33	0	0.33	1	2.33	5	11	3	39.66	12.33	5.33	6.66	1.66	6
Agreo WG	0	0.66	3	0.66	0.66	0.66	4	3	6	20.33	8.66	8.33	8.66	7.33	8
Testigo	0.66	0.66	0.66	1.33	1.33	2	6	11	14	39	29	26	26	27.33	27.33

El cuadro 3, muestra el número de larvas presentes en quince plantas, durante los quince monitoreos realizados en cada tratamiento, dandonos una representación grafica de la fluctuación poblacional, en las figuras 4, 5 y 6. Pudiendo observar el período de mayor presencia de larvas de *Spodoptera spp.*, entre los días 36 a 44 despúes de trasplante, el cual es el periodo en que las larvas se alimentan de la redecilla del fruto, el cual es donde mayor daño causa al fruto.

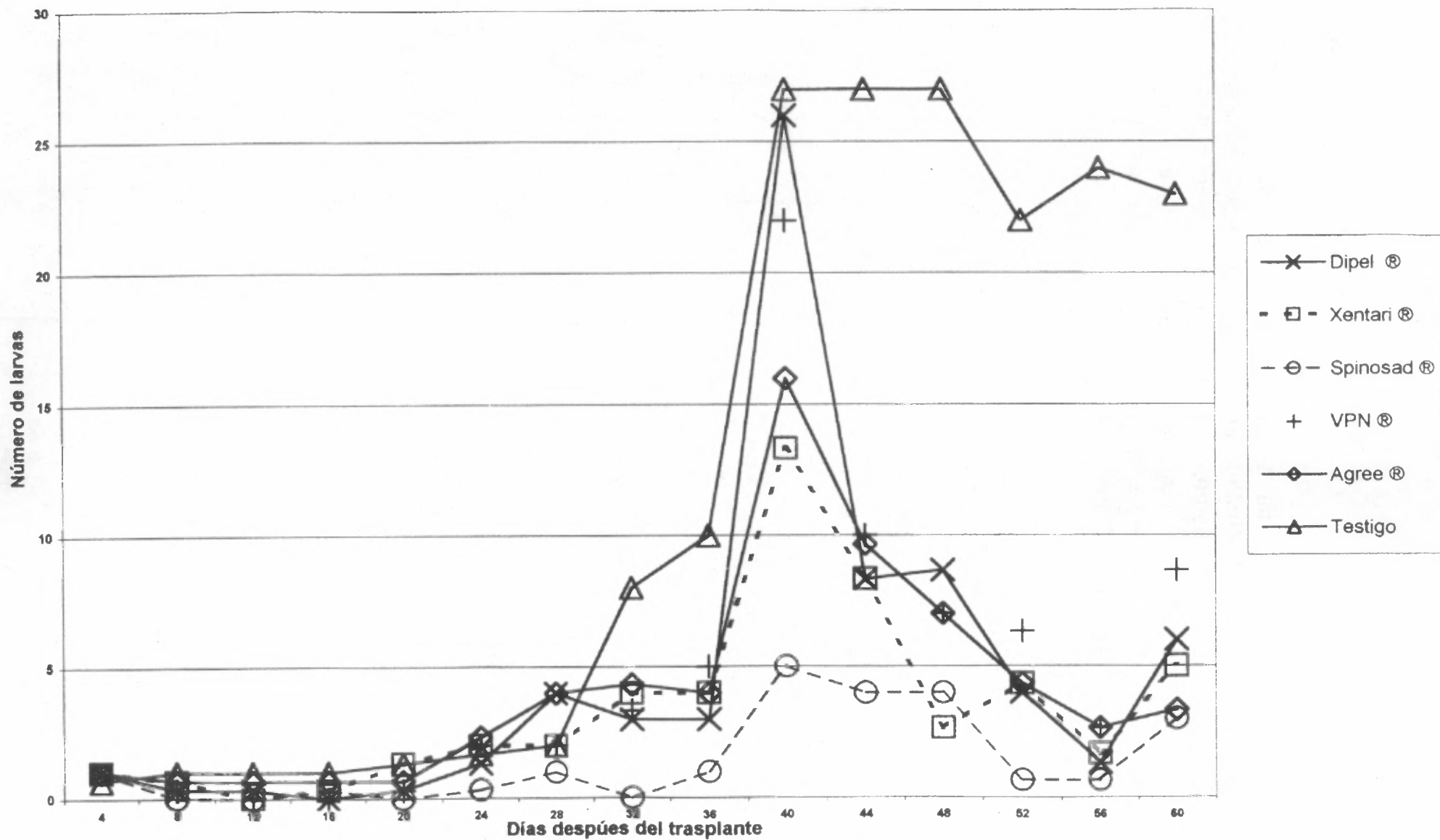


Figura 4. Fluctuación de la población de larvas de *Spodoptera spp.* con ocho aplicaciones Usumatlan Zacapa, 1999.

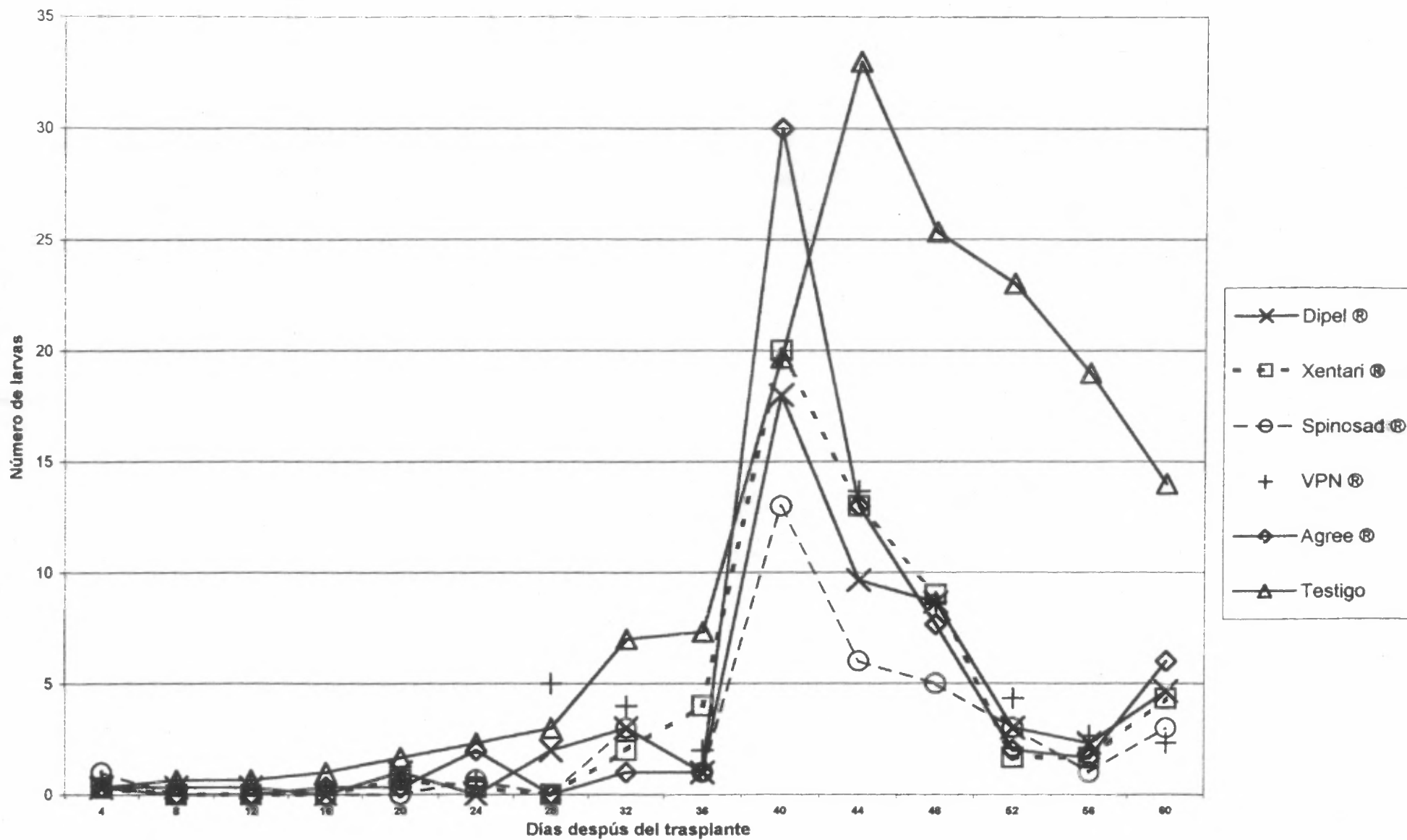


Figura 5. Fluctuación de la población de larvas de *Spodoptera spp.* con diez aplicaciones, Usumatlan, Zacapa, 1999.

