

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

EVALUACION DE OCHO ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE  
*Plutella xylostella* (L.). EN BROCOLI (*Brássica*  
*oleracea* var. *Itálica*) EN PATZUN, CHIMALTENANGO.

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

POR

VICTOR MOISES COYOTE BATZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

01  
T(1580)

4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

- |                 |   |
|-----------------|---|
| DECANO          | Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio          |
| VOCAL PRIMERO   | Ing. Agr. Juan José Castillo Mont           |
| VOCAL SEGUNDO   | ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes              |
| VOCAL TERCERO   | Ing. Agr. Carlos Roberto Motta de Paz       |
| VOCAL CUARTO    | P.A. Henry Estuardo España Morales          |
| VOCAL QUINTO    | Br. Mynor Joaquín Barrios Ochaeta           |
| SECRETARIO a.i. | Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta |

Guatemala, noviembre de 1995

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

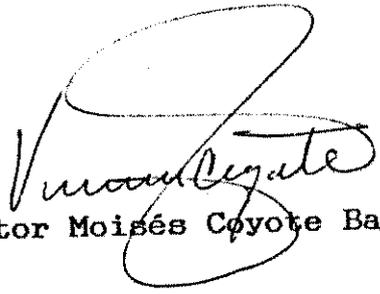
Señores:

De acuerdo con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado :

**EVALUACION DE OCHO ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE  
*Plutella xylostella* (L.) EN BROCOLI (*Brássica  
oleracea* var. *Itálica*) EN PATZUN, CHIMALTENANGO**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente.

  
Victor Moisés Coyote Batz

## TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala.

Patzún.

La Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Colegio San Bernardino de Patzún.

Instituto Normal Para Varones "Antonio Larrazabal", de Antigua Guatemala.

Liceo "Antigüeño".

Los Padres Franciscanos

Los agricultores en general

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODO PODEROSO

Fuente de Sabiduría y quien me ayudo para alcanzar una de las metas de mi vida.

A MIS PADRES

Justo German Coyote Patal  
Rosa Batz Yos  
Que este triunfo sea una recompensa a sus múltiples esfuerzos.

A MIS ABUELOS

Jacinto Coyote Patunayché (QEPD)  
Manuela Felisa Patal Ajuchan (QEPD)  
Doroteo Batz (QEPD)  
Juliana Yos (QEPD)

A MIS HERMANOS

Margarita, Irma, Mirian, Esperanza, Francisca, Micaela, Israel, Byron y Elias.

A MIS SOBRINOS

Edmar y Andrés.

A MI FAMILIA

En general.

A MIS AMIGOS

## AGRADECIMIENTOS

- A mis asesores, Ing. Agr. Samuel Córdova Calvillo, Ing. Agr. William Escobar López, por su constante apoyo y orientación en la realización del presente trabajo de tesis.
- Al Departamento agrícola de INAPSA, en especial a José Gregorio Nájera López, Gerente Agrícola y al Ing. Victor Hugo Benitez, jefe de Producción, por su colaboración a la realización de esta investigación.
- A los Ingenieros : David Mendoza Ramírez, Alejandro Vega, por haber contribuido a la realización de este trabajo.
- A los Ingenieros : Jhonny Toledo y José Manuel Márquez H. y los señores: Luis Lorenzo Rodríguez González y Filiberto Cap Sincal, por su colaboración en el procesamiento de datos.
- A todas aquellas personas que una u otra forma colaboraron en la realización de las diferentes fases de este trabajo de tesis.

## INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
CONTENIDO.....	1
INDICE DE FIGURAS.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	iv
RESUMEN.....	vi
1. INTRODUCCION .....	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA .....	3
3. MARCO TEORICO .....	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL .....	4
3.1.1. Características agronómicas del brócoli .....	4
3.1.2 Importancia económica .....	5
3.1.3 Características del brócoli para exportación .....	7
3.1.4 Descripción general de <i>P. xylostella</i> L. ....	8
3.1.5 Características generales del control biológico .....	10
3.1.6 Características generales del <i>B. thuringiensis</i> .....	11
3.1.7 Control químico .....	12
3.1.8 Esteres organofosforosos .....	12
3.1.9 Insecticidas botánicos y derivados .....	14
3.2 MARCO REFERENCIAL .....	15
3.2.1 Descripción general de área experimental .....	15
3.2.2 Características del material experimental .....	15
3.2.3 Descripción técnica de insecticidas evaluados .....	16
3.2.4 Trabajos relacionados con la investigación .....	18
4. OBJETIVOS .....	19
5. HIPOTESIS .....	20
6. METODOLOGIA .....	21
6.1 Descripción de las alternativas.....	21
6.2 Diseño experimental .....	23
6.3 Manejo del experimento .....	24
6.4 Variables de respuesta .....	25
6.5 Análisis de datos .....	26
7. RESULTADOS .....	28

7.1	Número de larvas de <i>P. xylostella</i> (L.) durante el ciclo de desarrollo del cultivo.....	28
7.2	Número de larvas de <i>P. xylostella</i> (L.) durante el período de cosecha de floretes.....	29
7.3	Rendimiento de floretes exportables .....	31
7.4	Rendimiento de floretes no exportables .....	33
7.5	Análisis de presupuesto parcial.....	34
8.	CONCLUSIONES .....	37
9.	RECOMENDACIONES .....	38
10.	BIBLIOGRAFIA .....	39
11.	APENDICE.....	41

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1 "A"	Localización del área donde se realizó el ensayo de control de <i>Plutella xylostella</i> (L.), Patzún, Chimaltenango, 1993 .....	42
2 "A"	Número de plantas, dimensiones de la unidad experimental y parcela neta de muestreo.....	43
3 "A"	Cróquis de la distribución de los bloques y tratamientos para el control de <i>Plutella xylostella</i> (L.), Patzún, Chimaltenango, 1993 .....	44

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Exportaciones de Brócoli, período 1978-1992.....	6
2. Contenido nutricional de 100 gr. de Brócoli.....	7
3. Alternativas evaluadas para el control de <i>P. xylostella</i> (L.), en brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Italica</i> ), Patzún, Chimaltenango. 1993.....	21
4. Resumen de las cantidades (por ha) de insecticidas, utilizadas en cada alternativa para el control de <i>P. xylostella</i> en brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Italica</i> ) en Patzún, Chimaltenango, 1993.....	22
5. Número de larvas de <i>P. xylostella</i> (L.), por 10 plantas, durante el ciclo de desarrollo del brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Italica</i> ), en Patzún, Chimaltenango, 1993.....	28
6. Número de larvas de <i>P. xylostella</i> (L.) por 10 plantas durante los cortes de la inflorescencia de brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Italica</i> ), Patzún, Chimaltenango, 1993.....	29
7. Análisis de varianza para el número de larvas/10 plantas, transformado por $\sqrt{x+1}$ , al momento de cosecha para las 8 alternativas para el control de <i>P. xylostella</i> (L.) en brócoli. Patzún, Chimaltenango. 1993. ....	30
8. Análisis de varianza para el rendimiento de floretes de brócoli exportable (Kg/ha). Patzún, Chimaltenango, 1993 .....	31
9. Rendimiento promedio de floretes de brócoli exportable. Patzún, Chimaltenango, 1993.....	32
10. Análisis de varianza para el rendimiento de floretes no exportable de brócoli, transformados por $\sqrt{x+1}$ . Patzún, Chimaltenango. 1993.....	33

11. Rendimiento promedio de floretes de brócoli no exportable.  
Patzún, Chimaltenango, 1993..... 34

12. Análisis de presupuesto parcial de las alternativas  
evaluadas para el control de *P. xylostella* (L.). Patzún,  
Chimaltenango, 1993..... 35

...  
...  
...  
...  
...

...  
...  
...  
...  
...

"EVALUACION DE OCHO ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE  
*Plutella xylostella* (L.) EN BROCOLI (*Brássica oleracea* var  
Itálica) EN PATZUN, CHIMALTENANGO ".

"EVALUATION OF EIGHT ALTERNATIVES TO CONTROL  
*Plutella xylostella* (L.) ON BROCCOLI (*Brassica oleracea* var  
*Itálica*) IN PATZUN, CHIMALTENANGO ".

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de controlar la *Plutella xylostella* (L.) en brócoli, para la obtención de un mejor rendimiento y calidad del producto de exportación.

La fase de campo se desarrolló de mayo a octubre de 1993 en Patzún, Chimaltenango. El diseño utilizado fué el de Bloques Completos al Azar con ocho alternativas y cuatro repeticiones, contando con un total de 32 unidades experimentales.

