

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

EVALUACION DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS EN DOS FRECUENCIAS DE
APLICACION PARA EL CONTROL DE PICUDO DEL CHILE Anthonomus eugenii Cano
BAJO CONDICIONES DEL VALLE CENTRAL DE SALAMA.

TESIS

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

POR

LUIS AUGUSTO PEREZ MELGAR

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2000.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**RECTOR****Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA****JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA****DECANO
VOCAL PRIMERO
VOCAL SEGUNDO
VOCAL TERCERO
VOCAL CUARTO
VOCAL QUINTO
SECRETARIO****Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
Ing. Agr. William Roberto Escobar López
Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
Prof. Jacobo Bolvito Ramos
Br. José Baldomero Sandoval Arriaza
Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada**

Guatemala, noviembre del 2000.

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

Distinguidos miembros:

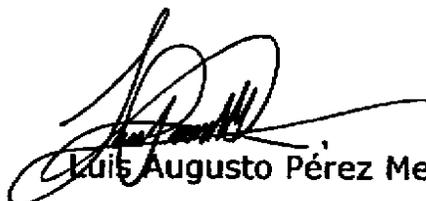
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS EN DOS FRECUENCIAS DE APLICACION PARA EL CONTROL DE PICUDO DEL CHILE Anthonomus eugenii Cano BAJO CONDICIONES DEL VALLE CENTRAL DE SALAMA BAJA VERAPAZ.

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente,


Luis Augusto Pérez Melgar

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Por darme la sabiduría y guiarme en todo momento.
- MIS PADRES** Martín Alfredo Pérez Villela
Eloisa Candida Melgar Tólico de Pérez.
Seres abnegados quienes con su trabajo, dedicación y amor, forman parte esencial de este triunfo.
- MI ESPOSA** Blanca Lesbia.
Por su amor, dedicación y comprensión.
- MIS HIJAS** Diana Paola y Mariarenee.
Como muestra de mi amor por ellas.
- MIS HERMANOS** Ericka, Alfredo, Carlos y Mario René(+).
Como muestra de cariño
- MIS ABUELOS** Pedro Pérez(+), Virginia Villela de Pérez, Salvador Melgar(+), Desideria Tólico de Melgar.
- MI FAMILIA EN GENERAL** Con respeto.
- MIS AMIGOS** Erick Bolaños, Raúl Mancilla, Ivan Mancilla, Marvin Xia, Nelson López, Romulo Garcia, Erick Reyes, Selvin Maldonado, Marlon Dávila, Boris Sandoval, Henry Leonardo.

Como un recuerdo especial.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

SAN RAYMUNDO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE FORMACION DE PROFESORES DE
ENSEÑANZA MEDIA (EFPEM)INSTITUTO NACIONAL DE BACHILLERATO EN
COMPUTACIONINSTITUTO EXPERIMENTAL "ENRIQUE GOMEZ
CARRILLO"TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON EN MI
FORMACION

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES

Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila
Ing. Agr. Ronald EstradaPor su valioso aporte y entusiasmo en la
ejecución de la investigación.

CENTRO EDUCATIVO TECNICO LABORAL KINAL.

Por el apoyo y recursos prestados.

LOS COMPAÑEROS DE TRABAJO EN EL CENTRO EDUCATIVO
TECNICO LABORA KINAL.

Especialmente, Julio Medina y Otto Portillo.

TODOS LOS AGRICULTORES DEL VALLE CENTRAL DE SALAMA

Por su colaboración

LA FAMILIA TURCIOS CARRILLO.

Por los recursos prestados.

IVAN Y RAUL MANCILLA.

Por la confianza y recursos prestados.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A:

Este trabajo de investigación fue realizado con el apoyo técnico y financiero de la Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (REDCAHOR) y las siguientes instituciones:

Asian Vegetable Research and Development Center (**AVRDC**)

Banco Centroamericano de Integración Económica (**BCIE**)

Banco Interamericano de Desarrollo (**BID**)

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (**IICA**)

REDCAHOR-GUATEMALA

Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala (**FAUSAC**).

CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEORICO.....	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	4
3.1.1 El chile pimiento <u>Capsicum annum</u> L.....	4
3.1.2 Importancia económica mundial del chile pimiento.....	5
3.1.3 Composición química y valor nutritivo.....	5
3.1.4 Características del picudo del chile <u>Anthonomus eugenii</u> Cano.....	5
3.1.5 Control biológico de plagas.....	8
3.1.6 Entomopatógeno <u>Beauveria bassiana</u> (Balsamo) Vuill.....	9
3.1.7 Investigaciones realizadas con <u>Beauveria bassiana</u> Balsamo (Vuill).....	11
3.1.8 Entomopatógeno <u>Metarhizium anisopliae</u> (Metch) Sorokin.....	13
3.1.9 Investigaciones con <u>Metarhizium anisopliae</u> (Metch) Sorokin.....	14
3.1.10 <u>Azadirachta indica</u> (Neem).....	15
3.2 MARCO REFERENCIAL.....	19
3.2.1 Ubicación política y geográfica del lugar de la investigación.....	19
3.2.2 Clima y ecología.....	19
3.2.3 Suelos.....	20
3.2.4 Descripción de materiales experimentales.....	20
3.2.4.1 Material vegetal (Variedad Nathalie).....	20
3.2.4.2 Entomopatógeno <u>Beauveria bassiana</u> (Balsamo) Vuill.....	21
3.2.4.3 Entomopatógeno <u>Metarhizium anisopliae</u> (Metch) Sorokin ..	21
3.2.4.4 Aceite de neem en carbonato de sodio.....	22
4. OBJETIVOS.....	23
4.1 General.....	23
4.2 Objetivos específicos.....	23
5. HIPOTESIS.....	24
6. METODOLOGIA.....	25
6.1 Diseño experimental.....	25
6.2 Definición de tratamientos.....	26
6.3 Dosificación.....	26
6.4 Modo de aplicación.....	27
6.5 Modelo estadístico.....	27
6.6 Unidad experimental.....	28
6.7 Manejo agronómico del experimento.....	29
6.7.1 Semilla.....	29
6.7.2 Preparación del suelo.....	29
6.7.3 Fertilización.....	29
6.7.4 Riego.....	30

6.7.5 Control de plagas y enfermedades.....	31
6.8 Variables repuesta.....	32
6.8.1 Rendimiento de fruto comercial (kg/ha).....	32
6.8.2 Número de frutos caídos y dañados por la plaga por parcela neta.	32
6.8.3 Número de picudos adultos por parcela neta.....	32
6.9 Análisis estadístico.....	33
6.10 Análisis económico.....	33
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
7.1 Número de picudos adultos por parcela neta.....	35
7.2 Frutos caídos y dañados por acción de la plaga.....	43
7.3 Rendimiento de fruto comercial (kg/ha).....	46
7.4 Análisis económico.....	50
8. CONCLUSIONES.....	55
9. RECOMENDACIONES.....	56
10. BIBLIOGRAFIA.....	57
11. APENDICE.....	60

INDICE DE CUADROS

	pagina
Cuadro 1. Composición química y valor nutritivo del chile pimiento por 100 grs de producto comestible	6
Cuadro 2. Definición de niveles sustratos y dosis de los factores, frecuencia y método de control	25
Cuadro 3. Definición de tratamientos o alternativas, formados por la combinación de los niveles de los factores.	26
Cuadro 4. Número de picudos adultos por parcela neta, durante todo el ciclo de cultivo, en la evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.	35
Cuadro 5. Resultados del análisis de varianza para el número de picudos adultos por parcela neta en la evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.	36
Cuadro 6. Prueba de medias tukey 5% de significancia, del número de picudos adultos por parcela neta, en la evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.	37
Cuadro 7. Promedio de picudos adultos por parcela neta, en evaluación de tres productos biológicos para el control de picudo del chile en el valle de Salamá.	39
Cuadro 8. Frutos caídos y dañados por acción de la plaga, por repetición y tratamiento, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.	43

Cuadro 9.	Resultados del análisis de varianza para el número de frutos caídos y dañados, por parcela neta, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en el valle de Salamá.	44
Cuadro 10.	Promedio de frutos caídos y dañados por parcela neta, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.	45
Cuadro 11.	Rendimiento de fruto sano (kg/ha), en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.	47
Cuadro 12.	Resultados del análisis de varianza para el rendimiento de fruto comercial (kg/ha), en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias, para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.	48
Cuadro 13.	Rendimiento promedio (kg/ha), por tratamiento, método de control y frecuencia, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de picudo del chile en Salamá.	49
Cuadro 14.	Descripción del costo que varía por cada tratamientos en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en el valle de Salamá.	51
Cuadro 15.	Presupuesto parcial y cálculo del beneficio neto por cada tratamiento en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias, para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.	52
Cuadro 16.	Análisis de dominancia en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias, para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.	53

Cuadro 17.	Análisis marginal de retorno para tratamientos no dominados, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias, para el control <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.	53
Cuadro 18A.	Datos originales del número de picudos adultos por parcela neta, por cada muestreo	65
Cuadro 19A.	Ecuaciones y factores de correlación, para los valores del número de picudos adultos por parcela neta, días después de transplante, en frecuencia cada tres días.	66
Cuadro 20A.	Ecuaciones y factores de correlación, para los valores del número de picudos adultos por parcela neta, días después de transplante, en frecuencia cada cinco días.	66
Cuadro 21A.	Datos originales del número de frutos caídos y dañados por la plaga, por muestreo.	67
Cuadro 22A.	Datos originales del rendimiento, en kg/parcela neta, obtenidos en cada corte	68
Cuadro 23A.	Resultados del ANDEVA, para el número de insectos adultos	69
Cuadro 24A.	Resultados prueba de Tukey 5% de significancia realizada a cada tratamiento	70
Cuadro 25A.	Resultados del ANDEVA, para el número de frutos caídos y dañados.	71
Cuadro 26A.	Resultados del ANDEVA, para el rendimiento (kg./ha)	72

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Formula estructural de la molécula de Azadirachtin	17
Figura 2. Promedio de picudos adultos por parcela neta, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.	41
Figura 3. Número de insectos adultos por parcela neta, durante cada muestreo por método de control aplicado cada tres días.	42
Figura 4. Número de insectos adultos por parcela neta, durante cada muestreo por método de control aplicado cada cinco días.	42
Figura 5. Número de frutos caídos y dañados por acción de la plaga, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.	46
Figura 6. Rendimiento promedio en kg/ha, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.	50
Figura 7A. Ubicación geográfica del valle central de Salamá, Baja Verapáz	61
Figura 8A. Croquis parcela neta y parcela bruta.	62
Figura 9A. Ubicación de los tratamientos en el campo definitivo	63
Figura 10A. Número de frutos caídos y dañados por el <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, por método de control aplicado cada tres días.	64
Figura 11A. Número de frutos caídos y dañados por el <u>Anthonomus eugenii</u> Cano, por método de control aplicado cada cinco días.	64

EVALUACION DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS EN DOS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE PICUDO DEL CHILE Anthonomus eugenii Cano BAJO CONDICIONES DEL VALLE CENTRAL DE SALAMA BAJA VERAPAZ.

THREE BIOLOGIC PRODUCTS EVALUATION ON TWO APPLICATION FRECUENCIES FOR THE CONTROL OF THE PEPPER WEEVIL Anthonomus eugenii Cano, SALAMA, BAJA VERAPAZ

RESUMEN

En Centroamérica, se cultivan aproximadamente 4,000 has. de chile pimiento (Capsicum annuum L.) al año, con un rendimiento promedio de 12,000 kg/ha (17).

En Guatemala, en el departamento de Baja Verapaz se siembran 165 ha. al año y en el municipio de Salamá se dedicaron a este cultivo en 1,999, un mínimo de 100 has. con un rendimiento promedio de 9,905 kg/ha (11, 17).

El chile pimiento, es susceptible al picudo del chile (Anthonomus eugenii Cano), plaga que por su capacidad de adaptación, infesta casi toda el área sembrada. La mayoría de los agricultores del Valle Central de Salamá, controlan esta plaga utilizando diversos insecticidas químicos, en diferentes frecuencias. Por lo que en la presente investigación se evaluaron alternativas no químicas que garantizaran la productividad y sostenibilidad del cultivo en la región y por ende se disminuyan la contaminación ambiental. Se evaluaron los insecticidas biológicos, Beauveria bassiana Bals, Metarhizium anisopliae (Metch) Sorokin, Aceite de Neem en solución de carbonato de sodio, en frecuencias de aplicación cada tres y cinco días, y se compararon, con la aplicación del insecticida químico endosulfan. Se utilizó un arreglo en parcelas divididas, con una distribución en bloques al azar. El

experimento se realizó en la aldea San Juan, del municipio de Salamá departamento de Baja Verapáz.

En las condiciones que se desarrollo la investigación, el insecticida biológico Beauveria bassiana Bals. aplicado cada cinco días, presentó el menor número de insectos adultos por parcela neta (70 en total) y se obtuvo un rendimiento de fruto sano de 6230 kg/ha, mientras que con la aplicación de endosulfan cada cinco días, se presentaron 95 insectos adultos en total y se obtuvo un rendimiento, promedio de 5999.23 kg/ha. de fruto sano. El control del picudo del chile con insecticida biológico B. Bassiana aplicado cada cinco días, comparado con el control químico endosulfan cada cinco días, produjo una tasa marginal de retorno de 151%. Se concluye que al sustituir el control químico por el control biológico, se obtiene por cada quetzal adicional invertido, un beneficio económico de Q. 1.51 más el quetzal invertido.

1. INTRODUCCION

El chile pimienta es cultivado en todas las zonas templadas y cálidas del mundo, según el Anuario de Producción de la FAO (1991), citado por Nuez et. al.,(17), el área cultivada en todo el mundo era de 1,107,000 has. con una producción de 9,145,000 toneladas métricas, entre las hortalizas cultivadas mundialmente, el chile pimienta ocupa el quinto lugar, en cuanto a superficie cultivada y el octavo en cuanto a producción total (17).

En Centro América y el Caribe (Cuba, República Dominicana y Puerto Rico), se cultivan aproximadamente unas 10,000 has. con rendimientos promedios en Centroamérica de 12,000 kg/ha y 2,750 kg/ha para el Caribe (17).

El fruto de chile pimienta (Capsicum annuum L.) es afectado por el picudo (Anthonomus eugenii Cano), plaga que por características propias de adaptación, posee la capacidad de adquirir probablemente resistencia a plaguicidas. Ello provoca la necesidad de utilizar diversas secuencias de estos plaguicidas, en diferentes frecuencias. Lo que causa, desequilibrio ecológico del agroecosistema, contaminación ambiental y aumento de costos de producción.

En Baja Verapaz, en el Valle Central de Salamá, el chile pimienta, se cultiva desde hace 25 años y durante los últimos años la producción de chile pimienta, se ha visto seriamente disminuida debido a que la plaga del picudo del chile, provoca en cualquier época del año pérdidas de hasta el 100%. El agricultor para disminuir el daño provocado por esta plaga, utiliza insecticidas químicos, residuales y altamente tóxicos, aumenta la dosis y reduce el período de aplicación (2). Este trabajo de investigación promovió la búsqueda de alternativas de control y se realizó con la

colaboración de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos (FAUSAC) por medio del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) y el apoyo técnico financiero de la Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (REDCAHOR). Información generada por, Bustillo y Posadas (1), Chen (2), Durán y Carballo (5), Hilje y Hanson (12), proponen la posibilidad de que los productos, Beauveria bassiana (Bals) Vuill, Metarhizium anisopliae (Metch) Sorokin y aceite de Neem con carbonato de sodio, podrían controlar la plaga del picudo del chile, los cuales se comparan con el insecticida químico endosulfan 80 EC®, en frecuencias de aplicación cada tres y cinco días. Para el análisis de los resultados se utilizó un arreglo en parcelas divididas con distribución en bloques al azar.

El manejo agronómico que se aplicó al cultivo de chile pimiento durante la fase experimental, consistió en la utilización de productos biológicos disponibles en el mercado nacional para el control de plagas.

El tratamiento Beauveria bassiana (Balsamo) Vuill aplicado cada cinco días, obtuvo un rendimiento 6230 kg/ha. de fruto sano, presentó el menor número de insectos por parcela neta, 70 en total, mientras que, con la alternativa endosulfan aplicado cada cinco días se obtuvieron 5999.23 kg/ha y presentó un total de 95 picudos adultos.

Se realizó un análisis económico por medio de la Tasa Marginal de Retorno, obteniendo que la alternativa de control que mayor beneficio económico produjo es, Beauveria aplicada cada cinco días, con un valor de 151% para este indicador económico.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Centro América y República Dominicana el área cultivada de chile es de aproximadamente de 7,000 has. con una producción promedio de 12,000 y 3,000 kg/ha, respectivamente (17).

En Guatemala, en el departamento de Baja Verapáz un total de 296 agricultores siembran al año 165 has. con una producción anual de 1,498,860 kgs. al año de chile pimiento fresco (11).

El chile pimiento es susceptible durante todo el año, al insecto picudo del chile (Anthonomus eugenii Cano), que provoca la descomposición y caída de frutos. Las pérdidas causadas por esta plaga en la región del Valle Central de Salamá han alcanzado hasta el 100% (2).