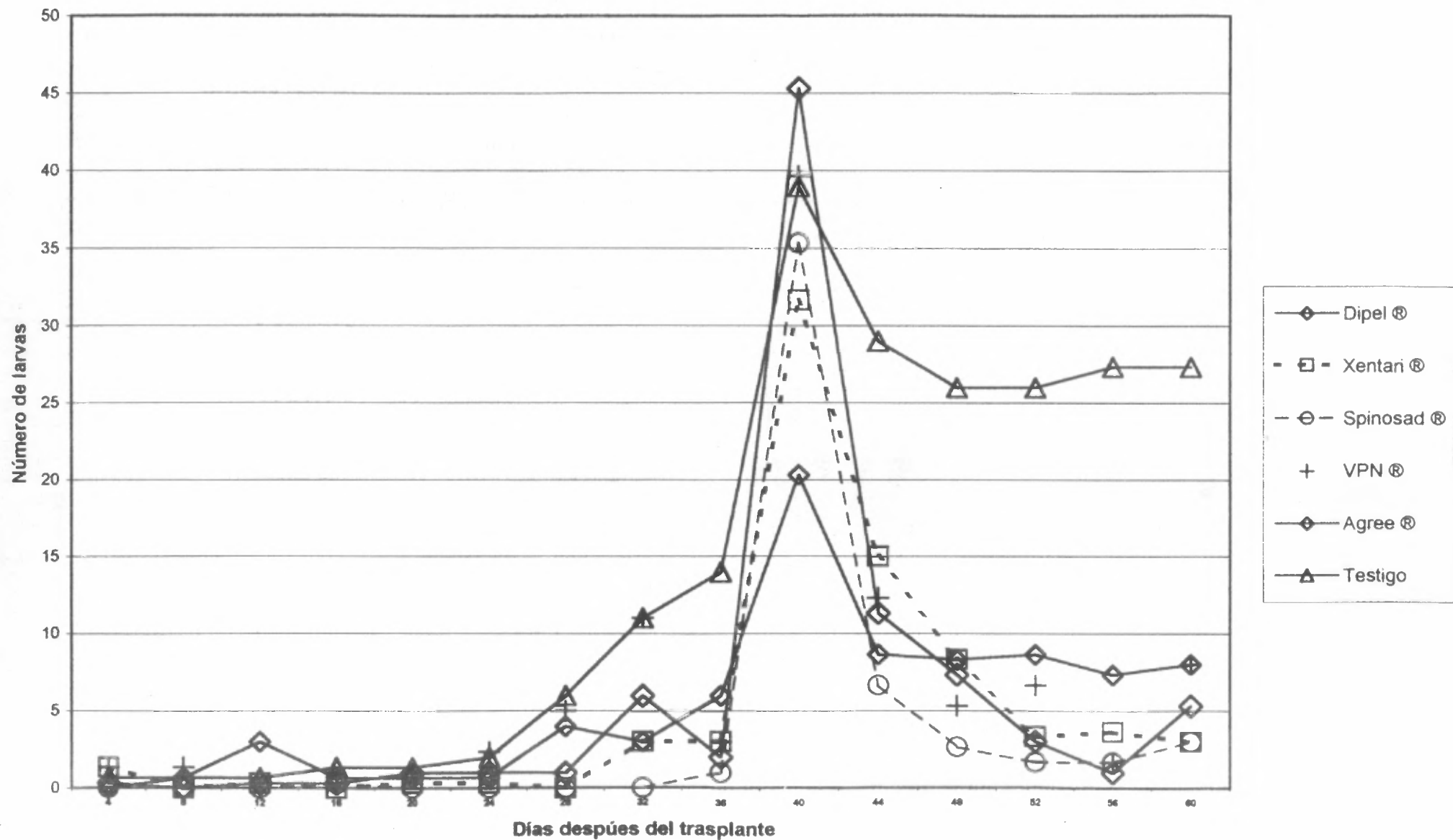


Figura 6. Fluctuación de la población de larvas de *Spodoptera spp.* con doce aplicaciones, Usumatlan, Zacapa, 1999.

Se realizó un análisis de varianza para los datos número de larvas promedio presentes por tratamiento, en el ultimo monitoreo.

Cuadro 4. Resumen del análisis de varianza de número de larvas de *Spodoptera spp.*, promedio en 15 plantas de melón *Cucumis melo var. reticulatus*, La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Pr > Fc
Repeticiones	2	144.9259	72.4629	2.55	0.0945 ----
Factor A	2	50.0370	25.0185	0.88	0.4244 N.S.
Factor B	5	1763.0370	352.6074	12.43	0.0001 *
Interacción A* B	10	187.2962	18.7296	0.66	0.7510 N.S.
Error (a)	4	39.4074	9.8518	0.35	0.8438 ----
Error Experimental	30	851.0000	28.3666		
Total	53	3035.7037			

Referencia.

C.V. = 75.29 %

* = Existe diferencia significativa al 5 % de probabilidad

N.S. = No significativo

El cuadro 4, presenta los resultados del análisis de varianza del número de larvas de *Spodoptera spp.*, observándose que existe diferencia estadísticamente significativa, en la aplicación de los diferentes insecticidas biológicos por realizar diferentes efectos de control sobre las poblaciones de larvas presentes en los quince plantas muestreadas, por lo cual se procedió a efectuar la prueba de Tukey al 5 % como comparados múltiple de medias, para determinar de esta manera los insecticidas biológicos con mejor efecto en cuanto al menor número de larvas de *Spodoptera spp.* por consiguiendo un mejor control. Con respecto al número de aplicaciones que corresponde al factor A, no existió diferencia significativa, esto dice que no ejercieron influencia en el control sobre la población de larva. Existiendo un efecto en control de larvas en cuanto a los diferentes insecticida biológico y no por el número de aplicaciones 8, 10 y 12.

Cuadro 5. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el número de larvas promedio de *Spodoptera spp.*, en 15 plantas de melón *Cucumis melo var. reticulatus*, La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

FACTOR B (Productos)	MEDIA (Número de larvas)	GRUPO TUKEY AL 5%
Testigo Absoluto	19.66	A
VPN ®	6.11	B
DIPEL ®	5.22	B
AGREE ®	4.44	B
XENTARI ®	4.00	B
SPINOSAD ®	3.00	B

El resultado de la prueba de Tukey en el cuadro 5, nos muestra por medio de la media de larvas presentes en 15 plantas por tratamiento, que el tratamiento testigo sin aplicación de insecticida biológico, muestra un mayor número de larvas con una media de 19.66 larvas en 15 plantas, la diferencia en el control de la población de larvas es diferente y significativo respecto al testigo, existiendo diferencia con los tratamientos con aplicación de insecticida biológico.

No existiendo diferencia según Tukey al 5%, para los diferentes insecticidas biológicos evaluados en cuanto al número de larvas promedio de *Spodoptera spp.* presentes en 15 plantas. El insecticida biológico con un menor número de larvas promedio fue Spinosad SC ® *Saccharopolyspora spinosa* con una media de 3 larvas, seguido por Xentari WG ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var, aizawai con una media de 4 larvas.

7.2. Rendimiento de melón de primera calidad en kg / ha.

Se determinó durante el período de la cosecha en cada tratamiento, que los frutos que no presentaran ningún tipo de daño causado por larvas de *Spodoptera spp.* en su redcilla, los cuales llenaron los estándares de fruta de primera calidad para su exportación, expresado en kg / ha.

Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza del rendimiento promedio de fruta de primera calidad, en el cultivo de melón, La Palmilla, Usamatlan, Zacapa, 1999.

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Pr > Fc
Repeticiones	2	1122932.1670	561466.0835	27.22	0.0001 ----
Factor A	2	173216.5860	86608.2930	4.20	0.0247 *
Factor B	5	1413895.1824	282779.0364	13.71	0.0001 *
Interacción A * B	10	178805.9070	17880.5907	0.87	0.5726 N.S.
Error (a)	4	424597.9774	106149.4943	5.15	0.0028 ----
Error Experimental	30	618922.1068			
Total	53	3932369.9268			

Referencia.

C.V. = 20.13 %

* = Existe diferencia significativa al 5 % de probabilidad

N.S. = No significativo

En el cuadro 6, presenta los resultados del análisis de varianza, se observa que existe diferencia estadísticamente significativa al 5 %, en el factor A, el cual corresponde al número 8, 10 y 12 aplicaciones, influyendo sobre el rendimiento promedio de fruta de primera calidad, la cual no presentava ningún tipo de daño causado por larvas de *Spodoptera spp.*, por lo cual se procedió a efectuar la prueba de Tukey al 5 % como comparador múltiple de medias, existiendo también diferencia estadística significativa al 5 % en el factor B, que corresponde a los diferentes insecticidas biológicos, los cuales influyeron en el rendimiento de primera calidad, debido al ejercer control sobre las larvas de *Spodoptera spp.*. No existiendo diferencia en la interacción de número de aplicaciones y los diferentes insecticidas.