Las variables de respuesta registradas fueron: Número de larvas de *P. xylostella* /10 plantas durante el ciclo de desarrollo del cultivo, número de larvas *P. xylostella* /10 plantas durante el período de cosecha, rendimiento de floretes exportables y rendimiento de floretes no exportables.

Se concluye que durante el período de cosecha, todas las alternativas evaluadas tuvieron el mismo nivel de control, con un promedio de 0.85 larvas *P. xylostella* /10 plantas, lo que indica un buen manejo de la plaga. En cuanto al rendimiento exportable y no exportable, se estableció que no hubo diferencia significativa entre alternativas, es decir, que el rendimiento del brócoli no se ve afectado por la rotación de insecticidas. Con base en el análisis de presupuesto parcial se estableció que



la alternativa 8 (tecnología del agricultor), 5 ( *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón y *B. thuringiensis*) y la alternativa 2 (Permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, *B. thuringiensis* ) presentaron las mejores tasas de retorno con 15.13, 11.45 y 11.31 quetzales, respectivamente.

Con base en lo anterior, se recomienda el uso de las alternativas 5 y 2; ya que, incorporan el uso alternado de *Bacillus thuringiensis*, que no es tóxico para el agricultor e insectos benéficos; por el contrario, no se recomienda la alternativa 8, que incluye el uso intensivo del insecticida metamidofos, de uso restringido.

## 1. INTRODUCCION

El cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* variedad *Italica*) ha incrementado su importancia en Guatemala durante la última década. En 1991 se sembraron alrededor de 4,000 hectáreas (7,000 mz) cuya producción fue destinada a Europa (19 %) y Estados Unidos (81 %) (13).

El principal problema para el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* variedad *Italica*) lo constituyen las plagas de insectos que afectan el follaje, disminuyendo los rendimientos y la calidad del producto. Se estima que del 10 al 15 % de las muestras analizadas son rechazadas en las plantas de procesamiento, por la presencia de insectos en la inflorescencia, lo cual según los datos, representaron en 1991, pérdidas que oscilaron entre Q 318,220.00 y Q 447,330.00 (13).

La tendencia predominante durante años, ante el problema de las plagas, ha sido la de utilizar con mayor énfasis un sólo método de combate, con preferencia el uso de los plaguicidas sintéticos. Esta tendencia se originó en la segunda mitad del siglo XIX, con el uso de varias sales metálicas y compuestos arsenicales para combatir insectos y hongos en plantas cultivadas (4).

Desde entonces la producción de plaguicidas se ha incrementado, ya que su éxito inicial acentuó la tendencia a confiar demasiado en su efectividad. Paralelamente se ha dado el abandono virtual de las investigaciones sobre otras opciones de manejo de plagas, como las prácticas culturales y el control biológico (4).

Actualmente para poder resolver los problemas de las plagas se pueden utilizar distintas estrategias para su manejo integral, tanto de tipo natural o artificial. Entre estas estrategias está el control biológico, que comprende el uso de enemigos naturales (depredadores, parásitos y patógenos) para el manejo de las plagas.

Siendo así como, los organismos entomopatógenos (bacterias, virus, nemátodos y hongos) se han convertido rápidamente en instrumentos muy importantes para la disminución de plagas insectiles, existiendo fórmulas comerciales en el mercado.

Otra opción, lo constituyen los plaguicidas químicos, que aunque son y serán un elemento indispensable en los programas de fitoprotección, porque son versátiles, fáciles de usar, eficaces y comercialmente atractivos. Sus serias inconveniencias sobre el ambiente y la salud, limitan su empleo y demandan un manejo juicioso (4).

El brócoli, *Brassica oleracea* Var. *Italica* es un cultivo importante en la región occidental de Guatemala que presenta factores limitantes en su producción entre ellos las plagas; especialmente, *Plutella xylostella* L., es quizá la más importante por lo que, el objetivo de la presente investigación fué evaluar ocho alternativas para el control de *Plutella xylostella* (L.).

La investigación se realizó en Patzún, Chimaltenango y se basó en la evaluación de siete alternativas en las que se combinó la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, Diazinon, Permetrina y una alternativa con la tecnología del agricultor como testigo.

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El cultivo de brócoli se ha convertido en una de las hortalizas más importantes para Guatemala; especialmente en la región occidental donde se incrementan anualmente las áreas de cultivo, fortaleciendo el ingreso familiar de la región.

Refiriéndose al brócoli de exportación, éste debe ser de buena calidad y buen rendimiento para satisfacer las necesidades tanto de productores como de consumidores; tomando en cuenta este requisito vemos que el cultivo es afectado por varias plagas y entre éstas, la más importante es *Plutella xylostella* (L.) que afecta el follaje y la inflorescencia. Este insecto en su estado larvario daña las inflorescencias, provocándoles lesiones que son las vías de acceso para hongos, especialmente *Botrytis* sp.; además, la presencia en sí de la larva y de la pupa, afecta la calidad del brócoli, provocando el rechazo del producto para exportación (13).

Por esta razón, se realizó la presente investigación en la que se evaluaron ocho alternativas para el control de *Plutella xylostella* (L.), en el municipio de Patzún, por ser una región dedicada a la producción intensiva de brócoli; en donde se siembran aproximadamente 1 500 hectáreas anualmente (1).

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. Características agronómicas del brócoli

El brócoli, *Brassica oleracea* Var. *Italica*, es una planta que pertenece a la familia de las Cruciferae o Brassicaceae, es originaria de Europa. Según la variedad o híbrido, alcanza alturas de 40 a 85 Cm. Con hojas de color verde, produciendo inflorescencias comestibles, parecidas a la coliflor, con la particularidad de que su color es diferente; el cuál varía de blanco verdoso a verde claro o azul. Su sabor es delicado y agradable; se produce por semillas, que conservan su poder germinativo durante cuatro años (3,6).

Según PRODAC (9), el cultivo de brócoli se adapta a clima cálido, templado y frío desarrollándose mejor en los dos últimos. Requiere alturas de 1067 a 2743 msnm y temperaturas que oscilen entre los 15 y 21 grados centígrados. No resiste heladas severas y no produce bien sus yemas florales a temperaturas superiores 30 grados centígrados.

Según Sakata (17), los híbridos de brócoli se clasifican de acuerdo a su período vegetativo en precoces, intermedios y tardíos, siendo los que más se cultivan en Guatemala, los siguientes :

- a. Precoces: Green Duke, 81 días.
- b. Intermedios: Green Valiant, 91 días.
- c. Tardías: Marathon, 97 días y Shogun, 100 días.

La siembra del brócoli se puede hacer todo el año, de mayo a noviembre se cultiva aprovechando la época lluviosa y en verano se cultiva con riego. Para la siembra del brócoli, son preferibles los suelos francos y francos arcillosos, con buen

contenido de materia orgánica y un pH de 6.0 a 7.0 (9).

Según CATIE (4), entre las principales plagas que afectan al cultivo están: el gusano nochero (*Prodenia* sp.), gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y el gusano alambre (*Agrotis* sp.). Las principales plagas de follaje son el gusano de la Col (*Leptophobia aripa* Boisd.), palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.) y el falso medidor (*Trichoplusia ni* Hubn.).

Según PRODAC (9), entre las enfermedades más importantes, que afectan al cultivo del brócoli están, en el semillero, el mal del talluelo (*Phytilium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp.) y en el campo definitivo, Botritis (*Botrytis* sp.) y mildiu veloso (*Peronospora* sp.).

El brócoli a los 70-90 días después del transplante, está listo para ser cosechado, cuando las inflorescencias se encuentran en su grado óptimo de desarrollo, tornándose a una coloración verde-azulada y bien compacta, las inflorescencias se cortan con un tallo de 15 a 20 cm., por debajo de la base de la cabeza. El producto se transporta en cajas o canastas para evitar el daño mecánico.

### 3.1.2. IMPORTANCIA ECONOMICA

Según Palencia (15), la importancia económica del brócoli se debe actualmente a su demanda en el mercado internacional, principalmente en los Estados Unidos de Norte América. El brócoli es un vegetal importante entre los alimentos congelados, supera a la coliflor y otros de su familia. Durante la última década, los cultivos tradicionales han sido desplazados por las hortalizas, principalmente aquellas con demanda en el extranjero, tanto en fresco como congelado. El cuadro 1, muestra como se ha incrementado la exportación de brócoli de 1978-1992.

Cuadro 1 Exportaciones de Brócoli, período 1978-1992.