El método de control que los agricultores utilizan está basado en el uso de productos químicos, lo que provoca, residuos en el ambiente, contaminación de ríos, suelo y agua, aumenta el riesgo de desarrollar resistencia del insecto plaga, induce la aparición de plagas secundarias.

Por lo anterior fue necesario desarrollar la investigación, donde se evaluaron tres insecticidas biológicos, en dos frecuencias de aplicación, para poder proponer alternativas de manejo eficientes al agricultor del Valle Central de Salamá, Baja Verapáz.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 El chile pimiento (Capsicum annuum L.)

Todas las formas de chiles cultivadas por el hombre pertenecen al género Capsicum, el género deriva del griego Kapso (picar), este género pertenece a la familia Solanaceae. Esta familia contiene actualmente cerca de 90 géneros divididos en dos subfamilias, Solanoideae y Cestroideae, la diferencia entre estas dos subfamilias se basa en diferentes modelos de desarrollos del embrión, en la primera el embrión está enrollado y de diámetro más o menos uniforme mientras que en la segunda el embrión es típicamente recto o ligeramente curvado (17).

La primera descripción detallada del chile pimiento se encuentra en el "Sumario de la natural y general historia de las Indias" realizada por Gonzalo Fernández de Oviedo en Toledo, España 1526, citado por Nuez et al., (17).

Clasificación botánica, basada en el trabajo de Hunziker 1996, citado por Nuez, et al., (17)

División:	Spermatophyta
Línea XIV:	Angiospermae
Clase A:	Dicotyledonea
Rama 2:	Malvales-Tubiflorae
Orden XXI:	Solanales(Personatae)
Familia:	Solanaceae
Género:	<u>Capsicum</u>
Especie:	<u>annuum</u> L.

3.1.2 Importancia económica mundial del chile pimienta.

Según Nuez, et al., (17), el chile pimienta es un cultivo universal que está presente en las zonas templadas y cálidas del mundo. Su importancia económica global, a partir de datos proporcionados por FAO(1991) citado por este autor, ocupa en el cultivo de hortalizas, el quinto lugar en cuanto a superficie cultivada y el octavo en cuanto a producción total se refiere, con un área cultivada de 1,107,000 has. y una producción total de 9,145,000 toneladas métricas.

3.1.3 Composición química y valor nutritivo

El chile pimienta, contiene vitaminas A, B1, B2, C, el contenido de vitamina A es elevado se estima que con 3-4 g. de chile pimienta rojo se cubren los requerimientos diarios de la vitamina A, se presenta en forma de provitaminas alfa y beta carotenos, también contiene elevado contenido de vitamina C entre 70-300 mg/100 g de peso fresco, (Cuadro 1).

3.1.4 Características del picudo del chile(Anthonomus eugenii Cano).

Es un Coleóptero perteneciente a la familia de los Curculiónidos y a la subfamilia Anthonominae. El ciclo biológico de A. eugenii comprende las etapas de huevo, larva, pupa y adulto, las tres primeras etapas tardan en completarse 17 días promedio y la etapa de adulto vive entre 10 y 33 días (18).

Cuadro 1. Composición química y valor nutritivo del chile pimienta por 100 grs. de producto comestible

Composición	valor
Materia seca	8.0%
Energía(kcal)	26.0 kcal
Proteína	1.3 gr
Fibra	1.4 gr
Calcio	12.0 mg
Hierro	0.9 mg
Carotenos	1.8 mg
Tiamina	0.07 mg
Riboflavina	0.08 mg
Niacina	0.8 mg
Vitamina C	103.0 mg
Valor nutritivo medio	6.61 ANV
ANV por 100 gr de materia seca	82.6

Según Essig, 1958 y Riley, 1992, citados por Nuez et al., (17), el origen geográfico de Anthonomus eugenii es el norte de México, pero ha emigrado y diseminado en gran parte de América, en Norteamérica se localiza en las zonas productoras de chile pimienta de California, Nuevo México, Texas, Louisiana y Florida.

El daño es causado por la larva, que se alimenta del tejido placentario del fruto tierno, los síntomas externos son: amarillamiento, madurez prematura y caída de la fruta (23).

El picudo del chile, es la plaga del cultivo de chile pimienta, que provoca mayores pérdidas económicas, aumento de costos de producción y una grave contaminación ambiental, debido a que para controlarla se utilizan muchos

insecticidas de origen químico en elevadas dosis y frecuencias cortas. En el Valle Central de Salamá los agricultores lo controlan utilizando endosulfan y otros plaguicidas químicos, con una frecuencia de cada cinco días, iniciando las aplicaciones a los 35 días después de trasplante y dejando de aplicar 5 días antes de cosecha (2).

El huevo tiene una duración de 3 a 4 días, es depositado en agujeros que la hembra hace en la fruta en desarrollo y yemas florales es protegido por una sustancia cerosa que la misma hembra deposita (23).

En larva tarda de 8 a 10 días y alcanza a medir de 5 a 6 mm, se desarrolla dentro de la fruta donde se alimentan de semillas y tejidos placentarios, empupan dentro de la fruta posteriormente salen dejando agujeros de 2 mm de diámetro, son de un color blanco oscuro, la pupa tiene una duración de 4 a 5 días es color blanca cremosa ubicada dentro de una celda (23).

La morfología del adulto consiste en, pequeños escarabajos de 3-4 mm de longitud, el color del cuerpo es negro recubierto de una tomentosidad de color gris, prolonga su cabeza en forma de pico en cuya terminación se encuentran las piezas bucales, el pico es cilíndrico y en él están insertadas las antenas (17).

El daño que causa consiste en necrosis en la ramilla y tejidos placentarios dentro del fruto, provocando amarillamiento, madurez prematura, caída del fruto tierno y descomposición del mismo (23).

3.1.5 Control biológico de plagas.

Toda especie de animal o planta que se establece en un ambiente determinado está sujeta a factores de mortalidad que regulan sus niveles de población, estos pueden ser de naturaleza física o biológica. Así en condiciones normales ninguna especie puede reproducirse infinitamente, esto es control natural (19).

El control biológico aplicado consiste en el uso de depredadores, parásitos y patógenos para la regulación de las poblaciones de plagas, en la actualidad se le da mucha importancia al control biológico nativo, o sea al que existe en los ecosistemas naturales o en cultivos de un país (19).

El control biológico constituye un componente de gran valor en cualquier programa de manejo, puesto que el conocimiento de la biología y ecología de plagas y enemigos naturales es indispensable para poder construir la mejor combinación de estrategias. Se utiliza para combatir plagas diversas, aprovechando los enemigos naturales que poseen todas las plagas. El control biológico se basa en principios ecológicos, las especies plaga son atacadas por depredadores y organismos patógenos, al aprovecharlos pueden manejar las plagas con un mínimo de aplicaciones de insecticidas (19).

3.1.6 Entomopatígeno Beauveria bassiana (Balsamo) Vuill.

Beauveria bassiana (Bals) Vuill, es un hongo imperfecto que pertenece a la subdivisión Deuteromycotina, caracterizado por la formación de micelio septado con producción de conidias de aproximadamente 0.5 a 0.8 micras de diámetro, formas de reproducción asexual, en conidióforos que nacen a partir de hifas ramificadas (13).

Según Andrade, 1977; Ferrón, 1978; Feg y Thomson, 1990, citados por Fuentes y Carballo (7), este hongo ha sido estudiado y utilizado para el control de importantes plagas de insectos en muchos cultivos. Después de colonizar al hospedero, el hongo crece dentro de su organismo hasta causarle la muerte y finalmente las hifas emergen del cuerpo del insecto para esporular y diseminar conidias (7).

El ciclo biológico de B. bassiana, comprende dos fases: Una patogénica y otra saprofitica. La fase de patogenesis ocurre cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo del huésped (13).

Según Laverlam (13) este es un hongo facultativo, el cual posee conidias que constituyen la unidad infectiva del hongo. El proceso de infección que provoca el hongo en el insecto atacado, hasta la muerte, se desarrolla en las etapas que se detallan a continuación. La primera etapa, de germinación de esporas y penetración de hifas al cuerpo del hospedero tarda de 3 a 4 días. La penetración del hongo al

hospedero puede ocurrir a través de la cutícula o por vía oral. En la penetración por la cutícula, participan lipasas, quinasas y proteasas. El tubo germinativo de la conidia invade directamente el interior, produciendo apresorios que penetran la epicutícula, dando lugar a cuerpos hifales, que se desarrollan en el hemocelo y circulan en la hemolinfa. La patogenicidad del hongo sobre los insectos depende de la relación existente entre la capacidad del hongo para penetrar la cutícula y la fortaleza del sistema inmunológico del insecto para prevenir el desarrollo del hongo. El desarrollo del hongo sobre el insecto puede ser influenciado por la eficacia de los hemocitos de encapsular y melanizar el patógeno, la mayoría de veces los hemocitos se agregan al lugar de la penetración cuticular, formando algunas veces nódulos alrededor de las esporas. En el interior de los insectos la germinación usualmente procede de esporas que están fuera del agregado formado por los hemocitos (13).

La segunda etapa es la invasión de tejidos por parte del micelio, hasta causar la muerte del insecto, tarda 2 a 3 días. En ésta etapa, durante la invasión del hongo se producen gran variedad de metabolitos tóxicos. *B. bassiana*, produce metabolitos secundarios, como Beauvericin, Beauveriloides, Bassianolide, Isarolide, Enniatinas y Oosporeina (13).

Los síntomas de la enfermedad en el insecto son: pérdida de sensibilidad, de movimientos y parálisis, cuando muere queda momificado. En la tercera etapa, ocurre la esporulación y el inicio de un nuevo ciclo. El micelio del hongo se observa primero en las articulaciones y partes blandas y en días posteriores se desarrolla en

todo el cuerpo hasta cubrirlo completamente (13).

3.1.7 Investigaciones realizadas con Beauveria bassiana (Balsamo) Vuill.

Bassi de Lodi (1823), citado por Chonay (3), comprobó que las infecciones naturales que aparecían, en el gusano de seda Bombix mori, eran causadas por el hongo Beauveria bassiana, el que se multiplica sobre y dentro del cuerpo del gusano.

En Guatemala, Rodas (20), indica que en el Organismo Regional de Sanidad Agropecuaria(OIRSA) se realizaron estudios para determinar el potencial de B. bassiana, en control microbiológico de Broca del café, Hypothenemus hampei, (Coleoptera:Scolytidae).

Monterroso (15), como resultado de sus experiencias de campo, utilizando B. bassiana, en el control de este insecto, concluye que este hongo es más efectivo que los plaguicidas químicos, obteniendo una mortalidad de 63.75%.

Bustillo y Posadas (1), informan que B. bassiana, ha infectando H. hampei, en todos los países donde ha llegado este insecto, es necesario que el entomopatógeno entre en contacto directo con el insecto, el cual después de haber entrado al fruto se hace imposible su control.

González (1994), citado por Bustillo y Posadas (1), reporta mortalidad del

82% y 93%, causada por B. bassiana, en los insectos Cosmopolites sordidus y Rhynchosporus palmarum, respectivamente, ambos de la familia curculiónidae.

Chonay en 1988, (3), concluye que B. bassiana, no causó infección en el picudo del chile Anthonomus eugenii. Sin embargo en 1999, Durán y Carballo (5) comprobaron la patogenicidad de B. bassiana, sobre adultos de picudo del chile, donde la inmersión del insecto en soluciones del hongo (1×10^8 conidios/ml), provocó mortalidad superior al 80%, el tiempo letal medio (TL₅₀) fue de 2.11 días.

Chen (2), concluye que ecológicamente B. bassiana, en combinación con alguna otra práctica de control cultural, representa la mejor alternativa para el control del picudo del chile, pero económicamente no proporciona, mejores beneficios económicos. Entre los resultados de sus observaciones encuentra que no existen diferencias en el número de insectos adultos, el número de frutos caídos y dañados por la plaga y el rendimiento, entre los tratamientos donde se aplicó endosulfan y B. bassiana, cada ocho días como únicos métodos de control.

La frecuencia de las aplicaciones debe coincidir con la presencia de agentes hospedantes susceptibles, así como también deben estar ligados al medio ambiente, por ejemplo: después de las lluvias o irrigaciones, estas condiciones pueden ser más efectivas que la de períodos secos (13).

3.1.8 Entomopatógeno Metarhizium anisopliae (Metch) Sorokin.

Metarhizium anisopliae (Metch) Sor. Hongo imperfecto que pertenece a la subdivisión Deuteromycotina, caracterizado por la formación de micelio septado con producción de conidias de diámetro aproximado de 0.4 a .07 micras o formas de reproducción asexual, en conidióforos que nacen a partir de hifas ramificadas (14).

M. anisopliae es un hongo facultativo que posee conidias que constituyen la unidad infectiva del hongo. La infección, se desarrolla en tres fases: La primera fase de germinación de esporas y penetración de hifas al cuerpo del hospedero tiene una duración de 3 a 4 días. La penetración del hongo al hospedero puede ocurrir a través de la cutícula o por vía oral. Cuando la penetración se da por la cutícula intervienen lipasas, quinasas y proteasas, el tubo germinativo de la conidia invade directamente el organismo del insecto produciendo apresorios que penetran la epicutícula, dando lugar a cuerpos hifales, que se desarrollan en el hemocelo y circulan en la hemolinfa (14).

La segunda fase es la invasión de los tejidos por parte del micelio del hongo hasta causar la muerte del insecto, dura de 2 a 3 días. Durante el proceso de invasión del hongo se producen gran variedad de metabolitos tóxicos. Los compuestos tóxicos más estudiados han sido las destruxinas, estas son producidas durante el crecimiento miceliar y hasta el momento se han identificado más de 14, de cuales las más importantes son dextruxina A, B, C, D, E y desmetildestruxina B.

Los síntomas de la enfermedad en el insecto son la pérdida de sensibilidad, de movimientos y parálisis. Cuando el insecto muere queda momificado (14).

La tercera fase, esporulación y el inicio de un nuevo ciclo. El micelio del hongo se observa primero en las articulaciones y partes blandas de los insectos y en días posteriores se incrementa a todo el cuerpo hasta finalmente cubrirlo. Tras la muerte del insecto y en condiciones de humedad relativa altas, las conidiosporas pueden extenderse a través del cuerpo cubriéndolo con material fungoso característico. Los conidióforos del género *Metarhizium* son montículos bajos, cubiertos de conidias erectas, ramificadas y agrupadas en una copa fértil, fialidás en pares, con conidias apicales basipétalas, en columnas subovoides o cilíndricas y con extremos redondeados unicelulares de color verde oliváceo en masas (14).

3.1.9 Investigaciones con Metarhizium anisopliae (Metch) Sorokin.

Zimmermann(1982), citado por Trujillo (25), afirma que el hongo Metarhizium anisopliae (Metch) Sor. posee una serie de atributos que lo hacen un candidato ideal para usarlo en el combate microbial de insectos plaga. La patogenicidad para una gran variedad de insectos, el almacenaje por largos períodos, la buena viabilidad en el suelo y la facilidad de producirlo en sustratos simples, ha despertado gran interés en investigadores sobre este hongo.

Veen (1968), citado por Bustillo y Posadas (1), indica que este hongo de

distribución mundial, posee un amplio rango de hospederos, atacando una gran cantidad de insectos plaga, se ha encontrado en más de doscientas especies de insectos, pertenecientes a siete ordenes de los cuales los coleópteros son los más atacados.

Alvez (1986), citado por Bustillo y Posadas (1), afirma que este hongo se ha producido en sustrato de arroz, mediante un procedimiento artesanal en Brasil.

3.1.10 Azadirachta indica (Neem)

Hilje y Hanson (12), en el ensayo titulado "Biodiversidad Trópica y el Manejo Integrado de Plagas", indican que la semilla de este árbol, de origen asiático, contiene azadiractina y otros limonoides que impiden el crecimiento, repelen o disuaden a varias especies de insectos, actualmente se siembra a gran escala en la República Dominicana, Nicaragua y Guatemala, donde se elaboran preparados semi-rústicos, de comprobada eficacia, en el mercado mundial se dispone de muchas marcas comerciales.

El ingrediente activo fundamental de insecticidas de árbol del NEEM, es Azadirachtin, sustancia que se produce naturalmente en moléculas orgánicas de la clase de tetranortriterpenoides. Esta es estructuralmente similar a las hormonas de los insectos llamadas Ecdysonas, las que controlan procesos de metamorfosis del insecto el Azadirachtin bloquea la producción de Ecdysonas, esto produce en el

insecto una disminución vital de hormonas, los insectos no maduran y de esta manera el ciclo de vida se rompe, además, puede servir como agente disuasivo en la alimentación de muchos insectos, dependiendo del ciclo de vida del insecto este muere en pocos días después de la ingestión. De cualquier modo la ingestión de pequeñas cantidades provoca en el insecto inmovilidad y dejan de alimentarse. La actividad residual dura de 7 a 10 días (6).