Cuadro 7. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio de fruta de primera calidad en kg / ha., en el cultivo de melón, para cinco insecticidas biológicos. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

FACTOR B (Productos)	MEDIA (kg / ha.)	GRUPO TUKEY AL 5%
SPINOSAD ®	25,136.65	A
XENTARI ®	21,287.49	A B
DIPEL ®	18,012.85	B
AGREE ®	17,346.44	B C
VPN ®	16,849.92	B C
Testigo absoluto	11,570.39	C

El cuadro 7, de acuerdo al análisis efectuado por la prueba de Tukey al 5 % como comparador múltiple de medias, se determinó que estadísticamente difieren en cuando a su efecto sobre el rendimiento de fruta de primera calidad, mostrándo que el insecticida biológico Spinosad SC ® *Saccharopolyspora spinosa*, presento mayores rendimientos de fruta de primera calidad por no presentar daño causado por larvas de *Spodoptera spp.*, con 25,136.65 kg / ha. Seguido por el Xentari WG ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai con 21,287.49 kg / ha. Obteniendo el testigo absoluto el menor rendimiento promedio de fruta de primera con 11,287.49 kg / ha. Con una representación grafica en la figura 7, del rendimiento promedio de primera calidad en kg/ha en los diferentes insecticidas biológicos.

Cuadro 8. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para rendimiento promedio de fruta de primera calidad en kg / ha., en el cultivo del melón, en tres número de aplicaciones. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

FACTOR A (número de aplicaciones)	MEDIA (kg / ha.)	GRUPO TUKEY AL 5%
10	20,292.13	A
12	18,030.87	A B
8	16,768.07	B

En el análisis efectuado por la prueba de Tukey al 5 % como comparador múltiple de medias, en el cuadro 8 se determinó que el tratamiento de diez aplicaciones obtuvo mayor rendimiento promedio de fruta de primera calidad. Teniendo el menor rendimiento promedio de fruta de primera calidad el tratamiento con ocho aplicaciones, existiendo una diferencia entre diez aplicaciones y ocho aplicaciones de un 21 % en rendimiento promedio de fruta de primera calidad.

Por lo cual el análisis económico se calculo con diez aplicaciones, por presentar mayor rendimiento de fruta sin ningun daño de larva de *Spodoptera spp.*

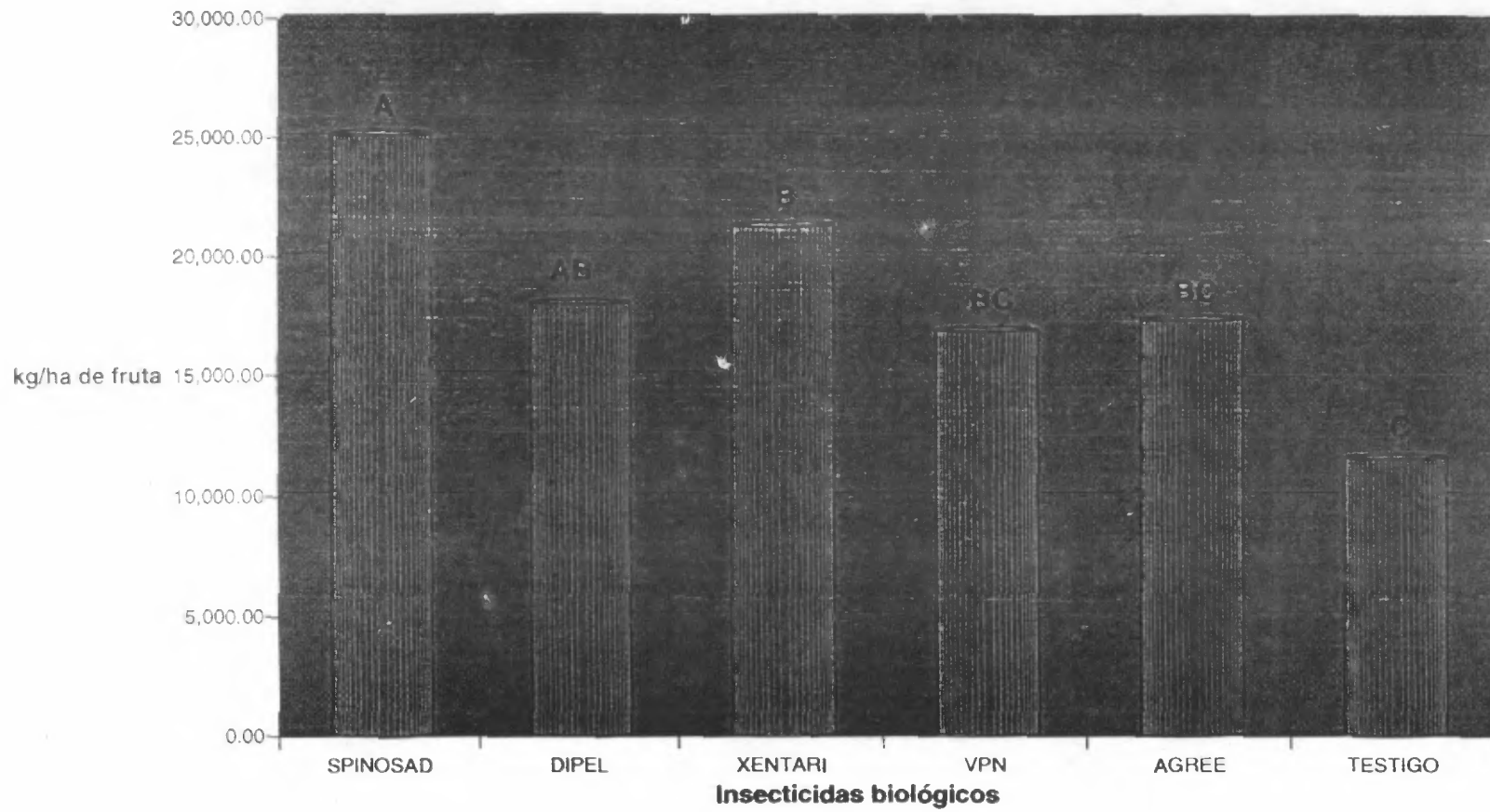


Figura 7. Rendimiento de primera calidad en kg/ha, en Usumatlan, Zacapa, 1999.

7.3. Rendimiento de segunda calidad en kg / ha.

Se determinó durante el período de cosecha en la parcela neta de cada tratamiento, la cantidad de fruta de melón, que presento daño en la redcilla causado por *Spodoptera spp.*, que fuera menor a 20 milímetros de largo y 2 milímetros de profundidad, lo cual es tolerable para los estándares de calidad, y ser exportable como fruta de segunda calidad.

Cuadro 9. Análisis de varianza del rendimiento promedio de fruta de segunda calidad en kg/ha, en el cultivo del melón. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Pr > Fc
Repeticiones	2	60997.7189	30498.8594	3.65	0.0381 ----
Factor A	2	228830.0255	114415.0127	13.69	0.0001 *
Factor B	5	695857.7566	139171.5513	16.66	0.0001 *
Interacción A * B	10	172064.6272	17206.4627	2.06	0.0618 N.S.
Error (a)	4	15199.8064	3799.9516	0.45	0.7682 ----
Error Experimental	30	250678.6670			
Total	53	1423628.6019			

Referencia.

C.V. = 38.86 %

* = Existe diferencia significativa al 5 % de probabilidad

N.S. = No significativo

En los resultados del análisis de varianza del cuadro 9, se observa que existe diferencia estadísticamente significativa al 5 %, en el factor A, el cual correspondió al número de aplicaciones, influyendo este sobre el rendimiento de fruta de segunda calidad, por lo cual se procedió a efectuar la prueba e Tukey al 5 % como comparador múltiple de medias. Existiendo diferencia estadística significativa al 5 % en el factor B, que corresponde a los diferentes insecticidas biológicos, los cuales influyeron en el rendimiento de segunda calidad. No existiendo diferencia en la interacción de número de aplicaciones y los diferentes insecticidas.

