

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

DETERMINACION DEL EFECTO DE SEIS PROGRAMAS DE  
INSECTICIDAS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS EN EL CONTROL  
DE Plutella xylostella L. EN EL CULTIVO DE BROCOLI  
(Brassica oleracea var itálica)

TESIS

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

POR

VANESSA YANIRA AGOSTO VAL

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, Mayo de 1995

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR:

Dr. Jafeth Ernesto Cabrera Franco

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO:	ING. AGR. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	ING. AGR. CARLOS MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO:	Prof. GABRIEL AMADO ROSALES
VOCAL QUINTO:	Br. AUGUSTO SAUL GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO:	ING. AGR. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY

Guatemala, Mayo de 1995

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

En cumplimiento con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"DETERMINACION DEL EFECTO DE SEIS PROGRAMAS DE INSECTICIDAS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS EN EL CONTROL DE Plutella xylostella L. EN EL CULTIVO DE BROCOLI (Brassica oleracea var. itálica)

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

Atentamente.



Vanessa Yanira Agosto Val

## ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS TODOPODEROSO: POR SER LA LUZ Y LA GUIA EN MI CAMINO

MIS PADRES: ALVARO ROBERTO AGOSTO Y  
AURA VIOLETA DE AGOSTO

MI ESPOSO: EMILIO ADOLFO SAY

MIS HERMANAS: LORENA, TATIANA Y ALEJANDRA

MIS SOBRINOS: DIEGO RODRIGO Y LUCIA MARIA

MIS AMIGAS: FLOR DE LORENA DE SALGUERO, ARCELY MORAN,  
MARITZA GARCIA, Y MAGALY SOTO.

MIS AMIGOS: GUSTAVO BAEZA, MARIO PAZ, JORGE VASQUEZ Y  
JOSE SOSA.

## TESIS QUE DEDICO

A MIS PADRES CON AMOR, POR SUS  
ESFUERZOS Y SACRIFICIOS,  
SU COMPRESION Y GRAN PACIENCIA  
DEDICO ESTE PEQUEÑO ESFUERZO

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a todas aquellas personas y empresas que de una u otra forma hicieron posible el presente trabajo, especialmente:

A: Mi esposo Emilio Say por su ayuda incondicional en la elaboración de la tesis.

Ing. Agr. Filiberto Escobar por su orientación y apoyo en la elaboración de la investigación.

Ing. Agr. Alvaro Hernández por su valiosa asesoría

Ing. Agr. Marino Barrientos por su ayuda en el análisis de datos.

Ing. Agr. Fernando Bracamonte por su colaboración en el procesamiento de datos.

Gustavo Baeza por su gran ayuda en la realización del informe final.

INEXA, S. A. por la ayuda proporcionada en la fase de campo.

CONTENIDO		página
CONTENIDO		i
INDICE DE FIGURAS		iii
INDICE DE CUADROS		iv
RESUMEN		v
1.	INTRODUCCION	1
2.	DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3.	MARCO TEORICO	
3.1	MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1	Generalidades de la planta	4
3.1.2	Clasificación taxonómica de <u>Plutella xylostella</u>	4
3.1.3	Descripción y desarrollo del insecto	5
3.1.3.1	Dinamica de <u>Plutella xylostella</u> L.	6
3.1.3.2	Factores de mortalidad de <u>P. xylostella</u>	7
3.1.3.3	Daño que ocasiona en el cultivo	7
3.1.4	Alternativas de Manejo Integrado	7
3.1.4.1	Control natural	9
3.1.4.2	Control cultural	9
3.1.4.3	Control químico	10
3.1.4.4	Control microbiológico	
3.1.5	Bacterias formadoras de cristales	10
3.1.5.1	Características generales	11
3.1.5.2	Componentes tóxicos de <u>B. thuringiensis</u>	12
3.1.5.3	Mecanismos de acción de <u>B. thuringiensis</u>	
3.2	MARCO REFERENCIAL	
3.2.1	Descripción del área experimental	13
3.2.1.1	Ubicación geográfica	13
3.2.1.2	Zona de vida	13
3.2.1.3	Clima	14
3.2.1.4	Suelos	
3.2.2	Descripción de Materiales experimentales	14
3.2.2.1	Carbaryl	14
3.2.2.2	Naled	
3.2.2.3	<u>Bacillus thuringiensis</u>	16
3.2.2.3.1	Cepa HD-1	17
3.2.2.3.2	Cepa SA-11	
4.	OBJETIVOS	18
5.	HIPOTESIS	18
6.	METODOLOGIA	
6.1	Tratamientos	19

	página	
6.1.1	Aplicación de los tratamientos	19
6.2	Diseño experimental	20
6.2.1	Unidad experimental	20
6.3	Manejo del experimento	
6.3.1	Semillero	21
6.3.2	Trasplante	21
6.3.3	Fertilización	21
6.3.4	Control de malezas	22
6.3.5	Cosecha	22
6.4	Variable respuesta	22
6.5	Toma de datos	22
6.6	Análisis de datos	23
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	24
8.	CONCLUSIONES	38
9.	RECOMENDACIONES	39
10.	BIBLIOGRAFIA	40
11.	APENDICE	43

## INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: Estructura química de Carbaryl	14
FIGURA 2: Estructura química de Naled	15
FIGURA 3: Fluctuación de las poblaciones de <u>P. xylostella</u> en el tratamiento testigo.	26
FIGURA 4: Fluctuación de las poblaciones de <u>P. xylostella</u> con el uso de <u>B. t.</u> cepa HD-1 + Naled durante las aplicaciones.	27
FIGURA 5: Fluctuación de las poblaciones de <u>P. xylostella</u> con el uso de <u>B. t.</u> cepa HD-1 + Carbaryl, durante las aplicaciones	27
FIGURA 6: Fluctuación de las poblaciones de <u>P. xylostella</u> con el uso de <u>B. t.</u> cepa SA-11 + Naled, durante las aplicaciones.	28
FIGURA 7: Fluctuación de las poblaciones de <u>P. xylostella</u> con el uso de <u>B. t.</u> cepa SA-11 + Carbaryl, durante las aplicaciones.	29
FIGURA 8: Fluctuación de las poblaciones de <u>P. xylostella</u> con el uso de <u>B. t.</u> cepa HD-1 durante todo el ciclo del cultivo, antes y después de la aplicación.	30
FIGURA 9: Fluctuación de las poblaciones de <u>P. xylostella</u> con el uso de <u>B. t.</u> cepa SA-11 durante todo el ciclo del cultivo, antes y después de la aplicación.	30
FIGURA 10: Rendimiento promedio en Kg/Ha de los tratamientos evaluados.	35

## INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1: Tratamiento evaluados en el ensayo de control de <u>Plutella xylostella</u> L. en brócoli ( <u>Brassica oleracea</u> var <u>itálica</u> ).	19
CUADRO 2: Analisis de covarianza para la variable Numero de larvas de <u>P. xylostella</u> en el experimento localizado en la aldea Santo Tomás Milppas Altas, Sacatepequez 1992.	24
CUADRO 3 Prueba de Tukey para la variable número de larvas de <u>P. xylostella</u> en la aldea Santo Tomas milpas altas, Sacatepequez, 1992.	25
CUADRO 4: Prueba de Tukey para la interacción Plagueo * tratamiento en la aldea Santo Tomás Milpas Altas, Sacatepequez, 1992.	31
CUADRO 5: Contrastes ortogonales para la variable número de larvas de <u>P. xylostella</u> en la aldea Santo Tomas Milpas Altas, Sacatepequez, 1992.	32
CUADRO 6: Número de larvas de <u>P. xylostella</u> por tratamiento, encontradas en una muestra de 10 Kg de brócoli, en la aldea Santo Tomas Milpas Altas, Sacatepequez 1992	33
CUADRO 7: Análisis de varianza para la variable rendimiento de brócoli en Kg por hectarea en la aldea Santo Tomás Milpas Altas, Sacatepequez 1992.	34
CUADRO 8: Prueba de tukey para la variable rendimiento de brócoli en Kg/Ha en la aldea Santo Tomás Milpas Altas, Sacatepequez 1992.	34
CUADRO 9: Análisis de varianza para la variable número de floretes de primera calidad/Ha en la aldea Santo Tomás Milpas Altas, Sacatepequez 1992.	35
CUADRO 10 Prueba de tukey para la variable número de floretes de primera calidad por Ha. en la aldea Santo Tomás Milpas Altas, Sacatepequez 1992.	36
CUADRO 11: Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados.	37
CUADRO 12: Análisis de Tasa Marginal de Retorno para las condiciones no dominadas de los tratamientos evaluados.	37

DETERMINACION DEL EFECTO DE SEIS PROGRAMAS DE INSECTICIDAS  
BIOLOGICOS Y QUIMICOS EN EL CONTROL DE Plutella xylostella L. EN  
EL CULTIVO DE BROCOLI (Brassica oleracea var. itálica)

DETERMINATION OF THE EFFECT OF SIX PROGRAMS OF BIOLOGICS AND  
CHEMICAL INSECTICIDES ON CONTROL OF Plutella xylostella L.  
ON THE BROCOLI'S CROP (Brassica oleracea var. itálica)

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la efectividad de seis programas de control de larvas de Plutella xylostella L. utilizando para ello 2 insecticidas biológicos que tenían como ingrediente activo Bacillus thuringiensis y dos insecticidas químicos de dos diferentes grupos toxicológicos (carbamato y organofosforado).

Los insecticidas biológicos se aplicaron solos durante todo el ciclo del cultivo y también en combinación con los insecticidas químicos.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Para conocer la efectividad de los programas se realizaron conteo de larvas un día antes y tres días después de las aplicaciones. Los análisis estadísticos realizados mostraron que no existieron diferencias entre el uso de insecticidas biológicos solos y el uso de secuencia de insecticidas biológicos y químicos, pero si se encontraron diferencias altamente significativas al no tener ninguna clase de control (testigo).

En cuanto al rendimiento y calidad del producto en el tratamiento testigo se encontró un número mayor de larvas en las inflorescencias lo cual causaron el rechazo del producto por sobrepasar el nivel crítico establecido por la empresa INEXA, S.A. y por lo tanto causó una merma en

su producción.

Al realizarse el análisis económico, el valor más alto de tasa marginal de retorno correspondió al tratamiento donde se realizaron 4 aplicaciones de Bacillus thuringiensis cepa HD-1 a los 15, 27, 39 y 51 días después del trasplante y luego dos aplicaciones de Carbaryl a los 63 y 75 días. Este programa proporcionó el beneficio neto más alto, siendo por lo tanto el más recomendable.

## 1. INTRODUCCIÓN

El brócoli (Brassica oleracea var. itálica L.) se ha convertido en los últimos años en un producto agroexportable importante en el altiplano central, así como en otras regiones del país. Es uno de los productos con mayor crecimiento en relación con otros cultivos de exportación no tradicionales. El área cultivada con brócoli para el año de 1991 fue de un promedio de 7604 Ha. Su producción se ha incrementado de 9,177 toneladas métricas en 1985 a 12,345 toneladas métricas en 1989 (16). Dicho crecimiento se ha debido a dos factores: al acopio masivo que hacen las empresas congeladoras, con el fin de exportar éste producto ya congelado a los mercados norteamericanos y europeos. El segundo factor lo representa el hecho de que este cultivo permite realizar la rotación de cultivos en la época lluviosa, en la cual producir otras hortalizas es muy difícil debido al esfuerzo que debe hacerse para el control de enfermedades, que hace poco rentable la inversión.

Con el aumento del área cultivada con brócoli, se incrementó también el problema del ataque de la plaga Plutella xylostella L. llamada Palomilla Dorso de Diamante. El control de esta plaga provoca un alza cada vez mayor en los costos de producción agrícola. Según estudios realizados el agricultor debe obtener un mínimo de rendimiento de 9.74 Tm/ha<sup>1</sup>, para tener un margen de ganancia adecuado.

Esta producción que debería lograrse con el uso de híbridos tales como Shogún, Green Valiant, Pirata y Marathon no se alcanza debido a la influencia de varios factores, dentro de los cuales el daño de Plutella xylostella L. es de importancia económica porque ocasiona severas pérdidas en las producciones, afectando principalmente la calidad del producto exportable.