El Azadirachtin es registrado en EE.UU. como un plaguicida de uso general con una clasificación de grado IV. Todos los productos que contiene Azadirachtin deben de tener escrito en la etiqueta la palabra precaución o cuidado (6).

El componente principal del NEEM es Azadirachtin, un limonoide de la clase de los terpenoides, se encuentra en las semillas y otras partes del árbol de NEEM. La fórmula estructural de es compuesto (Figura 1), posee las siguientes propiedades (16).

Fórmula molecular:	$C_{35}H_{44}O_{16}$
Peso molecular:	720.7
Porcentaje de pureza:	10% a 25%
Forma física:	Polvo fino.
Color:	Blanco oscuro.
Se derrite a:	148-158 °C
Solubilidad:	Moderadamente soluble en agua. Soluble en ethanol methanol, acetona, cloroformo. Insoluble en ether.

Limite de explosión: No explosivo.

Estabilidad: Azadirachtin, es estable si se protege del sol.

Transporte: No posee restricciones.

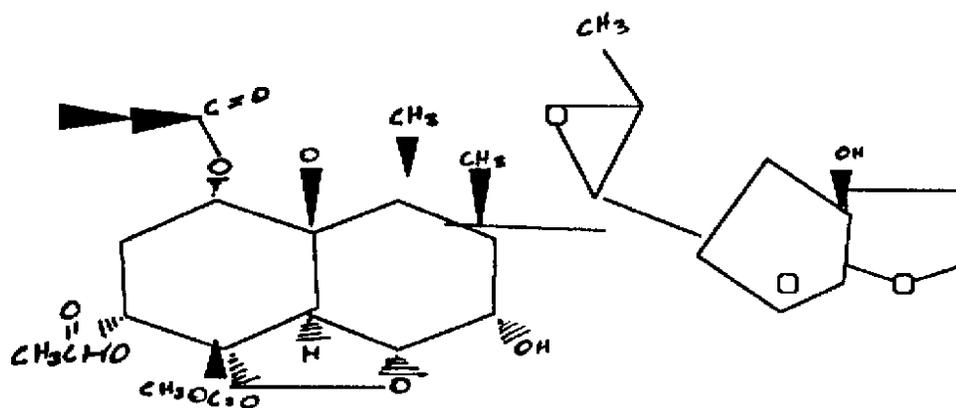


Figura 1. Formula estructural de la molécula de Azadirachtin

La oficina del servicio de extensión del programa de evaluación del Impacto ambiental de pesticidas del USDA y las oficinas de extensión de las universidades de: Cornell, de Michigan, de Oregon y de la universidad de Davis California, en un proyecto de investigación, sobre el impacto ambiental de Azadirachtin (6), informa que: La dosis letal única LD₅₀ de la fórmula del producto AZATIN EC, evaluada en ratas fue de 4,241 mg/kg; considerado prácticamente no tóxico y no provoca irritación después de cuatro horas de exposición, lo ubican en la categoría IV, suave o escasamente irritante.

Efectos no significativos en la vida de las aves y tampoco provoca la muerte de peces al aplicarlo en rangos recomendados.

Las moléculas se rompen rápidamente en agua (50-100 horas) y su potencial para movilidad dentro del suelo es muy baja, la acumulación en el ambiente no es esperada, se clasifica en la categoría, de moderadamente tóxicos (6).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Ubicación política y geográfica del lugar de la investigación.

El valle central de Salamá, forma parte de la Sierra de Chuacús, al oeste de la Sierra de las Minas. Tiene forma alargada de este a oeste, al norte colinda con el Río Cachil, con las montañas Santa Rosa y Quisis. Por el este desde la montaña Quisis hasta la cabecera del Municipio de San Jerónimo. Por el sur, desde la cabecera de San Jerónimo a la aldea Rincón Grande y por el lado oeste desde la Aldea Rincón Grande, hasta el río Cachil. Este valle es atravesado por varios ríos entre ellos, El San Jerónimo, La Estancia, Payaque y Salamá (9). Es cruzado por las carreteras departamentales Baja Verapáz 12 y 2, así como por las rutas nacionales 5 y 17. Esta ubicado a 144 kms. de la ciudad Capital de Guatemala (Figura 7A).

3.2.2 Clima y ecología.

Según un informe de la sede del ICTA en San Jerónimo (10), el Valle Central de Salamá pertenece a la zona de vida Monte espinoso subtropical y esta representado en las referencias del mapa de clasificación de zonas de vida, como me-S. La precipitación promedio es de 876.98 mm. que corresponde a 33 años de registro. La temperatura máxima anual es de 29.53 °C y la mínima de 16.82 °C, que corresponde a 24 años de registro. La humedad relativa media anual es de 74.73% correspondiente a 24 años de registro, la insolación total en horas y décimos es de 1231.64 horas al año.

3.2.3 Suelos.

Los suelos pertenecen a la serie Salamá y Chicaj. Los de la serie Salamá, son suelos bien drenados, se han desarrollado sobre ceniza volcánica blanca y porosa que fue depositada en terrazas a lo largo de los ríos y en valles. Los suelos de la serie Chicaj, comprenden la mayoría de suelos del valle, son mal drenados, sobre cenizas volcánicas muy poco permeables, se encuentran en relieve casi plano (24).

Las características químicas de estos suelos según resultados de análisis de laboratorio realizados por agricultores son suelos ligeramente ácidos debido al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, el fósforo disponible es adecuado, potasio y micronutrientes deficientes.

Aproximadamente 800 has. son irrigadas en el Valle Central de Salamá, por la unidad de riego de San Jerónimo entre los municipios de San Jerónimo y Salamá, esta unidad de riego provee el recurso hídrico durante todo el año, lo que favorece para la producción hortícola en cualquier época del año (10).

3.2.4 Descripción de Características de los materiales experimentales.

3.2.4.1 Material vegetal (Variedad Nathalie)

Es una variedad de chile pimiento resistente a muchas enfermedades causadas por virus. Resistente al virus "Y" de la papa y al virus del moteado del chile pimiento. Es una planta de elevado rendimiento con frutos grandes de color verde oscuro a rojo brillante, muy uniformes que llegan a medir 16 cms. de largo por 10 cms. de

ancho. Dependiendo de las condiciones climáticas los días a su maduración son aproximadamente 78 a 82 días después de transplante (22).

3.2.4.2 Entomopatógeno Beauveria bassiana (Balsamo) Vuill.

Es un hongo imperfecto, que se utiliza para el control de diversas plagas en muchas regiones agrícolas del mundo. El material que se utilizó en ésta investigación, es elaborado en "Agrícola El Sol" el cual viene en bolsas de 300 gramos de arroz esporulado con conidias las cuales se desprenden del arroz al mezclarlos con agua más un surfactante. El nombre del producto comercial es Teraboveria®, producto que está siendo utilizado para controlar plagas en diversos cultivos hortícolas. Producto biológico que no causa daño alguno al ambiente. Es recomendado en dosis de 430 gr/ha. de arroz esporulado, que contienen 1.4×10^{12} conidios/ha.

Se realizó una prueba de viabilidad, del producto utilizado al llegar a Salamá, obteniéndose el 100 % de conidios germinados.

3.2.4.3 Entomopatógeno Metarhizium anisopliae (Metch) Sorokin

Este hongo viene en arroz esporulado con conidias que conforman, la unidad infectiva, en bolsas de 400 gramos. El nombre comercial es Met-97® y es elaborado y distribuido en Guatemala por "Agrícola el Sol". La solución que se aplica, se prepara al mezclarlo con agua más un surfactante, el cual tiene la función de despegar las

conidias del arroz, las cuales son asperjadas al ambiente con una bomba de mochila y al encontrar las condiciones ambientales adecuadas germinan e infectan al insecto. No causan efectos nocivos en el ambiente y el ser humano. Se recomienda en dosis de 300g/ha de arroz esporulado, que contienen 7.143×10^{11} conidios/ha. Se hizo una prueba de viabilidad, obteniéndose el 94% de conidios germinados.

3.2.4.4 Aceite de neem en carbonato de sodio

Este producto viene en presentación de litro, en solución de Carbonato de Sodio, que contienen 9.5% de ingrediente activo. Es un producto no tóxico para el ser humano, fácil de transportar y lo más importante no afecta las aves, posee muy poca movilidad en el suelo y no es posible su acumulación en el ambiente. Dosis recomendada 2.85 lt/ha.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL:

Evaluar tres insecticidas biológicos y dos frecuencias de aplicación, sobre el nivel de control de picudo del chile (Anthonomus eugenii Cano) y determinar la combinación que proporciona, la mayor tasa marginal de retorno.

4.2 Objetivos específicos:

- 1) Determinar el efecto de tres insecticidas biológicos y dos frecuencias de aplicación, sobre el número de picudos adultos por parcela neta.
- 2) Determinar el rendimiento promedio en kg/ha, donde se aplicaron los tratamientos.
- 3) Cuantificar el promedio de frutos caídos en cada tratamiento evaluado.
- 4) Determinar la combinación, insecticida-frecuencia de aplicación, que proporciona mayores beneficios económicos, en el cultivo de chile pimiento (Capsicum annum L.), en condiciones del Valle Central de Salamá, Baja Verapáz.

5. HIPOTESIS

- 1) Aplicando el insecticida Beauveria bassiana (Bals) Vuill cada cinco días, se obtienen mejores resultados en el control del picudo del chile (Anthonomus eugenii Cano), y mayor producción de chile pimiento en kg/ha.
- 2) El insecticida químico endosulfan proporciona mayor rendimiento en kg/ha, que los insecticidas biológicos.
- 3) La frecuencia de aplicar cada tres días insecticidas biológicos, produce iguales resultados en el control de la plaga del picudo del chile (Anthonomus eugenii C.) que la de aplicarlos cada cinco días.

6. METODOLOGIA

6.1 Diseño experimental.

Para evaluar el efecto de dos frecuencia de aplicación y tres insecticidas de origen biológico, sobre el rendimiento del chile pimiento, la cantidad de frutos caídos y dañados por acción de la plaga y el número de picudos adultos por parcela neta. Se utilizó un arreglo en parcelas divididas con una distribución en bloques al azar con tres repeticiones.

Se asignaron a las parcelas grandes los niveles del factor "A" (frecuencias de aplicación) y a las parcelas pequeñas los niveles del factor "B" (método de control). Debido al interés por evaluar, los efectos del método de control, de la frecuencia y de la interacción frecuencia-método de control, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Definición de niveles, sustratos y dosis de los factores, frecuencia y método de control

FACTOR	NIVELES	SUSTRATO	DOSIS
A	A1 = Aplicación cada tres días		
	A2 = Aplicación cada cinco días		
B	B1 = <u>Beauveria bassiana</u>	arroz esporulado	430 gr/ha
	B2 = <u>Metarhizium anisopliae</u>	arroz esporulado	300 gr/ha
	B3 = Neem	Solución líquida	2.85 lts/ha
	B4 = B. <u>bassiana</u> + M. <u>anisopliae</u>	arroz esporulado	215 gr/ha 150 gr/ha
	B5 = Téstigo químico(Endosulfan)	EC	2 lt/ha

A = frecuencia de aplicación: B= Método de control

6.2 Definición de tratamientos.

La descripción de tratamientos, (Cuadro 3), que se aplicaron, comparados, contra un insecticida químico (Endosulfan), igualmente aplicado con la misma frecuencias.

Cuadro 3. Definición de tratamientos, formados por la combinación de los niveles de los factores

NUM	COD.	DESCRIPCION
1)	A1B1 =	B. <u>bassiana</u> , cada tres días
2)	A2B1 =	B. <u>bassiana</u> , cada cinco días
3)	A1B2 =	M. <u>anisopliae</u> , cada tres días
4)	A2B2 =	M. <u>anisopliae</u> , cada cinco días
5)	A1B3 =	Neem, cada tres días
6)	A2B3 =	Neem, cada cinco días
7)	A1B4 =	B. <u>bassiana</u> + M. <u>anisopliae</u> , cada tres días
8)	A2B4 =	B. <u>bassiana</u> + M. <u>anisopliae</u> , cada cinco días
9)	A1B5 =	Endosulfan cada tres días
10)	A2B5 =	Endosulfan cada cinco días

6.3 Dosificación.

La dosificación utilizada por cada método de control se detalla a continuación:

Beauveria bassiana: Se aplicaron 430 gramos/ha, de arroz esporulado, que contiene 1.4×10^{12} conidios por hectárea.

Metarhizium anisopliae (Metch) Sor: Se aplicaron 300 gramos/ha, de arroz esporulado, que contiene 7.143×10^{11} conidios/ha, en arroz esporulado.

B. bassiana + M. anisopliae: Se preparó una mezcla, que contenía 3.571×10^{11}

conidios/ha (150 g/ha de arroz esporulado) de Metarhizium anisopliae, mas 7×10^{11} conidios/ha (215 gramos/ha de arroz esporulado) de B. bassiana.

Neem: Se aplicó extracto de Azadirachta indica en solución con carbonado de sodio 2.85 lts/ha. De producto comercial a una concentración de 9.4%.

Endosulfan: Se aplicó en dosis de 2 lts/ha.

6.4 Modo de aplicación.

Se aplicaron todos los productos en solución, utilizando bomba de mochila manual. Para evitar que el viento dispersara a otras unidades experimentales el contenido de cada tratamiento, al momento de aplicar, se utilizó una pantalla de nylon, de 5 m. de largo por 1.5 m. de altura, la que se colocó perpendicular a la dirección del viento, las aplicaciones se hicieron de 6:30 a 10:00 am.

Para los productos biológicos, se hizo una premezcla del producto en un volumen de agua conocido, se agregó un surfactante adecuado para desprender los conidios de la pared del arroz, se movió por un minuto y luego se separó el arroz de la solución y se agregó un mismo volumen de agua por cada bomba rociadora.

6.5 Modelo estadístico.

Para interpretar los resultados del experimento con arreglo en parcelas divididas y distribución en bloques al azar, se utilizó el siguiente modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + N_{ij} + C_k + TC_{jk} + e_{ijk}$$

$$i = 1,2,3. \quad j = 1,2; \quad k = 1,2,3,4.$$

donde:

μ = efecto general.

B_i = efecto del i -ésimo bloque completo.

T_j = efecto de la frecuencia j sobre la parcela grande (ij).

N_{ij} = el elemento aleatorio de error sobre la parcela grande (ij).

C_k = el efecto de la clase de insecticida k dentro de la parcela grande(ij).

TC_{jk} = la interacción entre la frecuencia j y la clase de insecticida k .

e_{ijk} = el error sobre la parcela chica(ijk).

Y_{ijk} = el valor de la característica en estudio.

6.6 Unidad experimental.

De acuerdo con el diseño, se hicieron, tres bloques de 250 m², con dos parcelas grandes de 125 m² y cinco parcelas pequeñas o unidades experimentales (parcela bruta) de 25 m², cada una con 6 surcos por parcela bruta, y 4 por parcela neta de 8.6 m², la distancia entre surcos de 1 m. distancia entre plantas 0.35 m. con 90 plantas por parcela bruta y 36 por parcela neta, (Figura 8A).

La ubicación de los bloques y unidades experimentales con sus respectivos tratamientos se hizo en forma aleatoria (Figura 9A). El espacio de la calle entre cada bloque y entre cada tratamiento (unidad experimental) fue de 1m.

6.7 Manejo agronómico del experimento.

6.7.1 Semilla.

Se utilizó la variedad de chile pimiento Nathalí, por que es una variedad de elevado rendimiento, con buenas características de resistencia a enfermedades fungosas, del suelo y de partes aéreas de la planta, además es resistente a algunas enfermedades transmitidas por virus (22), es la variedad más utilizada por los agricultores de la región, se utilizaron tres mil plantas en pilón, para trasplante.

6.7.2 Preparación del suelo.

Para preparar adecuadamente el suelo se realizaron tres pasadas de rastra al suelo con 25 días antes de la siembra, para proporcionar aireación al suelo y no permitir que las malezas crecieran.

6.7.3 Fertilización.

Se utilizó abono hidrosoluble, atendiendo los requerimientos nutricionales del chile pimiento, de acuerdo con el desarrollo fisiológico de la planta, se aplicaron las siguientes dosis:

Desde el primer día hasta diez días después del transplante, se aplicaron 25 kg de la fórmula 18-18-12, aplicando un total, 100 kg/ha.

Diez días después de transplante se inició con aplicaciones, durante 20 días, de la fórmula 26-21-8 + 8(S), en dosis de 33.2 kg/ha cada dos días, para un total de 332 kg/ha.

De 30 a 46 días después de transplante se hicieron 8 aplicaciones de la fórmula 23-6-23 + 21(S), a razón de 40 kg/ha, cada dos días, aplicando un total 320 kg/ha.

Después de 46 días del transplante, se iniciaron aplicaciones intercaladas cada tres días, en dosis de 26.5 kg/ha por aplicación de fórmulas 12-20-30 y 5-8-43, se hicieron 8 aplicaciones de cada fórmula durante 48 días, aplicando en total 212 kg/ha de 12-20-30 y 212 kg/ha de 5-8-43.