Cuadro 10. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio de fruta de melón de segunda calidad en kg / ha. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

FACTOR B (Productos)	MEDIA (kg / ha.)	GRUPO TUKEY AL 5%
Testigo Absoluto	10,248.12	A
VPN ®	9,015.43	A
DIPEL ®	5,774.51	A
AGREE ®	5,407.46	B
XENTARI ®	4,523.29	B C
SPINOSAD ®	1,360.87	C

De acuerdo al análisis efectuado por la prueba de Tukey en el cuadro 10, nos muestra por medio de la media de rendimiento de fruta de segunda calidad, que el tratamiento Spinosad SC ® *Saccharopolyspora spinosa* presenta los menores rendimientos promedios de fruta de segunda calidad, dicha calidad por presentar daños menores de 10 milímetros a la fruta causados por larvas de *Spodoptera spp.*, pero tolerables para ser exportada con 1,360.87 kg / ha., debido a un mejor control. Observando que estadísticamente diferente a los demás insecticidas biológicos. Seguido por Xentari WG® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai, con un rendimiento de segunda calidad promedio de 4,523.29 kg / ha.

El tratamiento testigo absoluto obtuvo el mayor rendimiento promedio de fruta de segunda calidad con 10,248.12 kg / ha., no existiendo estadísticamente una diferencia significativa con los insecticidas VPN WP ® Virus de la polidrosis nuclear con 9,015.43 kg / ha. y Dipel WG ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki con 5,774.51 kg / ha. Teniendo una representación grafica en la figura 8, del rendimiento promedio de fruta de segunda calidad en kg/ha de los cinco insecticidas biológicos.

Cuadro 11. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio de fruta de segunda calidad en kg / ha., en el cultivo del melón, para el número de aplicaciones. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

FACTOR A (Número de aplicaciones)	MEDIA (kg / ha.)	GRUPO TUKEY AL 5%
8 aplicaciones	8,295.23	A
10 aplicaciones	5,603.60	B
12 aplicaciones	4,266.15	B

El cuadro 11, la prueba de Tukey al 5 % muestra por medio de la media de rendimiento de fruta de segunda calidad, que los tratamiento de 10 y 12 aplicaciones estadísticamente no difieren en cuanto al rendimiento promedio de segunda calidad.

El cual indica que 10 y 12 aplicaciones presentaron menor rendimiento en frutas dañadas por larvas de *Spodoptera spp.* en kg/ha, teniendo con ocho aplicaciones mayor rendimiento de segunda calidad.

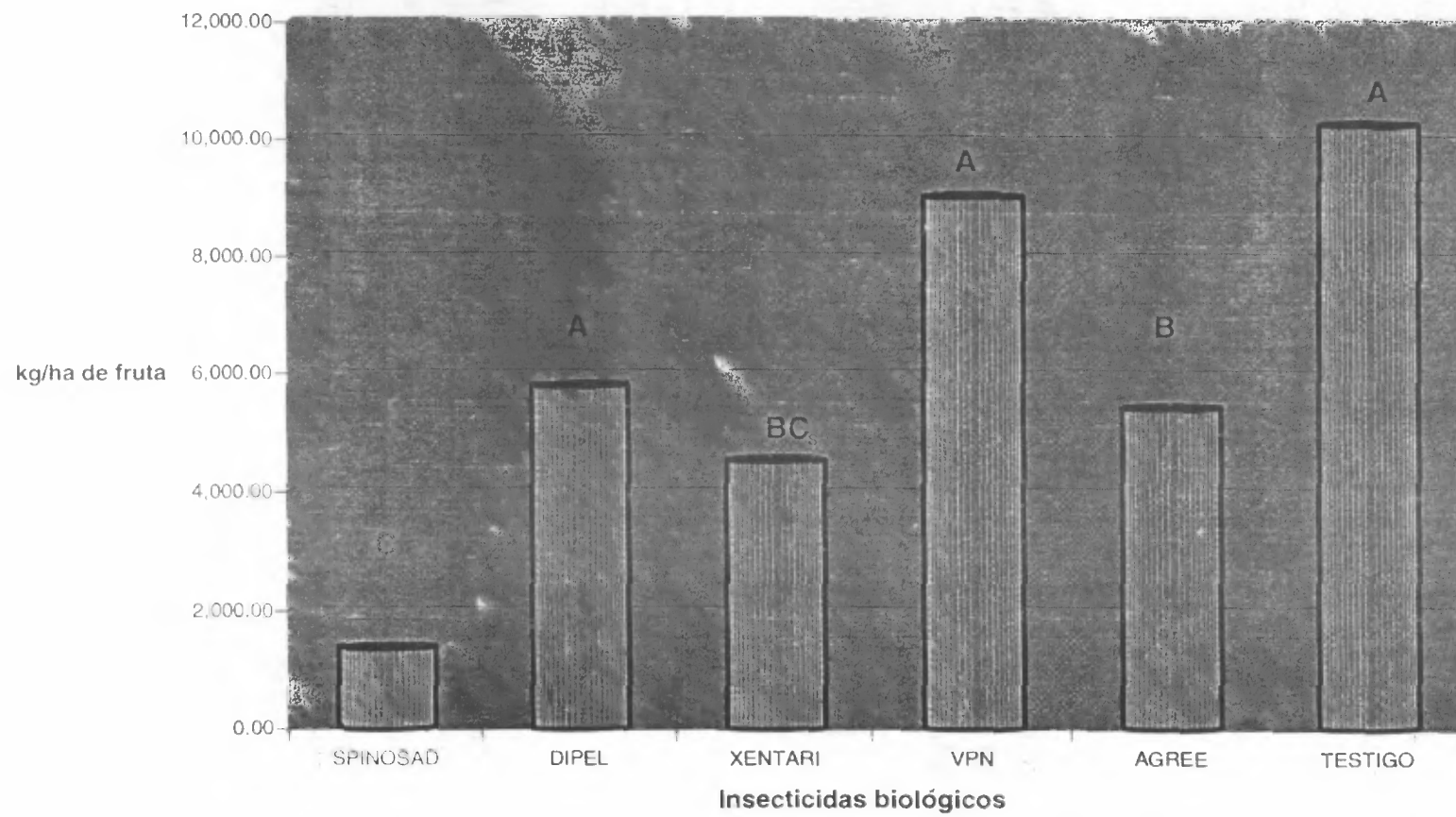


Figura 8. Rendimiento de segunda calidad en kg/ha, en Usumatlan, Zacapa, 1999.

7.4. Rendimiento de fruta de rechazo en kg / ha.

Se determinó durante la cosecha, el recuento de fruta que presentara daño, lesiones o perforaciones en su redcilla, causada por larvas de *Spodoptera spp.*, la cual no cumpliera con los estándares de calidad para su exportación, por su daño no tolerable mayor a 20 milímetros. Esta fruta es rechazada debido a que estas áreas afectadas por el daño causado de *Spodoptera spp.*, la fruta durante su vida de anaquel acelera su maduración y genera hundimientos en las partes afectadas, como también dan mala apariencia a la fruta, no tolerable para su exportación.

Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento promedio de fruta de melón Rechazo en kg/ha, en el cultivo de melón, La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Pr > Fc	
Repeticiones	2	55858.5542	27929.2771	15.75	0.0001	----
Factor A	2	5188.8919	2594.4459	1.43	0.2476	N.S.
Factor B	5	59860.3427	11972.0685	6.75	0.0003	*
Interacción A * B	10	22244.5607	2224.4560	1.25	0.2989	N.S.
Error (a)	4	9802.1344	2450.5336	1.38	0.2638	----
Error Experimental	30	53194.8237	1773.1607			
Total	53	206149.3077				

Referencia.

C.V. = 82.54 %

* = Existe diferencia significativa al 5 % de probabilidad

N.S. = No significativo

Los resultados del análisis de varianza en el cuadro 12, se observa que no existen diferencias significativas al 5 %, en el número de aplicaciones, indicando que no existió efecto de este factor sobre el rendimiento de fruta rechazada por daño causado por larvas de *Spodoptera spp.* Existiendo diferencias significativas al 5 % en el factor B, que corresponde a los diferentes insecticidas biológicos, los cuales influyeron en el efecto de control sobre las larvas de *Spodoptera spp.* en el daño que ejercen en la fruta, demostrado en el rendimiento de fruta de rechazo. No existiendo diferencia en la interacción de número de aplicaciones y los diferentes insecticidas.

Cuadro 13. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5%, para el rendimiento promedio de fruta de rechazo en kg / ha. En el cultivo de melón, para los cinco insecticidas biológico. Palmilla, Usumátlan, Zacapa, 1999.

