

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

CONTROL BIOLÓGICO DE *Plutella xylostella* (L.) EN BROCOLI
Brassica oleracea var. *Itálica* UTILIZANDO UN PARASITOIDE
Y DOS ENTOMOPATOGENOS EN ARGUETA, SOLOLA

TESIS

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

POR

JULIO EZEQUIEL VASQUEZ MEJIA
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

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
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 GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO:	Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Guatemala, marzo de 1995.

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

Señores representantes:

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

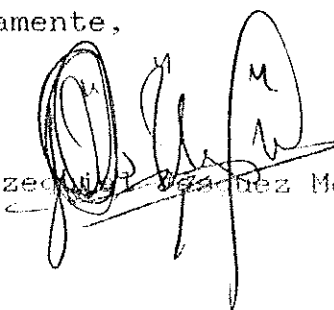
"CONTROL BIOLÓGICO DE Plutella xylostella (L.) EN BROCOLI Brassica oleracea var. Itálica UTILIZANDO UN PARASITOIDE Y DOS ENTOMOPATOGENOS EN ARGUETA, SOLOLA".

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

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Atentamente,

Julio Ezequiel Sánchez Mejía



ACTO QUE DEDICO

AL CREADOR

Grande y poderoso que ha permitido alcanzar mis metas.

A MIS PADRES

Secundino Vásquez (QEPD). Como un recuerdo a su memoria.

Fidelina Mejía. Eterno agradecimiento por sus esfuerzos y sacrificios realizados.

A MIS HERMANOS

Martín, Ramón, Alejandra, Jorge, Lorenza y Juan. Con especial cariño por el gran apoyo recibido.

A MIS SOBRINOS

Jorge, Nibia, Selvin, Oscar, Valeska, Lilian, Edy, Rodolfo, Mayra, Leticia y Adeldo. Con mucho cariño.

A MIS CUÑADOS

Emilio, Audelio, Irene y Flori. Con gran aprecio.

A MI FAMILIA
EN GENERAL

Como muestra de cariño y agradecimiento al esfuerzo y apoyo brindado.

A MIS AMIGOS Y
COMPANEROS

Como recuerdo de las experiencias compartidas, muestra de amistad y

estímulo para seguir siempre adelante.

Lucrecia de León, Johnny Toledo, Carlos Bonilla, Alberto Mazariegos, Plinio López, Harold Sagastume, Carlos Lemus, Pedro peláez, Mario Escobedo, Iván Santos, Osward Chacón, Edgar Cappa, Nelson Guzmán, José Miguel Barrios, Mynor Pimentel, Ricardo Yup, Julio Tzirín, Ronald Elías, Ana Violeta de Elías, Jorge Reyes, Gabriel Rosales, Juan Carlos Lemus, Gustavo Hernández, Carlos Ardón, Gustavo Arriola, Marsial Corado, César Castañeda, Baltazar Nufio, Walter Reyes, Hector Carrillo, Mario Rivera, Victor Lemus, Victor Mejía, Francisco Cosme, Mardoqueo Escobar, Manuel Elías, Juan Carlos Gálvez, Edy Archila, Arturo Estrada, Jorge Mario Gómez, Hector Vela, Baudilio de León, Amilcar Galindo, Estuardo Véliz.

TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala.

Mis centros de estudio.

La promoción '89, Facultad de Agronomía.

Mis hermanos Ramón, Jorge y Juan. Ejemplos de lucha y prosperidad.

Mis compañeros de Sistemas de Cultivos I y II, Finca el Refugio, Concepción Pinula, San José Pinula:
Pedro Peláez, Edy Archila, Nelson Guzmán, Manuel Elías, Juan Carlos Gálvez, Jorge Mario Gómez, Francisco Cosme, Arturo Estrada, Hector Vela y Baudilio de León.

Mi compañero de E.P.S. en la Finca el Refugio, Estuardo Véliz.

AGRADECIMIENTO

A: Todas las personas, que con su apoyo permitieron la culminación de este trabajo

La empresa Alimentos Congelados, S. A. (ALCOSA), por el inmenso apoyo recibido.

La Finca San Juan Argueta. Por permitir la ejecución del ensayo.

Mis asesores: Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila e Ing. Agr. Oscar Castillo Pérez. Por la orientación brindada en la ejecución del trabajo.

Los ingenieros: Erich Sundfeld, Bernardo Vásquez, Ronald Estrada y Fátima Canjura. Por el gran apoyo incondicional que brindaron.