Las exigencias de mejorar la calidad del brócoli ha obligado al agricultor a un control químico más estricto de la plaga. Esto ha traído como consecuencia la

---

<sup>1</sup> SAY, EMILIO A. 1991. Control de Plutella xylostella L. en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. itálica). Guatemala, FENACOAC-AID. (comunicación personal).

aplicación de dosis altas de insecticidas tales como Methomyl y Deltametrinas, así como de una mayor frecuencia en la aplicación de los mismos. Durante mucho tiempo se ha utilizado diferentes productos químicos en el control de Plutella xylostella L. como los plaguicidas organofosforados, carbamatos y piretroides. Los mismos constituyen una larga lista de productos comerciales que debido a su mal uso ha permitido el posible desarrollo de resistencia por parte de las poblaciones del mencionado insecto. Las investigaciones realizadas al respecto reportan que en el departamento de Chimaltenango se debe evitar el uso de piretroides (Deltametrinas) debido a que no son efectivos por su sobreuso y posible desarrollo de resistencia de la plaga (7).

Ante el problema de los efectos negativos en el ambiente por el uso incorrecto de los insecticidas químicos se ha tratado de identificar opciones correctivas. El uso del control biológico ha resultado exitoso a nivel comercial. Las aplicaciones de Bacillus thuringiensis B. combinadas con liberaciones de parásitos (Diadegma insulare Cress) han permitido obtener un buen control de las poblaciones del insecto en Honduras y otros países (18)

Por otro lado los agricultores guatemaltecos están enfrentando serios problemas de comercialización, debido a la presencia de residuos tóxicos en el producto y por la incapacidad de ofrecer brócoli libre de larvas de Plutella xylostella, condición que está afectando severamente la imagen internacional y consecuentemente cerrando otras posibilidades de mercado (17).

La poca información y evaluación en nuestro medio existente con relación al problema, hace necesaria una investigación, donde se evalúen programas de control de Plutella xylostella L. utilizando para ello insecticidas biológicos y químicos y de esta manera coadyuvar a dar soluciones a los problemas de fitoprotección, a la vez se contrarresta el problema de alta contaminación por residuos químicos y se minimiza el riesgo de rechazo del producto a exportar.

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La palomilla dorso de Diamante, Plutella xylostella L. constituye la principal plaga de las crucíferas en el área de Santo Tomás Milpas Altas, la cual a su vez con sus 175 Ha. de área cultivada representa alrededor de un 2% de la producción total de brócoli del país. El uso de insecticidas convencionales ha sido por mucho tiempo la principal práctica de control utilizada. Este enfoque unilateral que se da al control de la palomilla Dorso de Diamante está resultando en un constante incremento del problema de resistencia a insecticidas, con serias implicaciones desfavorables para el ambiente, la economía y la salud pública.

El uso intensivo de pláguicidas tales como Methomyl y Deltametrinas está ocasionando graves desequilibrios en los agroecosistemas productivos en general, afectando gravemente el rol de agentes de control biológico de las plagas. Razón por la cual se hace necesaria la búsqueda de alternativas de control biológico, que hagan factible el restablecimiento del equilibrio de poblaciones de insectos; el cual conjuntamente con el uso correcto de pláguicidas permitidos minimizará el rechazo por presencia de larvas en el producto cosechado.

Estos problemas justifican la investigación, la cual se llevó a cabo de Octubre de 1991 a Enero de 1992, en la aldea Santo Tomas Milpas Altas, del Departamento de Sacatepéquez.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 GENERALIDADES DE LA PLANTA.

El brócoli es una especie que pertenece a la familia de las crucíferas, siendo originaria de Europa. Según la variedad o híbrido la planta alcanza alturas de 40 a 85 cm, con hojas de color verde, produciendo una flor comestible parecida a la coliflor, con la particularidad que su color es diferente, variando del blanco verdoso al verde claro o azul. Su sabor es delicado y agradable. Se reproduce por semillas, las que conservan su poder germinativo durante 4 años. En la actualidad se ha incrementado su cultivo para la exportación a los mercados de Estados Unidos (15).

##### 3.1.2 CLASIFICACION TAXONOMICA DE Plutella xylostella L.

Orden: Lepidóptera

Familia: Plutellidae

Género: Plutella

Especie: Plutella xylostella Linn.

Común: Palomilla Dorso de Diamante (3, 5)

##### 3.1.3 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL INSECTO:

Las palomillas de P. xylostella L. usualmente ovipositan sus huevos solos o, menos comúnmente, en grupos de dos o tres, en el haz de las hojas. Los huevos son diminutos, de verde blanco a amarillo y muy difíciles de desprender (25). Las hembras adultas ovipositan en promedio 160 huevos, cantidad que puede llegar hasta 360. El período de incubación es de 4 a 8 días, dependiendo de la temperatura, y conforme ésta se eleva el período es menor (7).

Las larvas son pequeñas comparadas con las de otras plagas comunes de oruga en el cultivo de coles, lo cual les permite introducirse con facilidad en las inflorescencias. Las larvas maduras miden aproximadamente 1 cm de largo con cuerpo

delgado y puntiagudo en ambos extremos. Las propatas del último segmento están extendidas contrariamente formando una distintiva "V", en el extremo posterior de la oruga. Su comportamiento también se distingue de otras plagas pues cuando esta se toca se retuerce frenéticamente o rápidamente adhiere un hilillo sedoso a una hoja y se deja caer por el borde (25). El período de desarrollo de las larvas varía entre 10 y 30 días, dependiendo de la temperatura, conforme ésta se eleva, el período larval se reduce (7).

Después de emerger de los huevos, las larvas se alimentan mayormente del envés de hojas exteriores o viejas de las plantas, masticando el tejido y haciendo pequeños hoyos, o de los puntos de crecimiento de plantas más jóvenes. Alcanzan su madurez de 10 a 14 días, dependiendo de la temperatura, entonces hilan cocones flojos para pupar, los cuales adhieren en el envés de las hojas o en los tallos. (25).

Los adultos son palomillas pequeñas, delgadas, grisáceas o cafezucas en general. Cuando están plegadas, las alas del macho muestran tres marcas blancas dorsales con forma de diamante a lo largo del dorso, lo que origina el nombre de "palomilla dorso de diamante". Las alas plegadas se curvean arriba y hacia afuera de sus extremos. La especie tiene de cuatro a seis generaciones al año, variando con el clima local (25).

En su estado de pupa el cocón dentro del cual el gusano completamente desarrollado cambia a palomilla, es un saco de gasa de 1.2 cm de largo, pero tan delgado y tejido en forma suelta, que casi no esconde a la pupa. La pequeña palomilla emerge del cocón, en el término de una semana e inmediatamente inicia otra generación, de las cuales puede haber de 2 a 5, o más, al año en las regiones templadas (19).

#### 3.1.3.1 DINAMICA DE Plutella xylostella:

La precipitación y la temperatura son factores determinantes, para que la incidencia y fluctuaciones de la plaga varíe de acuerdo con la época del año. En zonas bajas, el aumento de la temperatura reduce la duración del ciclo biológico y provoca un aumento en el número de generaciones y, como consecuencia, mayores infestaciones en

menor tiempo. En períodos secos o en la época de verano, el aumento de la temperatura junto con la reducción en la precipitación tiene un efecto significativo en la dinámica de Plutella xylostella, determinando una mayor infestación de la plaga que en períodos lluviosos(7).

El patrón de oviposición a lo largo del ciclo del cultivo está determinado por la dinámica de los adultos. Inicialmente el número de huevos puestos es bajo, pero conforme el cultivo se desarrolla y produce una mayor cantidad de follaje y cuando la plaga incrementa su población la tasa de oviposición es mayor. La precipitación, principalmente durante la noche, afecta negativamente la conducta de oviposición, factor que contribuye a que la infestación de Plutella sea menor en período lluvioso que en época seca (7).

El incremento en las infestaciones de larvas de P. xylostela conforme crece el cultivo o bien durante los períodos secos, también está determinado por la dinámica de los adultos. En las primeras etapas fenológicas, la infestación de larvas se mantiene a niveles bajos, incrementándose en las etapas subsiguientes, con la presencia de larvas en todos los estadios de crecimiento (7).

### 3.1.3.2 FACTORES DE MORTALIDAD DE Plutella xylostella

Entre las causas de mortalidad de huevos de ésta plaga, está la participación de algunos enemigos naturales como avispas, tijeretas y arañas, el exceso de humedad durante períodos lluviosos y el lavado por el agua de la lluvia o el estancamiento del agua en las hojas. La lluvia también afecta la actividad de oviposición de las hembras, reduciendo el número real de huevos depositados y provocando reducción de las infestaciones en períodos lluviosos (7).

Otro factor de mortalidad es el parasitismo natural, causado por el parasitoide Diadegma insulare, el cual se encuentra distribuido en toda Centro América (7).

### 3.1.3.3 DAÑO QUE OCASIONA EN EL CULTIVO:

Las larvas de la palomilla dorso de diamante mastican y abren hoyos pequeños en las hojas y dañan los puntos de crecimiento de las plantas más jóvenes. El daño a los puntos de crecimiento causa las pérdidas más serias. El daño a las coronas de plantas jóvenes puede atrofiar severamente el crecimiento. Las larvas también pueden mastigar los puntos de crecimiento de botones en desarrollo o barrenar las cabezas de brócoli, causando serios daños y contaminación (25).

### 3.1.4 ALTERNATIVAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

En el manejo integrado de plagas (MIP), cada especie de plaga, en un agroecosistema de cultivo, tiene un nivel de población bajo el cual no hay daño económico. Cuando los niveles de población de una plaga amenazan con provocar daño económico al producto, entonces se toman acciones correctivas. El objetivo de una buena práctica de manejo integrado de plagas es mantener a la población de la plaga a niveles no dañinos.

La manipulación de un sistema de cultivo puede agravar las poblaciones de plagas, o por el contrario manejarlas eficazmente. Las herramientas de manejo si son utilizadas adecuadamente pueden ser los medios de mantener las plagas en niveles no económicos (17).

Las tácticas principales utilizadas en el manejo integrado de P. xylostella son:

#### 3.1.4.1 CONTROL NATURAL:

Respecto al control natural de Plutella xylostella, se ha observado que la lluvia baja las poblaciones, logrando que la incidencia y daño desciendan sensiblemente en los meses del período de lluvia. Se ha observado un parásito larval, posiblemente Diadegma insulare Cress. (hymenoptera: Ichneumonidae) Según Andrews (18) los niveles de parasitismo en rastrojo de repollo ha sido hasta de un 40%.

Diadegma insulare Cress es un endoparásitoide larval solitario obligado que ataca

larvas de Palomilla Dorso de Diamante (PDD), preferiblemente de segundo y tercer estadio, emergiendo de la prepupa. El ciclo de vida de Diadegma insulare es de 16 días en promedio (Ochoa, Carballo y Quezada 1989). Diadegma insulare ha sido reportada en muchos países parasitando PDD en crucíferas (10).

Las hembras del parasitoide copula inmediatamente después de emerger de la pupa y buscan entre las hojas de repollo larvas jóvenes de Plutella del segundo y tercer estadio, en las que pone un sólo huevo. Las larvas parasitadas continúan alimentándose hasta completar su desarrollo larval. Las larvas del parasitoide se alimentan de los tejidos internos del huésped y dentro de este completa su ciclo de vida. Al final del ciclo, las larvas de PDD teje su capullo pero dentro de éste, el parasitoide teje su propio cocón, el cual es fácilmente distinguible de la pupa de Plutella no parasitada (8).

Los casos exitosos en el control biológico de Plutella xylostella ha involucrado por regla general a Diadegma eucerothaga Horsta. y a Diadegma fenestralis Hologrea. Otra especie potencialmente útil es Apanteles plutellae que ha dado resultados satisfactorios en Taiwan (18).

En estudios realizados en Costa Rica en las zonas repolleras Zarcero, de la provincia de Alajuela, Santa Cruz y Pacayas de la provincia de Cartago, se logró determinar un porcentaje natural de parasitismo de 7.62, 16.07 y 16.03 %, respectivamente. La menor incidencia de parasitismo en Zarcero, podría estar relacionada por el mayor uso de plaguicidas (8).

En Honduras, en las localidades de El Zamorano y Tatumbla, se evaluó el nivel y la variación del parasitismo por Diadegma insulare, evaluando tres tratamientos para el control de PDD. Los tratamientos que se evaluaron fueron:

- Manejo del agricultor con insecticidas químicos (organofosforados, piretroides, carbamatos)
- Aplicaciones de Bacillus thuringiensis L.
- Sin aplicaciones de insecticidas.