FACTOR A (Productos)	MEDIA (kg / ha.)	GRUPO TUKEY AL 5%
Testigo Absoluto	3,717.11	A
AGREE ®	1,455.60	A B
VPN ®	1,249.68	B
XENTARI ®	1,211.84	B
DIPEL ®	962.42	B
ESPINOSAD ®	53.54	B

De acuerdo al análisis efectuado por la prueba de Tukey al 5% como comparador múltiple de medias en el cuadro 13, se determinó que estadísticamente hay diferencia entre los diferentes insecticidas biológicos y el testigo absoluto, en cuanto a los rendimientos promedio de frutas de rechazo en kg/ha, debido al daño, lesiones o perforaciones causadas por las larvas de *Spodoptera spp.* En cuanto a los insecticidas biológicos evaluados el Spinosad SC ® *Saccharopolyspora spinosa* obtuvo un menor rendimiento promedio de fruta rechazada con 53.54 kg/ha, logró

reducir el nivel de daño al fruto de melón, sucediendo lo contrario con el testigo absoluto con 3,717.11 kg/ha, el cual obtuvo el mayor rendimiento de rechazo, así también sucede en las aplicaciones del insecticida biológico Agree WG ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai/kurstaki donde se incrementó el nivel de daño con 1,455.60 kg/ha.

En la figura 9, se muestra en una forma grafica, los rendimientos promedio de fruta de rechazo por presentar daño de *Spodoptera spp.*, de los tratamientos evaluados.

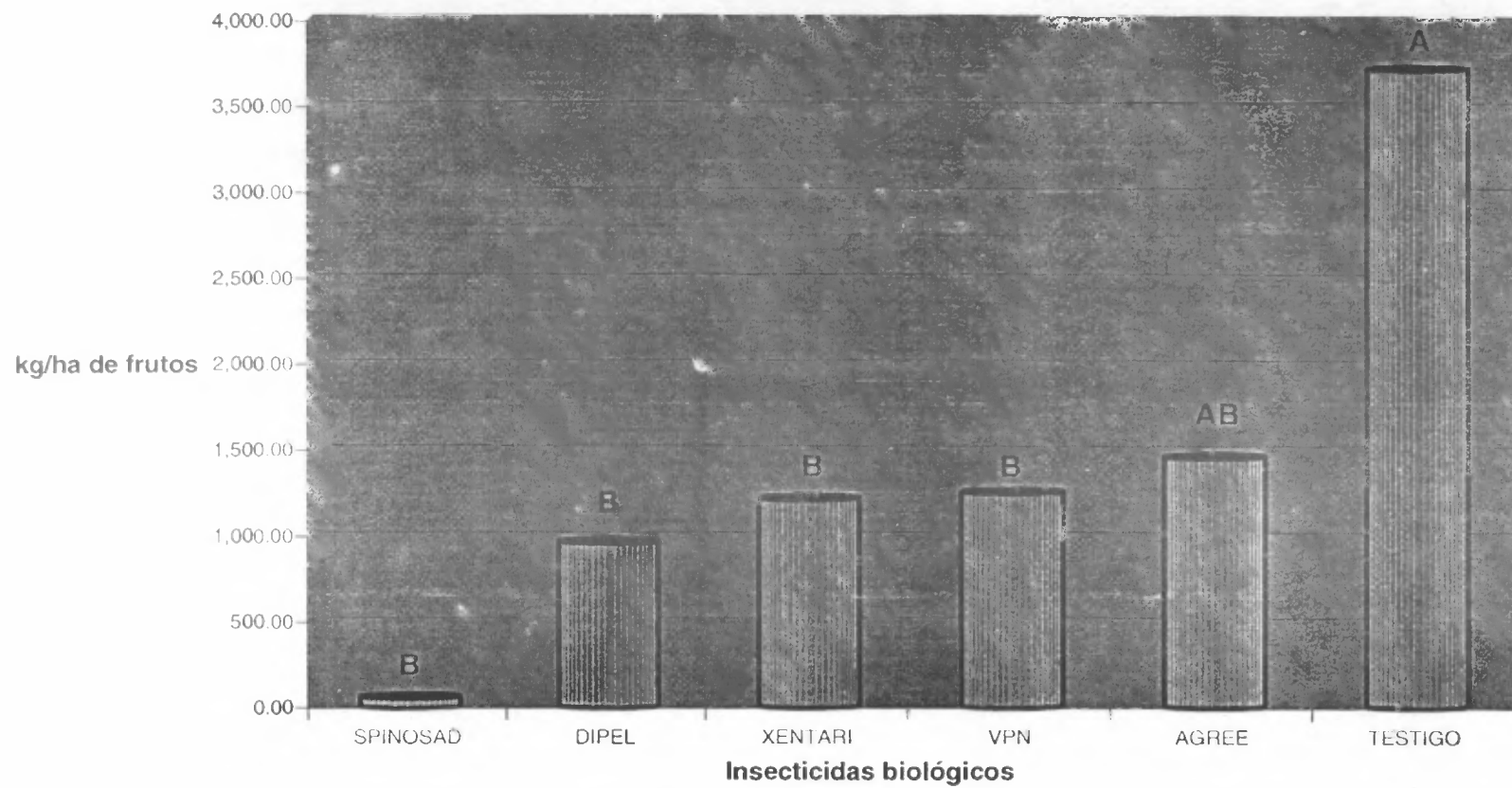


Figura 9. Rendimiento de rechazo en kg/ha, en Usumatlan, Zacapa, 1999.

7.5. Análisis económico

Este análisis se realizó con base a los resultados obtenidos en la cosecha de cada tratamiento, tomando fruta de primera y segunda calidad de exportación, en kg / ha. Tomando en cuenta el precio de la fruta de primera calidad de Q 2.60 por kg. y de la fruta de segunda calidad de Q 1.60 por kg. de fruta fresca, de esta manera se obtuvieron los diferentes ingresos brutos para los tratamientos.

Con base al cuadro 14, se determinó los costos variables de cada insecticida biológico tomando el número de aplicaciones de diez, por presentar el mayor rendimiento de fruta de primera calidad, calculando también su beneficio bruto y el beneficio neto.

Cuadro 14. Análisis de presupuesto parcial de los diferentes insecticidas biológicos evaluados con diez aplicaciones, para el control de larvas de *Spodoptera spp.*, en el cultivo del melón, Usumatlan, Zacapa, 1999.

CONCEPTO	TRATAMIENTO					
	Dipel WG	Xentari WG	Spinosad SC	VPN WP	Agree WG	Testigo
Rendimiento promedio 1ra. Calidad (kg/ha)	18,012.85	21,287.49	25,136.65	16,549.92	17,346.44	11,570.39
Precio 1ra. (Q/kg)	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.6
Ingreso 1ra (Q/ha)	46,833.41	55,347.47	65,355.29	43,809.79	45,100.74	30,083.01
Rendimiento promedio 2ª calidad (kg/ha).	5,774.51	4,523.29	1,360.87	9,015.43	5,407.46	10,248.12
Precio 2ª. (Q/kg)	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.6
Ingreso 2ª. (Q/ha)	9,239.22	7,237.26	2,177.39	14,424.68	8,651.94	16,396.99
Beneficio Bruto (Q / ha)	56,072.63	62,584.74	67,532.68	58,234.47	53,752.68	46,480
Costo del insecticida en diez aplicaciones (Q/ha)	1,980	1,490	2,394	850	2,504	0
Costo de aplicación en Diez aplicaciones (Q/ha)	545.60	545.60	545.60	545.60	545.60	0
Costo Variable total (Q / ha)	2,525.60	2,035.60	2,939.60	1,395.60	3,049.60	0
Beneficio Neto (Q / ha)	53,547.03	60,549.14	64,593.08	56,838.87	50,703.08	46,480

7.5.1. Determinación de costos variables, beneficio neto y análisis de dominancia.

En el cuadro 15 se muestra el análisis de dominancia de los diferentes insecticidas biológicos los cuales se ordenan de mayor a menor de acuerdo al beneficio neto.

Cuadro 15. Análisis de costos variables, beneficios netos y análisis de dominancia de los diferentes insecticidas biológicos, en el cultivo del melón *Cucumis melo var. reticulatus*. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa 1999.

Tratamiento	Beneficio Neto Q	Costo Variable Q	Dominancia
Spinosad ®	64,593.08	2,939.60	ND
Xentari ®	60,549.14	2,035.60	ND
VPN ®	56,838.87	1,395.60	ND
Dipel ®	53,547.03	2,525.60	D
Agree ®	50,703.08	3,049.60	D
Testigo	46,480.00	0	ND

Referencia: ND = No dominante
D= Dominante

Por medio del análisis de dominancia, cuyo propósito es destacar los tratamientos cuyo ingreso no compensa los costos incurridos, así se tiene que D representa un tratamiento dominado, porque no supera los beneficios netos de otro tratamiento con menor costo y a la vez desechado para la determinación de la tasa marginal de retorno capital variable.

7.5.2. Determinación de las tasas marginales de retorno de capital variable.

En el cuadro 15 se muestra el análisis marginal a través del cual se obtiene la tasa de retorno marginal que es lo que realmente interesa para saber cuanto se espera ganar por cada quetzal invertido.