El personal de ALCOSA de Chimaltenango y San José Pinula. Por el compañerismo y el apoyo recibido.

Estuardo Salay, Carlos Salay y Diego García. Por el gran apoyo moral que brindaron.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	xiv
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	5
3.1. Marco Conceptual	5
3.1.1. Características agronómicas del brócoli	5
3.1.2. Fenología del crecimiento	6
3.1.2.1. Fase juvenil	6
3.1.2.2. Fase de inducción floral	6
3.1.2.3. Fase de formación de cogollos	7
3.1.2.4. Fase de polinización y fructificación	7
3.1.3. Importancia económica	8
3.1.4. Valor nutritivo	8
3.1.5. Características del brócoli de exportación ..	9
3.1.6. Descripción general de <u>P. xylostella</u> (L.) ...	10
3.1.6.1. Hábitos	12
3.1.6.2. Ciclo de vida	12
3.1.7. Control biológico	13
3.1.8. Características generales de <u>C. plutellae</u> Kurd	15
3.1.9. Características generales del <u>B.</u> <u>thuringiensis</u>	16
3.1.10. Características generales del VPN	18
3.1.11. Antecedentes de algunas investigaciones	

	realizadas con <u>C. plutellae</u>	20
3.1.12.	Antecedentes de algunas investigaciones realizadas con <u>B. thuringiensis</u>	20
3.1.13.	Antecedentes de algunas investigaciones realizadas con el VPN	21
3.2.	Marco referencial	22
3.2.1.	Descripción general del área experimental ...	22
3.2.2.	Características de los materiales experimentales	23
4.	OBJETIVOS	25
4.1.	General	25
4.2.	Específicos	25
5.	HIPOTESIS	26
6.	METODOLOGIA	27
6.1.	Descripción de los tratamientos	27
6.1.1.	Tratamiento 1 (C.p.)	27
6.1.2.	Tratamiento 2 (C.p. + B.t.)	27
6.1.3.	Tratamiento 3 (C.p. + VPN)	28
6.1.4.	Tratamiento 4 (C.p. + VPN + B.t.)	28
6.1.5.	Tratamiento 5 ó testigo tradicional (N + B.t)	29
6.1.6.	Tratamiento 6 ó testigo absoluto (NTI)	29
6.2.	Diseño experimental	31
6.3.	Modelo estadístico	31
6.4.	Manejo del experimento	32
6.4.1.	Transplante	32

6.4.2.	Control de plagas del suelo	32
6.4.3.	Fertilizaciones	32
6.4.4.	Limpias	33
6.4.5.	Control fitosanitario	33
6.4.6.	Cosecha	33
6.5.	Variables respuesta	34
6.5.1.	Rendimiento de floretes	34
6.5.2.	Porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos en larvas de <i>P. xylostella</i> (L.)	34
6.6.	Análisis de datos	35
6.6.1.	Análisis del rendimiento de floretes	35
6.6.2.	Análisis del porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos en larvas de <i>P. xylostella</i> (L.)	36
6.6.3.	Análisis económico (tasa de retorno marginal)	36
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	38
7.1.	Rendimiento de floretes	38
7.2.	Porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos en larvas de <i>P. xylostella</i> (L.)	41
7.3.	Análisis económico (tasa de retorno marginal)	49
8.	CONCLUSIONES	51
9.	RECOMENDACIONES	52
10.	BIBLIOGRAFIA	53
11.	APENDICE	59

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAGINA
Figura 1. Densidad de larvas y pupas de <u>P. xylostella</u> (L.) y % de parasitismo por <u>C. plutellae</u> en 50 plantas. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	45
Figura 2. Densidad de larvas y pupas de <u>P. xylostella</u> (L.) y % de parasitismo y/o infección por <u>C. plutellae</u> + <u>B. thuringiensis</u> var. <u>Kurstaki</u> en 50 plantas. Argueta, Sololá. Agosto de 1994 .	46
Figura 3. Densidad de larvas y pupas de <u>P. xylostella</u> (L.) y % de parasitismo y/o infección por <u>C. plutellae</u> + VPN en 50 plantas. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	47
Figura 4. Densidad de larvas y pupas de <u>P. xylostella</u> (L.) y % de parasitismo y/o infección por <u>C. plutellae</u> + VPN + <u>B. thuringiensis</u> var. <u>Kurstaki</u> en 50 plantas. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	48
Figura 5A. Mapa de ubicación del área de estudio. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	61
Figura 6A. Mapa de ubicación de la finca San Juan Argueta, aldea Argueta, municipio y departamento de Sololá. Agosto de 1994	62
Figura 7A. Croquis del experimento con los tratamientos biológicos. Argueta, Sololá. Agosto de 1994 .	63