ANO	PESO (tm)	INGRESO Q.
1,978	326.35	265,724.13
1,979	679.18	567,356.50
1,980	1,674.68	1,755,418.28
1,981	430.44	402,908.00
1,982	1,174.43	1,028,862.00
1,983	1,421.11	1,166,347.40
1,984	1,552.03	1,297,252.00
1,985	1,555.74	1,242,091.08
1,986	5,974.13	2,598,076.30
1,987	13,657.08	7,988,142.40
1,988	14,119.22	8,269,187.15
1,989	10,845.72	8,505,556.79
1,990	17,152.46	31,859,961.09
1,991	16,790.99	31,822,052.99
1,992	33,472.41	88,253,475.67

Fuente: Departamento de Cuarentena Vegetal Dirección de Sanidad Vegetal, DIGESA. Guatemala

Según la Universidad Nacional Agraria "La Molina" (19) de acuerdo al valor nutritivo del brócoli, se puede comprender la importancia que tiene para en la dieta humana, en el cuadro 2, se presenta un resumen de los elementos nutritivos del brócoli.

Cuadro 2 Contenido nutricional de 100 grs de brócoli

ELEMENTO	CONTENIDO
HUMEDAD	80 %
CALORIAS	29
PROTEINAS	3 g.
CARBOHIDRATOS	6 g.
Ca Y Mg	130
FOSFORO	76 %
HIERRO	1 ppm
VITAMINA A	3,500 U.I.
VITAMINA B	0.1 mg.
VITAMINA C	118 mg.

Fuente: Tabla de composición de alimentos. Universidad Agrícola, La Molina, Perú, 1978.

### 3.1.3. CARACTERISTICAS DEL BROCOLI PARA EXPORTACION

Según ALCOSA (11) e INEXA (1) los siguientes requisitos son necesarios para la exportación de brócoli :

- a. Tamaño de cabeza: este puede variar, por ejemplo, para la variedad Green Valiant el tronco debe medir 16 cm., el diámetro mínimo de la cabeza debe ser 10 cm. y si es Shogun, se cortará el tallo 1.5 cm. abajo del último brazuelo.
- b. Color: Debe ser verde o verde claro.
- c. Madurez: El brócoli debe estar en su etapa temprana de maduración y no se aceptará aquel producto que esté floreado deshidratado o no compacto.
- d. Insectos: No se acepta el brócoli que tenga más de 4 larvas de *P. xylostella* (L.) por muestra de 10 Kg ; dentro de esta limitación se reduce el 1% por cada larva encontrada.

- e. Deficiencia de boro: El centro del tronco del brócoli que esté abierto o agrietado, pero no coloreado (oxidado) se acepta. El centro del tronco que esté abierto y con coloración (oxidada), se acepta hasta en un 10% como máximo.
- f. Manchas: El brócoli con manchas verdes causadas por hongo no generalizadas se aceptan hasta en un 10% como máximo. El brócoli con podredumbre (*Botrytis* sp.) es totalmente rechazado.
- g. Plaguicidas: No se aceptan manchas ni residuos por lo que para el control de plagas solo se recomiendan productos que tengan su respectivo registro de E.P.A. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).
- h. Mancha Morada: Se acepta mancha morada no generalizada hasta un máximo del 10%.
- i. Cabellos: No se acepta cabello en ninguna muestra.
- j. Porcentaje Mínimo: Se aceptará brócoli hasta con un porcentaje de un 20% de defectos. si el brócoli no reúne las condiciones anteriores, ya entregado será rechazado sin responsabilidad por parte de la empresa.

3.1.4. Descripción general de la *Plutella xylostella* (L.) (*P. Maculipennis*) (Curtis).

Clasificación Taxonómica:

Orden:	Lepidoptera
Familia:	Plutellidae
Género:	<i>Plutella</i>
Epíteto específico :	<i>xylostella</i>
Especie:	<i>Plutella xylostella</i> (L.)

Nombre Común: Palomilla de dorso de diamante,  
Plutella, oruga verde del  
repollo, Polilla de la col.

Ciclo Biológico:

Huevo:

Según CATIE (4), las hembras adultas ovipositan un promedio de 160 huevos, aunque pueden llegar hasta 360. Los ovipositan individualmente en grupos pequeños en el envés de las hojas. Tienen un diámetro inferior a 0.5 mm y una coloración amarilla. El período de incubación es de 4 a 8 días dependiendo de la temperatura. Conforme ésta se eleva, tal período es menor.

Larva:

Según CATIE (4) Y King (12), el período larval comprende 4 instares. El primero carece de pigmentación y tiene la cabeza de color pardo-oscuro; en este instar, la larva mide 1.7 y 3.5 mm de ancho y longitud respectivamente, al finalizar todos los instares, cuando madura, llega a medir entre 7 y 11 mm de longitud, es de color verde claro y adelgazada en los extremos. Cuando son perturbadas, se retuercen y se dejan caer de la planta, quedando suspendidas por medio de un hilo de seda.

El período de desarrollo de las larvas varía de 10 a 30 días, dependiendo de la temperatura. Conforme ésta se eleva el período larval se reduce. Cuando las larvas recién emergen de los huevos, minan la epidermis de la superficie inferior de las hojas, posteriormente, salen y se ubican en sitios protegidos tales como las depresiones de las hojas o en sus bordes irregulares. Lo normal es encontrar poblaciones de larvas de todos los instares, causando daño. El daño inicial consiste en agujeros o ventanas en las hojas, dejando la epidermis superior

intacta. Los instares maduros causan un daño mayor, principalmente, cuando se introducen en el punto de crecimiento y más tarde en la cabeza.

#### Pupa:

Según CATIE (4), la pupa se desarrolla dentro de un delicado capullo de seda elaborado por la larva, el cual es unido al tallo o a la hoja de la planta, principalmente en el envés, casi siempre a lo largo de la vena central, cerca de la unión con el tallo. Al inicio es de color verde, pero luego se torna café amarillenta. Su longitud es de 7 mm, los adultos emergen en 5 y 15 días, dependiendo de la temperatura.

#### Adulto:

Según CATIE (4) el adulto es una palomilla de 8 a 10 mm de longitud, con una envergadura alar de 12 a 15 mm. Las alas delanteras son de color marrón-gris y las traseras marrón-pálido con una banda de pelos en el borde posterior. En el dorso de las alas delanteras del macho se forma una hilera de tres diamantes amarillos. las mariposas se movilizan rápidamente cuando son perturbadas, volando con revoloteos rápidos entre las plantas.

Son más activas al anochecer, período durante el cual las hembras depositan sus huevos. El ciclo biológico desde huevo a estado adulto tarda entre 15 y 40 días, dependiendo de las condiciones climáticas, principalmente temperatura.

### 3.1.5. Características Generales del Control Biológico

Según CATIE (4), el control biológico comprende el uso de los enemigos naturales (depredadores, parásitos y patógenos). Para el manejo de las plagas es importante conocer los organismos benéficos nativos y armonizar cualquier táctica de control, de

modo que los enemigos naturales no sean perturbados, o lo sean en el menor grado posible. El ambiente puede ser manipulado en su favor, proveyéndoles de alimentos suplementarios y sitios de refugio desde donde se pueden desplazar hacia los cultivos.

Los organismos entomopatógenos (Bacterias, virus, nematodos y hongos) se han convertido rápidamente en instrumentos muy importantes para la supresión de plagas insectiles, existiendo fórmulas comerciales en el mercado.

### 3.1.6. Características Generales del *Bacillus thuringiensis* (Bt)

Según Sandoz (16), estas bacterias se incluyen en el orden Eubacteriales, familia Bacillaceae, género *Bacillus*. La familia Bacillaceae incluye bacillus esporógenos gram positivos que son células en general grandes y a veces dispuestas en cadenas largas.

El *Bacillus thuringiensis* se caracteriza por ser una bacteria esporulante que presenta la particularidad de producir un esporangial al mismo tiempo de la formación de la spora y una inclusión parasporal bipiramidal refractante llamada cristal o  $\delta$ -endotoxina.

Entre los insecticidas biológicos o microbiales, el más conocido es el Bt, el cual en su presentación comercial contiene cristales tóxicos  $\delta$ -endotoxina, compuesta por una proteína cristalizada que es sintetizada durante el proceso de esporulación de la bacteria.

La acción tóxica es sobre larvas que al ingerir el follaje tratado, minutos después dejan de comer y aunque estén vivas, no

comen. Se presenta una parálisis en la pared intestinal causada por la acción de los cristales de endotoxina (parálisis intestinal), posteriormente las esporas de la bacteria invaden al insecto, causando la muerte a las 48-72 horas después de la ingestión.