En El Zamorano se encontró variación en los niveles de parasitismo de 12 a 36% para el tratamiento convencional, de 11 a 36% para el uso de B. thuringiensis y de 18 a 47% para el tratamiento con no-químicos.

En Tatumbia los niveles de parasitismo tuvieron variaciones de 9 a 22%, para el tratamiento convencional, de 18 a 26% para el uso de B. thuringiensis y de 23 a 32% para no-químicos (10).

#### 3.1.4.2 CONTROL CULTURAL:

Respecto a controles culturales, que se basan en el manejo del agroecosistema circundante son muchas veces las causantes de las altas poblaciones de Plutella xylostella y de algunos patógenos. Entre estas prácticas que pueden alterar el agroecosistema de brócoli se encuentra:

- a. Escalonamiento de siembras
- b. Dejar épocas libres del cultivo
- c. Rotación de cultivos
- d. Desinfección de semilleros
- e. Siembra de plantillas vigorosas
- f. Uso de fertilizantes orgánicos
- g. Destrucción de rastrojos (18).

#### 3.1.4.3 CONTROL QUIMICO

Es necesario averiguar que productos son todavía efectivos para Plutella xylostella y entre estos seleccionar las rotaciones en frecuencia que retrasen más el desarrollo de resistencia a un menor costo. Podría ser de mucha utilidad el rotar los productos químicos con grupos toxicológicos diferentes con insecticidas microbiológicos e inhibidores de quitina (18).

#### 3.1.4.4 CONTROL MICROBIOLOGICO:

El control microbiológico ha dado resultados exitosos a nivel comercial, El uso de Bacillus thuringiensis Berliner, que ha sido uno de los elementos biológicos idóneos para combinarlo con liberaciones de parásitos en el control de PDD (Cock. 1983; Talekar 1986) (18).

En Guatemala, la Compañía Agroindustrial ALCOSA, realizó unas pruebas a nivel comercial para el control de poblaciones de P. xylostella , en el valle de Monjas, Jalapa, durante el período comprendido entre 1989 y 1990. Esta prueba se fundamento con el uso exclusivo de DIPEL (Bacillus thuringiensis), en aplicaciones de ultra bajo volumen tratando de mantener la población de larvas de Plutella a niveles inferiores al 30% durante la etapa previa a la floración.

En estas pruebas se logró un mejor control de la plaga, lográndose un mayor rendimiento de cabezas sanas (12).

#### 3.1.5 BACTERIAS FORMADORAS DE CRISTALES:

##### 3.1.5.1 CARACTERISTICAS GENERALES:

Estas bacterias se incluyen en el orden Eubacteriales, familia Bacillaceae, Género Bacillus. La familia Bacillaceae incluye bacilos, esporógenos gram-positivos, células en general grandes y a veces dispuestas en cadenas largas (1, 18, 24).

El Bacillus thuringiensis Berliner, es un microorganismo semejante al Bacillus cereus que se halla ampliamente distribuido por el mundo, tiene forma de bastón, produce esporas, es aerobio y gram-positivo. El Bacillus thuringiensis Berliner, es único en su caracterización por la producción de uno o más cristales parasporales proteínicos durante su ciclo de esporulación, por su acción patógena en larvas de Lepidópteros, por su habilidad para usar citrato de carbono como única fuente de carbono y por el alto contenido de fosfato en sus esporas. La célula vegetativa tiene un tamaño de uno por cinco micrones y la espora y la partícula de proteína cristalizada tiene cada una un diámetro de 0.5 a 1.0 micrón. El sistema de clasificación para las

sub-especies de Bacillus thuringiensis Berliner., se basa en las propiedades de las proteínas flagelares. Se han identificado por lo menos doce serotipos (1, 21).

Tanto Bacillus cereus como Bacillus thuringiensis Berliner, son habitantes comunes del ambiente y crecen en ciertos tipos de suelo (1). El cristal o cuerpo parasporal es formado por el bacilo al mismo tiempo que forma la espora. Generalmente tiene forma de diamante, pero en algunas especies tiene forma romboide (21, 18).

### 3.1.5.2 COMPONENTES TOXICOS DE Bacillus thuringiensis B.

En varias pruebas realizadas por Steinhaus (1960) citado por De Bach (21), con el gusano de seda, la variedad Bacillus thuringiensis var. alesti, fue la más virulenta, siguiéndole en virulencia una variedad de Bacillus thuringiensis var thuringiensis, ligeramente virulenta. Le sigue en virulencia de las variedades anteriores Bacillus thuringiensis var. sotto, Bacillus thuringiensis var. entomocidus y la variedad original de Mattes, Bacillus thuringiensis variedad thuringiensis.

Existen por lo menos tres formas diferentes de acción por la cual la bacteria puede matar al insecto. Estas fueron aclaradas por Heimpel y Angus (1959) que las designaron como tipos I, II, III (21).

TIPO I: A los cinco o veinte minutos después de la ingestión del bacilo esporulado hay una parálisis del intestino medio, después de una a siete horas sucede una parálisis general de todo el insecto. Esto acompañado por un incremento en el grado de acidez de la sangre variando de 1 - 1.5, lo que indica que hay una filtración de material alcalino del intestino a la sangre. Este modo de acción se ha visto en Bombyx sp., Protoparce sp. y Anterea sp. (21).

TIPO II: Los insectos, por ejemplo Malacosoma sp., Anisota sp. y Nymphalis sp., no sufren incremento en el pH de la sangre pero hay parálisis del intestino y muere a los dos o cuatro días con una parálisis general. No muere por la toxina en ausencia de esporas como el caso de los tipos anteriores.

Parece ser que la espora debe germinar (en presencia de la toxina) y crecer en

el intestino medio. La mayoría de especies susceptibles son lepidópteros, pero ciertos dípteros, hymenopteros y coleópteros pueden ser susceptibles cuando reciben grandes dosis de esporas (21).

Heimpel citado por Barrios (4) y Jiménez (18), indica que actualmente se han encontrado cuatro entidades tóxicas en cultivos de Bacillus thuringiensis denominadas exotoxinas alpha, exotoxina betha, exotoxina gamma y endotoxina deltha. Las más conocidas son la exotoxina betha y la Endotoxina deltha. La exotoxina betha es un nucleótido de bajo peso molecular, estable al calor y soluble en agua, se reporta que es una toxina mortal para dípteros y algunas veces es activa aún por contacto superficial (18, 24).

### 3.1.5.3 MECANISMO DE ACCION DE Bacillus thuringiensis B.

La bacteria penetra al insecto principalmente por ingestión y ocasionalmente por heridas en la cutícula (1, 21, 24). En las larvas susceptibles el sistema digestivo experimenta una combinación de pH, sales y enzimas, necesarias para descomponer y activar los cristales altamente insolubles del bacilo. A un pH alcalino el intestino (mayor de 7.0) causa la disolución de los cristales en componentes tóxicos (1, 21, 24).

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

Existen otras toxinas aisladas de diferentes razas de Bt que pueden causar toxicidad a los insectos. Un ejemplo es la enzima fosfolipasa C, producida por células

bacteriales en crecimiento que pueden descomponer fosfolípidos esenciales en las células de los insectos (3).

### 3.2 MARCO REFERENCIAL

#### 3.2.1 DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

##### 3.2.1.1 UBICACION GEOGRAFICA:

El ensayo se realizó en la aldea Santo Tomás Milpas Altas, ubicado en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Las coordenadas del sitio son de una Latitud Norte de  $14^{\circ}33'20''$  y una longitud Oeste de  $90^{\circ}40'15''$  con una elevación promedio de 1970 msnm (13). En el Apéndice 1 se ilustra la ubicación del sitio.

##### 3.2.1.2 ZONA DE VIDA:

De acuerdo a De la Cruz (11), basado en el método de Holdridge, ésta región comprende las zonas de vida bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) y bosque premontano húmedo subtropical. El régimen de lluvia promedio es de 1,344 mm anuales. Las biotemperaturas oscilan de los 15 a los 23 grados centígrados.

##### 3.2.1.3 CLIMA:

La temperatura media anual es de  $15.4^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa de 77%. Según el sistema de clasificación de clima Thornthwaite, el área de Santo Tomás Milpas Altas pertenece a la clase B'2b'Bi, cuyas descripciones son las siguientes: clima templado, con invierno benigno, húmedo, con bosque con vegetación natural característica (14).

##### 3.2.1.4 SUELOS:

Los suelos pertenecen a la serie Cauqué. Son suelos de la altiplanicie central, profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica pomáceas.

Un estudio realizado por Alvarez et. al. (2) en el área de Santo Tomás Milpas Altas determinó que la capacidad de uso de la tierra pertenece a las clases agrológicas

II, IV y VI.

3.2.2. DESCRIPCION DE MATERIALES EXPERIMENTALES:

3.2.2.1 CARBARYL:

Nombre común: Carbaryl  
 Nombre comercial: Sevin  
 Composición química: 1-Naftil N-Metilcarbamato  
 Familia: Carbamatos

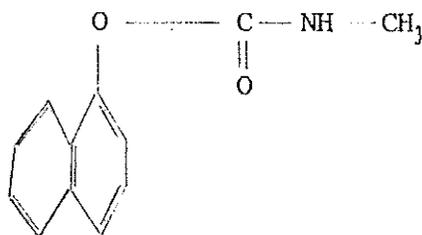


FIGURA 1: Estructura química del Carbaryl

Propiedades: cristales blancos, punto de fusión 142 grados centigrados, presión de vapor 0.002 mm Hg a 40<sup>0</sup> C, densidad 1.232 g/ml. No es corrosivo a los metales, materiales de empaque ni equipo de aplicación.

Solubilidad: En agua a 30<sup>0</sup> C, 40 ppm. soluble en la mayoría de solventes polares tales como Acetona y cresoles mezclados; se hidroliza rápidamente en soluciones alcalinas.

Toxicidad: Técnica (ratas): Oral DL<sub>50</sub> 246 mg/kg (hembras); 283 mg/kg (machos).

Antídoto: Atropina, no use 2-PAM, derivados de opio o drogas inhibidoras de la colinesterasa (9).

3.2.2.2 NALED:

Nombre químico: 1, 2-Dibromo-2,2-Dicloroetil Dimetil-fosfato

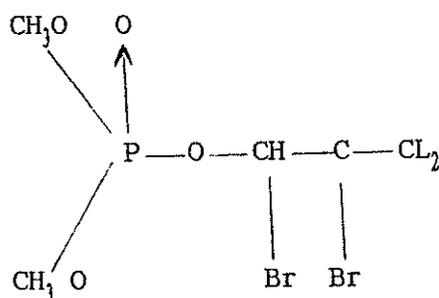


FIGURA 2: Estructura química de Naled

Acción: Insecticida y acaricida no sistémico con alguna acción residual fumigante corta.

Propiedades químicas: Bajo punto de fusión 27° C. ligeramente soluble en agua, ligeramente soluble en solventes alifáticos, altamente solubles en solventes aromáticos.

Toxicidad: Aguda oral DL<sub>50</sub> (ratas) 430 mg/kg; aguda dermal DL<sub>50</sub> (conejos) 1,100 mg/kg

Aplicaciones: Recomendado para uso en numerosos cultivos, generalmente hasta cuatro días de cosecha o menos, también contra moscas, dentro y alrededor de plantas procesadoras de alimentos. No está aprobada para usarse en silos. Líquidos pueden ser aplicados a las tuberías de calefacción de invernaderos para matar insectos por acción de vapor. También útil para control municipal de mosquitos y otras áreas grandes con ultra bajo volumen con métodos convencionales (9).

### 3.2.2.3 Bacillus thuringiensis var. Kurstaki:

Constituye un grupo de insecticidas que pertenece al grupo toxicológico de los insecticidas microbianos (MICR).

Insecticida biológico para el control de plagas de insectos de vegetales, frutas y otros cultivos.

Ingrediente activo: Bacillus thuringiensis var. Kurstaki, potencia de 52,863 unidades Spodóptera (al menos 60 millones de esporas viables) por miligramo.

Equivalente a 24 billones de unidades Spodóptera por 0.452 Kg (14.4 billones de unidades internacionales por 0.452 Kg, equivalente a 32,000 UIP/mg.