Aplicaciones de abono foliar: Se hicieron 2 aplicaciones de foliar Bayfolan®, en dosis de 2 lts/ha por aplicación, durante los primeros 60 días después de transplante, la primera a los 30 y la segunda a los 55. De los setenta y cinco a los 90 días después de transplante, se aplicó abono foliar, Solufed(12-0-18)® en dosis de 2 kg/ha.

6.7.4 Riego.

En campo experimental se instaló un sistema de riego por goteo, el cual se utilizó obteniendo agua del río, "La Estancia", con un motor de 2.5 hp. Los riegos se iniciaron, aplicando un riego profundo 24 horas antes del transplante y después de

transplante se aplicaron riegos cada dos días por espacio de 1 hora por cada riego.

6.7.5 Control de plagas y enfermedades.

Para controlar el gusano nochero (Lepidoptera: Noctuidae) y la gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeidae), se aplicaron tres días después del transplante, en la base del tallo, nemátodos benéficos, Diplogasteritos sp. en dosis de 7 kg/ha. También se aplicó un cebo conformado por 5 kg. de afrecho 50 cc de Bacillus thuringensis más 1 kg de azúcar, aplicando al tronco de la planta 6 días después del transplante.

Para proteger a la planta del complejo que causa "damping off", se aplicó en la base del tallo, 5 días después de transplante, el fungicida biológico Bacillus subtilis (Subsol SL®) en dosis de 2 lts/ha.

Para manejar la población de larvas que afectan el follaje de la planta se hizo una aplicación de Bacillus thuringensis 15 días después de transplante en dosis de 1 lt/ha. Se hicieron dos aplicaciones de VPN ultra 1.6 WP®, elaborado a base de dos virus de la Poliedrosis nuclear, una aplicación a 35 y la otra 65 días después del transplante en dosis de 1.4 kg/ha.

6.8 Variables de respuesta.

6.8.1 Rendimiento de fruto comercial (kg/ha).

Los valores para esta variable se obtuvieron, haciendo seis cortes con intervalos de 4 días entre cada corte, se calculó el peso (kg), de la producción obtenida por cada unidad experimental durante cada corte y se anotó en una libreta de campo, posteriormente el producto se clasificó y se colocó en cajas tomateras para trasladarlo al mercado y comercializarlo.

6.8.2 Número de frutos caídos y dañados por la plaga por parcela neta.

Se hicieron muestreos de frutos caídos y dañados por acción de la plaga, en las plantas de la parcela neta, cada dos días, iniciando a los 60 días después de transplante y terminando 5 días antes del primer corte, haciendo un total de 13 lecturas.

6.8.3 Número de picudos adultos/parcela neta.

Para esta variable se hizo un muestreo cada 6 días, iniciando a los 45 días después del transplante para un total de 10 muestreos. Los muestreos, se hicieron en horario de 5:30 horas hasta las 10:00 horas, observando sin mover la planta para evitar que el insecto saltara, cerca de los botones florales de todas las plantas de la parcela neta. El análisis estadístico de esta variable, se hizo sobre el número total de los insectos encontrados durante todo el ciclo del cultivo.

6.9 Análisis estadístico.

A las variables, número de picudos adultos por parcela neta y el número de frutos caídos y dañados por acción de la plaga se les realizó, la prueba de Shapiro y Wilk y la de residuos y predichos, para comprobar la normalidad de los valores y la independencia de los errores experimentales. Obteniéndose que los valores poseían una distribución normal y los errores eran independientes, para cada variable, por lo que no fue necesario hacer transformaciones.

A la variable rendimiento en kg/ha se le hizo únicamente la prueba de normalidad Shapiro y Wilk, comprobando la distribución normal de los valores.

Se realizó un análisis de varianza, para cada una de las variables y la prueba de medias de Tukey para las variables que presentaron diferencias significativas en los respectivos análisis de varianza.

6.10 Análisis económico.

Con los resultados del rendimiento en kg/ha de fruto sano, se realizó un análisis económico, utilizando el procedimiento del análisis marginal. La tasa de retorno mínima estimada fue aproximadamente de 90%, resultado de sumar el interés bancario 28% con el 60% que constituye el riesgo de pérdida en la agricultura, datos obtenidos basados en el conocimiento y experiencia de asesores. Basado en el procedimiento elaborado por el, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (4), para calcular el indicador Tasa Marginal de Retorno.

Se procedió a la estimación de los costos que varían, utilizando los insumos y mano de obra que varían en cada alternativa evaluada. Y luego se elaboró un presupuesto parcial, se calcularon los beneficios netos de cada alternativa, se realizó un análisis de dominancia para eliminar las alternativas dominadas y se calculó la

Tasa Marginal de Retorno utilizando la formula :

$$\text{TMR} = [((\Delta\text{BN})/((\Delta\text{CV})) * 100.$$

Donde :

TMR = Tasa Marginal de Retorno en porcentaje

ΔBN = Incremento en Beneficio Neto

ΔCV = Incremento en el Costo que varía

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Número de picudos adultos por parcela neta

Los adultos del picudo del chile se encuentran en los botones florales y frutos tiernos, donde desarrollan todas sus actividades de reproducción y alimentación. Para obtener el número de picudos adultos por parcela neta (8.62 m², 36 plantas), se hicieron muestreos cada seis días, en todas las plantas de cada parcela neta, luego se sumaron los valores obtenidos en cada muestreo, (Cuadro 18A), con estos se hizo un resumen por repetición y tratamiento (Cuadro 4), con los cuales se realizó el análisis de varianza (Cuadro 5).

Cuadro 4. Número de picudos adultos por parcela neta, durante todo el ciclo de cultivo, en la evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de Anthonomus eugenii Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.

METODO	FREC EN DÍAS	REPETICION			TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III		
Beauveria	3	47	39	54	140	47
Beauveria	5	27	28	15	70	23
Metarhizium	3	37	45	46	128	42
Metarhizium	5	39	25	42	106	35
Neem	3	32	34	20	86	29
Neem	5	45	27	40	112	37
Bea+met	3	35	15	41	91	30
Bea+met	5	34	28	32	94	31
Endosulfan	3	40	30	32	102	34
Endosulfan	5	24	28	43	95	32

Bea+met = Mezcla de Beauveria con Metarhizium

Cuadro 5. Resultados del análisis de varianza para el número de picudos adultos por parcela neta en la evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de Anthonomus eugenii Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.

FV	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	Ft
REPETICION	2	270.07	135.03		
FRECUENCIA	1	163.33	163.33	158.06	18.51*
ERROR (FREC)	2	2.06	1.03		
METODO	4	229.80	57.45	0.84ns	3.01
METODO*FREC	4	856.33	214.08	3.14	3.01*
ERROR METODO	16	1091.87	68.24		
TOTAL	29	2613.47			

*dif. Significativas al 5% : ns= no significativas CV = 24.20

El resultado del análisis de varianza indica, que existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados debido a: el efecto causado por la interacción frecuencia-método (tratamiento) y la frecuencia de aplicación y no existieron diferencias significativas por efecto del método de control.

Se realizó una prueba de medias TUKEY a los promedios de los tratamientos, con el objeto de identificar el que presentó el menor promedio de picudos adultos por parcela neta, durante todo el experimento, (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de medias tukey 5% de significancia, del número de picudos adultos por parcela neta, en la evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias de aplicación para el control de Anthonomus eugenii Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.

TRATAMIENTO	PROMEDIO #PICUDOS P/N	SIGNIFICANCIA TUKEY AL 5%
Beauveria c/5 días	23	A
Neem c/3 días	29	B
Bea+met c/3 días	30	C
Bea+met c/5 días	31	C
Endosulfan c/5 días	32	C
Endosulfan c/3 días	34	C
Metarhizium c/5 días	35	D
Neem c/5 días	37	D
Metarhizium c/3 días	43	E
Beauveria c/3 días	47	E

Bea + Met = Mezcla de Beauveria con Metarhizium

Se observó que, B. bassiana cada cinco días, presentó el menor número promedio de picudos adultos por parcela neta (23 insectos), siendo el tratamiento más eficaz para el control de la población de picudos. Mientras que: endosulfan cada tres y cada cinco días, Beauveria+Metarhizium cada tres y cada cinco días, presentan iguales niveles de población. Los que tienen un promedio mayor de picudos por parcela neta son: Metarhizium cada tres días y Beauveria cada tres días, con 43 y 47 respectivamente.

La diferencia en el número de picudos por parcela neta, entre los tratamientos, Beauveria cada tres y cada cinco días, probablemente se debió a que, los insectos al sentir la aplicación cada tres días, pudieron evadir contacto con el producto al momento de la aplicación, saltando a otros lugares o escondiéndose debajo de las hojas, o bien encontraron la forma de inhibir la germinación de las conidias. Debido a esto probablemente las aplicaciones de Metarhizium cada tres días tuvieron efectos similares a los de Beauveria en la misma frecuencia, siendo estas alternativas las que obtuvieron los promedios de población más elevados.

Los valores obtenidos con las aplicaciones de, Beauveria+Metarhizium cada tres y cinco días(30 y 31 insectos respectivamente), probablemente fueron debido a que la concentración de conidias por hectárea fue menor y a menor concentración de conidias menor posibilidades de infección.

Se detallan los promedios del número de picudos adultos por parcela neta, encontrados en cada tratamiento, frecuencia y método de control (Cuadro 7).

Existieron diferencias entre los promedios de picudos adultos por parcela como efecto de la frecuencia de aplicación, siendo mayor en la parcela donde se aplicó cada tres días (183 insectos), con un promedio por parcela neta de 37, esto significa que, aplicar en frecuencia cada cinco días produce un control más eficaz del picudo del chile.

Cuadro 7. Promedio de picudos adultos por parcela neta, en evaluación de tres productos biológicos para el control de picudo del chile en el valle de Salamá.

Frecuencia	Método de control					suma promedios frecuencia	parcela neta promedio
	Bea	Met	Neem	B+M	Endo		
cada 3 días	47	43	29	30	34	183	37
cada 5 días	23	35	37	31	32		
suma método	70	78	66	61	66		
promedio método	35	39	33	30.5	33		

Bea = Beauveria; Met = Metarhizium; B+M= Beauveria con Metarhizium; Endo = Endosulfan.

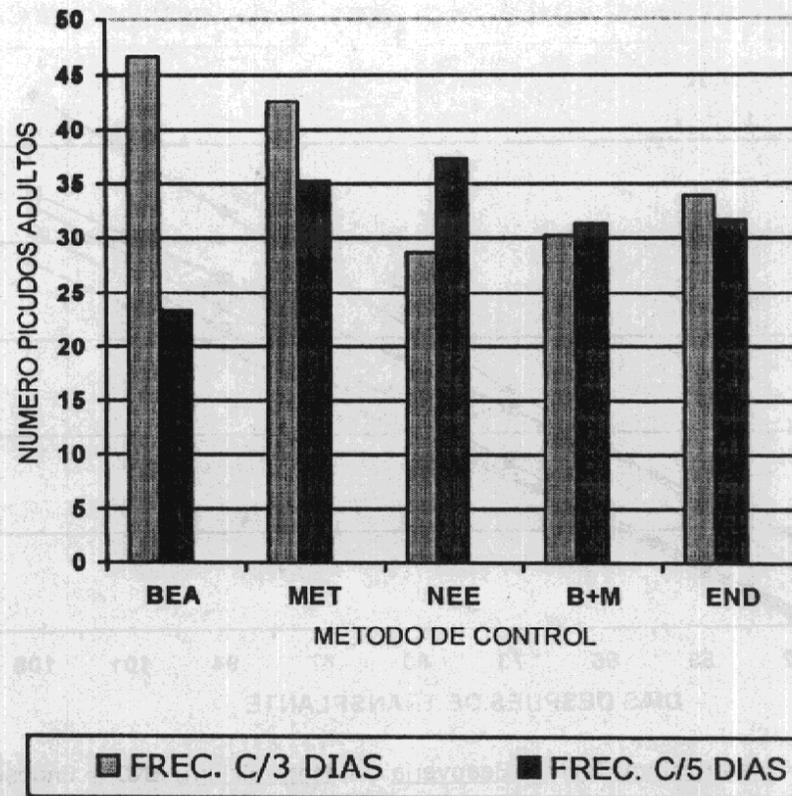
Posiblemente ésta diferencia fue debido a, que cuando se aplicó cada tres días, el intervalo de tiempo entre cada aplicación fue muy corto que probablemente causó que el insecto adquiriera la capacidad de evadir el producto evitando el contacto directo y como indica Laverlam (13), es necesario que las conidias caigan sobre la epicutícula del insecto, para causar infección, o posiblemente estos fortalecieron su sistema inmunológico aumentando la eficacia de los hemocitos de encapsular y melanizar las conidias del patógeno.

La población promedio de picudos adultos por parcela neta, como efecto de los diferentes métodos de control evaluados es igual, esto quiere decir que se obtiene el mismo nivel de población en el cultivo, al utilizar cualquiera de los métodos de control, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Chen (2), al comparar

los resultados de evaluar, aceite de neem, B. bassiana y endosulfan, en San Jerónimo, Baja Verapáz.

A través de entrevistas personales con agricultores de la región se pudo comprobar que endosulfan no controla eficazmente la población de picudo del chile y posiblemente no se obtuvieron diferencias con los métodos biológicos evaluados, debido a que para que las conidias de Beauveria y Metarhizium germinen se necesitan condiciones climáticas con elevada humedad relativa (>85%), no deben exponerse a los rayos ultravioleta por mucho tiempo, para que infecten al insecto deben caer sobre la epícuticula del mismo y depende de la virulencia de las conidias y la respuesta inmunológica del insecto (13,14). García y Carballo (8), afirman que las distintas especies de insectos y los diferentes estados de desarrollo de los insectos, poseen variados niveles de resistencia a los entomopatógenos, indicando que Plutella xylostella es más susceptible al hongo que Hyalymenus tarsatus (Hemiptera) y éste más susceptible que Cosmpolites sordidus (Coleóptera: curculiónidae), el estado adulto de los insectos en general es más resistente a ser atacado por el hongo, debido a la cutícula gruesa.

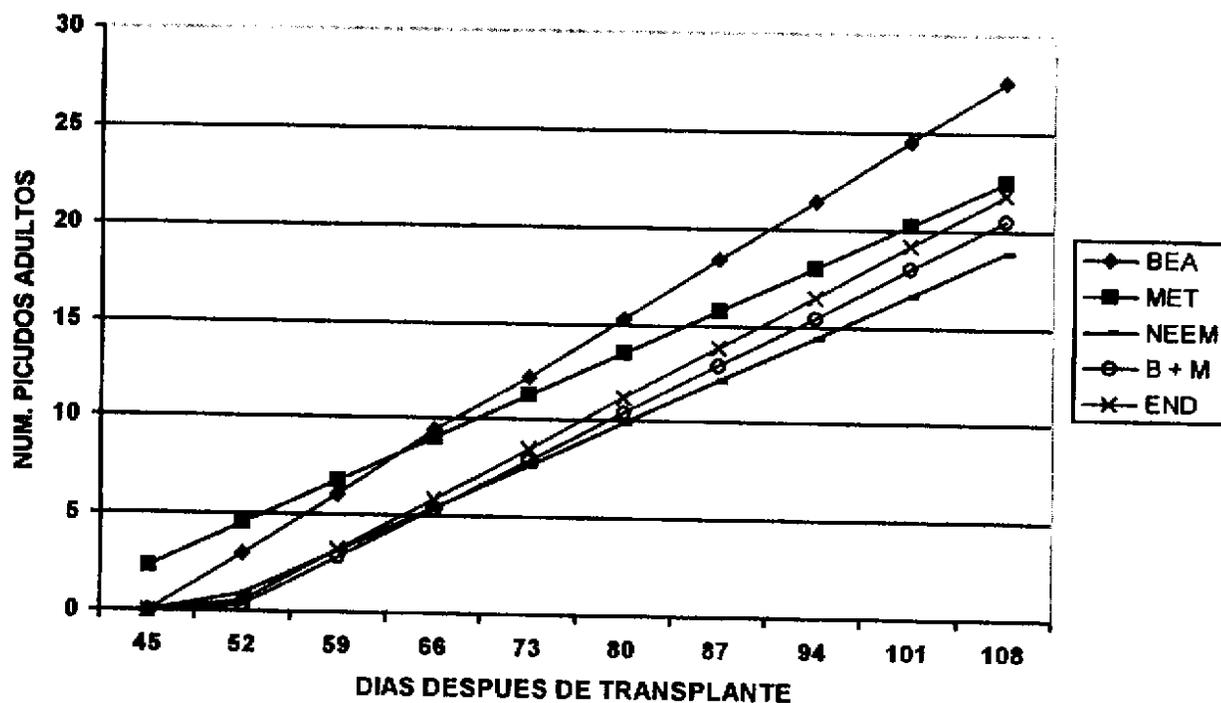
En el caso del aceite de Neem, cuando las moléculas de Azadirachtin se exponen a la luz solar, se descomponen en otras moléculas disminuyendo el efecto que pueda causar en el insecto (16). El número promedio de picudos adultos (Figura 2), debido a la frecuencia, método de control y la interacción frecuencia-método.