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PAGINA
Cuadro 1. Exportaciones de brócoli, período 1978-1991	9
Cuadro 2. Contenido nutritivo de 100 gr de brócoli	10
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos biológicos y testigos evaluados para el control de <u>Plutella</u> <u>xylostella</u> (L.) en brócoli. Argueta, Sololá, 1994	30
Cuadro 4. Rendimiento de floretes de brócoli en Kg/Ha de los tratamientos. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	38
Cuadro 5. Análisis de varianza para el rendimiento de floretes de brócoli. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	39
Cuadro 6. Prueba de Tukey para el rendimiento de floretes de brócoli. Argueta, Sololá. Agosto de 1994 ..	40
Cuadro 7. Porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos en larvas de <u>P.</u> <u>xylostella</u> (L.) durante la cosecha. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	41
Cuadro 8. Densidad de larvas y pupas de <u>P. xylostella</u> (L.) y % de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos en 50 plantas. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	43
Cuadro 9. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados para el control de <u>P. xylostella</u> (L.).	

	Argueta, Sololá. Agosto de 1994	49
Cuadro 10.	Análisis marginal de los tratamientos evaluados para el control de <i>P. xylostella</i> (L.). Argueta. Sololá. Agosto de 1994	50
Cuadro 11A.	Total de costos que varían en Q./Ha de los tratamientos evaluados para el control de <i>P.</i> <i>xylostella</i> (L.) en brócoli. Argueta, Sololá. Agosto de 1994	60

CONTROL BIOLÓGICO DE *Plutella xylostella* (L.) EN BROCOLI
Brassica oleracea var. Itálica UTILIZANDO UN PARASITOIDE
Y DOS ENTOMOPATOGENOS EN ARGUETA, SOLOLA

BIOLOGICAL CONTROL OF *Plutella xylostella* (L.) IN BROCCOLI
Brassica oleracea var. Itálica USING A PARASITOID AND TWO
ENTOMOPHATOGENS AT ARGUETA, SOLOLA

RESUMEN

La importancia del cultivo del brócoli en Guatemala resalta durante la última década. En 1991 se sembraron alrededor de 4,900 Ha cuya producción fue destinada a Estados Unidos (81%) y Europa (19%). El rendimiento promedio se estima en 7,800 Kg/Ha. La exportación para 1991 fue de 15 millones de Kg, con un valor de Q. 31,822,053.00 (21).

Las plagas del follaje constituyen el principal problema. Entre las cuales tenemos, *Plutella xylostella* (L.) como la plaga más importante del brócoli. Esto ha impulsado el desarrollo de investigaciones para encontrar nuevas opciones de control para la plaga. Enfocando el control de dicha plaga desde el punto de vista agroecológico, se realizó la investigación que trató sobre el control biológico de *Plutella xylostella* (L.) con dos testigos comparadores, uno tradicional y el otro absoluto. Se usaron los agentes de control biológico siguientes: el parasitoide *Cotesia plutellae* y los entomopatógenos *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* y Virus de la Poliedrosis Nuclear.

Las variables de respuesta fueron, el rendimiento de floretes hasta con un 8% de defectos máximo y el porcentaje de parasitismo y/o infección sobre larvas. De la prueba de Tukey para el rendimiento de floretes, los tratamientos biológicos y el testigo tradicional (químico y biológico) resultaron iguales, siendo diferentes solamente del testigo absoluto. Del porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos, por la homogeneidad de los datos obtenidos se consideraron diferencias no significativas. El tratamiento que presentó la mejor tasa de retorno marginal fue con el uso de Cotesia plutellae y Bacillus thuringiensis var. Kurstaki, con un valor de 1,011.86%.

Durante la fase de cosecha el parasitoide Cotesia plutellae mostró un nivel de parasitismo de 91.67% sobre larvas de la plaga, mientras que los entomopatógenos Bacillus thuringiensis var. Kurstaki y el Virus de la Poliedrosis Nuclear tuvieron un nivel de infección del 100%.