A menos que se indique específicamente, no debe aplicarse este producto mediante cualquier clase de sistema de riego.

B.t. var Kurstaki, es un insecticida biológico específico para el control de larvas de lepidópteros; ataca el hemocele larval y debe ser ingerido por el insecto para que sea efectivo. Como el ingrediente activo está exento de requerimientos de tolerancia, puede ser aplicado hasta y en el día de la cosecha (9).

#### 3.2.2.3.1 CEPA HD-1:

Nombre genérico: Bacillus thuringiensis var. kurstaki

Nombre Comercial: DIPEL 2X

Formulación: Polvo mojable, esta constituido principalmente por esporas de B. t. y por cristales tóxicos de Delta endotoxina.

Formula química bruta:

Ingrediente activo (B. t.) 6.4%

Ingredientes inertes 93.6%

Potencia: 32,000 Unidades Internacionales de Potencia

Peso Molecular: (cristales)  $1.2 \times 10^5$

Densidad: 70 ml/40 gramos

Estabilidad: Inestable en medios alcalinos

Compatibilidad: No es compatible con abonos foliares y pláguicidas altamente alcalinos

Solubilidad: Aproximadamente 37% de los ingredientes son solubles y 63% son solidos en suspensión.

Cultivos recomendados: algodón, Ajonjolí, apio, cucurbitas, crucíferas, caña de azúcar, fresa, frijol, chile, lechuga, tabaco, vid.

## 3.2.2.3.2 CEPA SA-11:

Nombre genérico: Bacillus thuringiensis var kurstaki

Nombre comercial: JAVELIN WG

Formulación: polvo mojable, constituido por esporas de B. t. cristales tóxicos de delta endotoxina.

Formula química bruta:

Ingrediente activo: (B. t.) 6.4%

Ingrediente inerte: 93.6%

Potencia: 52,863 Unidades Spodoptera por miligramo (14.4 billones de unidades spodoptera por 0.452 Kg).

Compatibilidad: No se ha observado incompatibilidad con fungicidas, insecticidas o fertilizantes líquidos tradicionales.

Efecto Residual: Pruebas de campo indican que la actividad del producto es de 5 a 7 días.

Cultivos recomendados: Algodón, soya, frijol, coliflor, brócoli, arveja, tomate, tabaco, chile, sandía, sorgo, maíz, fresa.

#### 4. OBJETIVOS

##### 4.1 GENERAL:

Evaluar el efecto de seis programas de control de Plutella xylostella L. con el uso de Bacillus thuringiensis var. kurstaki, sólo, y combinado con insecticidas químicos de diferente grupo toxicológico.

##### 4.2 ESPECIFICOS:

4.2.1 Evaluar la efectividad de los programas en el control de larvas de Plutella xylostella L.

4.2.2 Determinar el efecto de los programas en el rendimiento de brócoli primera calidad.

4.2.3 Determinar el programa que presente el mejor beneficio económico a través del método de la Tasa Marginal de Retorno.

#### 5. HIPOTESIS

5.1 Los programas que incluyen insecticida biológico y químico en secuencia tendrá un mejor control de las poblaciones de Plutella xylostella L. que los que incluyen únicamente insecticida biológico.

5.2 Entre los programas evaluados existirán diferencias significativas en cuanto al rendimiento de brócoli de primera calidad.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1 TRATAMIENTOS:

Se aplicaron dos fuentes de Bacillus thuringiensis var. kurstaki, las cuales fueron la cepa HD-1 y la cepa SA-11 con formulación polvo mojable. Estas dos fuentes de Bacillus se evaluaron debido a que eran productos biológicos de dos diferentes casas comerciales que estaban ingresando al mercado provenientes de dos cepas de Bacillus diferentes.

También se evaluaron dos formulaciones químicas de diferentes grupos toxicológicos (organofosforado y carbamato), debido a que eran dos fuentes que aun no había reportes de desarrollo de resistencia por parte del mencionado insecto, además estaban permitidos para este cultivo por la EPA (Agencia para la protección del medio ambiente, de los Estados unidos de América).

Las fuentes de Bacillus thuringiensis se aplicaron combinados con las formulaciones químicas y solos, originando un total de 6 programas y el tratamiento testigo (sin control), los cuales se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1: Tratamientos evaluados en el ensayo de control de Plutella xylostella L. en brócoli (Brassica oleracea var itálica)

TRATAMIENTOS	DOSIS Kg l.a./Ha
1. <u>Bacillus thuringiensis</u> cepa HD-1 + Naled	0.0257 + 0.98
2. <u>Bacillus thuringiensis</u> cepa HD-1 + Carbaryl	0.0257 + 2.32
3. <u>Bacillus thuringiensis</u> cepa SA-11 + Naled	0.0257 + 0.98
4. <u>Bacillus thuringiensis</u> cepa SA-11 + Carbaryl	0.0257 + 2.32
5. <u>Bacillus thuringiensis</u> cepa HD-1	0.0257
6. <u>Bacillus thuringiensis</u> cepa SA-11	0.0257
7. Testigo (sin control)	—

#### 6.1.1. APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS:

En los tratamientos combinados de insecticida biológico e insecticida químico,

las aplicaciones fueron de la siguiente forma: se realizaron 4 aplicaciones de insecticida biológico a los 15, 27, 39 y 51 días después del transplante, luego se efectuaron dos aplicaciones de insecticida químico a los 63 y 75 días después del transplante (Apéndice 2). Las aplicaciones se realizaron en forma calendarizada, iniciándose la primera 15 días después del transplante, siguiendo luego a un intervalo de 12 días. La aplicación fue al envés de la hoja, haciéndose las aplicaciones en las primeras horas de la mañana

## 6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL:

El experimento consistió en la evaluación de 7 programas, en un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde:  $Y_{ij}$  = Variable respuesta

$U$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque

$E_{ij}$  = Error experimental

### 6.2.1 UNIDAD EXPERIMENTAL:

El experimento tuvo las siguientes características:

Area total del experimento	=	1792.00 m <sup>2</sup>
Area total de parcela bruta	=	61.81 m <sup>2</sup>
Area total parcela neta	=	20.32 m <sup>2</sup>
No. de plantas/parcela bruta	=	232
No. de plantas/parcela neta	=	76
Distanciamiento entre surcos dobles	=	1.4 mts.
Distanciamiento entre surcos simples	=	35.56 cms

### 6.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO:

#### 6.3.1 SEMILLERO:

Se preparó un tablón de 15 m de largo por un metro de ancho y 0.25 m de alto, se desinfectó utilizando una mezcla de Chlorpiryfos (lorsban 5G) y Captán a razón de 15 gramos y 5 cc por litro respectivamente, aplicando el primer producto al voleo y el segundo con regadera sobre el tablón. La fertilización al suelo se realizó al momento de preparar el tablón con una dosis de 56 gramos de 15-15-15 por metro cuadrado de semillero.

Se utilizó el híbrido Green valiant debido a que este híbrido debido a sus características se adapta bien a altura mayores de 1800 m.s.n.m.

Su siembra se llevó a cabo a un distanciamiento de 2 cm entre semillas y 15 cm entre hileras, se cubrió con arena cernida. El control de plagas y enfermedades se realizó haciendo 2 aplicaciones de metamidophos y Mancozeb cada 10 días, se realizaron riegos diarios durante los primeros 8 días después de siembra a fin de favorecer la germinación.

#### 6.3.2 TRANSPLANTE:

Se realizó a los 30 días después de la siembra del semillero, cuando las plantas presentaban dos hojas verdaderas, utilizándose el distanciamiento de 1.4 m. entre surcos dobles y 0.35 m. entre surco simple y una distancia entre plantas de 0.30 m. Previamente se sumergieron las raíces de las plantillas en una mezcla de Captán y BenomyI para prevenir pudriciones vasculares.

#### 6.3.3 FERTILIZACION:

Se fertilizó dos veces, la primera se hizo 5 días después del transplante aplicando 15-15-15 a razón de 813 Kg/ha. Luego 30 días después de la primera, se realizó la segunda con 46-0-0 a razón de 406 kg/ha.

#### 6.3.4 CONTROL DE MALEZAS:

Se realizaron dos limpiezas manuales, la primera 25 días después del transplante y la segunda 10 días después de la primera, previo a la formación de la inflorescencia.

#### 6.3.5 COSECHA:

Se realizaron 6 cortes, con un intervalo de dos días entre cada uno. En esta etapa se realizó el control de calidad del producto en las instalaciones de la empresa INEXA, S. A.

#### 6.4 VARIABLE RESPUESTA:

6.4.1 Número de larvas de Plutella xylostella encontradas un día antes y tres días después de la aplicación, en diez plantas de brócoli escogidas al azar por parcela neta. El muestreo se realizó un día antes de las aplicaciones para conocer la población inicial de larvas de Plutella y luego tres días después de la aplicación de los insecticidas para conocer la población final, de esta manera se conocería la eficiencia de los programas en el control de las poblaciones.

6.4.2 Número de larvas de Plutella xylostella encontradas en una muestra de 10 Kg. de brócoli, por tratamiento, durante la cosecha (control de calidad)

6.4.3 Rendimiento de brócoli de primera calidad, en kilogramos por parcela neta.

6.4.4 Número de inflorescencia de primera calidad por parcela neta.

#### 6.5 TOMA DE DATOS:

Para la variable número de larvas por tratamiento, la toma de datos se realizó un día antes y tres días después de las aplicaciones, se contó el número de larvas de Plutella xylostella (plagueo) presentes en 10 plantas de brócoli por unidad experimental, escogidas a través de un muestreo al azar antes y después de las aplicaciones.

Para la variable rendimiento al iniciarse la cosecha se pesaron las

inflorescencias de primera calidad de la parcela neta, respetando las normas de control de calidad de la empresa.

Debido a que el ataque de PDD en el cultivo no afecta el rendimiento sino la calidad del producto, para efectuar el control de calidad, se formó una muestra de 10 Kg. de inflorescencias de brócoli escogidas al azar de las cuatro repeticiones por cada uno de los programas y se llevaban al departamento de calidad de la congeladora INEXA, S. A, donde se realizaba un muestreo destructivo del producto para determinar el número de larvas en las inflorescencias, el cual si sobrepasaba un nivel crítico establecido de 5 larvas de Plutella por muestra, el producto era rechazado, y el rendimiento era tomado como cero.

#### 6.6 ANALISIS DE DATOS:

Con el objeto de estandarizar la variable del número de larvas se llevó a cabo un análisis de covarianza para la variable Número de larvas antes de las aplicaciones. Debido a la naturaleza de los datos, se realizó la transformación de Raíz cuadrada con la fórmula  $\sqrt{X+1}$ , con el fin de incrementar la precisión con la cual se pudiera medir la diferencia entre medias pequeñas. Al existir diferencias significativas entre los tratamientos se efectuó una prueba de tukey, con las medias ajustadas de la covariable para encontrar diferencias en los tratamientos. También se realizaron contrastes ortogonales a través de la prueba de Scheffè. con el fin de encontrar diferencias entre el uso de control microbiológico y el uso de control químico

Para la variable rendimiento y número de inflorescencias de primera calidad, se realizó un análisis de varianza, y debido a la significancia de los tratamientos se realizó una prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento durante el ensayo en el control de la plaga.

Para la variable control de calidad únicamente se reporta el Número de larvas encontradas por tratamiento durante los 6 muestreos.

También se realizó un análisis económico utilizando el método de Tasa marginal

de Retorno para determinar el mejor programa en el control de Plutella xylostella.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION:

El cultivo del brócoli en éste ensayo tuvo un ciclo de 72 días después del transplante hasta el primer corte, se realizaron 6 aplicaciones de los tratamientos evaluados y dentro de los cuales se midieron las variables respuestas planteadas.

Para la variable número de larvas encontradas en 10 plantas muestreadas un día antes y tres días después de las aplicaciones se procedió a realizar un análisis de covarianza cuyos resultados se presentan en el cuadro 2.