BEA = Beauveria; MET = Metarhizium; B+M = Mezcla Beauveria con Metarhizium; END = Endosulfan.

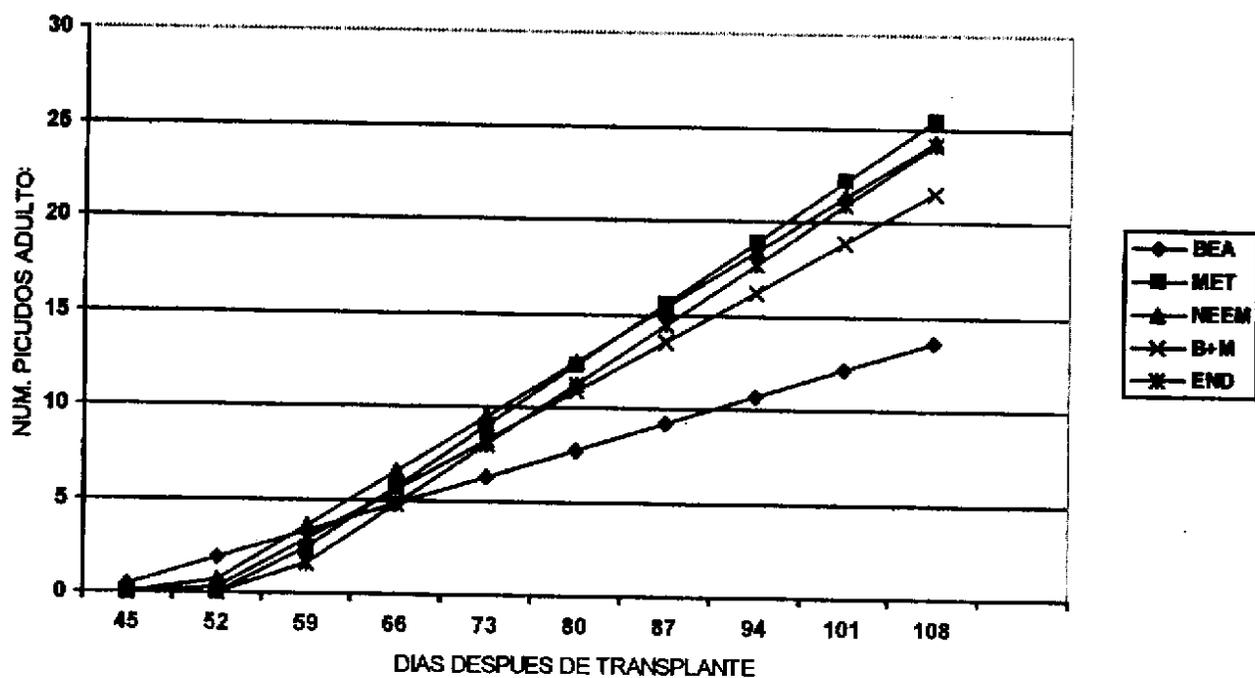
Figura 2: Promedio de picudos adultos por parcela neta, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de Anthonomus eugenii Cano, en Chile pimiento en el valle de Salamá.

El comportamiento de la plaga durante todo el ciclo del cultivo (Figuras 3 y 4), en frecuencias de aplicación cada tres y cinco días respectivamente, demuestran la presencia de la plaga en todo el ciclo del cultivo, las curvas fueron suavizadas por el procedimiento de regresión lineal, siendo la variable independiente días después de transplante y la dependiente, número de picudos adultos (Cuadro 19A y 20A).



BEA = Beauveria; MET = Metarhizium; B+M = Beauveria con Metarhizium; END = Endosulfan

Figura 3: Número de insectos adultos por parcela neta durante cada muestreo, por método de control aplicado cada tres días.



BEA = Beauveria; MET = Metarhizium; B+M = Beauveria con Metarhizium; END = Endosulfan

Figura 4. Número de insectos adultos por parcela neta durante cada muestreo, por método de control aplicado cada cinco días.

7.2 Frutos caídos y dañados por acción de la plaga.

Se cuantificó el total de frutos caídos y dañados por acción de la plaga en la parcela neta de cada unidad experimental durante todo el ciclo del cultivo, haciendo muestreos cada dos días, iniciando a los 68 días después de transplante, con el número de frutos caídos y dañados por acción de la plaga por parcela neta, en cada muestreo (Cuadro 21A), se hizo un resumen por cada repetición y tratamiento (Cuadro 8).

Cuadro 8. Frutos caídos y dañados por acción de la plaga, por repetición y tratamiento, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de *Anthonomus eugenii* Cano, en Chile pimiento en el valle de Salamá.

METODO CONTROL	FREC. APLICACION	REPETICION			SUMA	PROMEDIO REPETICION
		I	II	III		
Beauveria	3	233	280	397	910	303
Beauveria	5	217	270	262	749	249.67
Metarhizium	3	238	315	295	848	282.67
Metarhizium	5	247	328	374	949	316.33
Neem	3	259	274	246	779	259.33
Neem	5	233	332	420	985	328.33
Bea+Met	3	275	226	353	854	284.67
Bea+ Met	5	289	188	322	799	266.33
Endosulfan	3	299	420	333	1052	350.67
Endosulfan	5	247	311	367	925	308.33

Bea + Met = *Beauveria* con *Metarhizium*

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (Cuadro 9) se observó que no existieron diferencias significativas, por el efecto de la frecuencia, el método de

control y la interacción frecuencia-método de control, evaluados. Estos resultados son similares a los que obtuvo Chen (2), al comparar Beauveria, Endosulfan y Aceite de Neem, en San Jerónimo.

Cuadro 9. Resultados del análisis de varianza para el número de frutos caídos y dañados, por parcela neta, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de Anthonomus eugenii Cano, en el valle de Salamá.

FV	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	Fc	Ft
Repetición	2	34534.07	17267.03		
Frecuencia	1	45.63	45.63	0.03ns	18.51
Error frecuencia	2	2676.46	1338.23		
Método	4	11613.13	2903.28	1.14ns	3.01
Método*frecuencia	4	16206.20	4051.55	1.58ns	3.01
Error método	16	40909.47	556.84		
Total	29	105984.97			

ns = Diferencias no significativas al 5%.

En el resumen de los valores promedio, obtenidos en cada tratamiento, frecuencia y método de control (Cuadro 10), se observó que los promedios por parcela neta fueron muy similares.

El número de frutos caídos y dañados por acción de la plaga (Figura 5), están estrechamente relacionado con el número de insectos presentes, según Saunders y King(23) los botones florales y frutos tiernos infectados por la plaga, se descomponen y luego caen al suelo.

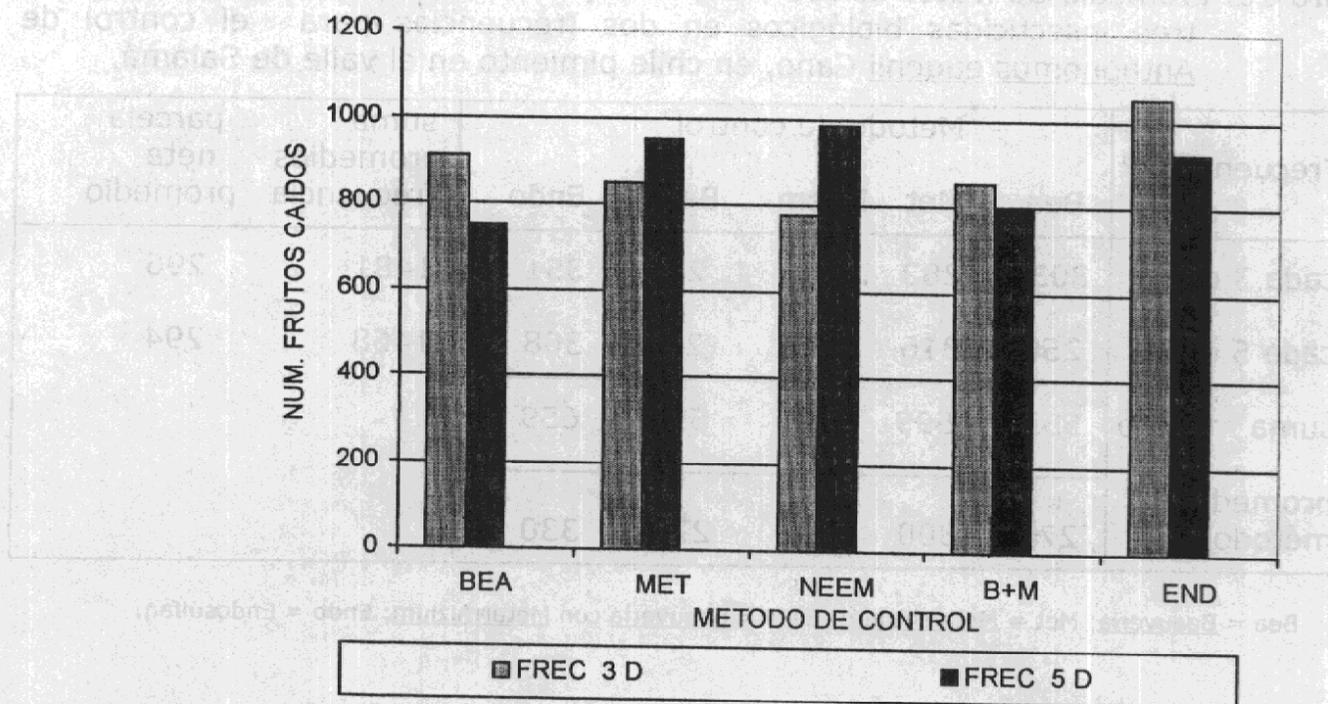
Cuadro 10. Promedio de frutos caídos y dañados por parcela neta, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de Anthonomus eugenii Cano, en Chile pimiento en el valle de Salamá.

Frecuencia	Método de control					suma promedios frecuencia	parcela neta promedio
	Bea	Met	Neem	B+M	Endo		
cada 3 días	303	283	259	285	351	1481	296
cada 5 días	250	316	328	266	308	1468	294
suma método	553	599	587	551	659		
promedio método	277	300	294	276	330		

Bea = Beauveria; Met = Metarrhizium; B+M = Beauveria con Metarrhizium; Endo = Endosulfan.

Ortiz y Cajas (18), afirman que la hembra puede llegar a ovipositar, hasta 341 huevos durante su etapa adulta y Saunders y King (23), indican que no es posible eliminar las larvas del picudo del Chile cuando están dentro de la fruta.

No existieron diferencias significativas, por el efecto de los tratamientos y el método de control, debido probablemente a que el tamaño de la unidad experimental era muy pequeño, siendo para la parcela bruta 25 m² y 90 plantas, mientras que para la parcela neta fue de 8.6 m² y 36 plantas. El total de insectos presentes en todo el campo experimental (1080 m²) fue muy elevado (1024 insectos) ésta situación probablemente provocó, fuerte presión por la alimentación, lo que posiblemente propició que la mayoría de las plantas fueran igualmente afectadas.



BEA = Beauveria; MET = Metarhizium; B+M = Beauveria con Metarhizium; END = Endosulfan

Figura 5. Número de frutos caídos y dañados por acción de la plaga, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de Anthonomus eugenii Cano, en Chile pimiento en el valle de Salamá.

El número de frutos caídos y dañados por acción de la plaga durante el ciclo del cultivo en las (Figuras 10A y 11A).

7.3 Rendimiento de fruto comercial (kg/ha).

Para calcular el rendimiento promedio en kg/ha, se hicieron seis cortes a intervalos de 4 días cada uno (Cuadro 22A), con estos valores se hizo un resumen de los resultados promedio por repetición y tratamiento (Cuadro 11).

Cuadro 11. Rendimiento de fruto sano (kg/ha), en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para control de Anthonomus eugenii Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.

METODO CONTROL	FREC EN DÍAS	REPETICION			TOTAL kg/ha	REND. PROM. kg/ha
		I	II	III		
Beauveria	3	1736.11	3182.87	4861.11	9780.09	3260.00
Beauveria	5	7986.11	4976.85	5729.17	18692.13	6230.71
Metarhizium	3	3009.26	3125.00	4513.89	10648.15	3549.38
Metarhizium	5	4976.85	5150.46	3993.06	14120.37	4706.79
Neem	3	3067.13	3240.74	5034.72	11342.59	3780.86
Neem	5	3356.46	6423.61	5671.30	15451.39	5150.46
Bea+met	3	3298.61	3703.70	4918.98	11921.30	3973.77
Bea+met	5	8217.59	4571.76	4513.89	17303.24	5767.75
Endosulfan	3	3935.19	4398.15	4629.63	12962.96	4320.99
Endosulfan	5	6423.61	6712.96	4861.11	17997.69	5999.23

Bea + Met = Mezcla de Beauveria con Metarhizium

Se efectuó un análisis de varianza (Cuadro 12), con el cual se determinó que existieron, diferencias significativas como resultado de la frecuencia y que no existieron por efecto del método de control y de la interacción frecuencia-método de control (tratamiento).

A pesar de que el tratamiento, Beauveria bassiana cada cinco días, produjo un mejor control de la población de la plaga, con un menor número de picudos adultos por parcela neta, este resultado no reflejó un aumento en el rendimiento, el cual fue significativamente igual en cada uno de los tratamientos evaluados, probablemente debido a la elevada densidad de población en todo el campo experimental.

Cuadro 12. Resultados del análisis de varianza para el rendimiento de fruto comercial (kg/ha), en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias, para el control de Anthonomus eugenii Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.

FV	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	Fc	Ft
REPETICION	2	605725.48			
FRECUENCIA	1	24137767.7	24137767.68	19.42*	18.51
ERROR (FREC)	2	11628285.6	5814142.824		
SUBTOTAL	5	36371778.8			
METODO	4	3729198.32	932299.5792	0.75ns	3.01
FREC*METODO	4	2975015.1	743753.7759	0.60ns	3.01
ERROR	16	19889370.1	1243085.63		
TOTAL	29	62965362.3			

* dif. Significativas al 5% : ns = no significativo al 5%. C.V. = 23.35

El rendimiento promedio obtenido como efecto de la frecuencia de aplicación cada cinco días (Cuadro 13), fue mayor con 5,571 kg/ha, diferencia que ésta relacionada con el menor número de picudos adultos por parcela neta obtenido para ésta misma frecuencia, probablemente debido a que la infestación de las parcelas donde se aplicaba cada cinco días, fue más tardía, lo que proporcionó tiempo suficiente a los primeros frutos de crecer hasta llegar a un tamaño en el que la plaga no les provocó daño.

Los rendimientos que se obtuvieron como efecto de los diferentes métodos de control son similares, lo mismo sucedió con los obtenidos de aplicar los diferentes tratamientos, estos probablemente se debió a que la densidad de población fue muy elevada en todo el campo experimental, probablemente provocó que las hembras depositaran los huevos en la mayoría de yemas florales y frutos tiernos de cada

parcela neta, provocando similar número de frutos caídos con lo cual el rendimiento se redujo en la misma proporción.

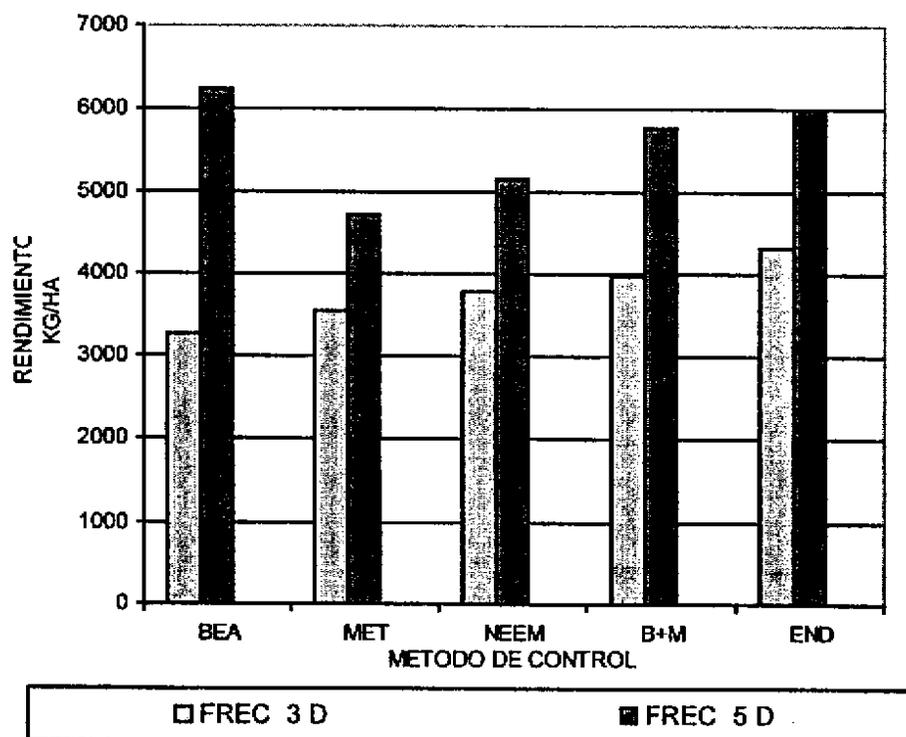
Estos resultados concuerdan con los que obtuvo Chen (2), al evaluar B. bassiana, endosulfan y aceite de neem, para el control del picudo del chile en, San Jerónimo 1,999.