El parasitoide Cotesia plutellae en este estudio fue capaz de mantener bajo control las poblaciones de larvas de Plutella xylostella (L.), de igual forma que cuando se combinó con los entomopatógenos. Por lo mismo se concluyó que los 4 tratamientos biológicos en el ensayo tuvieron un comportamiento similar respecto al control de la plaga, igual que el testigo tradicional donde se combinó el control biológico con el químico, siendo las diferencias económicas las que predominan.

El estudio se llevó a cabo en Argueta, Sololá, del 28 de Mayo al 17 de Agosto de 1994.

1. INTRODUCCION

El brócoli es una hortaliza que tiene un papel importante en la economía nacional por ser un cultivo de exportación y de consumo interno. Para su exportación cuenta con varias especificaciones en los mercados extranjeros como: ausencia de insectos y daños provocados por éstos en la inflorescencia, ausencia de daños físicos, ausencia de residuos de plaguicidas no permitidos por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) en el manejo del cultivo.

El principal problema para el cultivo, lo constituyen las plagas de insectos del follaje, que disminuyen los rendimientos y la calidad del producto. Plutella xylostella (L.) es una de las plagas del follaje más difícil de controlar y económicamente la más importante. Aplicaciones inmoderadas de insecticidas químicos para el control de dicha plaga han provocado una posible resistencia del insecto a los mismos. Los costos de producción del cultivo y los riesgos de contaminación al medio ambiente, recursos naturales, trabajadores y consumidores también se ha incrementado.

Enfocando el control de Plutella xylostella (L.) desde el punto de vista biológico podría contrarrestarse un buen número de daños provocados por el mal uso de insecticidas químicos.

Con la finalidad de aplicar el control biológico y de encontrar nuevas soluciones de manejo para Plutella xylostella (L.) se realizó la investigación, usando el biocontrol de la plaga, a través del parasitoide C. plutellae y de los entomopatógenos B. thuringiensis var. Kurstaki y el Virus de la Poliedrosis Nuclear en

el cultivo de brócoli.

El estudio se desarrolló en las fechas del 28 de Mayo al 17 de Agosto de 1994, en la aldea Argueta, municipio y departamento de Sololá.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de las hortalizas con mayor demanda en el mercado exterior se encuentra el brócoli. Gran parte de su producción nacional se destina a la exportación, es una fuente de ingresos considerables para todo agricultor que se dedique a su cultivo, por otro lado es una fuente de empleo en las plantas procesadoras y por ende, desempeña un papel importante en la economía nacional.

El principal problema para el cultivo de brócoli lo constituyen las plagas de insectos que afectan al follaje e inflorescencias como Spodoptera spp., Leptophobia aripa y Plutella xylostella (L.), que disminuyen los rendimientos y la calidad del producto. Se estima que del 10 al 15% de las muestras analizadas de floretes, son rechazadas en las plantas de procesamiento por la presencia de insectos en la inflorescencia. Lo cual según los datos de la GEXPRONT (Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales) representó, en 1991, pérdidas que oscilaron entre Q. 318,220.00 y Q. 447,330.00 (21).

De los insectos plaga, el más importante es la Plutella xylostella (L.) que se ha convertido en una plaga difícil de controlar, por la posible resistencia que ha adquirido a ciertos grupos toxicológicos de insecticidas químicos. Se observan problemas cada vez mayores al incrementar las dosis y el número de aplicaciones de insecticidas sintéticos por temporada, que afecta negativamente la rentabilidad del cultivo.

El control actual de la plaga es ineficiente con los plaguicidas químicos, lo que repercute en el incremento de las

aplicaciones, luego en incrementos en los costos de control. Ello constituye un riesgo de intoxicación y contaminación para trabajadores y consumidores por la residualidad de los mismos. Además inmoderadas aplicaciones de insecticidas químicos provocan inevitablemente contaminación del medio ambiente, como también una disminución en poblaciones de agentes de control biológico natural.

También se menciona el problema de la presencia de larvas y pupas dentro de la inflorescencia, lo que obliga a productores y plantas procesadoras a realizar una labor adicional de limpieza manual del producto (desgusanado), incrementando así los costos de producción del cultivo.

3. MARCO TEORICO

3.1. Marco conceptual

3.1.1. Características agronómicas del brócoli:

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), pertenece a la familia de las crucíferas del grupo de las coles. Produce inflorescencias en forma de cabezas aéreas de color verde azulado. El ciclo vegetativo fluctúa entre los 90 y 110 días, es de crecimiento erecto alcanzando alturas que oscilan entre 50 y 70 cm. La inflorescencia es finamente granulada y su diámetro oscila entre 12 a 15 cm (9).