CUADRO 2: ANALISIS DE COVARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE LARVAS DE Plutella xylostella EN EL EXPERIMENTO LOCALIZADO EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ, 1992

FUENTES DE VARIACION	GL	SUM. CUAD.	CUAD. MEDIO	P. CAL	PR > F
TOTAL	167	46.830105			
REPETICION	3	0.2194706	0.0731569	1.34	0.266 NS
PLAGUEO	5	0.1332357	0.0266471	0.49	0.785 NS
PLAGUEO * REPETICION (ERROR I)	15	0.535316	0.0356877	0.65	0.8251 NS
TRATAMIENTOS	6	5.927949	0.9879916	18.05	0.0001 *
PLAGUEO * TRATAMIENTO	30	3.3638207	0.4212736	2.05	0.004 *
PLAGUEO ANTES (COVARIABLE)	1	1.2720493	1.2720493	23.24	0.001 *
ERROR II	107	5.8575842	0.05474378		

Coefficiente de variación 17.99%

\* = significativo al 1%

NS = No significativo

En el cuadro 2 se observa que durante los seis plagueos realizados no existen diferencias significativas, lo que nos indica que la población del insecto en esta investigación se mantuvo durante todo el ciclo del cultivo y no hubo un punto crítico donde se incrementara la plaga. Además el ANCOVA nos indica que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos y en la interacción Plagueo \* tratamiento, por lo que se realizaron las pruebas de medias (tukey) para estas dos variables y los

resultados se presentan en el cuadro 3 y 4.

CUADRO 3: PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE NUMERO DE LARVAS DE Plutella xylostella L. EN LA ALDEA SANTO TOMAS WILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ, 1992

TRATAMIENTO	MEDIAS AJUSTADAS	
<u>B. thuringiensis</u> SA-11 + Carbaryl	1.115728	a
<u>B. thuringiensis</u> HD-1 + Carbaryl	1.156121	a
<u>B. thuringiensis</u> SA-11 + Naled	1.150833	a
<u>B. thuringiensis</u> HD-1 + Naled	1.179868	a
<u>B. thuringiensis</u> cepa SA-11	1.207741	a
<u>B. thuringiensis</u> cepa HD-1	1.220038	a
Testigo (sin control)	2.064671	b

Como podemos observar en el cuadro 3 el testigo es el único estadísticamente diferente. El tratamiento testigo en el cual no se realizó ningún control (figura 3) se encontró un número mayor de larvas, siendo aun mayor en las primeras etapas fenológicas del cultivo (0 - 40 días después del transplante. Se puede notar que después de no realizar control en el tratamiento testigo las poblaciones de Plutella tendían a bajar en algunas etapas, esto posiblemente debido a la presencia de agentes de control biológico natural como Diadegma insulare que fue observada en el área. Esto aunado al control natural abiótico por efecto de las bajas temperaturas que normalmente se presentan en esta época del año favoreció el control natural de la plaga.

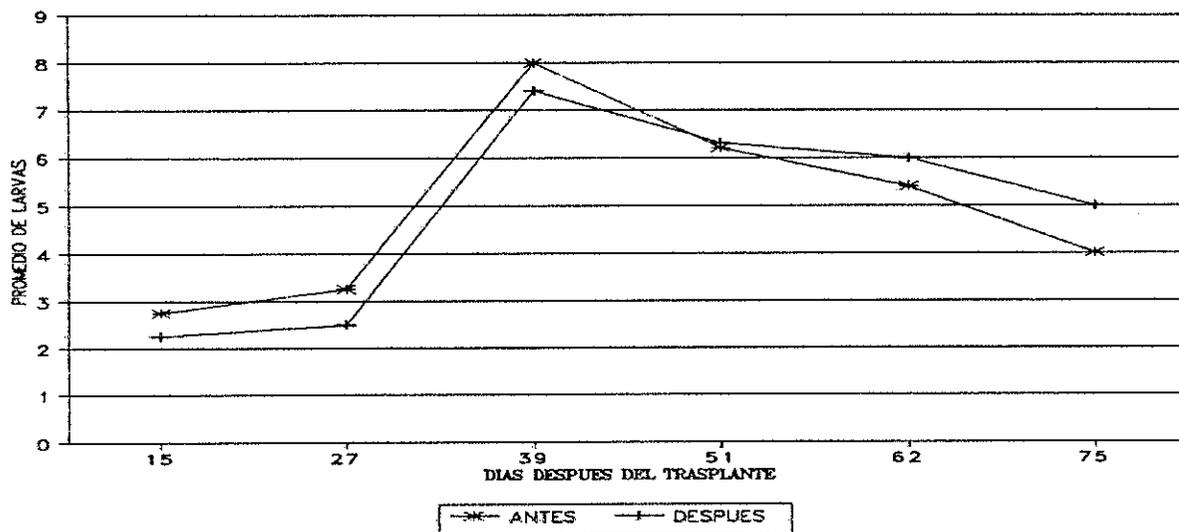


FIGURA 3: Fluctuación de las poblaciones de Plutella xylostella L en el tratamiento testigo (sin control)

Al observar las fluctuaciones de las poblaciones antes y después de las aplicaciones utilizando el insecticida biológico de la cepa HD-1 combinado con los dos insecticidas químicos Naled y Carbaryl, podemos observar en figura 4 y 5 que durante las primeras 4 aplicaciones con insecticidas biológico la población de Plutella se mantuvo a niveles no dañinos mientras que el realizar aplicaciones con insecticidas de los dos diferentes grupos toxicológicos hay un control más efectivo ya que suprime casi por completo las poblaciones del insecto. Aunque es importante señalar que también una posible destrucción de insectos benéficos

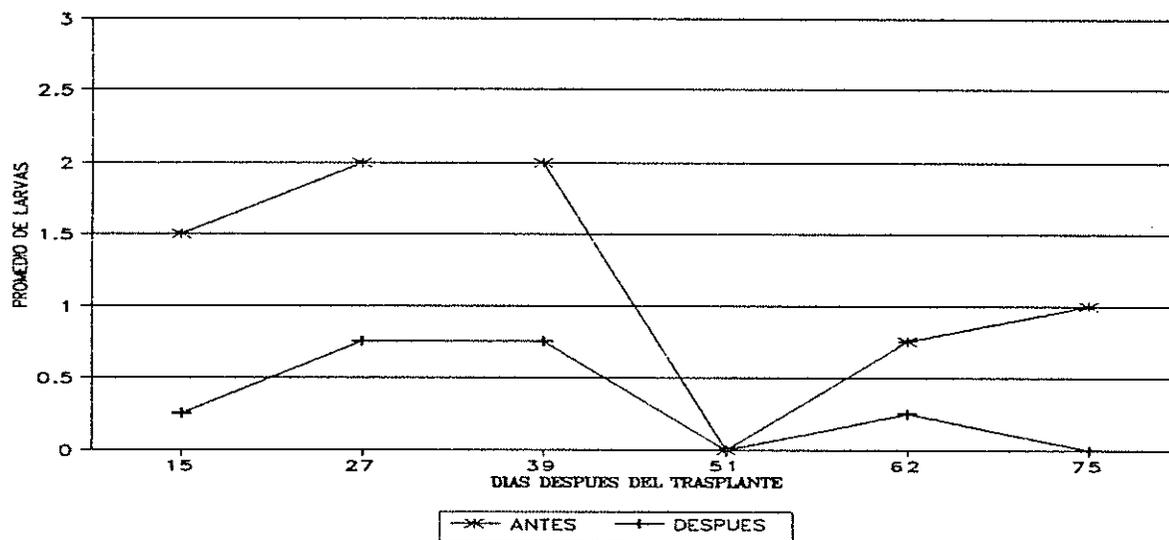


FIGURA 4: Fluctuación de las poblaciones de *Plutella xylostella* L. con el uso de *B. t.* cepa HD-1 + Naled, durante las aplicaciones

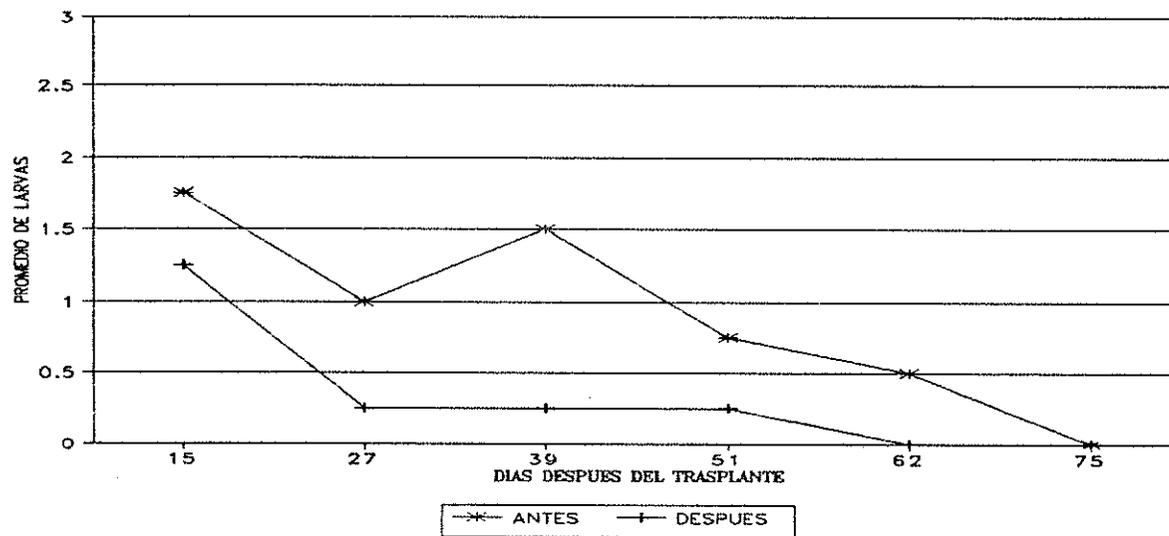


FIGURA 5: Fluctuación de poblaciones de *Plutella xylostella* L. con el uso de *B. t.* cepa HD-1 + Carbaryl, durante las aplicaciones

En la figura 6 y 7 se presentan las fluctuaciones de las poblaciones al utilizar

Bacillus thuringiensis de la cepa SA-11 en combinación con los insecticidas Naled y Carbaryl, podemos ver al igual que en el caso anterior la tendencia de los insecticidas biológicos de bajar las poblaciones a niveles no dañinos, sin efectuar un control completo de las poblaciones. Caso contrario ocurre con el uso de químicos los cuales tienden a suprimir casi desde la primera aplicación las poblaciones, pero su uso indiscriminado en los cultivos puede causar el desarrollo de resistencia en las poblaciones de la plaga descrita. Es por esta razón que es importante tener un control de la plaga realizando aplicaciones de insecticidas biológicos e insecticidas químicos en secuencia, aplicándose durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo insecticidas biológicos y al iniciarse la formación de la inflorescencia continuar con insecticidas químicos. Y evitar de esta manera la presencia de larvas en el producto el cual es el mayor problema.

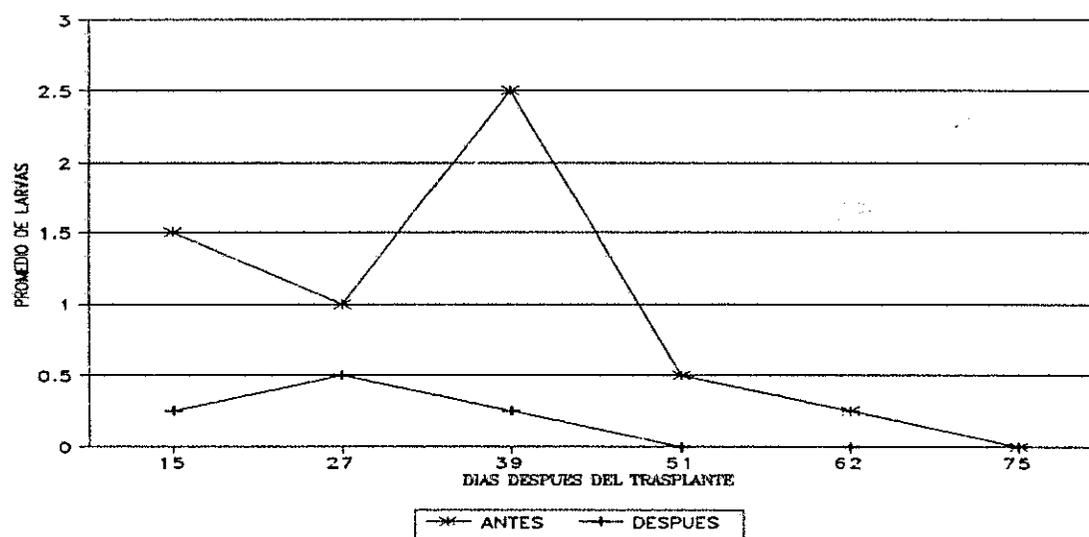


FIGURA 6: Fluctuación de las poblaciones de Plutella xylostella L. con el uso de B. t. cepa SA-11 + Naled, durante las aplicaciones.