Cuadro 16. Análisis de las tasas marginales de retorno de los diferentes insecticidas biológicos , para el control de larvas de *Spodoptera spp.*, en el cultivo del melón *Cucumis melo var. reticulatus* , La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, 1999.

Tratamiento	B. N. Q.	C. V. Q.	- B. N.	- C. V.	TMR
Spinosad ®	64,593.08	2,939.60	4,043.94	904.00	447.34
Xentari ®	60,549.14	2,035.60	3,710.27	640.00	579.73
VPN ®	56,838.87	1,395.60	10,358.57	1,395.60	742.23
Testigo absoluto	46,480.00	0			

En el cuadro 16, nos muestra que los dos insecticidas biológicos *Saccharopolyspora spinos*, *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai y el testigo absoluto, desde el punto de vista económico son recomendables, según resultados de la tasa de retorno marginal.

De acuerdo al cuadro 16 se deduce que la tasa marginal de retorno más alta fue el insecticida biológico VPN WP® virus de la poliedrosis nuclear con 742.23, esto significa que por cada Q 100.00 invertidos con el tratamiento VPN WP®, se espera recobrar los Q 100.00 y adicionalmente Q 742.23.

8. CONCLUSIONES

- 8.1. Bajo las condiciones de Agrifresco, S. A., Usumatlan, Zacapa, no existió diferencia estadística en los cinco insecticidas biológicos en cuanto al número de larvas de *Spodoptera spp.* presentes. Presentando una menor media de población por mayor efectividad en el control de larvas, *Saccharopolyspora spinosa* con un promedio de población de 3 larvas por quince plantas y *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai, con 4 larvas por quince plantas, en el cultivo del melón *Cucumis melo var. reticulatus*, durante la primera época de producción, que comprende de Septiembre a Diciembre 1999.
- 8.2. El número de aplicaciones evaluadas, con frecuencia cada cinco días, no influyeron en la población de larvas de *Spodoptera spp.*, presentes en quince plantas de melón.
- 8.3. Estadísticamente se pudo demostrar que el número de aplicaciones de los insecticidas biológicos influyeron en la obtención de rendimiento de frutas de melón de primera y segunda calidad.
- 8.4. Estadísticamente no se pudo demostrar el efecto de control en cuanto a la interacción del número de aplicaciones y los diferentes insecticidas biológicos, como también su efecto en cuanto a rendimientos de primera, segunda calidad y rechazo.
- 8.5. El mejor efecto con respecto a la producción de fruta fresca de melón de primera calidad, el *Saccharopolyspora spinosa* con 25,136.65 kg / ha., con un número de diez aplicaciones por ciclo de cultivo, el cual incremento de rendimiento de fruta de primera calidad con un 21 % más del resto de tratamientos.
- 8.6. El insecticida biológico *Saccharopolyspora spinosa*, obtuvo el menor rendimiento de fruta rechazada causada por daño, lesiones o perforaciones debido a larvas de *Spodoptera spp.*, con un rendimiento promedio de 53.54 kg / ha. Obteniendo el mayor rendimiento promedio de fruta rechazada el testigo absoluto con 3,7170.11 kg / ha, seguido por el insecticida biológico *Bacillus thuringiensis* Berliner var. aizawai / kurstaki con 1,455.60 kg / ha.
- 8.7. Por el análisis económico efectuado se determino que los insecticidas biológicos Virus de la poliedrosis nuclear presento una mejor tasa de retorno marginal de Q 742.23. Existiendo diferencia entre los diferentes insecticidas biológicos, por lo cual se rechaza la segunda hipótesis.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1. Como alternativa para el control de larvas de *Spodoptera spp.* en el cultivo del melón, bajo condiciones de La Palmilla, Usumatlan, Zacapa, se recomienda la aplicación del insecticida biológico Spinosad WG® *Saccharopolyspora spinosa*, con una dosis de 0.06 lt/ha., diez aplicaciones y una frecuencia de cinco días por presentar un mejor control sobre las larvas de *Spodoptera spp.*, mayores rendimientos promedio de fruta de primera calidad, menor rendimiento de fruta de segunda calidad y un menor rendimiento de fruta de rechazada por presentar daño causado por larvas de *Spodoptera spp.*, con una mejor tasa de retorno marginal, como parte de un programa de control biológico debido a su efecto de control en el cultivo del melón.
- 9.2. Incluir en rotación dentro del programa de manejo integrado de plagas, para el control de larvas de *Spodoptera spp.*, en el cultivo del melón *Cucumis melo L. var. reticulatus*, la utilización de insecticidas biológicos.
- 9.3. Continuar con la búsqueda de nuevas alternativas biológicas, para el manejo y control de larvas de *Spodoptera spp.*, en el cultivo del melón *Cucumis melo L. var. reticulatus*.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ABBOTT LABORATORIES. (E.E.U.U.) 1991. Dipel ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. Kurstaki. Illinois, E.E.U.U., Chemical and agricultural products division. p 4-6.
2. _____. 1999. Xentari ® *Bacillus thuringiensis* Berliner var. Aizawai. Illinois, E.E.U.U., Chemical and agricultural products división. p 2 - 4.
3. AGRIFRESCO, S. A. 1997. Registros de producción de la temporada Agosto 1996 - mayo 1997. Zacapa, Guatemala. 180 p.
4. ANDREWS, K.F. ; QUEZADA J.R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Honduras, Escuela agrícola panamericana, El Zamorano. p 211 - 217.
5. ASGROW SEED COMPANY. (E.E.U.U.) 1992. Informe sobre manejo de melón Cantaloupe Kalamazoo. p 2-15.
6. BARRIOS GARCIA, E. 1976. Ensayos biológicos en *Bacillus thuringiensis* Berliner *Brassica oleracea* var. Capitata. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 12-32.
7. CONTROL DE LARVAS. 1980. París, Roussel UCLAF. Boletín técnico Desis, no. 12. p 3 -18.

8. CAVE, R. D. 1995. Manual para la enseñanza del control biológico en América latina. Honduras, Escuela agrícola panamericana, El Zamorano, Honduras. p 51 - 62.
9. CIBAGRO. 1994. (México). Bioinsecticidas a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner. p 3 - 11.
10. CORONADO PADILLA, R. ; MARQUEZ, A. 1980. Introducción a la entomología. 4 ed. Mexico, Limusa. p 170 - 188.
11. DE BACH, P. 1984. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Trad. Por Carlos Manuel Castaño. México, Limusa. p 582 - 721.
12. DOWELANCO. 1996. Manual técnico, Spinosad. Jalisco, México, Trillas. p 2 - 5.
13. E.E.U.U. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1982. Manejo y control de plagas de insectos. Trad. Modesto Rodríguez De la torre. 2 ed. México, Limusa v.3. p 189 - 219.
14. FARRING, W. ; PORRES, G.O. 1964. Proyectos de irrigación del valle de la Fragua. Guatemala, Ministerio de Agricultura. p 1 - 33.
15. FERNANDEZ DE LA VEGA, C.F. 1979. Ensayo de uso de virus de la poliedrosis nuclear en la lucha biológica contra el gusano *Spodoptera exigua* (Hubner) en la plantación de Algodón *Gossypium hirsutum*, Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 6 - 11.

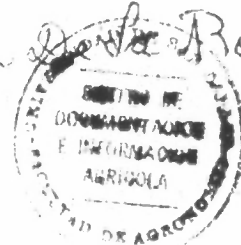
16. GONZALES, R. 1984. El Cultivo del melón. Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Comunicación Social. p 4.
17. GUATEMALA. Banco de Guatemala. Estudio sobre las exportaciones 1995. Guatemala. 20 p.
18. GUATEMALA. INSTITUTO CIENCIAS Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS. 1990. Gusano del tomate; prevenga su daño en forma segura y económica. Guatemala. p 8.
19. GUATEMALA. INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Datos climatológicos Valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala. p 38.
20. JIMENEZ LACHARME, F. 1973. Estudio Comparativo de patogenicidad de diferentes variedades de *Bacillus thuringiensis* Berliner en larvas de primer instar de *Hypsipyla grandella*. Tesis Ing. Agr. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Depto. Fitotecnia. p 12 - 31.
21. KING, A.B.S. ; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Inglaterra. Administración de desarrollo extranjero. 182 p.
22. LEÑANO, F. 1974. Como se cultivan las hortalizas de fruto, España, Vecchi. p 93 - 104.
23. MAZARIEGOS ESTRADA, 1982. La efectividad de *Bacillus thuringiensis* Berliner, en el control de gusano enrollador *Psara periusalis* (Walker). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 7-19.