El brócoli se desarrolla en mejor forma en climas templados y fríos a altitudes de 1050 a 2700 m SNM, con temperaturas medias que oscilen entre 15 a 21 grados centígrados. No resiste heladas severas y no produce yemas florales a temperaturas superiores de 30 grados centígrados (15).

La siembra del brócoli, requiere que los suelos deben estar bien preparados y libres de malezas. El brócoli requiere suelos bien drenados con alto contenido de materia orgánica, buena retención de humedad y un pH de 6 a 7 (7).

En el brócoli, las principales plagas del suelo son la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), el gusano nochero (*Spodoptera sunia*) y el gusano alambre (*Agrotis* sp.) (4).

Las principales plagas del follaje son el gusano de la col (*Leptophobia aripa*) y la palomilla dorso de diamante *P. xylostella* (L.) (4).

Las principales enfermedades son: en el semillero, el mal del

talluelo (*Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp.) y en el campo definitivo, la mancha negra (*Alternaria* sp.) y mildiu vellosa (*Peronospora* sp.) (4).

El brócoli debe cosecharse cuando la inflorescencia ha alcanzado su óptimo desarrollo; lo cual sucede a los 75 a 90 días después del transplante. Las cabezas cuando alcanzan su pleno desarrollo miden entre 12 y 15 cm de diámetro, son compactas, de granulación fina y un color verde intenso. Para la cosecha se corta el tallo a 15 cm o como se exija. Después del corte hay que mantener el producto a la sombra y transportarlo en cajas o canastas a los centros de acopio en el menor tiempo posible para mantener la calidad del producto cosechado. Los rendimientos fluctúan entre 5,830 a 9,720 Kg/Ha, según la variedad y el distanciamiento de siembra (7).

3.1.2. Fenología del crecimiento

3.1.2.1. Fase juvenil:

Se inicia con la germinación y se caracteriza porque a lo largo de este estadio la planta solo forma hojas. La duración de este período y la cadencia formadora de hojas varía de acuerdo a los cultivares (18).

3.1.2.2. Fase de inducción floral:

En este estadio la planta recibe por acción de las bajas temperaturas la aptitud para reproducirse y la capacidad para formar un cogollo de yemas hipertrofiadas. Aunque durante esta

fase la planta continúa formando hojas, por lo que aparentemente no experimenta cambios morfológicos que le hacen capaz de formar los órganos reproductivos (18).

En la inducción floral el aspecto más importante sin lugar a dudas, es el papel que juegan las bajas temperaturas aunque otros factores a considerar son: la edad de las plantas y el tipo de variedad. Cuando termina la fase de inducción floral, cesa la formación de hojas. Existe una correlación entre el número de hojas formadas y la reproducción de cogollos (18).

3.1.2.3. Fase de formación de cogollos:

Las ramificaciones preflorales del cogollo inician un crecimiento en longitud, lo que ocasiona en primer lugar una descompactación de la inflorescencia, que pierde su firmeza y comienza el amarillamiento. El alargamiento se produce principalmente en las ramificaciones periféricas y posteriormente se diferencia internamente de los pétalos, sépalos, estambres y carpelos, finalmente las flores se abren al exterior (18).

En el desarrollo de esta fase ejercen gran influencia dos factores del clima: la temperatura y la humedad relativa (18).

Los cultivares de brócoli para formar una inflorescencia de ramificaciones preflorales necesitan de temperaturas bajas o la concurrencia de frío para poder florecer (18).

3.1.2.4. Fase de polinización y fructificación:

La polinización es cruzada y entomófila. Los estigmas están

maduros antes de la abertura de la flor, mientras que los estambres no sueltan el polen hasta que se ha producido la floración (18).

3.1.3. Importancia económica:

La importancia económica del brócoli se debe actualmente a su demanda en el mercado internacional, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica (23).

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 demandas en el extranjero, tanto en fresco como congelado (23).

El cuadro 1, muestra como se ha incrementado la exportación de brócoli de 1978 a 1991.

3.1.4. Valor nutritivo:

De acuerdo al contenido nutritivo del brócoli, se puede determinar la importancia que tiene para la dieta alimenticia humana (30).

El cuadro 2, resume los principales elementos nutritivos del brócoli.