El *Bt* debe de aplicarse para una mejor acción a temperatura y humedad normal. Altas temperaturas y la acción de luz ultravioleta bajan su efecto. El *Bt* se puede reproducir *in vitro* y en grandes cantidades en forma artesanal. Este tipo de insecticidas microbiales son una alternativa para el futuro en el control de las plagas.

### 3.1.7. Control Químico

Según CATIE (4), los plaguicidas son y serán un elemento indispensable en los programas de fitoprotección, ya que son versátiles, fáciles de usar, eficaces y comercialmente atractivos; pero sus inconveniencias sobre el ambiente y la salud limitan su empleo y demandan un manejo juicioso.

El buen uso de los plaguicidas constituye una valiosa táctica de control para evitar los daños al cultivo por parte de algunas plagas que podrían causar pérdidas cuantiosas si no se controlan a tiempo; los plaguicidas, sin embargo deben aplicarse usando criterios derivados del monitoreo de las plagas y sus enemigos naturales, considerando sus efectos colaterales como la resurgencia de plagas secundarias, el desarrollo de resistencia y la contaminación ambiental.

### 3.1.8. Esteres Organofosforosos:

Según la Academia Nacional de Ciencias (8), los ésteres Organofosforosos (OP) son una clase creciente de insecticidas y

acaricidas, que comprende unos 45 compuestos. Constituyen el grupo de insecticidas más grande y más versátil en cuanto a su uso, en el presente. Son efectivos por contacto contra los insectos y arácnidos, también actúan por ingestión y acción fumigante. Los ésteres OP incluyen varios insecticidas sistémicos selectivos, tales como el dimetil fosfato, el éster con cis-3-hidroxi-N, N-dimetil crotonamida (Bidrin), el demeton, el dimethoate, el phorate y el dithiodemeton.

Algunos de estos productos se deben absorber por las raíces y el follaje, se trasladan a puntos distantes de sitio de aplicación en las plantas para destruir insectos succionadores y ácaros. Un sistémico de amplio uso comercial en el Metasystox-R (oxidemethonmetil).

En esencia, todas las etapas de los ciclos vitales de los insectos son susceptibles a ciertos miembros de esta clase de compuestos. Aunque la tendencia actual es hacia el desarrollo de insecticidas OP más selectivos y más seguros, los miembros más usados de este grupo incluyen uno de los compuestos más tóxicos, el Folidol (Paratión) y uno de los más seguros para los mamíferos, el Malatión (Malatión). Otros compuestos de esta clase que se utilizan mucho son el azinphosmetil, carbophenotion, diazinon, ethion, metil paration y trichlorton.

Por analogía con su forma de acción en los mamíferos, los insecticidas OP envenenan a los insectos por inhibición

irreversible de la acetil colinesterasa; se ha reportado una buena correlación entre la intoxicación, mortalidad y en el grado de inhibición de acetil colinesterasa de muchos insecticidas OP.

La aceptación de los insecticidas OP ha sido muy grande, porque, con frecuencia pueden reemplazar a insecticidas persistentes como los hidrocarburos clorinados; actúan como

### 3.2.3. Descripción técnica de insecticidas evaluados: Ambush 10 (Permetrina).

Según Cremllyn (5), permetrina es un compuesto lipofílico, insoluble en agua, con alta estabilidad a la luz y temperatura, poca movilidad en el suelo y fácilmente degradable por microorganismos, no son tóxicos para animales de sangre caliente.

Su modo de acción es por contacto y en menor grado estomacal, no tiene acción sistémica ni translaminar. actúan sobre el sistema nervioso periférico, presentándose al final, la paralización del cuerpo. Es un insecticida de acción rápida, con efecto a largo plazo, con una acción residual entre 7 a 15 días.

### Diazinon (Diazinon).

Según Cremllyn (5), el Diazinon es un insecticida de amplio espectro que actúa sobre los insectos por contacto e ingestión; también posee una interesante acción en la fase de gasificación, que se aprovecha para el control de ciertos insectos que actúan y/o se desarrollan en el suelo. El Diazinon no tiene acción sistémica pero sí presenta una buena acción de profundidad. como todos los productos organo-fosforados es un fuerte inhibidor de la colinesterasa.

### Tamaron 600 (Metamidophos).

Es un insecticida acaricida organo-fosforado, con acción de contacto, ingestión y sistémica que controla adultos y larvas de una amplia gama de insectos picadores, chupadores y masticadores. Su modo de acción, se realiza actuando sobre el sistema nervioso central por la acción inhibitoria de la colinesterasa. Este es un compuesto con poca persistencia en el ambiente, bastante tóxico a los animales vertebrados, de acción rápida sobre los insectos e

induce la generación de resistencia (5).

Dibrom 8E. (Naled).

Es un insecticida y acaricida organo-fosforado formulado en concentrado emulsificable, que contiene 864 Gramos de Naled por litro y su modo de acción es de contacto y estomacal. Es de amplio espectro y baja toxicidad, es eficaz en el control de los principales insectos y ácaros que atacan las hortalizas y otros cultivos; controla diferentes clases de insectos tales como: Lepidopteros, chupadores, pulgones y araña roja. Además, tiene una gran variedad de usos debido a su alto grado de seguridad y gran efectividad. Posee de moderada a baja toxicidad para el hombre y animales de sangre caliente. Debido a su rápida degradación sobre las plantas, puede usarse dentro del período de la cosecha. No posee fitotoxicidad a los cultivos al seguir la dosis indicada (5).

Javelin WG (*Bacillus thuringiensis*)

Según Sandoz (16), es un insecticida biológico específico contra larvas de lepidópteros, la fuente es el *Bacillus thuringiensis* Berliner, su especie *Kurstaki*, contiene 64 gramos de ingrediente activo por kilogramo equivalente a 53,000 US/mg de potencia (US=unidades *Spodóptera* basadas en bioensayo con *Spodóptera exigua*). Su composición es :

*B. Thuringiensis* Berliner, sub especie.

<i>Kurstaki</i> Serotipo 3a. 3b. ....	6.4%
Ingredientes inertes.....	93.6%
Total.....	100.0%

Su presentación comercial contiene cristales tóxicos de Deltaendotoxinas, compuestos por una proteína cristalizada que es

sintetizada durante el proceso de esporulación de la bacteria y de esporas bacteriales de *Bt* de forma esférica y de diámetro de 0.5 a 1.0 micrones. La acción tóxica es sobre larvas, que al ingerir el follaje tratado, minutos después dejan de comer y aunque estén vivas no comen, por causan una parálisis en la pared intestinal causada por la acción de los cristales de las endotoxinas (Parálisis intestinal). Posteriormente, las esporas de la bacteria invaden el insecto, causándole la muerte a las 48-72 horas después de la ingestión (16).

Las larvas dejan de comer, se mueven lentamente, cambian de color, se observan síntomas de vómito, diarrea y finalmente muere. Una de las características por las que el agricultor no lo acepta, es porque él desea que al aplicarlo el insecto muera inmediatamente. Las altas temperaturas y la acción de luz ultravioleta afectan su efectividad (16).

#### 3.2.4. TRABAJOS RELACIONADOS CON LA INVESTIGACION

Ochoa y Leal (13) señalan que para incluir el uso de insecticidas a base de *B. thuringiensis* en programas de manejo integrado de plagas de Lepidópteros del follaje del brócoli, se deben realizar evaluaciones de productos comerciales a base de *B. thuringiensis*, para determinar su eficiencia. Así como, evaluar programas de control alternando cepas diferentes de *B. thuringiensis* con insecticidas de otra naturaleza, para evitar el apareamiento de resistencia dentro de las poblaciones de las plagas en el brócoli.

Según Mendoza (14) si se utilizara como alternativa un insecticida biológico, es recomendable iniciar sus aplicaciones a los diez días después del transplante. Con esta alternativa, se estarían disminuyendo los riesgos de residuos tóxicos en el brócoli y el ambiente.

## 4. OBJETIVO

1. Determinar cuál de las alternativas a evaluar es más eficiente para el control de *Plutella xylostella* (L.) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*).
  
2. Determinar cuál de las alternativas a evaluar es más rentable para el control de *Plutella xylostella* (L.) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*).

## 5. HIPOTESIS

1. Por lo menos una de las alternativas a evaluar brindará un mejor control de la población de *Plutella xylostella* (L.) y una tasa de retorno aceptable.