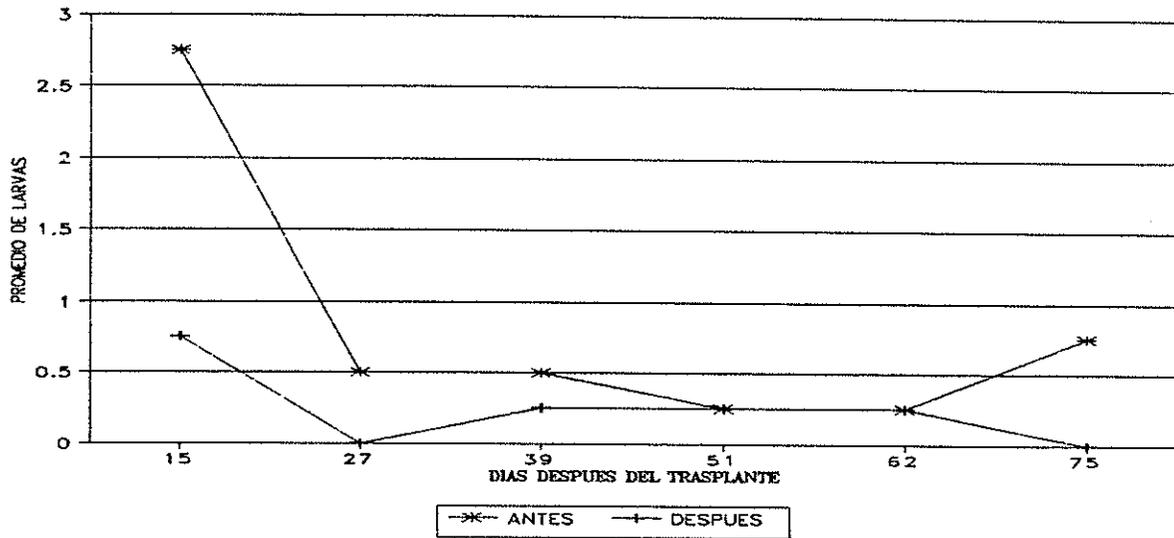


FIGURA 7: Fluctuación de las poblaciones de *Plutella xylostella* L. con el uso de *B. t.* cepa SA-11 + Carbaryl, durante las aplicaciones.

En las figuras 8 y 9 se observa el comportamiento de las poblaciones de insecto en los tratamientos donde se evaluaron los insecticidas biológicos de diferente cepa durante todo el ciclo del cultivo. Se puede ver que el control de la plaga no fue completamente efectivo al utilizar *Bacillus thuringiensis* de la cepa HD-1, ya que durante el tercer, cuarto y sexto plagueo después de las aplicaciones, la población se incrementó, aunque estadísticamente esta diferencia no es significativa en relación con otros tratamientos. Ahora bien si se observa la figura 9 el uso de *B. thuringiensis* de la cepa SA-11 únicamente se obtiene un incremento de la población después de la aplicación a los 27 DDT, pero luego tiende a bajar hasta obtenerse un control bastante efectivo.

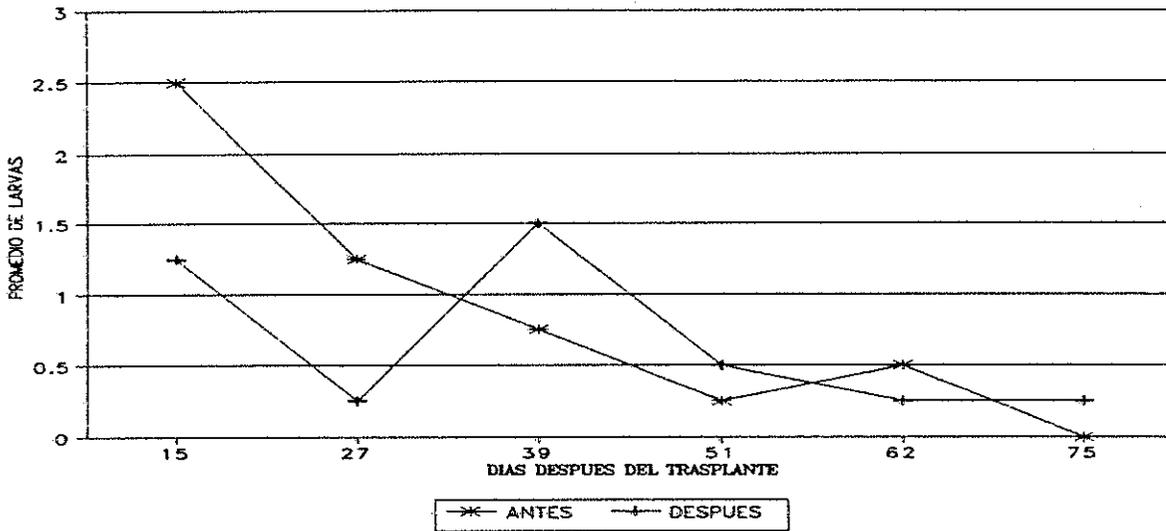


FIGURA 8: Fluctuación de las poblaciones de *Plutella xylostella* L. con el uso de *B. t.* cepa HD-1 durante todo el ciclo del cultivo, antes y después de la aplicación.

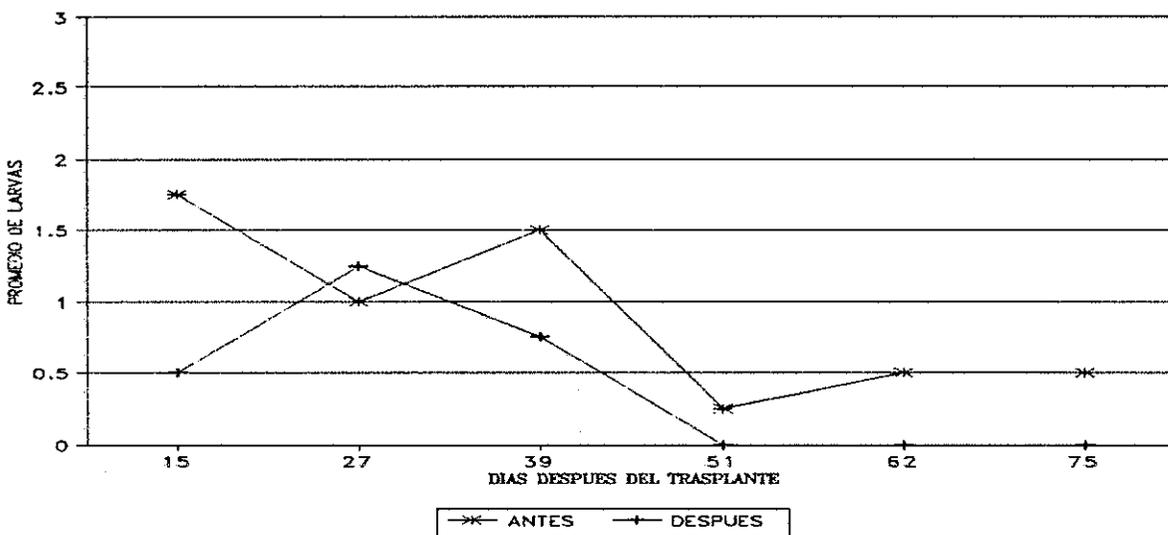


FIGURA 9: Fluctuación de las poblaciones de *Plutella xylostella* L. con el uso de *B. t.* cepa SA-11 durante todo el ciclo del cultivo, antes y después de la aplicación.

CUADRO 4: PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION PLAGUEO POR TRATAMIENTO EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ, 1992

TRATAMIENTO	PLAGUEO	MEDIAS AJUSTADAS				
7	3	2.421	a			
7	5	2.2823	a			
7	4	2.2663	a			
7	6	2.204	a			
7	2	1.6094	b			
7	1	1.6048	b	c		
5	2	1.5113	b	c	d	
2	1	1.4216	b	c	d	e
6	4	1.3346	b	c	d	e
5	1	1.3237	b	c	d	e
5	6	1.2561	b	c	d	e
6	3	1.2505	b	c	d	e
1	2	1.2486	b	c	d	e
1	3	1.2357	b	c	d	e
4	4	1.2312	b	c	d	e
4	6	1.2312	b	c	d	e
3	2	1.2169	b	c	d	e
5	5	1.2052	b	c	d	e
4	3	1.1973	b	c	d	e
2	4	1.1713		c	d	e
1	5	1.1713		c	d	e
3	6	1.1616			d	e
1	4	1.1616			d	e
2	6	1.1616			d	e
6	1	1.1591			d	e
4	1	1.1453			d	e
2	2	1.1374			d	e
5	4	1.1277			d	e
3	5	1.1277			d	e
6	2	1.1234			d	e
2	5	1.1011			d	e
6	6	1.0939			d	e
3	4	1.0933			d	e
6	5	1.0933			d	e
4	2	1.0922			d	e
3	1	1.0895			d	e
2	3	1.0854			d	e
1	1	1.0854			d	e
5	3	1.0878				e
4	6	1.0559				e
1	6	1.0339				e
3	3	1.0047				e

Al realizarse la prueba de tukey a la interacción Plagueo \* tratamiento se puede observar en el cuadro 4 que el tratamiento testigo durante el tercer, cuarto, quinto y sexto plagueo se comportó estadísticamente igual, obteniéndose en ellos un mayor número de larvas del insecto. También podemos ver que los mejores tratamientos se establecieron en el tercer y sexto plagueo, en el cual se obtuvo un menor número de larvas.

En los tratamientos donde se combinaba Bacillus thuringiensis de las dos cepas con el insecticida Carbaryl, y el Bacillus thuringiensis de la cepa SA-11 combinado con el insecticida Naled se obtuvo un menor numero de larvas durante todas las aplicaciones.

Para establecer si el uso de Bacillus thuringiensis combinado con insecticida químico efectuaba mejor el control que el uso de B. thuringiensis solo durante todo el ciclo del cultivo, se realizaron contrastes ortogonales, y los resultados se presentan en el cuadro 5.

CUADRO 5: CONTRASTES ORTOGONALES PARA LA VARIABLE NUMERO DE LARVAS DE Plutella xylostella L. EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ. 1992

CONTRASTES	SCC	F. CONT	F. TAB
SIN CONTROL vs. CONTROL	0.880	12.42 **	3.94
BIOLOGICOS vs. BIOL + QUIMICOS	0.020	0.35 NS	"
CEPA HD-1 vs CEPA SA-11	0.006	0.10 NS	"
BIOL + NALED vs BIOL + CARBARYL	0.016	0.20 NS	"
CEPA HD-1+NALED vs CEPA SA-11+NALED	0.010	0.11 NS	"
CEPA HD-1+CARBARYL vs CEPA SA-11+CARBARYL	0.020	0.36 NS	"

SCC = Sumatoria de cuadrado del contraste

\* = Significativo al 1%

NS = No significativo

Al realizarse esta prueba, como puede verse en el cuadro 5 no existen diferencias significativas entre el uso de insecticida biológico sólo y el uso de secuencias de insecticida biológico e insecticida químico. Pero si encontramos diferencias altamente significativas entre el tener controles ya sea con programas de insecticidas biológicos y químicos o solo insecticida biológicos y el no tener ninguna clase de control durante

todo el ciclo del cultivo.

Al iniciarse la cosecha se realizó análisis de la calidad del producto tomándose una muestra de 10 Kg. de brócoli por tratamiento, la cual se formaba con submuestras obtenidas de las parcelas netas de las 4 repeticiones. Los resultados se presentan en el cuadro 6.