Cuadro 1. Exportaciones de brócoli, período 1978 - 1991.

Año	Peso (tm)	Ingreso (Q.)
1978	326.35	265.724.13
1979	679.18	567.356.50
1980	1.674.68	1,755.418.28
1981	430.44	402.908.00
1982	1,174.73	1,082,862.00
1983	1,421.11	1,166,347.40
1984	1,552.03	1,297,252.00
1985	2,555.74	1,242,091.08
1986	5,974.13	2,598,076.30
1987	13,657.08	7,988,142.40
1988	14,119.22	8,269,187.15
1989	10,845.72	8,505,556.79
1990	4,501.91	6,658,276.31
1991	15,000.00	31,822,053.00

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

3.1.5. Características del brócoli de exportación:

El mercado externo es muy exigente respecto a la calidad de floretes para exportación pues, no tolera ningún daño físico, ni mucho menos daños provocados por insectos o insectos presentes en la inflorescencia o floretes. Tampoco se tolera la presencia de residuos de plaguicidas; por lo que, para el control de plagas solo se recomiendan productos que tengan su respectivo registro de EPA. Por otro lado el botón floral debe estar completamente cerrado, la inflorescencia debe estar compacta y de un diámetro mayor a 13 cm. El tallo debe ser compacto, aunque, el tallo hueco es tolerable por

las compañías exportadoras (17).

Cuadro 2. Contenido nutritivo de 100 gr de brócoli.

Elemento	Contenido
Humedad	90 %
Promedio energético	23 calorías
Proteína	3.6 gr.
Carbohidratos	0.4 gr.
Ca. y Mg.	0.078 y 0.039 gr.
Fósforo	0.074 gr.
Hierro	0.001 gr.
Vitamina A	3,800 U.I.
Vitamina B ₁	0.1 gr.
Vitamina B ₂	0.21 gr.
Vitamina C	0.11 gr.

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

3.1.6. Descripción general de *P. xylostella* (L.):

Sistemática:

Orden:	Lepidoptera
Familia:	Plutellidae
Género:	Plutella
Epíteto específico:	xylostella
Especie:	Plutella xylostella (L.)
Nombre común:	Palomilla dorso de diamante

El adulto de este insecto es un lepidóptero, cuya longitud puede variar de 8 a 12 mm. Los machos tienen la característica de

presentar sobre el dorso del cuerpo y al centro de las alas tres marcos amarillos en forma de rombo o diamante, con dos puntos bien diferenciados en cada uno (3).

Los huevos son de color blanco amarillento, casi esféricos de 0.5 mm de diámetro (3).

Las larvas recién eclosionadas son de color crema, con un punto negro que corresponde a la cabeza. Conforme avanzan los estadios, su coloración se torna verde, del verde claro a un verde pálido, ya próxima a empupar aumenta la tonalidad. Sus segmentos están bien diferenciados y cubiertos de pequeñas vellosidades de color negro, la larva se reduce en sus extremos y tiene el mayor grosor en el centro, el tamaño de la larva completamente desarrollada puede variar de 8 a 10 mm (3).

Las larvas tienen la característica de ir dejando un hilo sedoso, de modo que al ser molestadas se dejan caer y quedan suspendidas de éstos; además estas larvas al ser removidas de las hojas, presentan un movimiento brusco, se retuercen y finalmente quedan inmóviles en una posición curvada (3).

Los adultos hembras inician la oviposición en el brócoli de 15 a 20 días después del trasplante. Las larvas son las que causan daño al producir innumerables perforaciones en el follaje y cabezas en formación, estas perforaciones dan origen a pudriciones secundarias causadas por hongos y bacterias, en consecuencia alteran el valor comercial y comestible del brócoli (4).

3.1.6.1. Hábitos:

Los adultos son relativamente quietos durante el día, aunque vuelan rápidamente en zig zag si son molestados. Un típico lugar de reposo para los adultos es debajo del follaje de las coles, siendo la actividad de vuelo intensa en el crepúsculo. La mayoría de los huevos son ovipositados durante los primeros días de la emergencia de la hembra, declinando posteriormente (3).

La hembra pone sus huevos en grupos aislados de 2 a 4 y puede poner hasta 200; pero el número total varía de acuerdo a fluctuaciones de temperatura, humedad y calidad de la alimentación. Estos son colocados por la hembra entre las hojas, de preferencia en las recién formadas y casi nunca quedan expuestas directamente al ambiente (3).