## 6. METODOLOGIA

## 6.1. Descripción de las alternativas

En el experimento se evaluaron ocho alternativas; de las cuales, siete fueron la alternancia de los insecticidas: *Bacillus thuringiensis*, Diazinon y Permetrina; la otra fué la tecnología del agricultor (cuadro 3).

Cuadro 3 Alternativas evaluadas para el control de *P. xylostella* L. en Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*), Patzún, Chimaltenango 1993.

ALTERNATIVAS	APLICACION DESPUES DEL TRANSPLANTE EN DIAS									
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
T-1	D	P	B	D	P	B	D	P	B	B
T-2	P	D	B	P	D	B	P	D	B	B
T-3	D	B	P	D	B	P	D	B	P	B
T-4	P	B	D	P	B	D	P	B	D	B
T-5	B	P	D	B	P	D	B	P	D	B
T-6	B	D	P	B	D	P	B	D	P	B
T-7	B	B	D	P	B	B	P	D	B	B
T-8	M	M	M	P	N	P	N	P	N	P

\* Tecnología del agricultor

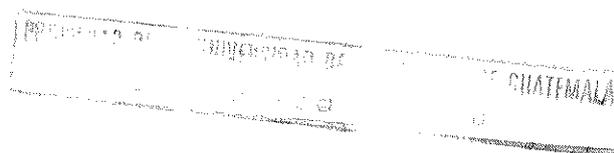
P = Permetrina (Ambush 10)

B = *Bacillus Thuringiensis* (Javelin WG)

D = Diazinon (Diazinon)

N = Naled (Dibrom 8E)

M = Metamidofos (Tamaron 600)



Para la obtención de los siete tratamientos, se combinaron las alternancias probables entre *Bacillus thuringiensis*, Diazinon y Permetrina. Se iniciaron las aplicaciones de dichos productos a los siete días después de haber transplantado el brócoli, con intervalos de siete días en cada aplicación, hasta los setenta días después del transplante. Las dosis que se aplicaron fueron las que se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4 Resumen de las cantidades (por ha.) de insecticidas utilizados en cada alternativa para el control de *P. xylostella* en brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*), en Patzún, Chimaltenango 1993.

	ALTERNATIVAS							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
DIAZINON (lt)	3.35	3.67	3.35	4.36	4.35	4.02	3.00	
AMBUSH (lt)	3.67	3.35	4.36	3.35	4.02	4.35	2.68	6.37
JAVELIN (Kg)	4.71	4.71	4.46	4.46	3.98	3.98	5.96	
DIBROM 8E (lt)								3.4
TAMARON (lt)								1.6

La selección de los días de inicio para la aplicación de los insecticidas se hizo tomando en cuenta la época en la cual los insectos comienzan a presentarse en el campo (de 5 a 15 días después del transplante).

La alternativa 8 (la tecnología del agricultor) sirvió como comparador, para conocer el control de las alternativas a base del intercalado de *Bacillus thuringiensis*, Diazinon y Permetrina. Esta alternativa consistió en la aplicación de insecticidas

químicos con registro de EPA: tamaron 600 (Methamidophos), Ambush 10 (Permetrina) y Dibrom (Naled).

Las aplicaciones se iniciaron con Tamaron 600, siete días después del transplante, aplicándose cada siete días hasta los treinta días después del transplante, continuando posteriormente en forma alterna con Ambush 10 y Dibrom 8E, cada siete días hasta un día antes de la cosecha.

Para determinar la presencia de las larvas de *P. xylostella* (L.) se realizaron muestreos al azar. Se muestrearon 10 plantas por parcela neta de cada unidad experimental, registrando el número de larvas presentes antes y después de cada aplicación. Este criterio se tomó debido a que por ser el brócoli un cultivo de exportación, no se permite la presencia de larvas, porque se corre el riesgo de que el producto sea rechazado.

## 6.2. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño en bloque al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones, según el modelo siguiente :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

donde :

$Y_{ij}$  = Variable respuesta

$\mu$  = Efecto de la media general

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento (  $i = 1 \dots 8$  )

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque (  $j = 1 \dots 4$  )

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

El croquis del ensayo en el campo se presenta en el apéndice.

Las dimensiones de la unidad experimental fueron 4.5 m de largo por 3.0 m de ancho, con un área de 13.5 m<sup>2</sup>. El número total de la unidades experimentales fue 32.

Para evitar el efecto de borde se eliminaron dos surcos de los lados y 0.5 m de cada uno de los extremos de los surcos. De esta manera, las parcelas netas quedaron de 3.5 m de largo por 1 m de ancho, con un área de 3.5 m<sup>2</sup> (ver anexo).

### 6.3. Manejo del Experimento

El semillero se preparó en un tablón de 8 m de largo por 1 de ancho y 0.25 m de alto, el cual se desinfectó con Basamid procediendo a realizar la siembra a 1.5 cm entre semillas y a 10 cm entre líneas.

El trazo del área experimental se efectuó con estacas, dejando un metro de distancia entre bloques. El transplante se realizó a los treinta días después de la siembra del semillero, dejando 0.5 m entre plantas y 0.5 m entre surcos.

Para la fertilización se hicieron las siguientes aplicaciones: cinco días después del transplante se aplicaron 806 Kg/ha (20 g/planta) de la fórmula 15-15-15 más elementos menores (B, S, Ca, Mg). Se hizo una segunda aplicación a los veinte días después del transplante con 403 Kg/ha (10 g/planta) de 46-0-0. Esta fertilización se realizó con base en el análisis químico del suelo.

Para el control de las malezas se realizaron dos limpiezas manuales, a los 25 y 50 días después del transplante.

Para el control de enfermedades, tales como pudrición de la raíz (*Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. y *Phytophthora* sp), se utilizó

Rovral (Iprodione). Para el control de mildiu polvoriento (*Erysiphe* sp), se usó Ridomil (Metalaxil). Para el control de Botrytis (*Botrytis* sp) se usó Bravo (Clorotalonil). El control de plagas del follaje e inflorescencia se hizo según los tratamientos establecidos.

La cosecha se inició aproximadamente a los 70 días después del transplante, cortando las inflorescencias bien compactas, con el diámetro y largo del tallo autorizados. Se hicieron cortes cada 3 días, clasificándose el producto como exportable y no exportable.

#### 6.4. Variables de Respuesta

##### 6.4.1 Número de larvas de *Plutella xylostella* (L.) por 10 plantas, durante el ciclo de desarrollo del cultivo.

Para cuantificar esta variable, se tomaron al azar 10 plantas por parcela neta y siete días después del transplante se hizo el primer conteo de larvas y pupas. Seguidamente se realizaron muestreos cada siete días hasta la cosecha, en todas las hojas de la planta para obtener un resultado más real. Esto sirvió específicamente para determinar el incremento o decremento de la población de larvas durante el ciclo del cultivo.

##### 6.4.2 Número de larvas de *Plutella xylostella* (L.) por 10 plantas, durante el período de cosecha

Al igual que en la variable anterior, aquí se muestrearon 10 plantas por parcela neta y se registró el número de larvas y pupas observadas.

#### 6.4.3 Rendimiento de Floretes Exportables

El rendimiento se determinó con base en las normas establecidas por las congeladoras, respecto al número mínimo de 3 larvas de *P. xylostella* por cada 5 kilogramos, permitidos para considerarse como brócoli exportable. Se cosecharon las 24 plantas de la parcela neta, con forme su maduración en el transcurso de siete cortes. Se cosecharon las inflorescencias que cumplieron con los requisitos de: diámetro de floretes mayor de 10 cm; bien compactos; sin daño físico; insectos tolerables según las normas y daños causados por los mismos. El rendimiento se expresó en Kg/ha.

El conteo de larvas y pupas se realizó en 10 plantas de la parcela neta y de la forma siguiente: con una cuchilla se cortó la inflorescencia en cuatro partes de la cabeza al tallo y luego se fueron desintegrando las partes de la inflorescencia, a modo de buscar las larvas y pupas existentes; según el número encontrado se consideró la aceptación o rechazo. Un número mayor de cuatro larvas por 10 Kg, se consideró como brócoli de rechazo.

#### 6.4.4 Rendimiento de floretes no exportables

De las 24 plantas de la parcela neta se seleccionaron los floretes no exportables, tomando en cuenta criterios como el diámetro de floretes menor de 10 cm, sobremaduros, con daños físicos o deformaciones, presencia de larvas y pupas en mayor número de lo tolerable. Esta variable se utilizó para obtener el rendimiento bruto de la parcela neta y se expresó en Kg/ha.