Cuadro 13. Rendimiento promedio (kg/ha), por tratamiento, método de control y frecuencia, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de picudo del chile en Salamá.

Frecuencia	Método de control					suma promedios frecuencia	promedio tratamiento kg/ha
	Bea	Met	Neem	B+M	Endo		
cada 3 días	3260	3549	3781	3974	4321	18885	3777
cada 5 días	6231	4707	5150	5768	5999	27855	5571
suma método	9491	8256	8931	9742	10320		
promedio método	4746	4128	4466	4871	5160		

Bea = Beauveria; Met = Metarhizium; B+M= Mezcla Beauveria con Metarhizium; Endo= Endosulfan

El rendimiento obtenido por efecto de los métodos de control (Figura 6), ilustra las similitudes.



BEA = Beauveria; MET = Metarhizium; B+M = Beauveria con Metarhizium; END = Endosulfan

Figura 6. Rendimiento promedio en kg/ha, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de Anthonomus eugenii Cano, en Chile pimiento en el valle de Salamá.

7.4 Análisis económico.

Para identificar que tratamiento (método de control-frecuencia de aplicación), proporcionó mayor beneficio económico, se procedió a calcular el indicador Tasa Marginal de Retorno, utilizando el método del presupuesto parcial y análisis de dominancia.

Los costos que varían (Cuadro 14), se obtuvieron multiplicando el precio de cada uno de los productos aplicados en el campo, por el número de veces que se aplicaron, sumado con el costo de mano de obra total de aplicación. El costo de

mano de obra total en la aplicación, se calcula con base a un costo de cincuenta quetzales por cada aplicación por hectárea.

Cuadro 14. Descripción del costo que varía por cada tratamiento en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de Anthonomus eugenii Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.

TRATAMIENTO	COSTO POR APLICACION	NUMERO APLICAC.	COSTO M. O.	C.V.
Beauveria c/3 días	Q. 172.00	20	Q. 1000.00	Q. 4440.00
Beauveria c/5 días	Q. 172.00	14	Q. 700.00	Q. 3108.00
Metarhizium c/3 días	Q. 156.00	20	Q. 1000.00	Q. 4120.00
Metarhizium c/5 días	Q. 156.00	14	Q. 700.00	Q. 2884.00
Neem c/ 3 días	Q. 128.25	20	Q. 1000.00	Q. 3565.00
Neem c/ 5 días	Q. 128.25	14	Q. 700.00	Q. 2495.50
Bea + Met c/3 días	Q. 164.00	20	Q. 1000.00	Q. 4280.00
Bea + Met c/5 días	Q. 164.00	14	Q. 700.00	Q. 2996.00
Endosulfan c/ 3 días	Q. 150.00	20	Q. 1000.00	Q. 4000.00
Endosulfan c/5 días	Q. 150.00	14	Q. 700.00	Q. 2800.00

Bea + Met = Mezcla de Beauveria con Metarhizium

El presupuesto parcial (Cuadro 15), donde el beneficio bruto es el producto entre el rendimiento en kg/ha y el precio de venta en el campo, que fue de 3.34 quetzales por un kg de fruto comercial, la diferencia entre el beneficio bruto y los costos que varían proporciona el beneficio neto, por cada tratamiento.

El análisis de dominancia (Cuadro 16), para el cual se ordenaron los valores del costo que varía de cada alternativa de menor a mayor, con su respectivo beneficio neto y se procedió a comparar cada uno de los tratamientos y determinar los dominados y los no dominados.

Cuadro 15. Presupuesto parcial y cálculo del beneficio neto por cada tratamiento, en evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de Anthonomus eugeni Cano, en chile pimiento en el valle de Salamá.

TRATAMIENTO	BENEFICIO BRUTO	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIO NETO
Beauveria c/3 días	Q. 10888.40	Q. 4440.00	Q. 6448.40
Beauveria c/5 días	Q. 20810.57	Q. 3108.00	Q. 17702.57
Metarhizium c/3 días	Q. 11854.93	Q. 4120.00	Q. 7734.93
Metarhizium c/5 días	Q. 15720.68	Q. 2884.00	Q. 12836.68
Neem c/3 días	Q. 12626.07	Q. 3565.00	Q. 9063.07
Neem c/ 5 días	Q. 17202.54	Q. 2495.50	Q. 14707.04
Beav+Met c/3 días	Q. 13272.39	Q. 4280.00	Q. 8992.39
Beav+Met c/5 días	Q. 19264.29	Q. 2996.00	Q. 16268.29
Endosulfan c/3 días	Q. 14432.11	Q. 4000.00	Q. 10432.11
Endosulfan c/5 días	Q. 20037.43	Q. 2800.00	Q. 17237.43

Bea+Met = Mezcla de Beauveria con Metarhizium

Posteriormente utilizando los tratamientos no dominados (Cuadro 17) como se indica el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) (4), se procedió a realizar el análisis marginal y calcular el indicador, Tasa Marginal de Retorno utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{TMR} = (\text{Incre. beneficio neto}/\text{Incre. costos que varían}) * 100$$

Cuadro 16. Análisis de dominancia, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de Anthonomus eugenii Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.

TRATAMIENTO	C. V	B.N
Neem c/5 días	Q. 2495.50	Q. 14707.04 nd
Endosulfan c/5 días	Q. 2800.00	Q. 17237.43 nd
Metarhizium c/ 5 días	Q. 2884.00	Q. 12836.68 d
Bea + Met c/5 días	Q. 2996.00	Q. 16268.29 d
Beauveria c/5 días	Q. 3108.00	Q. 17702.57 nd
Neem c/3 días	Q. 3585.00	Q. 9063.07 d
Endosulfan c/3 días	Q. 4000.00	Q. 10432.11 d
Metarhizium c/3 días	Q. 4120.00	Q. 7734.93 d
Bea + Met c/3 días	Q. 4280.00	Q. 8992.39 d
Beauveria c/3 días	Q. 4440.00	Q. 6448.40 d

nd = condición no dominada; d = condición dominada.

Cuadro 17. Análisis marginal de retorno para tratamientos no dominados, en evaluación de tres insecticidas biológicos en dos frecuencias para el control de Anthonomus eugenii Cano, en chile pimienta en el valle de Salamá.

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO(Q/ha)	C.V. Q/ha	Δ BN Q/ha	Δ C.V. Q/ha	TMR
Neem c/ 5 días	14707.04	2495.50			
Endosulfan c/5 días	17237.43	2800.00	2530.39	304.50	831 %
Beauveria c/5 días	17702.57	3108.00	465.14	308.00	151 % *

* Tasa de Retorno al capital que corresponde a la alternativa de mayor beneficio económico.

Este análisis indica que al utilizar el tratamiento Beauveria cada cinco días, en sustitución del tratamiento, endosulfan cada cinco días, se obtiene por cada

quetzal adicional invertido un beneficio de Q. 1.51 más el quetzal invertido, la tasa marginal de retorno que corresponde a este tratamiento es de 151%, la cual fue superior a la tasa de retorno mínima estimada en 90%.

De este análisis, se concluye que en el valle central de Salamá, departamento de Baja Verapaz, al aplicar el tratamiento, Beauveria cada cinco días como método de control del picudo del chile Anthonomus eugenii, se obtiene un mejor beneficio económico (TMR = 151%), que al aplicar endosulfan cada cinco días.

8. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrollo el experimento y con los tratamientos evaluados se llega a las siguientes conclusiones

1. El insecticida biológico, Beauveria bassiana (Bals) Vuill, aplicado cada cinco días, en dosificación de 430 gr/ha(1.4×10^{12} conidios/ha), produjo un control eficaz, permitiendo el menor número de insectos por parcela neta (23 insectos) durante todo el ciclo del cultivo.
2. Los rendimientos promedio en kg/ha obtenidos con los métodos de control y las combinaciones frecuencia-método de control evaluadas fueron estadísticamente similares, mientras que sí hubo diferencias significativas en la frecuencia de aplicación.
3. Al aplicar en frecuencia cada cinco días se obtiene un control más eficaz del picudo del chile Anthonomus eugenii Cano.
4. Beauveria aplicada cada cinco días, proporciona un beneficio económico aceptable con una tasa de retorno marginal de 151%, que indica que al utilizar esta alternativa de control en sustitución de, endosulfan cada cinco días, se recupera por cada quetzal adicional invertido, Q. 1.51 más el quetzal invertido.

9. RECOMENDACIONES

1. Evaluar, el efecto diferentes cepas nativas de Beauveria bassiana (Bals) Vuill, sobre la mortalidad del picudo del chile, en condiciones de laboratorio y de campo.
2. Evaluar programas de Manejo Integrado de Plagas, que incluyan Insecticidas biológicos, para el control de picudo del chile Anthonomus eugenii C., utilizando parcelas más grandes, puesto que las utilizadas en este experimento fueron para la parcela bruta de 25 m² (90 plantas), para la parcela neta de 8.6 m² (36 plantas) y el picudo del chile Anthonomus eugenii Cano, es un insecto volador que probablemente se movilizó en todas las parcelas.
3. Evaluar técnicas de producción de los productos entomopatógenos, Metarhizium anisopliae S.y Beauveria bassiana, que permitan la reducción de costos.

10. BIBLIOGRAFIA

1. BUSTILLO, A; POSADAS, F. 1996. El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia. *Revista Manejo Integrado de Plagas (C.R.)* no. 42:39-44.
2. CHEN G. R. 1999. Evaluación de seis prácticas para el control del picudo del chile dulce (Anthonomus eugenii cano,) en San Jerónimo Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69 p.
3. CHONAY, M. 1988. Determinación de la patogenicidad del entomopatógeno Beauveria bassiana (Bals) Vuill en 20 especies de insectos plaga en condiciones de laboratorio y su efecto a nivel de campo en Pieris sp. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 23 p.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO)(Mex.). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D. F. 57 p.
5. DURAN, J; CARBALLO M. 1999. Efecto de Beauveria bassiana (Bals) Vuill, sobre la mortalidad del picudo del chile Anthonomus eugenii. In: Semana Científica Logros de la Investigación para el Nuevo Milenio (4.,1999, Turrialba, C. R.). Turrialba, C. R. Actas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Investigación. p.108-111.
6. EXTENSIÓN TOXICOLOGY NETWORK. 1995. Pesticide Information Profile: Azadirachtin.(<http://www.pnep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/24d-captam/azadirachtin-ext.html>).
7. FUENTES, G; CARBALLO, M. 1995. Evaluación de Beauveria bassiana (Bals.) Vuill, para control de Plutella xylostella, en crucíferas. *Revista Manejo Integrado de Plagas. (C.R.)* no. 35: 14-18
8. GARCIA G; CARBALLO, M. 1995. Evaluación de aislamientos de Beauveria bassiana, y Metarhizium anisopliae, en el control de Hyalymenus tarsatus (HEMIPTERA: ALYDIDAE) en MACADAMIA. *Revista Manejo Integrado de Plagas. (C.R.)* no. 35: 7-11.
9. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1994. Tarjeta de control meteorológico de la estación de San Jerónimo y Clasificación de zonas de vida de los valles de Salamá. Baja Verapaz, Guatemala. Sin publicar.

10. -----, INSTITUTO NACIONAL DE GUATEMALA. 1982. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala. ed. Tipografía Nacional. Tomo 3.
11. -----, MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION. 1999. Caracterización de frutas y hortalizas en Salamá, Baja Verapaz. Salama. Baja Verapaz. Guatemala. Sin publicar.
12. HILJE L; HANSON, P. 1998. Biodiversidad trópicar y el manejo integrado de plagas. Revista Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 48: 1-13.
13. LAVERLAM. (Col.). 1998. Beauveria bassiana-cepa. <http://www.laverlam.com.co/beauveril.html>.
14. -----, 1998. Metarhizium anisopliae-cepa. <http://www.laverlam.com.c/destru.html>).
15. MONTERROSO, M. 1983. Control Biológico de de la broca del café Hypothenemus hampei. In: Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas. (1., 1983, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 182-185.
16. NEEM TREE Azadirachtin. 1999. Murkumbi Bioagro-Azadirachtin. (<http://www.bioagro.com/molform.html>).
17. NUEZ, F; GIL, R; COSTA, J. 1996. El cultivo de pimientos chiles y ajies. Madrid, España, Mundi Prensa. p. 607.
18. ORTIZ, A; CAJAS, C. 1983. Biología comportamiento y dinámica de población del picudo del chile Anthonomus eugenii, Cano, en el Valle de la Fragua, Zacapa. In. Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas. (1., 1983, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 64-67.
19. QUEZADA, R. 1990. El control biológico de plagas, esfuerzo y logros en el Salvador. Revista Manejo Integrado de Plagas (C. R.) no. 15: 87-102.
20. RODAS C., E. 1982. Evaluación de medios de cultivo para la producción masiva del entomopatógeno Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 30 p.

21. RODRÍGUEZ, D., C. 1982. Sensibilidad del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana (Bals.) Vuill, a 7 fungicidas bajo condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
22. ROGERS SANDOZ SEEDS (EE.UU) s. f. Nathalie combatiente de enfermedades. Idaho, EE. UU. s.p.
23. SAUNDERS, J; KING, A. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales, alimenticios en América Central: Una guía para su reconocimiento y control. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 80.
24. SIMMONS, C; PINTO J.M; TARANO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala. Ed. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, ed. José de pineda Ibarra. 1000 p.
25. TRUJILLO, R. 1995. Evaluación de la patogenicidad de diferentes cepas de Metarhizium anisopliae y Beauveria bassiana (Bals.)Vuill, en el control de chinche salivosa Aeneolamia sp. en condiciones de laboratorio. Investigación inferencial EPS. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 17 p.



Vo. B^o.

Myriam De La Roca

11. APENDICE

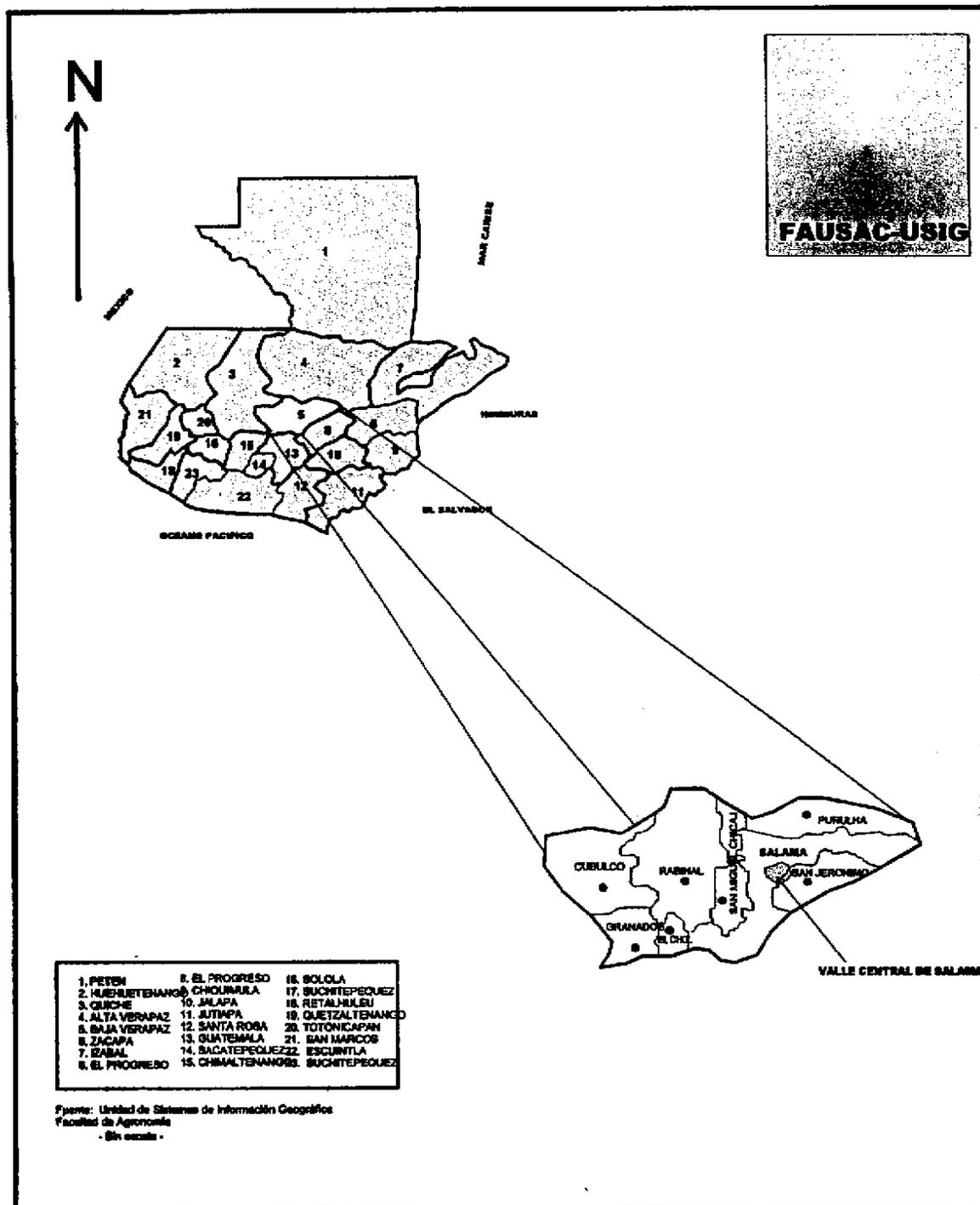


Figura 7A. Ubicación geográfica del valle central de Salamá, Baja Verapaz.