CUADRO 6: NUMERO DE LARVAS DE Plutella xylostella L. POR TRATAMIENTO ENCONTRADAS EN UNA MUESTRA DE 10 KG. DE BROCOLI, EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ, 1992

TRATAMIENTO	1er. CORTE	2do. CORTE	3er. CORTE	4to. CORTE	5to. CORTE	6to. CORTE	TOTAL	X
B. t. HD-1 + Carbaryl	2	2	0	0	3	2	9	1.5
B. t. HD-1 + Naled	1	3	2	2	0	0	8	1.3
B. t. SA-11 + Carbaryl	3	1	0	2	1	1	8	1.3
B. t. SA-11 + Naled	1	1	1	0	2	3	8	1.3
B. t. cepa HD-1	2	1	1	2	2	3	11	1.8
B. t. cepa SA-11	1	3	3	0	1	1	9	1.5
Testigo (sin control)	7	4	1	2	3	7	24	4.0

El cuadro 6 nos muestra que durante la cosecha al realizarse el control de calidad, el tratamiento sin aplicación de insecticidas tuvo un número mayor de larvas de PDD ocasionando esto que durante el primer y sexto corte el producto fuera rechazado por sobrepasar un nivel crítico de 5 larvas de Plutella por muestra de la empresa congeladora INEXA, S.A.

Con respecto a los otros tratamientos se puede observar que el utilizar Bacillus thuringiensis de la cepa HD-1 durante todo el ciclo del cultivo se obtuvo un promedio de larvas mayor de 1.8, mientras que los otros tratamientos se mantienen con un promedio de larvas de 0.1 a 1.5, aunque estadísticamente esta diferencia no es significativa.

Para la variable rendimiento de primera calidad los datos se obtuvieron pesando las inflorescencias sanas durante los seis cortes. A partir de los datos de campo se

procedió a realizar un análisis de varianza, cuyos resultados se muestran en el cuadro 7.

CUADRO 7: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BROCOLI Kg/Ha EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ, 1992

FUENTE DE VAR.	GL.	S. C.	C. M.	F CAL	Pr > F
REPETICION	3	2192467.06	730622.36	0.32	0.6062
TRATAMIENTO	6	87457756.0	14576292.7	6.45	0.0009 *
ERROR	18	40650546.93	2258363.72		
TOTAL	27	13030077.23			

Coefficiente de variación: = 12.75%  
 NS = No significativo  
 \* = Significativo al 1%

Según el análisis de varianza que se presenta en el cuadro 7 sí existen diferencias significativas en los tratamientos, por lo que se realizó la prueba de tukey para encontrar diferencias significativas entre ellos, los resultados se presentan en el cuadro 8.

CUADRO 8: PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE BROCOLI POR TRATAMIENTO EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ. 1992

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO PROMEDIO EN Kg/Ha
B. t. SA-11 + Naled	13174 a
B. t. HD-1 + Naled	12765 a
B. t. SA-11 + Carbaryl	12466 a
B. t. SA-11 HD-1	12377 a
B. t. HD-1 + Carbaryl	12559 a
B. t. SA-11	11895 a
Testigo (sin control)	7556 b

En el cuadro 8 se observa la tendencia del tratamiento testigo de ser estadísticamente diferente a los demás, obteniéndose un menor rendimiento debido a la presencia de larvas de Plutella xylostella L. (figura 10), también se observa que utilizando un

control ya sea de combinaciones de insecticidas biológicos e insecticidas químicos, o el uso de insecticidas biológicos durante todo el ciclo del cultivo el rendimiento es estadísticamente igual.

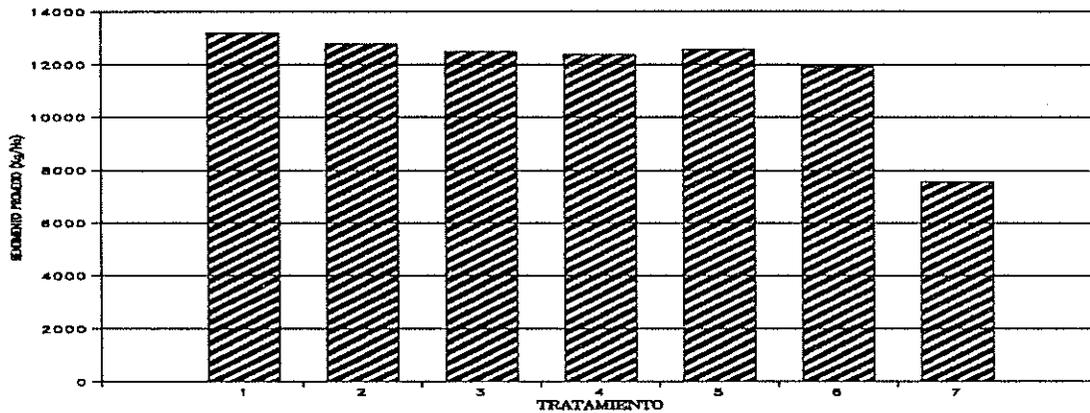


FIGURA 10: Rendimiento promedio de brócoli de primera calidad en Kg/Ha por tratamiento.

Para la variable número de inflorescencias de primera calidad se realizó al igual que en el rendimiento un análisis de varianza el cual se presenta en el cuadro 9.

CUADRO 9: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE FLORETES DE BROCOLI DE PRIMERA CALIDAD EN Kg/Ha, EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ, 1992

F. VARIACION	GL	SUM. C.	CUAD. M.	F CAL.	Pr > F
REPETICION	3	20345045.0	6761661.7	0.54	0.669 NS
TRATAMIENTO	6	619718881.7	103286480.3	8.27	0.0002 *
ERROR	18	224753630.0	12486312.8		
TOTAL	27	684817557.0			

Coefficiente de Variación = 10.78%

NS = No significativo

\* = significativo al 1%

Como podemos ver existen diferencias significativas en los tratamientos, lo que hizo necesaria una prueba de tukey que se presenta en el cuadro 10.

COADRO 10: PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE NUMERO DE FLORETES DE BROCOLI DE PRIMERA CALIDAD, EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ, 1992

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS DE FLORETES DE PRIMERA CALIDAD /Ha
B. t. cepa SA-11 + carbaryl	35433 a
B. t. cepa HD-1 + Naled	34941 a
B. t. cepa HD-1	34818 a
B. t. cepa SA-11 + Naled	34572 a
B. t. cepa SA-11	34203 a
B. t. cepa HD-1 + Carbaryl	34080 a
Testigo (sin control)	21285 b

Aquí podemos ver que siempre el testigo debido a la presencia de larvas, reduce el número de inflorescencias de brócoli sanas.

Posteriormente se realizó el análisis económico del experimento a fin de determinar cual es la medida de control más rentable para el agricultor. Dicho análisis se llevó a cabo mediante el método de tasa de retorno marginal, en el cual se consideraron los ingresos, costos variables y beneficios netos, para cada uno de los tratamientos tal y como se puede observar en el apéndice 3 donde se presenta el presupuesto parcial del experimento. Se efectuó un análisis de dominancia (cuadro 11), con el fin de obtener las condiciones no dominadas que se constituyen como los mejores tratamientos, los cuales se utilizaron para obtener la tasa de retorno marginal.

CUADRO 11: ANALISIS DE DOMINANCIA PARA LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS, EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ. 1992

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES
B. t. cepa HD-1 + Carbaryl	10798.77	951.30 *
B. t. cepa HD-1 + Naled	10363.93	993.98 -
B. t. cepa HD-1	10155.65	909.87 *
B. t. cepa SA-11 + Naled	9976.24	1068.12 -
B. t. cepa SA-11 + Carbaryl	9736.65	1025.44 -
B. t. cepa SA-11	9522.24	1021.08 -
Testigo (sin control)	6556.04	0.0 *

\* = Condiciones no dominadas

Utilizando las condiciones no dominadas, se calcularon los incrementos en los costos variables y los beneficios netos con los que se obtuvo la Tasa Marginal de Retorno, cuyos resultados se pueden observar en el cuadro 12.

CUADRO 12: ANALISIS DE TASA MARGINAL DE RETORNO PARA LAS CONDICIONES NO DOMINADAS DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE	INCREMENTO EN B. N.	INCREMENTO EN C. V.	T. M. R.
B. t. HD-1 + Carbaryl	10798.77	951.30	643.12	41.43	1552.31
B. t. HD-1	10155.65	909.87	3599.61	909.97	395.62
Testigo (sin control)	6556.04	0.0	---	---	---

En este análisis el valor más alto de tasa marginal de retorno corresponde al tratamiento con un valor de retorno más alto en cuanto a la inversión que se efectúa en el cultivo. En esta investigación corresponde el tratamiento de Bacillus thuringiensis cepa HD-1 + Carbaryl, el cual proporciona el beneficio neto más alto de los tratamientos evaluados, siendo por lo tanto el más recomendable. Además es importante recalcar que el uso de insecticidas biológicos así como también el manejo adecuado de los insecticidas químicos son alternativas de control que evitan desequilibrios en los agroecosistemas productivos.

## 8. CONCLUSIONES:

- 8.1 Estadísticamente los programas evaluados que incluyen alternativas biológicas y químicas se comportan mejor en cuanto a rendimiento y calidad del producto.
- 8.2 En relación al control de larvas de Plutella xylostella L. la efectividad fue similar en todos los programas evaluados.
- 8.3 Económicamente el programa más rentable para el agricultor lo constituye el hacer 4 aplicaciones de Bacillus thuringiensis cepa HD-1 y posteriormente dos aplicaciones de Carbaryl, con un intervalo de 12 días entre cada una de ellas.

## 9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Hacer cuatro aplicaciones de Bacillus thuringiensis L. Cepa HD-1 en las primeras etapas del cultivo, iniciándose la primera aplicación a los 15 días después del transplante y luego a los 27, 39 y 51 días, posteriormente dos aplicaciones de Carbaryl a los 63 y 75 días DDT.
  
- 9.2 Realizar un control temprano de Plutella xylostella con Bacillus thuringiensis a fin de impedir el crecimiento de las poblaciones durante el desarrollo inicial del cultivo, y cerca de la cosecha utilizar insecticidas químicos que bajen las poblaciones abajo del nivel crítico aceptado por las empresas exportadoras.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ABBOT LABORATORIES (EE.UU.). 1978. Manual tècnico. Illinois, North Chicago. p. 4-29.
2. ALVAREZ G., J. S. Et al. 1985. Caracterización preliminar de las aldeas Santo Tomás Milpas Altas. Estudio de sistemas. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 104 p.
3. ANDREWS, K.L.; QUEZADA, J.R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Tegucigalpa Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Departamento de protección vegetal. 623 p.
4. BARRIOS, E.A. 1976. Ensayos biológicos en *Bacillus thuringiensis* Berliner y Galecron en el control de los gusanos de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 3-18.
5. CARBALLO, M.; QUEZADA, R. 1988. Estudio del parasitoide (*Diadegma insularis*) de *Plutella xylostella* en Costa Rica. Manejo Intégrado de Plagas (C.R.) no. 10: 146-152.
6. CASTILLO, S.; 1990. Evaluación de cuatro plaguicidas en brócoli para el control de (*Plutella xylostella*) en Santo Tomás Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, Guatemala, Investigación Inferencial EPSA. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 14-15
7. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. (C.R). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo; proyecto regional de manejo integrado de plagas. Turrialba, Costa Rica Editorama. 80 p.
8. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, PROYECTO REGIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS. (Hond). 1989. Trabajos de investigación desarrollados de 1986 a 1989. Tegucigalpa, Honduras. p. 109-122.

9. COMPANY ADDRESSES THE SINE INDEX. (EE.UU.) 1991. Farm chemicals handbook expanded biocontrols dictionary. p. 33 ; 60.
  
10. CORDERO, R.J.; CAVE, R.D. 1990. Parasitismo de Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae) por Diadegma insulare (Hymenoptera: Ichneumonidae) en cultivo de repollo (Brassica oleracea var. capitata) en Honduras. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 16:19-22.
  
11. CRUZ S., J.R. DE LA 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
  
12. ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA "EL ZAMORANO" DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL. (Hond.). 1991. Programas de control biológico de Plutella xylostella en zonas productoras de brócoli (Brassica oleracea var itálica) de Guatemala; propuesta preliminar sometida a la Gremial de Productores de Cultivos No Tradicionales de Exportación de Guatemala. Tegucigalpa, Honduras. 6 p.
  
13. ESTRADA HURTARTE, R.E. 1990. Ejemplo de control microbiano en una plantación de brócoli (Brassica oleracea var itálica) para el control de Plutella xylostella L. Guatemala, Agrícola el Sol - AGMIP. 4 p.
  
14. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 3 p. 612-614.
  