#### 6.5. Analisis de Datos

Se realizaron análisis de varianza para el número de larvas/10 plantas observadas durante el ciclo de desarrollo del

cultivo y período de cosecha de los floretes.

Para el rendimiento de floretes exportables se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias de la alternativa del agricultor versus el resto de alternativas. De igual forma se hizo para el rendimiento de floretes no exportables.

Para determinar la posible adopción de nuevas alternativas para el control de *Plutella xylostella* (L.) se realizó un análisis de presupuesto parcial. Según Horton (10), se utiliza el análisis de presupuesto parcial para lograr comparar el impacto de un cambio tecnológico sobre los costos e ingresos del agricultor. Se le llama parcial debido a que no incluye todos los costos de producción, este análisis es utilizado en cada fase del proceso de investigación, extesión y adopción.

## 7. RESULTADOS

7.1 Número de larvas de *Plutella xylostella* (L.) durante el ciclo de desarrollo del cultivo.

El registro de las larvas durante el ciclo del cultivo reflejó el comportamiento de la plaga en las alternativas evaluadas, tal como se aprecia en el cuadro 5. Se hace evidente que el número de larvas/10 plantas varió en relación a la alternabilidad de los insecticidas químicos y biológico; determinándose un punto crítico a través de todas las alternativas a los 42 días después del transplante. Posteriormente, la población fué decreciendo a partir de este punto crítico.

Cuadro 5 Número de larvas de *P. xylostella* por 10 plantas, durante el ciclo de desarrollo de brócoli (*Brassica Oleracea* var. *Italica*). Patzún, Chimaltenango, 1993.

ALTER- NATIVA	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE										
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	TOTAL
1	0	0	0	2	3	8	6	3	5	6	29
2	0	0	0	3	4	13	12	7	10	8	57
3	0	0	0	0	2	6	2	0	0	0	10
4	0	0	0	0	1	10	1	0	0	0	12
5	0	0	0	0	2	11	3	0	1	1	18
6	0	0	0	0	0	6	4	2	1	2	15
7	0	0	0	0	9	17	3	1	6	4	40
8	0	0	0	0	4	17	14	3	5	9	52
<b>TOTAL</b>	0	0	0	5	25	88	45	16	28	26	233

Las alternativas con mayor cantidad de larvas/10 plantas, en este punto crítico, fueron la 7 y 8, con 17 larvas. Por otra parte, las alternativas con el menor número de larvas fueron la 3 y 6, con 6 larvas/10 plantas.

Es de hacer notar que la alternativa 8, que es la del agricultor, aún 7 días después de este punto, continuó mostrando un mayor número de larvas de 14/10 plantas.

#### 7.2. Número de larvas de *Plutella xylostella* (L.) durante el período de cosecha de floretes

El registro de las larvas/10 plantas de brócoli al momento de la cosecha, se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6 Número de larvas/10 plantas, durante los cortes de la inflorescencia del brocoli (*Brassica oleraea* var. *Italica*), Patzún, Chimaltenango, 1993.

ALTERNATIVA	NUMERO DE CORTES							TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	0	1	1	2	1	0	0	5
2	0	1	0	0	0	0	0	1
3	0	1	3	1	0	0	1	6
4	0	0	1	2	0	0	0	3
5	1	0	1	1	0	0	0	3
6	0	0	0	2	3	0	0	5
7	0	0	0	0	1	2	0	3
8	0	0	1	3	0	0	0	4
TOTAL	1	3	7	11	5	2	1	30

Debido a los valores muy pequeños y a la presencia de ceros en los registros, fue necesario la transformación de los datos mediante  $\sqrt{x+1}$  para el análisis de varianza, el cual se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7 Análisis de varianza para el número de larvas /10 plantas, transformado por  $\sqrt{x+1}$ , al momento de cosecha para las ocho alternativas para el control de *Plutella xylostella*, en Brócoli. Patzún, Chimaltenango, 1993.

Fuente de Variación	G.L	CM	Fc	Ft 0.05	
Bloques	3	0.25627	2.84	2.92	NS
Tratamientos	7	0.07526	0.83	2.33	NS
Error	21	0.09036			
Total	31				

Promedio de larvas/10 plantas = 0.82

C.V (%) = 22.21

Con base en el Cuadro 7, se puede establecer que no existió diferencia estadística significativa para el número de larvas observadas al momento de la cosecha de floretes de brócoli, en las ocho alternativas para el control de *Plutella xylostella*. Esto indica que al momento de la cosecha, ninguna alternativa fue superior para el control de la plaga.

De lo anterior, se deduce que las alternativas mostraron el mismo nivel de control de larvas al momento de la cosecha, encontrando un promedio de aproximadamente una larva (0.82) por cada 10 plantas muestreadas. Es decir, que los insecticidas químicos combinados con el biológico, mostraron igual nivel de

control que el testigo del agricultor, el cual se basó exclusivamente en el uso de insecticidas químicos convencionales.

### 7.3. Rendimiento de Floretes Exportables

Se realizaron en total 7 cortes a intervalos de 3 días entre sí; en cada corte se clasificaron los floretes, seleccionando los exportables en base a diámetro de floretes (10 cm o mayor), ausencia de daño físico, daño ocasionado por insectos y ausencia de los mismos, botón floral totalmente cerrado o inflorescencia compacta.

El Cuadro 8 presenta los resultados del análisis de varianza, en donde se muestra que no hay diferencia estadística significativa entre las alternativas evaluadas, respecto al rendimiento de floretes exportables. Por otra parte, dada la condición anterior, se procedió a realizar un contraste ortogonal entre la alternativa del agricultor versus el resto de alternativas propuestas. Esta comparación nuevamente fue no significativa, es decir, que los rendimientos de brócoli no se afectan por la alternativa de control de *Plutella xylostella* (L.) que se elija.

Cuadro 8 Análisis de varianza para el rendimiento de floretes de brócoli exportable (Kg/ha). Patzún, Chimaltenango, 1993.

F. de Variación	G.l	C.M.	Fc.	Pr>Fc	
Bloques	3	27510841.84	1.98	0.1480	NS
Alternativas	7	8670812.78	0.62	0.7307	NS
Testigo vrs resto alternativas	1	981636.29	0.07	0.7930	NS
Error	21	13899996.4			
Total	31				

C.V.(%) = 34.74

Promedio General = 10729 kg/ha

El rendimiento promedio observado en cada una de las alternativas evaluadas se presenta en el Cuadro 9. De aquí se deduce que únicamente las alternativas 2, 5 y 4 mostraron un rendimiento ligeramente superior (pero no diferente, estadísticamente) al testigo del agricultor.

Cuadro 9 Rendimiento promedio de floretes de brócoli exportables. Patzún, Chimaltenango, 1993.

ALTERNATIVA	RENDIMIENTO PROMEDIO (Kg/ha)
2. P + D + B + P + D + B + P + D + B + B	12,486
5. B + P + D + B + P + D + B + P + D + B	12,007
4. P + B + D + P + B + D + P + B + D + B	11,900
8. M + M + M + P + N + P + N + P + N + P	11,193
3. D + B + P + D + B + P + D + B + P + B	10,814
7. B + B + D + P + B + B + P + D + B + B	9,879
1. D + P + B + D + P + B + D + P + B + B	9,293
6. B + D + P + B + D + P + B + D + P + B	8,264
Promedio	10,729

P = Permetrina (Ambush 10)

B = *Bacillus Thuringiensis* (Javelin WG)

D = Diansinon (Diansinon)

N = Naled (Dibrom 8E)

M = Metamidofos (Tamaron 600)

## 7.4. Rendimiento de Floretes no Exportables

El rechazo determinado en muchas parcelas fue de cero, es decir, todo fué del tipo exportable. Por otra parte, algunas cantidades fueron muy pequeñas y otras grandes, de manera que los datos fueron transformados mediante  $\sqrt{x+1}$  para su análisis de varianza, el cual se presenta en el cuadro 10.

Cuadro 10 Análisis de varianza para el rendimiento de floretes no exportables de brócoli, transformados por  $\sqrt{x+1}$ . Patzún, Chimaltenango, 1993.

F. Variación	G.l	C.M.	Fc.	Pr>Fc
Bloque	3	0.20139	1.10	0.3726 NS
Alternativas	7	0.19455	1.06	0.4225 NS
Error	21	0.183707		
Total	31			

C.V. (%) = 29.86

Con base en el cuadro 10, se establece que no hay diferencia estadística significativa para la cantidad de floretes no exportables, de manera que siendo éste un indicativo de la presencia de larvas ó pupas de *Plutella xylostella* (L.), podemos decir que todas la alternativas mostraron un mismo nivel de control. El rendimiento promedio estimado de floretes no exportables por hectárea se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11 Rendimiento promedio de floretes de brócoli no exportables. Patzún, Chimaltenango, 1993.