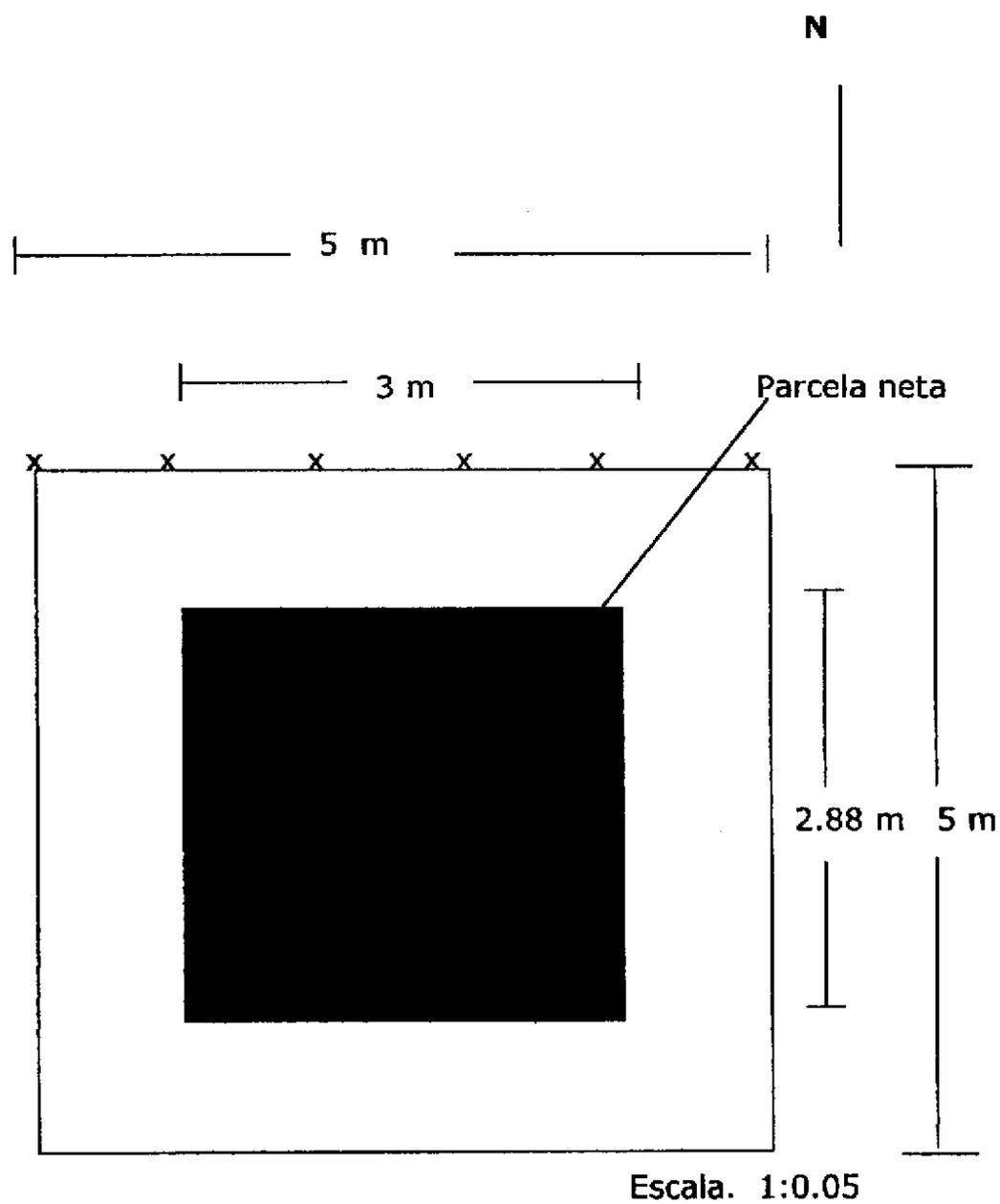
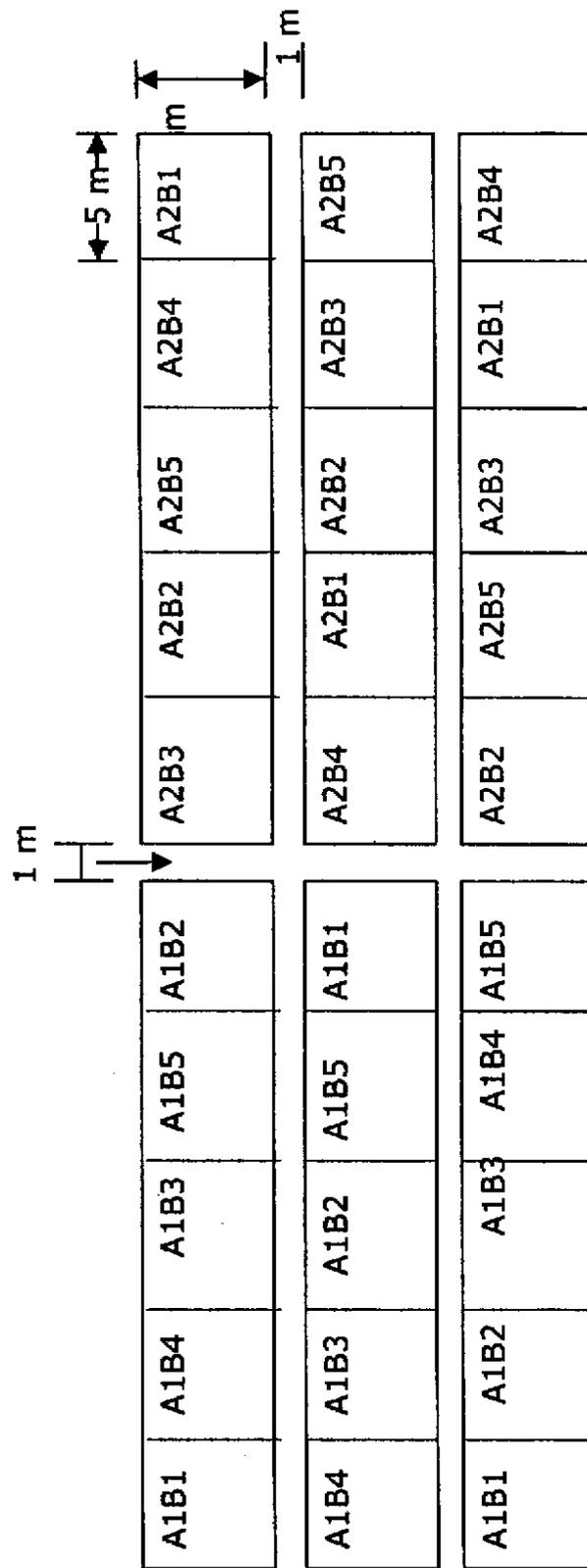


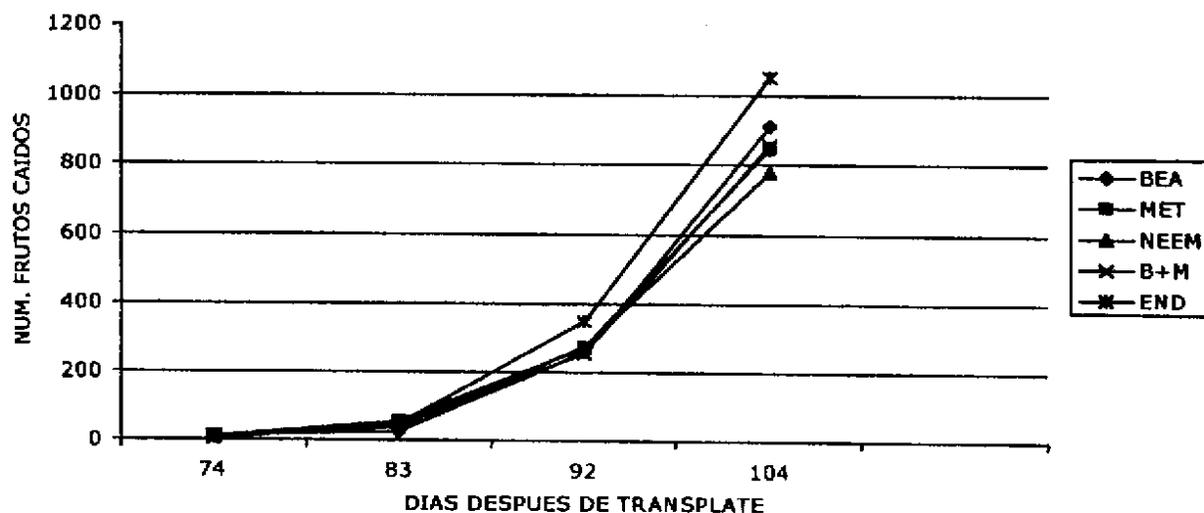
Figura 8A. Croquis de parcela neta y parcela bruta.

N



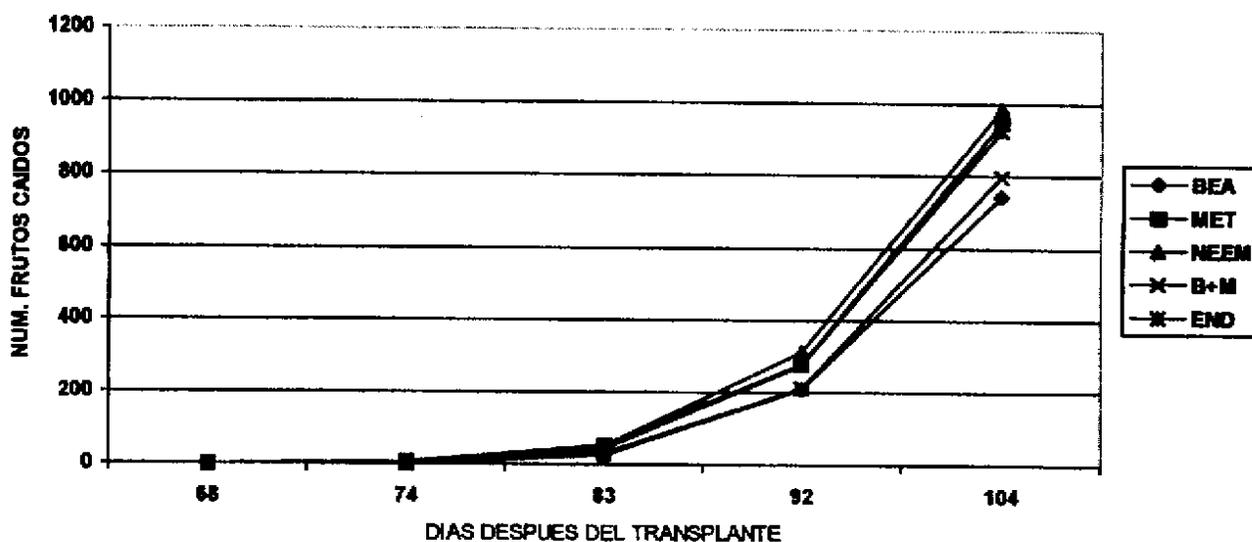
ESCALA 1:0.004

FIGURA 9 A: Ubicación de los tratamientos, en el campo definitivo.



BEA = Beauveria; MET = Metarhizium; B+M = Beauveria con Metarhizium; END = Endosulfan

Figura 10A. Número de frutos caídos y dañados por el Anthonomus eugenii Cano, por método de control aplicado cada tres días.



BEA = Beauveria; MET = Metarhizium; B+M = Beauveria con Metarhizium; END = Endosulfan

Figura 11A. Número de frutos caídos y dañados por el Anthonomus eugenii Cano, por método de control aplicado cada cinco días.

Cuadro 18A. Datos originales del número de picudos adultos por parcela neta, por cada muestreo.

NUMERO:	1	2	3	4	5	7	8	9	10			
DDT	45	52	59	66	73	80	87	94	101	108		
REP											T.R	T.T.
BEA3 1	0	1	1	2	5	2	11	8	12	5	47	
BEA3 2	0	0	2	4	4	1	5	8	7	8	39	
BEA3 3	0	1	2	4	5	6	11	8	9	8	54	140
	0	2	5	10	14	9	27	24	28	21	140	
BEA5 1	0	0	1	2	1	4	5	4	5	5	27	
BEA5 2	0	1	2	5	2	2	2	5	5	4	28	
BEA5 3	0	0	1	1	1	1	1	2	6	2	15	70
	0	1	4	8	4	7	8	11	16	11	70	
MET3 1	0	1	3	7	3	3	4	6	4	6	37	
MET3 2	0	1	2	3	2	4	12	9	6	6	45	
MET3 3	0	1	1	3	9	6	4	7	8	7	46	128
	0	3	6	13	14	13	20	22	18	19	128	
MET5 1	0	0	0	0	1	5	5	7	9	12	39	
MET5 2	0	0	0	2	2	1	3	2	8	7	25	
MET5 3	0	0	1	2	1	8	4	9	10	7	42	106
	0	0	1	4	4	14	12	18	27	26	106	
NEE3 1	0	1	2	5	4	1	1	5	9	4	32	
NEE3 2	0	0	0	1	3	2	4	6	8	10	34	
NEE3 3	0	0	0	0	4	4	1	2	2	7	20	86
	0	1	2	6	11	7	6	13	19	21	86	
NEE5 1	0	0	1	3	5	1	4	13	9	9	45	
NEE5 2	0	0	0	1	4	3	1	5	6	7	27	
NEE5 3	0	1	2	4	3	4	3	5	6	12	40	112
	0	1	3	8	12	8	8	23	21	28	112	
B+M3 1	0	0	0	1	2	4	5	8	6	9	35	
B+M3 2	0	0	0	0	1	0	3	2	7	2	15	
B+M3 3	0	1	2	4	1	5	6	6	7	9	41	91
	0	1	2	5	4	9	14	16	20	20	91	
B+M5 1	0	1	1	3	1	2	6	2	8	10	34	
B+M5 2	0	1	1	3	1	2	1	3	9	7	28	
B+M5 3	0	0	0	0	1	3	9	7	7	5	32	94
	0	2	2	6	3	7	16	12	24	22	94	
END3 1	0	1	2	4	5	2	5	8	8	5	40	
END3 2	0	0	1	2	2	2	1	7	8	7	30	
END3 3	0	0	0	1	2	2	4	4	13	6	32	102
	0	1	3	7	9	6	10	19	29	18	102	
END5 1	0	0	0	1	1	0	2	3	8	9	24	
END5 2	0	0	0	1	1	3	8	4	6	5	28	
END5 3	0	0	1	3	1	1	5	3	16	13	43	95
	0	0	1	5	3	4	15	10	30	27	95	

Cuadro 19A. Ecuaciones y factores de correlación, para los valores del número de picudos adultos por parcela neta, días después de transplante, en frecuencia cada tres días.

METODO	ECUACION	FACTOR DE CORRELACION(R)
BEA	$Y = 0.44X - 19.91$	0.90
MET	$Y = 0.32X - 12.10$	0.92
NEEM	$Y = 0.32X - 15.64$	0.92
B + M	$Y = 0.36X - 18.39$	0.97
END	$Y = 0.38X - 19.21$	0.88

X = Días después de transplante; Y = Número de picudos adultos

Cuadro 20A. Ecuaciones y factores de correlación, para los valores del número de picudos adultos por parcela neta, días después de transplante, en frecuencia cada cinco días.

METODO	ECUACION	FACTOR DE CORRELACION(R)
BEA	$Y = 0.21X - 9.03$	0.90
MET	$Y = 0.47X - 25.30$	0.95
NEEM	$Y = 0.42X - 21.12$	0.92
B + M	$Y = 0.38X - 19.48$	0.92
END	$Y = 0.46X - 25.54$	0.88

X = Días después de transplante ; Y = Número picudos adultos

Cuadro 21A. Datos originales del número de frutos caídos y dañados por la plaga, por muestreo.