24. MENDOZA CIPRIANO, 2000. Evaluación de agentes biológicos, en el control de gusanos del fruto de tomate *Lycopersicon esculentum* (Miller), Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 6 - 41 .
25. METCALF, R. L.; LUCKMAN, W. H., 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. Traducido por Antonio Garcia Trejo y Ramon Elizandro Mata. México D.F., Limusa. p 223 - 263.
26. MEZA NIETO, J. ; MARTINEZ TORNER, F. 1963. Plagas de la agricultura y sistemas para combatirlas. México, Guerrero. p 6 - 30.
27. MONTES, A. 1989, Generalidades del cultivo de hortalizas. Honduras, Escuela agrícola panamericana, El Zamorano. p 23 - 30.
28. REYES CASTAÑEDA, P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. México, Trillas. p 50 - 69.
29. SAMAYOA, E. 1992. Análisis de rentabilidad tasa de retorno. Agro Informativo (Gua.) no. 4: 5-5.
30. SEMINARIO SOBRE MANEJO Y USO DE PLAGUICIDAS. 1991. Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, Guatemala. Guatemala, Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas. p. 50 - 200.

31. SIMMONS, C. S. ; TARANO, J. M. ; PINTO J. M. 1969. Clasificación de reconocimiento de los suelos de Guatemala, Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Pineda Ibarra. p 10 - 18.
32. VELASCO CHANG, N. 1980. Uso de *Bacillus thuringiensis* Berliner. Asociado con Piretroides y Endosulfan en el control de *Pieris monuste* (Linnaeus), *Thichoplusia ni* (Huebner) y *Plutella xylostella* (Linnaeus) en el cultivo de la Coliflor *Brassica oleracea* var. *Botritis*, Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 7 - 14.

vo. 30.

Opinion de la Roca



11. APÉNDICE

Cuadro 17 A. Costo de producción por hectarea de melón *Cucumis melo var. reticulatus*, Agrifresco, S. A., La palmilla, Usumatlan, Zacapa.

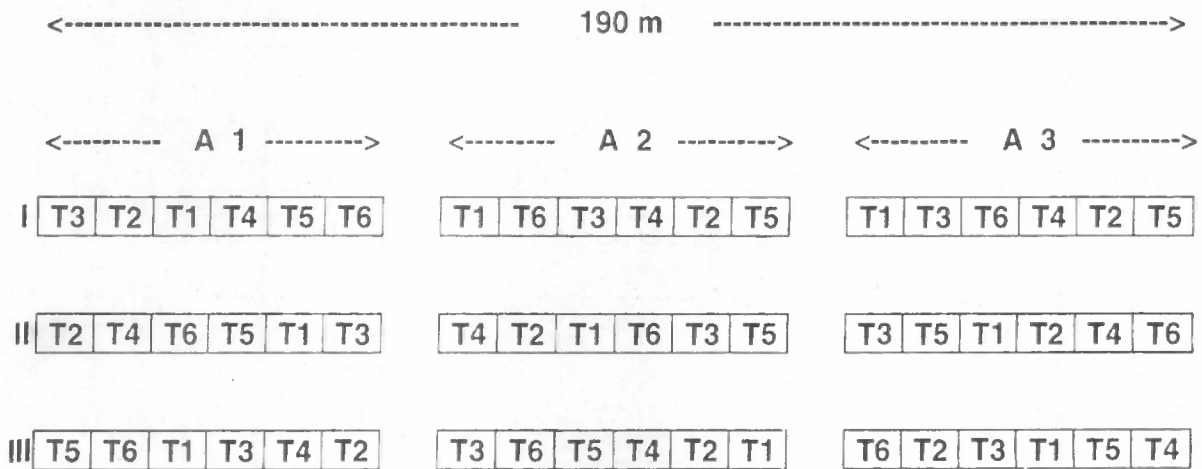
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO Q	VALOR PARCIAL Q	SUB-TOTAL Q	TOTAL Q
I. Costos directos					
1. Arrendamiento de la tierra.				1122.55	
2. Mano de Obra.					
a) Preparación de la tierra	20jornales	25	500		
b) Ahoyado	8jornales	25	200		
c) Siembra	12jornales	25	300		
d) Movimiento y poda	45jornales	25	1125		
e) Cosecha	60jornales	25	1500		
f) Limpias	28jornales	25	700		
g) Mecanización	22jornales	35	770		
h) Operarios de motor de riego	20jornales	30	600		
i) Aplicaciones de fungicidas e insecticidas.	19jornales	27.5	522.5		
j) Manejo de apiarios	2jornales	35	70	6287.50	
3. Insumos.					
a) Bromuro de metilo	250kg	21.00	5250.00		
b) Nylon	4.58rollos	618.06	2830.71		
c) Semilla	0.45kg.	2090	950.00		
d) Pilon	13,777pilones	0.09	1171.05		
e) Fertilizantes			3837.32		
f) Fungicidas			2863.21		
g) Herbicidas			842.18		
h) Insecticidas			3007.75		
i) Repuestos, combustible y Lubricantes para maquinaria			1200		
j) Materiales para colmenas			35	21987.22	29397.27
II. Costo Indirecto					
a) Cuota del IGSS (6% SMO)				377.25	
b) Intereses (26 % SCD)				7643.29	
c) Imprevistos (5 % SCD)				1469.86	9490.40
III. Costo Total					38887.67

Cuadro 18 A. Datos obtenidos de las variables experimentales.

REPETICION	FACT A	FACT B	Larvas/15 p	REND 1RA	REND 2DA	RECHAZO
1	8	Dipel	6	6729.98	10112.22	2324.32
1	8	Xentari	5	10393.55	9359.32	2887.77
1	8	Spinosad	2	22545.15	849.16	0.00
1	8	VPN	12	9681.59	10947.74	672.59
1	8	Agree	3	15813.11	6166.53	1849.93
1	8	Testigo	23	8368.33	14092.65	4967.05
1	10	Dipel	8	11741.82	11048.90	2753.41
1	10	Xentari	2	18881.06	3823.93	2018.02
1	10	Spinosad	2	24503.71	1832.95	0.00
1	10	VPN	3	15442.97	8011.83	1474.13
1	10	Agree	6	12450.18	8273.61	2732.30
1	10	Testigo	21	11503.46	7259.71	1480.05
1	12	Dipel	8	19607.96	4532.30	1783.78
1	12	Xentari	3	13738.98	4735.90	3341.05
1	12	Spinosad	2	21937.43	1958.81	482.63
1	12	VPN	6	5807.20	5954.18	2091.89
1	12	Agree	3	9406.43	5335.64	5647.61
1	12	Testigo	44	6218.27	9121.74	6357.01
2	8	Dipel	3	22335.37	3649.67	0.00
2	8	Xentari	5	27581.44	9397.67	1734.36
2	8	Spinosad	2	28654.03	1778.89	0.00
2	8	VPN	8	16092.65	13102.95	2321.49
2	8	Agree	2	17837.31	6614.92	462.55
2	8	Testigo	18	13122.25	15555.20	4590.73
2	10	Dipel	3	22248.11	8460.22	1801.03
2	10	Xentari	8	19934.09	4302.44	925.10
2	10	Spinosad	2	28434.72	3066.15	0.00
2	10	VPN	2	20369.35	8155.72	979.41
2	10	Agree	3	14066.91	3512.48	369.88
2	10	Testigo	3	12264.85	9101.41	1200.00
2	12	Dipel	6	15172.70	2983.78	0.00
2	12	Xentari	2	21556.22	2659.97	0.00
2	12	Spinosad	2	19341.29	308.37	0.00
2	12	VPN	8	17564.20	11906.04	2967.82
2	12	Agree	3	16575.53	2400.00	0.00
2	12	Testigo	8	5967.56	9227.28	4135.90
3	8	Dipel	8	16509.12	4785.32	0.00
3	8	Xentari	5	23863.30	822.14	0.00
3	8	Spinosad	5	25587.10	740.03	0.00
3	8	VPN	6	13423.67	15024.44	0.00
3	8	Agree	5	17034.99	10022.90	2038.61
3	8	Testigo	24	6253.28	16292.39	2059.71
3	10	Dipel	3	23540.52	3689.83	0.00
3	10	Xentari	3	26037.30	4935.65	0.00
3	10	Spinosad	5	27100.36	1040.67	0.00
3	10	VPN	2	31129.44	4302.44	740.03
3	10	Agree	9	28421.34	3323.29	0.00
3	10	Testigo	18	17189.94	6723.03	822.14
3	12	Dipel	2	24229.58	2708.11	0.00
3	12	Xentari	3	29602.29	672.59	0.00
3	12	Spinosad	5	28126.10	672.59	0.00
3	12	VPN	8	21948.50	3734.36	0.00
3	12	Agree	6	24512.72	3016.99	0.00
3	12	Testigo	18	23244.76	4859.97	891.89



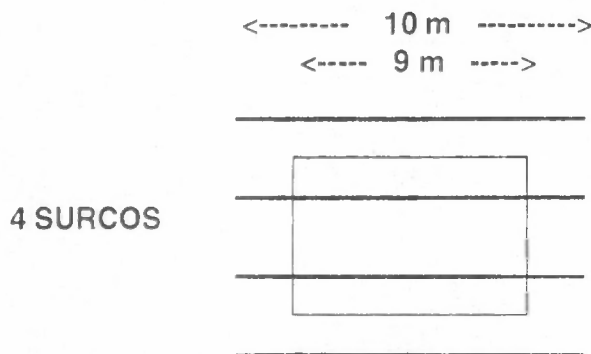
Figura 10 A. Croquis del experimento. Agrifresco, S. A. La Palmilla, Usumatlan, Zacapa.