ALTERNATIVA	RENDIMIENTO (Kg/ha)
6. B + D + P + B + D + P + B + D + P + B	4,622
5. B + P + D + B + P + D + B + P + D + B	4,475
3. D + B + P + D + B + P + D + B + P + B	4,466
8. M + M + M + P + N + P + N + P + N + P	4,203
1. D + P + B + D + P + B + D + P + B + B	3,367
4. P + B + D + P + B + D + P + B + D + B	2,863
7. B + B + D + P + B + B + P + D + B + B	902
2. P + D + B + P + D + B + P + D + B + B	299
PROMEDIO	3,025

P = Permetrina (Ambush 10)

B = *Bacillus Thuringiensis* (Javelin WG)

D = Dianzinon (Dianzinon)

N = Naled (Dibrom 8E)

M = Metamidofos (Tamaron 600)

#### 7.5. Análisis de presupuesto parcial

Siendo la tasa de retorno (TR) un índice que es útil para evaluar económicamente la adopción de una tecnología nueva, se usó para determinar cuál de las alternativas era superior. Los resultados obtenidos por el uso de las 8 alternativas evaluadas en el ensayo se muestran en el cuadro 12. En este análisis se determina que la alternativa 8 (tecnología del agricultor) es la que brinda la mayor tasa de retorno con 15.13 quetzales como incremento en el ingreso por cada quetzal invertido. Le siguen las alternativas 5 y 2 con una tasa de retorno de 11.45 y 11.31 quetzales, respectivamente.

Cuadro 12 Análisis de Presupuesto Parcial de las alternativas evaluadas para el control de Plutella xylostella (L.). Patzún, Chimaltenango, 1993.

CONCEPTOS	A L T E R N A T I V A S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento (t/ha)	9,29	12,48	10,81	11,90	12,01	8,26	9,88	11,19
Precio al cosechar (Q/t)	1188,00	1188,00	1188,00	1188,00	1188,00	1188,00	1188,00	1188,00
Ingreso Total (IT)	11036,52	14826,24	12842,28	14137,20	14267,88	9812,88	11737,44	13299,72
INSUMOS								
Ambush 10	179,83	164,15	213,64	164,15	196,98	213,15	131,32	312,13
Diazinon 500 EC	184,25	201,85	184,25	239,80	239,25	221,10	165,00	
Javelin	800,70	800,70	758,20	758,20	676,60	676,60	1013,20	
Tamaron								80,00
Dibron 8 E								408,00
Subtotal	1164,78	1166,70	1156,09	1162,15	1112,83	1110,85	1309,52	800,13
Intereses (6 meses, 6% anual)	34,94	35,00	34,68	34,86	33,38	33,33	39,29	24,00
TOTAL (CV)	1199,72	1201,70	1190,77	1197,01	1146,21	1144,18	1348,81	824,13
Beneficio Neto (IN)	9836,80	13624,54	11651,51	12940,19	13121,67	8668,70	10388,63	12469,59
Tasa de Retorno (TR)	8,20	11,34	9,78	10,81	11,45	7,58	7,70	15,13

TR = incremento en el Ingreso Neto/incremento en el Costo Variable

- T1 = D + P + B + D + P + B + D + P + B + B
  - T2 = P + D + B + P + D + B + P + D + B + B
  - T3 = D + B + P + D + B + P + D + B + P + B
  - T4 = P + B + D + P + B + D + P + B + D + B
  - T5 = B + P + D + B + P + D + P + B + D + B
  - T6 = B + D + P + B + D + P + B + D + B + B
  - T7 = B + B + D + P + B + B + P + D + B + B
  - T8 = M + M + M + P + N + P + N + P + N + P
- P = Permetrina (ambush 10)  
 B = Bacillus Thuringiensis (Javelin MG)  
 D = Diazinon (diazinon)  
 N = Naled (Dibron 8 E)  
 M = Metamidophos (Tamaron 600)

T8 = Tecnología del agricultor.



A pesar de que la alternativa 8 parece ser la mejor, esta incluye aplicaciones de Tamaron, que actualmente tiene un uso restringido por su residualidad, toxicidad para su manipulación por el agricultor y contaminación al ambiente. Por otra parte, las alternativas 2 y 5 no incluyen el uso de Tamaron y además, incorporan el uso alternado de *Bacillus thuringiensis* como insecticida biológico sin problemas de toxicidad para el agricultor e insectos benéficos.

## 8. CONCLUSIONES

1. Todas las alternativas evaluadas tuvieron un mismo nivel de control. El promedio general encontrado fue de 0.85 larvas/10 plantas, el cual indica un buen manejo de la plaga.
2. El rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) no fué afectado por la rotación de los insecticidas utilizados para el control de *Plutella xylostella* (L.).
3. Las alternativas 8 ( tecnología del agricultor ), 5 ( *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón y *B. thuringiensis* ) y la alternativa 2 ( Permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, *B. thuringiensis*) son las que presentaron las mejores tasas de retorno con 15.13, 11.45 y 11.31 quetzales, respectivamente.

## 9. RECOMENDACIONES

A pesar de que la alternativa 8 parece ser la mejor por su tasa de retorno, ésta incluye aplicaciones de Tamaron, que actualmente tiene un uso restringido por su residualidad, problemas de toxicidad en su manipulación por el agricultor y contaminación al ambiente. Por lo anterior, se recomienda el uso de las alternativas 5 ( *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis* ) y la alternativa 2 ( Permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, permetrina, diazinón, *B. thuringiensis*, *B. thuringiensis*); por cuanto manifestaron mayor rendimiento de floretes exportables que la tecnología del agricultor (aunque no diferente estadísticamente) e incorporan el uso de alternado de *Bacillus thuringiensis* como insecticida biológico, sin los problemas de toxicidad para el agricultor e insectos benéficos.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ALIMENTOS CONGELADOS. S.A. (Gua.). 1991. Instructivo de control de calidad del brócoli. Guatemala. 2 P.
2. BURGOS O., S. 1993. Cultivo del brócoli. In Curso Nac. sobre Producción de Hortalizas para el Altiplano (1983, Quetzaltenango Gua.). Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 11-16.
3. CASERES, E. 1986. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA. 387 P.
4. CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (C.R.). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del repollo. Costa Rica. 80 P.
5. CREMLYN, R. 1986. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Trad. Esther Baradon De Frixione. México D.F., Limusa. 356 P.
6. CRONQUIST, A. 1987. Introducción a la botánica. Mexico, Continental. p. 664.
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1986. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 P.
8. ESTADOS UNIDOS. ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. México, Limusa. p. 379-453.
9. GUATEMALA. PROGRAMA NACIONAL DE DIVERSIFICACION AGRICOLA Y COMERCIALIZACION. UNIDAD DE DESARROLLO EMPRESARIAL. 1991. Situación actual y futura de la producción y comercialización del brocoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) en Guatemala. Guatemala. 36 P.
10. HORTON, D. 1982. Análisis de presupuesto parcial para investigación en papa a nivel de finca. Lima, Perú. CIP. 16 P.
11. INDUSTRIA EXPORTADORA DE ALIMENTOS (Gua.). 1986. Instructivo para el cultivo y producción de brócoli. Guatemala. 17 P.

12. KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, Administración de Desarrollo Extranjero. 182 P.
13. LEAL, H.; OCHOA, E. 1993. Manejo integrado de plagas en brocoli; fase I: 1991-1992. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. 83 P.
14. MENDOZA, D.O. 1992. Evaluación de once tratamientos para el control de *Plutella xylostella* (L.) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*), Agua Dulce, Zaragoza, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 P.
15. PALENCIA, J. 1986. Programa de nutrición vegetal; informe anual. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 123 P.
16. SANDOZ (EE.UU.). s.f. Instructivo de uso del javelin Wg; insecticida biológico. Estados Unidos. desplegable.
17. SAKATA (EE.UU.). 1991. Catálogo hortícola condensada. Estados Unidos. 38 P.
18. SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 P.
19. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (Perú). 1986. Generalidades en el cultivo de hortalizas. Lima, Perú. p. 7-8.

Vo. Bo.  
Patualla



11. APENDICE



Figura 1 "A" Localización del área donde se realizó el ensayo de control de Plutella xylostella L. Patzún, Chimaltenango, 1993.