NUM:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
DDT	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98	101	104		
REP															
TRAT.														T.R.	T.T
BEA3 1	0	0	5	10	1	4	15	20	17	16	35	52	58	233	
BEA3 2	0	0	2	4	5	3	10	15	25	18	60	74	64	280	
BEA3 3	0	0	5	11	0	6	35	25	59	14	68	84	90	397	910
	0	0	12	25	6	13	60	60	101	48	163	210	212	910	
BEA5 1	0	0	0	0	1	6	9	23	35	22	35	42	44	217	
BEA5 2	0	0	0	2	4	7	11	23	24	28	53	65	53	270	
BEA5 3	0	0	0	0	2	2	15	23	21	17	59	62	61	262	749
	0	0	0	2	7	15	35	69	80	67	147	169	158	749	
MET3 1	0	1	2	5	2	10	10	18	36	10	50	45	50	239	
MET3 2	0	1	3	6	4	2	25	27	32	18	52	70	75	315	
MET3 3	0	1	4	7	0	6	35	48	27	24	44	49	50	295	849
	0	3	9	18	6	18	70	93	95	52	146	164	175	849	
MET5 1	0	0	1	2	8	10	14	22	20	17	36	58	59	247	
MET5 2	0	0	1	2	3	3	15	16	30	22	122	56	58	328	
MET5 3	0	1	2	4	8	8	30	47	31	25	65	83	70	374	949
	0	1	4	8	19	21	59	85	81	64	223	197	187	949	
NEE3 1	0	0	2	4	0	6	17	26	33	21	59	45	46	259	
NEE3 2	0	0	5	10	2	3	29	33	19	17	57	49	50	274	
NEE3 3	0	0	0	0	0	7	20	22	34	19	37	52	55	246	779
	0	0	7	14	2	16	66	81	86	57	153	146	151	779	
NEE5 1	0	0	1	2	8	10	15	21	18	13	32	63	50	233	
NEE5 2	0	0	0	1	0	2	10	24	47	15	69	81	83	332	
NEE5 3	0	0	1	3	10	11	40	45	32	29	103	72	74	420	985
	0	0	2	6	18	23	65	90	97	57	204	216	207	985	
B+M3 1	0	0	0	5	3	6	17	25	25	13	62	59	60	275	
B+M3 2	0	0	3	7	0	6	10	18	15	11	42	59	55	226	
B+M3 3	0	0	1	2	2	6	40	33	29	26	79	70	65	353	854
	0	0	4	14	5	18	67	76	69	50	183	188	180	854	
B+M5 1	0	0	0	1	1	8	10	12	29	14	60	79	75	289	
B+M5 2	0	0	1	2	5	4	8	16	18	20	23	46	45	188	
B+M5 3	0	0	0	0	2	4	25	33	31	14	41	84	88	322	799
	0	0	1	3	8	16	43	61	78	48	124	209	208	799	
END3 1	0	1	2	4	1	7	10	25	60	26	60	51	52	299	
END3 2	0	1	2	4	2	11	25	36	48	25	70	95	101	420	
END3 3	0	0	1	2	4	6	25	45	26	31	65	63	65	333	1052
	0	2	5	10	7	24	60	106	134	82	195	209	218	1052	
END5 1	0	1	2	4	6	9	15	21	16	9	69	50	45	247	
END5 2	0	0	1	1	0	4	10	24	51	20	68	62	70	311	
END5 3	0	0	0	1	5	8	20	44	34	21	69	85	80	367	925
	0	1	3	6	11	21	45	89	101	50	206	197	195	925	

Cuadro 22A. Datos originales del rendimiento (kg/parcela neta), obtenidos en cada corte.

Tratamiento	Rep	corte1	corte2	corte3	corte4	corte5	corte6	S. Rep	S. tratam
Bea/c 3	1	0	0.2	.45	.35	.28	0	1.27	
Bea/c 3	2	.21	0.58	1.21	0.71	.34	0	3.04	
Bea/c 3	3	.38	1.04	0.75	1.11	.66	.25	4.17	8.48
Bea/c 5	1	.68	1.06	2.35	2.13	1.00	.69	7.92	
Bea/c 5	2	.48	1.38	1.39	2.03	1.00	.36	6.65	
Bea/c 5	3	.70	1.30	1.49	1.63	1.39	.86	7.37	21.94
Met/c 3	1	.41	.71	.52	.66	.29	0	2.60	
Met/c 3	2	.12	.38	.76	1.00	.34	0	2.61	
Met/c 3	3	.36	1.07	1.04	.85	.33	.26	3.90	9.11
Met/c 5	1	.35	.74	1.44	1.44	1.24	.43	4.21	
Met/c 5	2	.34	.71	1.41	1.40	.38	.30	4.53	
Met/c 5	3	.29	.36	1.05	1.11	.31	.32	3.44	12.19
Nee/c 3	1	.36	.41	.63	.69	.31	.22	2.63	
Nee/c 3	2	.37	.45	.69	.81	.39	0	2.71	
Nee/c 3	3	.41	.91	1.18	1.52	.34	0	4.35	9.69
Nee/c 5	1	.50	1.07	1.16	1.12	1.00	.48	5.34	
Nee/c 5	2	.45	1.31	1.11	1.18	.88	.59	5.52	
Nee/c 5	3	.38	1.04	1.12	1.62	.76	.62	5.54	16.40
Bm/c 3	1	.31	.41	1.04	.75	.34	0	.85	
Bm/c 3	2	.38	1.09	.66	.68	.38	0	3.18	
Bm/c 3	3	.59	.74	.96	1.04	.54	.38	4.25	10.29
Bm/c 5	1	.39	1.11	2.48	2.11	.57	.28	7.04	
Bm/c 5	2	.29	.75	1.15	1.15	.38	.24	3.96	
Bm/c 5	3	.41	.75	1.04	.96	.41	.35	3.93	14.94
End/c 3	1	.29	.90	.84	1.07	.29	0	3.39	
End/c 3	2	.21	.37	1.06	1.42	.38	.31	3.75	
End/c 3	3	.31	1.24	.78	1.12	.29	.26	4.00	11.14
End/c 5	1	.47	1.04	1.77	1.76	.26	.29	5.59	
End/c 5	2	.31	.97	1.78	1.95	.40	.28	5.68	
End/c 5	3	.38	1.03	1.14	1.07	.40	.26	4.29	15.56
		11.13	25.11	34.45	36.25	15.10	7.68	129.71	129.71

Cuadro 23A. Resultados del ANDEVA, para el número de insectos adultos

METODO	BLOQUE						SUBTOTALES		SUMA TOTAL
	I		II		III		C/3	C/5	
	C/3	C/5	C/3	C/5	C/3	C/5	C/3	C/5	
BEA	47	27	39	28	54	15	140	70	210
MET	37	39	45	25	46	42	128	106	234
NEE	32	45	34	27	20	40	88	112	198
BM	35	34	15	25	41	32	91	94	185
EN	40	24	30	28	32	43	102	95	197
SUMA	191	188	183	136	193	172	547	477	1024
BLOQUES		380		288		365		1024	

FACTOR DE CORRECCION
34952.53333

SUMA DE CUADRADOS TOTAL 2813.468867

SUMA DE CUADRADOS BLOQUES 270.068867

SUMA DE CUADRADOS FRECUENCIA
183.3333333

SUMA DE CUADRADOS SUBTOTALES
435.468867

SUMA DE CUADRADOS METODO
229.8

SUM INTERACCION METODO*FRECUENCIA
856.3333333

SUMA DE CUADRADOS DEL ERROR EXPERIMENTAL DEL METODO
1091.888867

ANDEVA DEL EXPERIMENTO CONTROL BIOLOGICO PICUDO

FUEN.VAR	GRD.LIBER	SUMCUAR	CUADRA M	F. CALCULA	F TABULADA 5%
bloques	2	270.068867	135.0333333		19
frecuencia	1	183.3333333	183.3333333	158.0645181	18.51
error para/gran	2	2.06888867	1.033333333		
subtotal	5	435.468867			
metodos	4	229.8	57.45	0.841861033	3.01
metodo*frecu	4	856.3333333	214.0833333	3.137135181	3.01
error para/ctrl	18	1091.888867	66.24188867		
total	29	2813.468867			

COEFICIENTE DE VARIACION METODO 24.20171323

COEFICIENTE DE VARIACION FRECUENCIA 2.978115358

SE CONCLUYE QUE:

SI EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN
NO EXISTEN DIFERENCIAS DE POBLACION DEBIDO AL METODO DE CONTROL
EXISTEN DIFERENCIAS DE POBLACION DEBIDO A LA INTERACCION
DE FRECUENCIAS Y METODO DE CONTROL

SE HARA PRUEBA DE TUKEY A LA INTERACCION DE
METODO DE CONTROL*FRECUENCIA DE APLICACIÓN

TRAT	MEDIA	TRAT	MEDIA
BEA3	46.66888667	BEA3	46.66
BEA5	23.33333333	MET3	42.66
MET3	42.66888667	NEE5	37.33
MET5	35.33333333	MET5	35.33
NEE3	28.66888667	EN3	34
NEE5	37.33333333	EN5	31.66
BM3	30.33333333	BM5	31.33
BM5	31.33333333	BM3	30.33
EN3	34	NEE3	28.66
EN5	31.66888667	BEA5	23.33

Cuadro 24A. Resultados Prueba de Tukey 5% de significancia realizada a cada tratamiento.

COMPARADOR DE LAS MEDIAS PARA LA TOMA DE DECISION W.

$S_x =$
 4.273952113
 18.2666667
 $tab =$
 1.750423942
 479.61816
 274
 $Wlab^*S_x =$
 7.481228104

MATRIZ DE DIFERENCIAS

	BEA3	MET3	NEE5	MET5	EN3	ENS	BM5	BM3	NEE3	BEA5
BEA3	48.66	42.66	37.33	35.33	34	31.66	31.33	30.33	28.66	23.33
BEA5	23.33	23.33	19.33	14	12	10.67	8.33	8	7	5.33
NEE3	28.66	18	14	8.67	6.67	5.34	3	2.67	1.67	0
BM3	30.33	16.33	12.33	7	5	3.67	1.33	1	0	
BM5	31.33	15.33	11.33	6	4	2.67	0.33	0		
ENS	31.66	15	11	5.67	3.67	2.34	0			
EN3	34	12.66	8.66	3.33	1.33	0				
MET5	35.33	23.33	7.33	2	0					
NEE5	37.33	9.33	5.33	0						
MET3	42.66	4	0							
BEA5	48.66	0								

INTERPRETACION DE RESULTADOS

W= 7.38712

	BEA3	MET3	NEE5	MET5	EN3	ENS	BM5	BM3	NEE3	BEA5
BEA3	48.66	42.66	37.33	35.33	34	31.66	31.33	30.33	28.66	23.33
BEA5	23.33 *	*	*	NS(D)	NS(E)	NS(F)	NS(G)	NS(H)	NS(I)	NS(J)
NEE3	28.66 *	*	*	NS(D)	NS(E)	NS(F)	NS(G)	NS(H)	NS(I)	
BM3	30.33 *	*	NS(C)	NS(D)	NS(E)	NS(F)	NS(G)	NS(H)		
BM5	31.33 *	*	NS(C)	NS(D)	NS(E)	NS(F)	NS(G)			
ENS	31.66 *	*	NS(C)	NS(D)	NS(E)	NS(F)				
EN3	34 *	*	NS(C)	NS(D)	NS(E)					
MET5	35.33 *	NS(B)	NS(C)	NS(D)						
NEE5	37.33 *	NS(B)	NS(C)							
MET3	42.66 NS(A)	NS(B)								
BEA5	48.66 NS(A)									

MEDIA

	BEA3	MET3	NEE5	MET5	EN3	ENS	BM5	BM3	NEE3	BEA5
BEA3	48.66 A									
MET3	42.66 A	B								
NEE5	37.33	B	C							
MET5	35.33	B	C	D						
EN3	34		C	D	E					
BM5	31.66		C	D	E	F				
BM3	31.33		C	D	E	F	G			
NEE3	30.33		C	D	E	F	G	H		
NEE5	28.66			D	E	F	G	H	I	
BEA5	23.33							H	I	J

Cuadro 25A. Resultados ANDEVA PARA EL NUMERO DE FRUTOS CAIDOS Y DAÑADOS

DATOS INGRESADOS	BLOQUE						SUBTOTALES		SUMA TOTAL
	I		II		III		C/3	C/5	
METODOS	C/3	C/5	C/3	C/5	C/3	C/5	C/3	C/5	
BEA	233	217	280	270	397	262	910	749	1659
MET	239	247	315	328	295	374	849	949	1798
NEE	259	233	274	332	246	420	779	985	1764
BM	275	289	226	188	353	322	854	799	1653
EN	299	247	420	311	333	367	1052	925	1977
SUMA	1305	1233	1515	1429	1624	1745	4444	4407	8851
BLOQUES		2538		2944		3369		8851	

FACTOR DE CORRECCION

2611340.03

SUMA DE CUADRADOS TOTAL

105984.967

SUMA DE CUADRADOS BLOQUES

34534.0667

SUMA DE CUADRADOS FRECUENCIA

45.6333333

SUMA DE CUADRADOS SUBTOTALES

37256.1667

SUMA DE CUADRADOS METODOS

11613.1333

SMC INTERACCION METODO*FRECUENCIA

16206.2

SUMA DE CUADRADOS DEL ERROR EXPERIMENTAL DE METODO

40909.4667

RESUMEN DEL ANDEVA

FUEN.VAR	GRD.LIBER	SUMCUAR	CUADRA M	F. CALCULA	F TABULADA 5%
bloques	2	34534.0667	17267.0333	12.902857	19
frecuencia	1	45.6333333	45.6333333	0.03409968	18.51
error frecu	2	2676.46667	1338.23333		
subtotal	5	37256.1667			
metodo	4	11613.1333	2903.26333	1.13549594	3.01
meto*frecu	4	16206.2	4051.55	1.58459167	3.01
error meto	16	40909.4667	2556.84167		
total	29	105984.967			

COEFICIENTE DE VARIACION METODO

17.1388166

COEFICIENTE DE VARIACION FRECUENCIA

12.3992334

Cuadro 26A Resultados del ANDEVA para el rendimiento (kg./ha)

DATOS INGRESADOS		BLOQUE			SUBTOTALES			SUMA TOTAL	
METODO	I		II		III				
	C/3	C/5	C/3	C/5	C/3	C/5	C/3	C/5	
BEA	1736.11	7986.11	3182.87	4976.85	4861.11	5729.17	9780.09	18692.13	28472.22
MET	3009.28	4976.85	3125.00	5150.46	4513.89	3993.06	10648.15	14120.37	24768.52
NEE	3067.13	3356.48	3240.74	6423.61	5034.72	5671.3	11342.59	15451.39	25793.98
BM	3296.61	8217.59	3703.7	4571.78	4918.98	4513.89	11921.29	17303.24	29224.53
EN	3635.19	6423.61	4398.15	8712.96	4629.63	4861.11	12962.97	17997.68	30960.65
SUMA	15046.3	30960.64	17650.46	27835.64	23958.33	24768.53	58855.09	83584.81	140219.9
BLOQUES		46008.94		45488.1		48728.86		140219.9	
		2116638528		2068985293		2374306885			
FACTOR DE CORRECCI			19661620356	655387345.2	655387345.2				
SUMA DE CUADRADOS TOTAL			62965362.32						
SUMA DE CUADRADOS BLOQUES			605725.483						
SUMA DE CUADRADOS DE FRECUENCIA			24137767.68						
SUMA DE CUADRADOS SUBTOTALES			36371778.81	11628285.65					
SUMA DE CUADRADOS METODOS			3729198.317						
SMC INTERACCION METODOS*FRECUENCIA			2975015.103						
SUMA DE CUADRADOS DEL ERROR EXPERIMENTAL DE METODO			19889370.08						
RESUMEN DEL ANDEVA									
FUEN.VAR	GRD.LIBER	SUMCUAR	CUADRA M	F. CALCULA	F TABULADA				
bloques	2	605725.483	302862.7415	0.052090695	19				
frecuencia	1	24137767.68	24137767.68	19.41762264	18.51				
error par/grt	2	11628285.85	5814142.824						
subtotal	5	36371778.81							
metodo	4	3729198.317	932299.5792	0.74998822	3.01				
frec*metodo	4	2975015.103	743753.7759	0.598312584	3.01				
error par/c/d	16	19889370.08	1243085.63						
total	29	62965362.32							
COEFICIENTE DE VARIACION METODO				23.85404997					
COEFICIENTE DE VARIACION FRECUENCIA				51.58868403					

*SE CONCLUYE QUE:

NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE METODOS DE CONTROL

NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DEBIDO A LA INTERACCION METODO*FRECUENCIA

SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DEBIDO A LA FRECUENCIA



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS EN DOS FRECUENCIAS DE APLICACION PARA EL CONTROL DE PICUDO DEL CHILE Anthrenomyia eugenii Cano BAJO CONDICIONES DEL VALLE CENTRAL DE SALAMA BAJA VERAPAZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: LUIS AUGUSTO PEREZ MELGAR

CARNET No: 8713621

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Guillermo A. Soria Cabrera
Ing. Agr. Jorge Mario Escobar López
Ing. Agr. Jorge Omar Samayoa Juárez
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. Alvaro Gustavo Hernández Dávila
A S E S O R

Ing. Agr. Ronald Enrique Estrada Hurtarte
A S E S O R

Alvaro Gustavo Hernández Dávila
Dr. Ariel Abercrombía Ortíz López
DIRECCIÓN DEL IIA.

RONALD E. ESTRADA HURTARTE
INGENIERO AGRONOMO
COLEGIADO No. 43



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
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9704
e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>