Este insecto es cosmopolita, que varios investigadores lo reportan causando serios daños en Europa, Australia, Estados Unidos, América del Sur y en los últimos años en Centro América (3).

3.1.6.2. Ciclo de vida:

Ochoa (22), realizó estudios del ciclo biológico de este insecto en 1988, reportando que los huevos eclosionan a los 4 días a 24.4 grados centígrados y a los 2 días como mínimo a 27.8 grados centígrados.

Ochoa (22), reporta que las larvas viven 23 días a 23.3 grados centígrados y 5 días a 27.8 grados centígrados.

En climas muy fríos, especialmente en Europa, este insecto

tiene 3 a 4 generaciones al año, en climas como el nuestro se han registrado hasta 11 generaciones (3).

3.1.7. Control biológico:

El término control biológico se ha restringido tradicionalmente a la acción de los enemigos naturales y a las especies fitófagas utilizadas en el control de las malezas, aunque actualmente se ha ampliado para incluir cualquier acción de cualquier organismo vivo (también de las plantas) (20).

Si se quiere otra expresión para definir las estrategias cuando se usan organismos vivos o sus productos, entonces los términos control biológico o método biológico de control resultan adecuados e inconfundibles (20).

Debe hacerse una distinción al hablar de control biológico natural, en el cual el hombre no maneja activamente a los enemigos naturales. Y el que se ha dado en llamar control biológico aplicado, que implica el uso y el manejo que hace el hombre de los enemigos naturales. En forma tradicional, el control biológico aplicado se ha llamado simplemente control biológico clásico (20).

Por su parte, el control biológico ya sea natural o aplicado, tiene diferentes ventajas sobre otros muchos tipos de control cuando es efectivo, puesto que es relativamente seguro, permanente y económico (20).

Las bondades del control biológico son tales que cuando tiene éxito y se le conserva con buenas prácticas agrícolas (buen manejo de plaguicidas, por ejemplo) resulta barato, perenne y

ecológicamente deseable (11).

Que el control biológico resulta barato. Puede concluirse usando los ejemplos siguientes, según Doult (12), el costo del proyecto para introducir en California a los enemigos de la cochinilla algodonosa australiana fue de US\$1,500 (mil quinientos dólares).

En El Salvador se gastaron menos de US\$2,000 para la introducción y exitoso establecimiento de los parásitos de la mosca prieta de los cítricos. Los beneficios económicos de todos los casos exitosos de control biológico en el mundo alcanzan los cientos de millones de dólares, tal como lo documenta De Bach (11).

El carácter perenne del control biológico es una de sus cualidades más notables, tal como se ha comprobado en cada intento exitoso. Por último, el método es ecológicamente deseable porque no tiene efectos colaterales, no causa daños al medio ambiente por su selectividad y seguridad, enriqueciendo además la complejidad faunística del ecosistema (25).

El método del control biológico tiene sus limitaciones tanto intrínsecas como extrínsecas, por lo cual resultaría erróneo suponer que su uso exclusivo sea la panacea de los problemas de plagas. El control biológico, sin embargo, posee un tremendo potencial que sólo aflora en relación al esfuerzo que se ponga en su desarrollo y en el apoyo que reciban esos esfuerzos (25).

El control microbiano de insectos se puede definir como la utilización de microorganismos, con objeto de producir alteraciones patológicas en especies plaga. En entomología, el control

microbiano es una de las técnicas que se emplea en el control biológico de insectos (13).

La metodología de las intervenciones microbiológicas, consiste en inocular al insecto plaga con enfermedades bacteriales o virales que únicamente atacan a un estado específico de su ciclo de vida. Este método es por lo tanto selectivo y respeta el balance natural, así como la salud de la humanidad. Estos factores impulsan la utilización de microorganismos patógenos como agentes controladores. Una de estas enfermedades mortales para los insectos es la producida por la bacteria B. thuringiensis sobre larvas de lepidópteros (13).

Al insecto adulto rara vez lo afectan las bacterias y virus, que son letales para la larva. Sin embargo, los protozoarios, los nemátodos, las ricketzias y los hongos pueden atacar sin discriminación los adultos y larvas (13).