15. ----- INSTITUTO GEOGRAFICO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA METEOROLOGIA. Tarjeta de datos meteorológicos del departamento de Sacatepéquez.  
  
Sin publicar.
  
16. GUDIÉL, V.M. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. p. 95.
  
17. HERNANDEZ, J.A. 1990. Estimación de área y producción de algunas hortalizas y frutas en Guatemala; durante el período de 1985-1989. Guatemala, Centro de Cooperación Internacional para la Preinversión Agrícola.

18. JIMENEZ LACHARME, F. 1973. Estudios comparativos de patogenicidad de diferentes variedades de Bacillus thuringiensis en larvas del primer instar de Hypsipyla grandella (zeller). Tesis Ing. Agr. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Depto. de Fitotecnia. s.p.
19. MEZA NIETO, J.; MARTINEZ TORNER, F. 1963. Plagas de la agricultura y sistemas para combatirlos. México, Herrero. p. 6-30, 148-251, 437-450.
20. ORTIZ, G.A. 1989. Diagnóstico de la aldea Santo Tomás Milpas Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, Guatemala. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
21. ROUSSELL (Francia). s.f. Decis. Paris, Francia. Boletín Técnico no. 2. p. 3-18.
22. SECAIRA, E., ANDREWWS, K. s.f. El cultivo del repollo en Honduras; la necesidad del manejo integrado de plagas. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Proyecto de Manejo Integrado de Plagas en Honduras. Publicación MIPH-EAP no. 109, p. 272-297.
23. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.M. 1992. Clasificación a nivel de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda Ibarra. 1,000 p.
24. SUDDERUDDIN, K.I.; POOI-FONG, K. 1978. Resistencia de Plutella xylostella recogida en los Cameron Highland de Malasia. Boletín Fitosanitario (Malasia) 26(2):53-57.
25. UNIVERSITY OF CALIFORNIA. STATEWIDE INTEGRATED PEST MANAGEMENT PROJECT. DIVISION OF AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES (EE.UU). 1987. Integrated pest management for cole crops and lettuce. California, Estados Unidos. Publication no. 3307. p. 53-56.

*Vo. Bo. Quiam De La Roca*



11. APENDICE

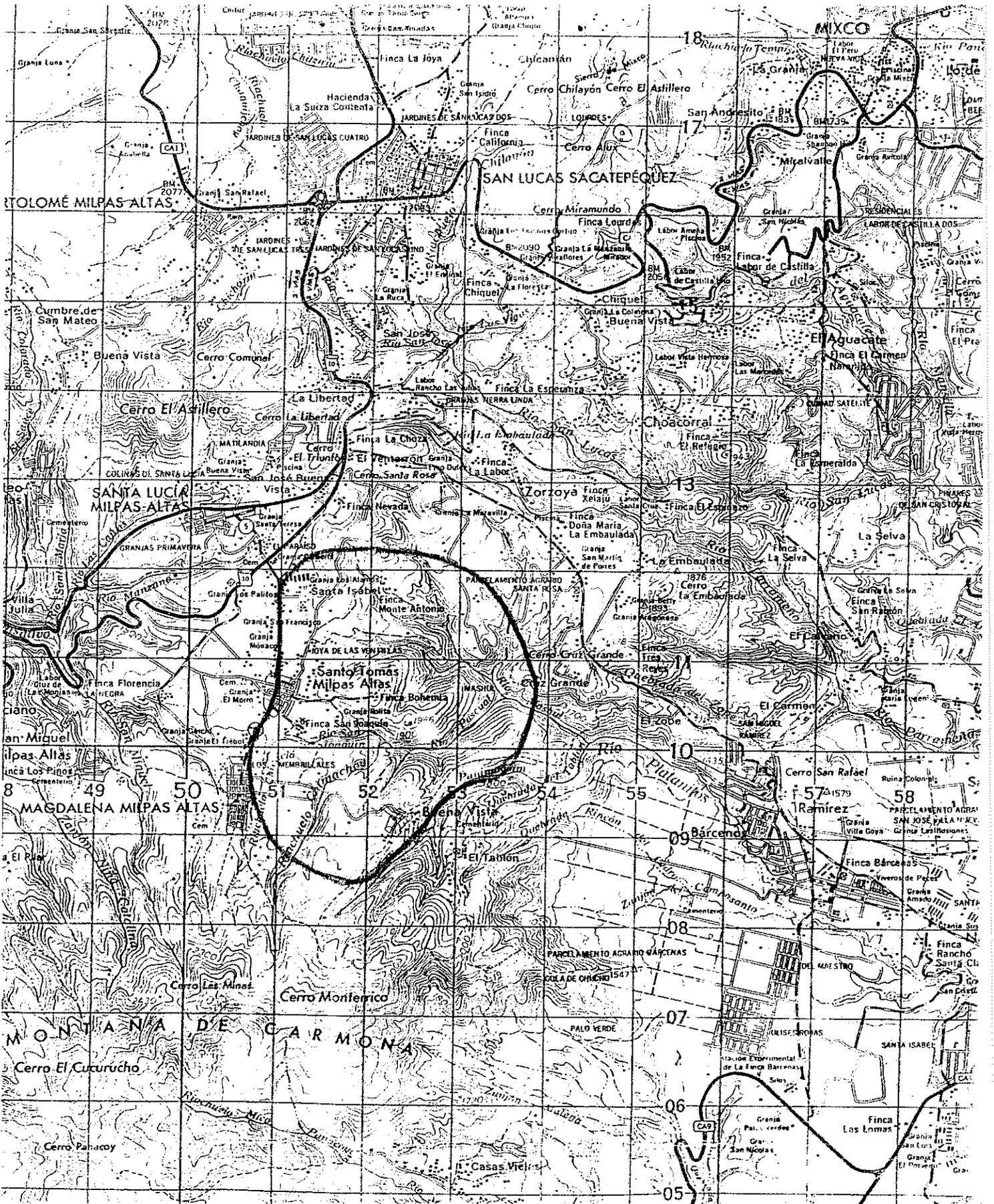
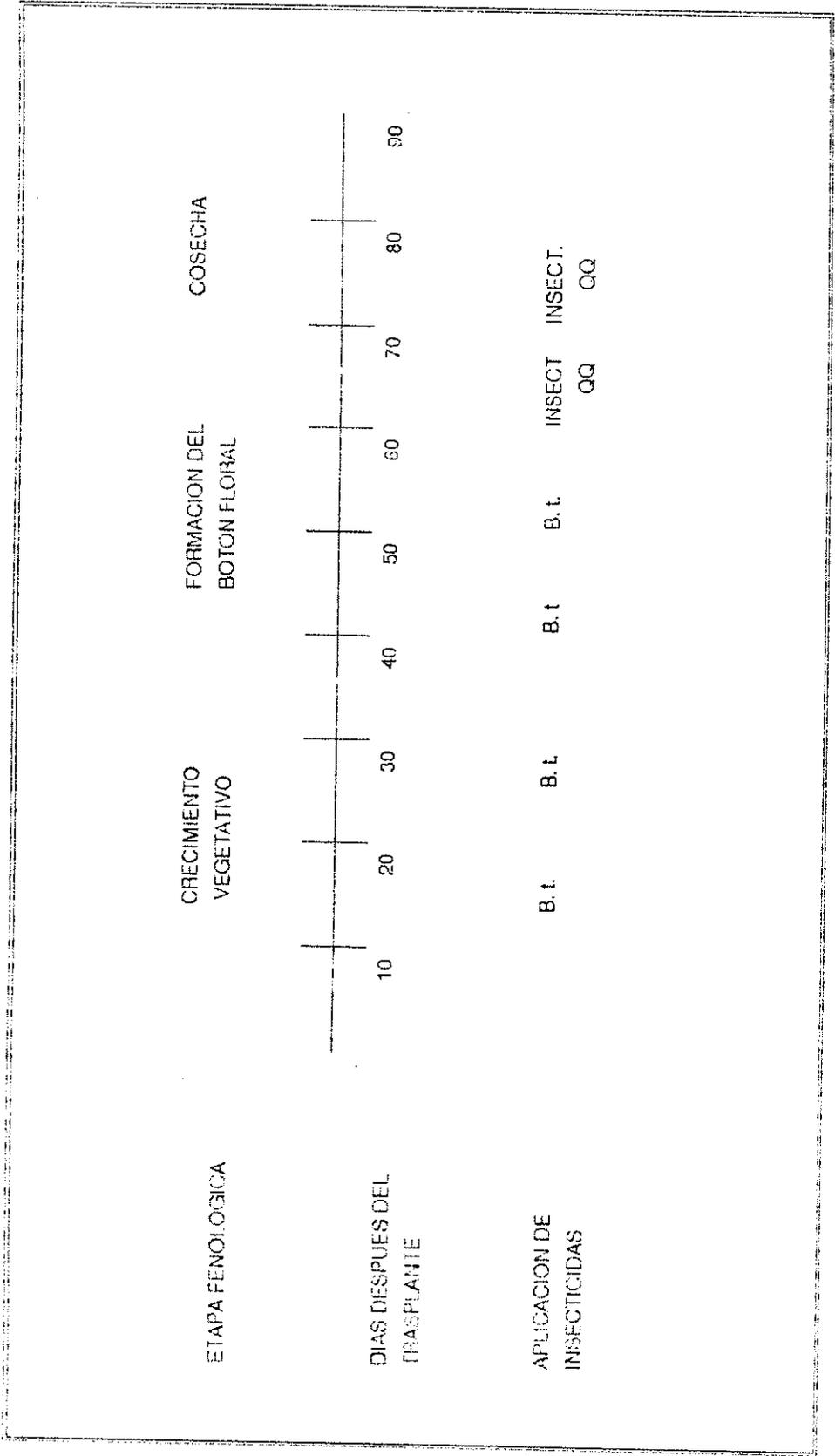


FIGURA 2: Aplicación de las insecticidas, para el control de *Plutella xylostella* L. en el cultivo del braxoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en el experimento localizado en la aldea Santo Tomas Milpas Altas, departamento de sacatepequez



ANEXO 3: PRESUPUESTO PARCIAL DEL CULTIVO DEL BERROTL EN LA ALDEA SANTO TOMAS MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ, 1992.

CONCEPTO / TRATAMIENTO	TRATAMIENTOS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Rendimiento (Kg/Ha)	53874.70	52095.00	49344.76	50639.00	50736.00	48341.69	30059.80
Peso de campo (Q/Kg)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Valor bruto de campo (Q/Ha)	11750.07	11361.92	10762.09	11044.37	11065.52	10543.32	6556.04
Costos monetarios variables							
R. L. HD-1 (2 kilogramos)	271.78	271.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R. L. HD-1 (3 kilogramos)	0.00	0.00	0.00	0.00	467.67	0.00	0.00
R. L. SA-11 (2 kilogramos)	0.00	0.00	345.92	345.92	0.00	0.00	0.00
R. L. SA-11 (3 kilogramos)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.88	0.00
Carbaryl (2.5 kilogramos)	177.32	0.00	177.32	0.00	0.00	0.00	0.00
Glafol (2 litros)	0.00	220.00	0.00	220.00	0.00	0.00	0.00
Total costo Monetario Variable	449.10	491.78	523.24	565.92	467.67	518.88	0.00
Costo de Oportunidad variables							
Perdida	33.48	33.48	33.48	33.48	33.48	33.48	0.00
Costo de aplicacion (Q 15.00 el dia)	502.20	502.20	502.20	502.20	502.20	502.20	0.00
Total costo de oportunidad variable	502.20	502.20	502.20	502.20	502.20	502.20	0.00
Costos variables totales (Q/Ha)	951.30	993.98	1025.44	1068.12	969.87	1021.08	0.00
Beneficio Neto	10796.77	10367.93	8736.65	9276.25	10155.65	9522.24	6556.04



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

Ref. Sem.039-95

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DEL EFECTO DE SEIS PROGRAMAS DE INSECTICIDAS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS EN EL CONTROL DE Plutella xylostella L. EN EL CULTIVO DE BROCOLI (Brassica oleracea var. itálica)".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: VANESSA YANIRA AGOSTO VAL

CARNET No: 84-15420

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil Rodríguez  
 Ing. Agr. Fernando Rodríguez  
 Ing. Agr. Fredy Hernández Ola

El Asesor 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 Hernández  
 ASESOR



Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
 DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E



Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
 DECANO

.c.Control Académico APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.  
 Archivo TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675  
 RL/prr.