Referencia

- | | |
|---------------------|------------------------------------|
| A1: 8 aplicaciones | T1: Dipel |
| A2: 10 aplicaciones | T2: Xentari |
| A3: 12 aplicaciones | T3: Spinosad |
| | T4: Virus de la polidrosis nuclear |
| | T5: Agree |
| | T6: Testigo absoluto |

Figura 11 A. Parcela experimental



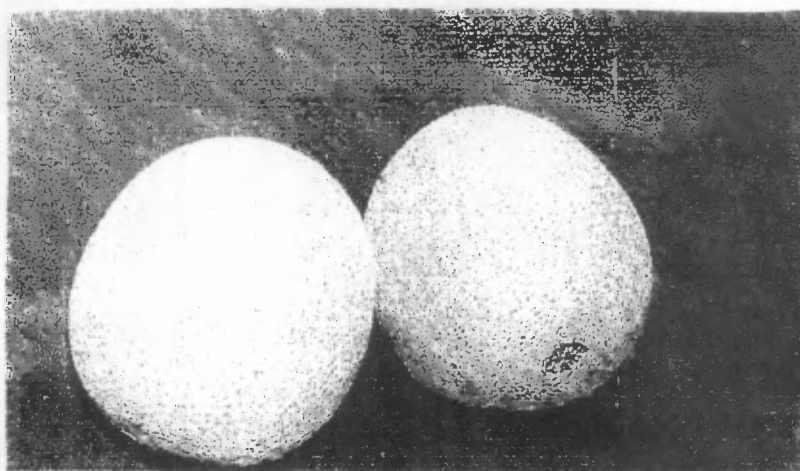
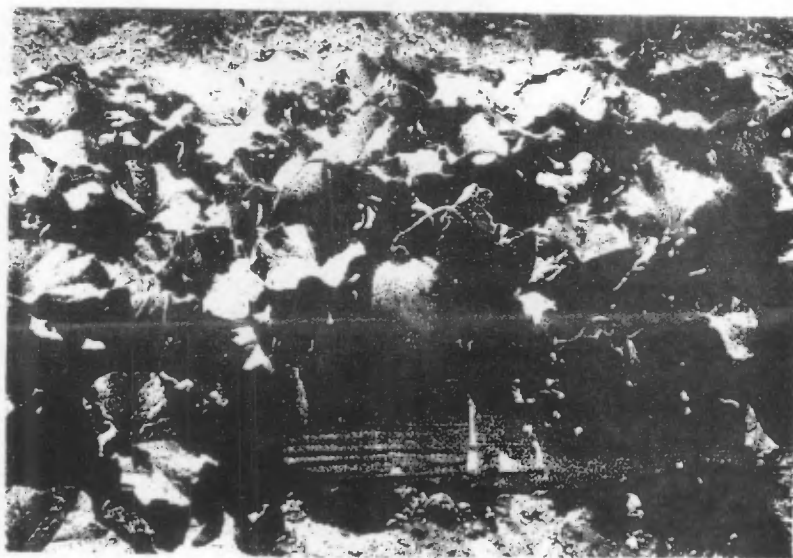
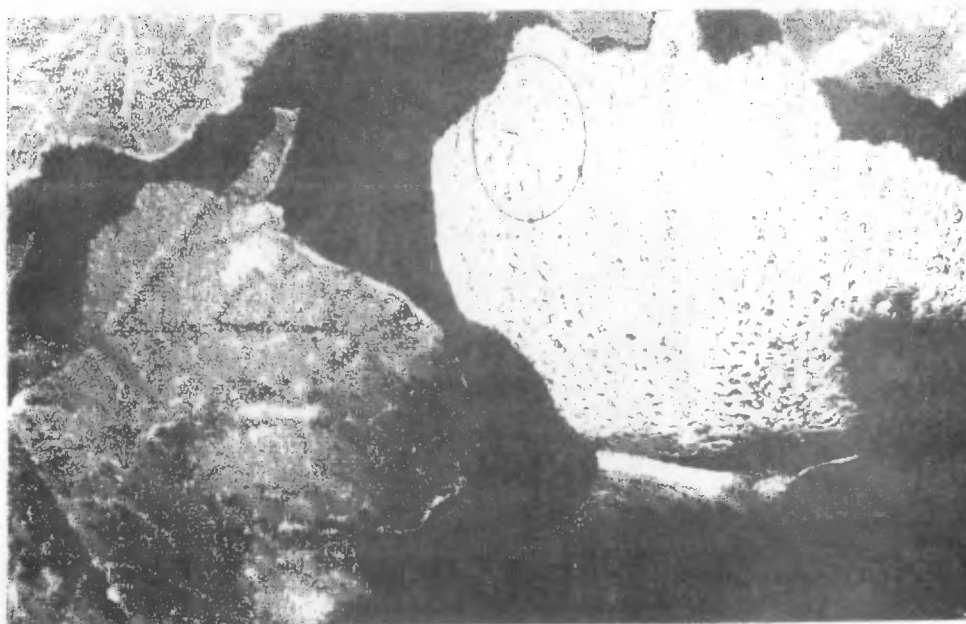


Figura 12 A. Cultivo del melón cantaloupe *Cucumis melo* L. var. *reticulatus*.

A.



B.

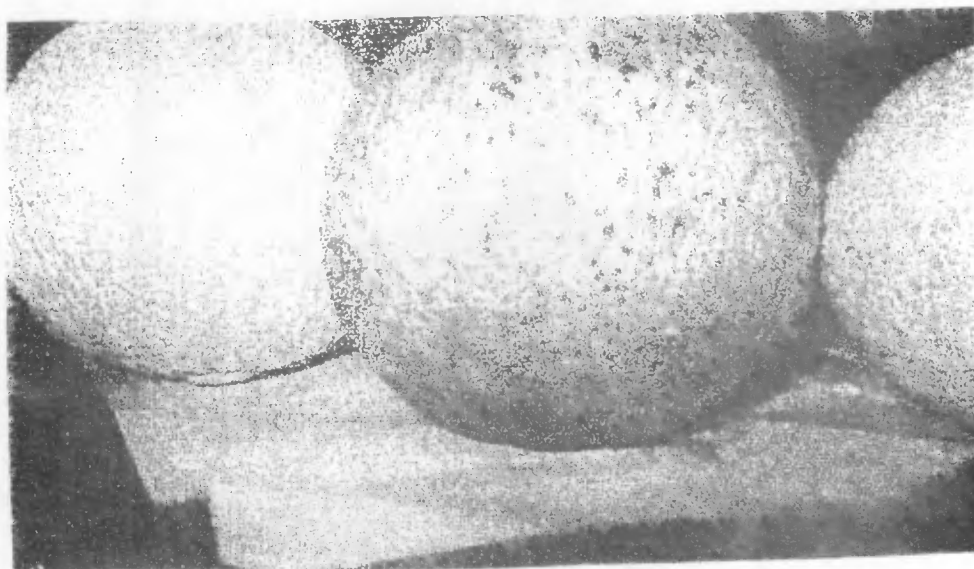


Figura 13 A.

A. Larva de *Spodoptera spp.* sobre fruta de melón *Cucumis melo* L. var. *reticulatus*.

B. Fruta rechazada para su exportación por presentar daño causado por larvas de *Spodoptera spp.*



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITUALDA: "EVALUACION DE CINCO INSECTICIDAS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE LARVAS DE Spodoptera spp. EN EL CULTIVO DEL MELÓN TIPO CANTALOUPE (Cucumis melo L. var. reticulatus), EN USUMATLAN, ZACAPA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GERSON LEONARDO SANCHEZ VASQUEZ

CARNET No: 9114040

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Estuardo Roca Canet
Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. Alvaro G. Hernández Dávila
A S E S O R

ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA
ING. AGRÓNOMO
COLEGIADO # 602

Ing. Agr. José E. Girón Mayorga
A S E S O R

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

cc:Control Académico
Archivo
IIA.
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: ilusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>