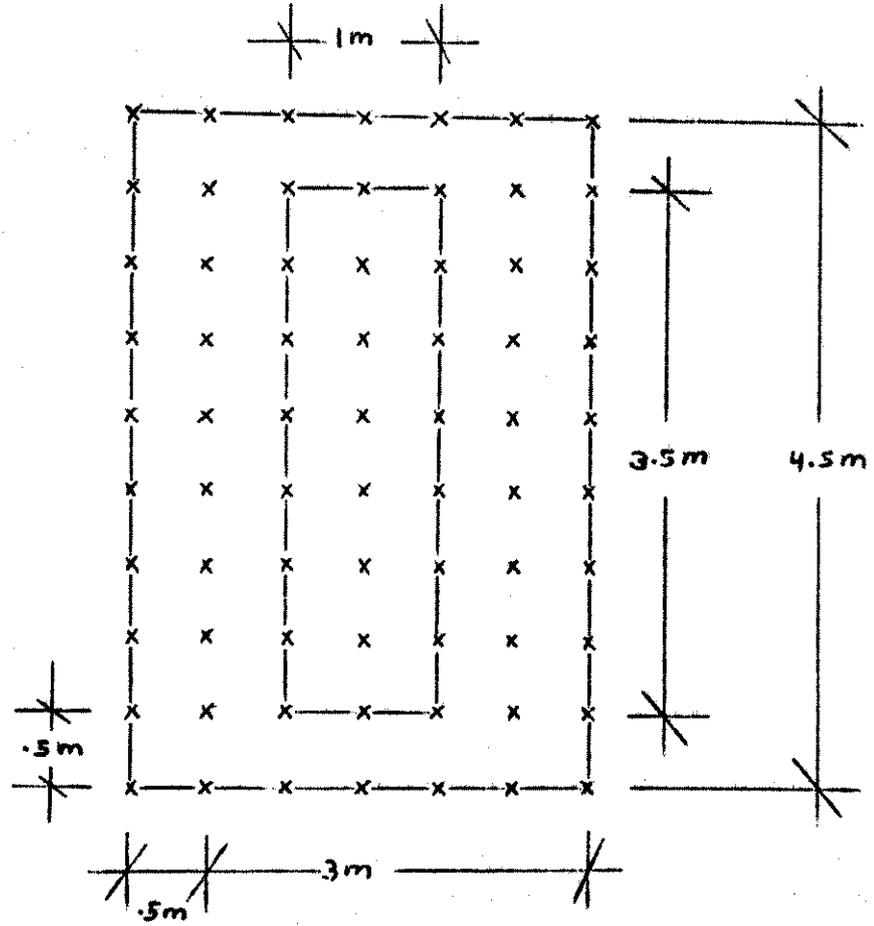


Figura 2 "A" Número de plantas, dimensiones de la unidad experimental y parcela neta de muestreo.

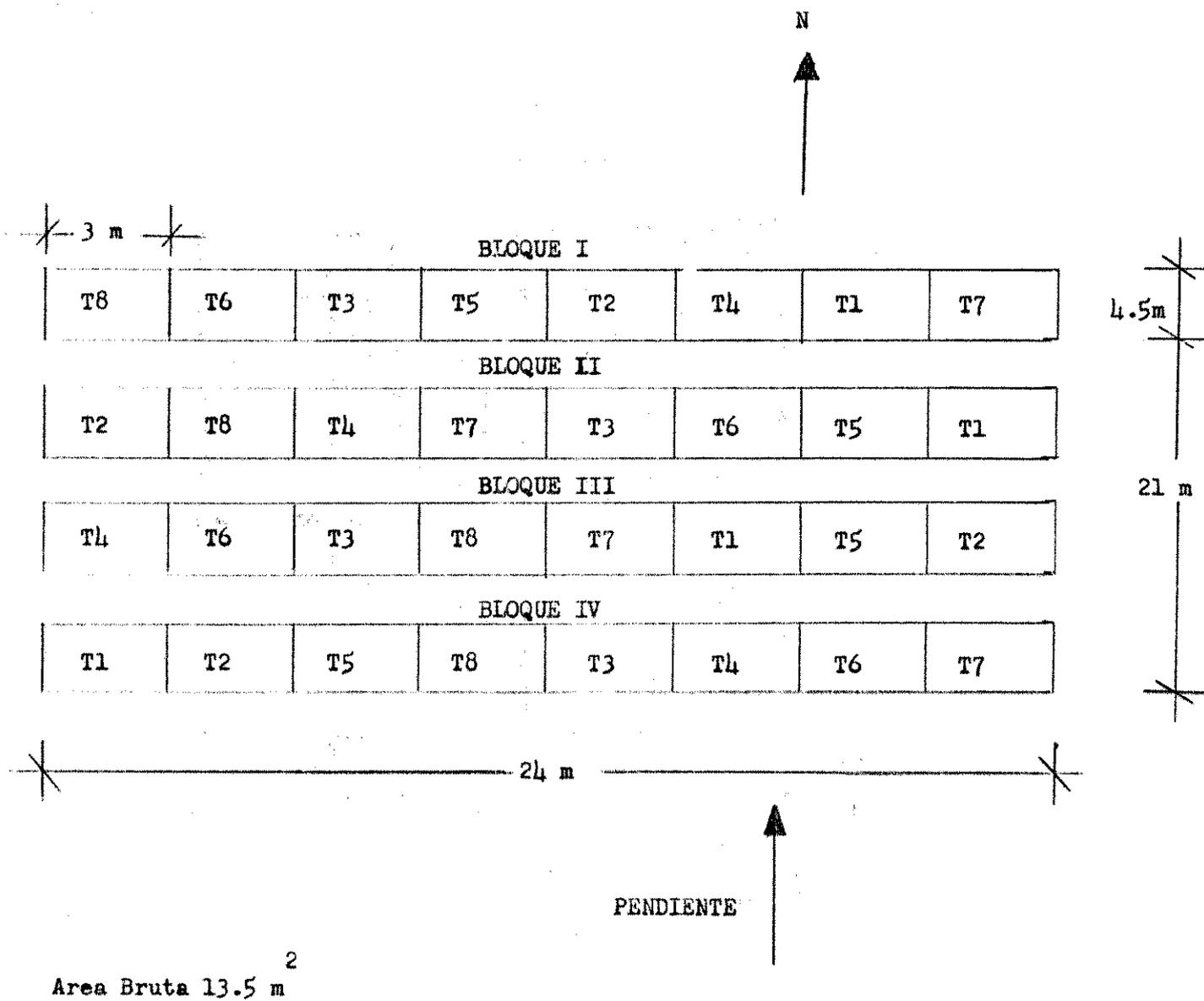


Figura 3 "A" Croquis de la distribución de los bloques y tratamientos para el control de *Plutella xylostella* (L.), Patzún, Chimaltenango, 1993.



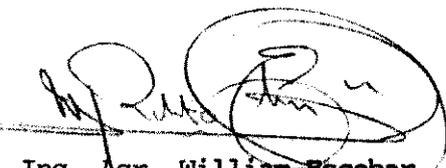
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE OCHO ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE  
Plutella xylostella (L.) EN BROCOLI (Brassica  
oleracea var. Itálica) EN PATZUN, CHIMALTENANGO".

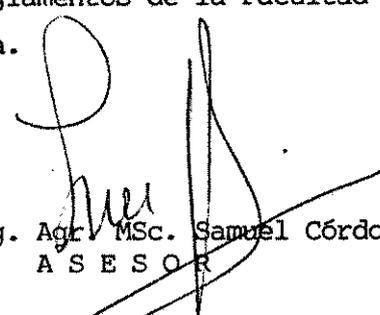
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: VICTOR MOISES COYOTE BATZ

CARNET No: 55947

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Roderico Estrada  
 Ing. Agr. Leonel Cruz  
 Ing. Agr. Filadelfo Guevara  
 Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno

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.

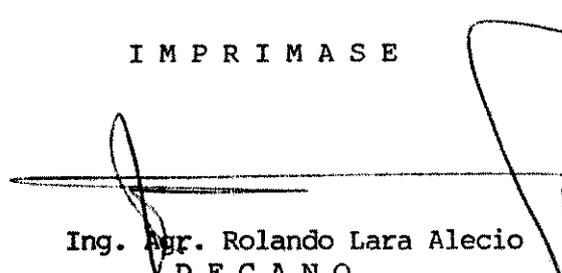
  
 Ing. Agr. William Escobar  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. MSc. Samuel Córdova  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Bernardo Rodríguez  
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

  
 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
 DECANO



cc:Control Académico  
 Archivo  
 FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770