3.1.8. Características generales de C. plutellae Kurd.

Sistemática:

Orden:	Hymenoptera
Sub-orden:	Apocrita
Familia:	Braconidae
Género:	Cotesia
Epíteto específico:	plutellae
Especie:	<u>Cotesia plutellae</u> Kurd.
Nombre común:	Cotesia

La familia braconidae involucra insectos con las siguientes

características: son insectos de tamaño pequeño a mediano, con antenas filiformes, largas con 16 o más segmentos, tienen ovipositor subapical largo ó corto. Alas con venación normal o reducida, abdómen tan largo como el resto del cuerpo, pero con cuerpo más robusto que la familia ichneumonidae, color generalmente negro, a menudo con manchas rojas. Las larvas son parasitoides, principalmente internos, son importantes en el control de áfidos y ciertos lepidópteros, muchos empupan fuera del cuerpo del huésped. Los géneros importantes son: Apanteles, Cotesia, Chelonus, Bracon, Rogas y Meteorus (2).

Su ciclo biológico en estado adulto tarda de 2 a 3 semanas, en estado larvario de 7 a 8 días y en pupa de 3 a 4 días (6).

3.1.9. Características generales del B. thuringiensis:

Esta bacteria se incluye en el orden Eubacteriales, familia Bacillaceae, género Bacillus. La familia Bacillaceae incluye bacilos esporógenos gram positivos que son células en general grandes y a veces dispuestas en cadenas largas (31).

El B. thuringiensis se caracteriza por ser una bacteria esporulante que presenta la formación de una espora y una inclusión parasporal bipyramidal refractante llamada cristal o S-endotoxina. Otra particularidad de esta bacteria es su acción patógena en larvas de lepidópteros y su alto contenido de fosfato en su espora. La célula vegetativa tiene un tamaño de 1 por 5 micrones y la espora y la partícula de proteína cristalizada tienen cada una un diámetro de 0.5 a 1 micrón (31).

La investigación ha demostrado que estas bacterias producen cuatro sustancias tóxicas para los insectos, según Velasco (31), estas son:

- Un cuerpo parasporal cristalino y proteínáceo capaz de paralizar el intestino de casi todas las larvas de lepidópteros.
- Una molécula dializable pequeña, que es estable al calor y se produce afuera en el medio que la circunda; esta afecta a la larva y a la pupa de los dípteros y también mata algunos lepidópteros.
- Fosfolipasa C, enzima que produce la célula en desarrollo y que destruye los fosfolípidos esenciales en la membrana del intestino.
- Otra fosfolipasa no identificada que afecta los fosfolípidos, tal vez, liberando los ácidos grasos de la molécula.

Existen por lo menos dos formas de acción por la cual la bacteria puede matar al insecto, según Velasco (31):

- Tipo I: a los 5 ó 20 minutos después de la ingestión del bacilo esporulado hay una parálisis del intestino medio, inducida por el cristal de la bacteria y después de unas siete horas sucede una parálisis general de todo el insecto; la cual va acompañada por un incremento en el pH de la sangre de 1 a 1.5; lo que indica que hay una filtración de material alcalino del intestino a la sangre. Este método de acción ha sido observado en *Bombix* sp. y *Manduca* sp.
- Tipo II: en este caso, la sangre de los insectos no sufre un incremento en el pH, pero hay parálisis del intestino y el insecto muere a los 2 ó 4 días por una parálisis general.

La mayoría de especies susceptibles son lepidópteros, pero ciertos dípteros, himenópteros y coleópteros pueden ser susceptibles

cuando reciben grandes dosis de esporas (11).

La bacteria penetra al insecto principalmente por ingestión y ocasionalmente por heridas en la cutícula (11).

El primer signo de la enfermedad en el insecto es generalmente una actividad baja y una pérdida del apetito, seguida por la descarga de fluidos por la boca y el ano, la infección puede comenzar con diarrea y por último provocar una septicemia que causa la muerte del hospedero. Después de la muerte, la larva se oscurece con un color café o negro, generalmente los insectos muertos son blandos y al perder su forma, los tejidos internos pueden desintegrarse o tomar una consistencia viscosa y olorosa, pero generalmente no se derriten o licúan como los insectos muertos por ciertas infecciones virosas. El cadáver del insecto se seca y se encoge, el integumento permanece intacto (11).

3.1.10. Características generales del VPN:

Los virus, a diferencia de las bacterias, son generalmente más específicos e infecciosos y no se pueden propagar in vitro en medios artificiales. Virus patogénicos de insectos se han aislado principalmente de los órdenes Lepidóptera, Hemíptera, Neuróptera y Tricóptera (8).

Los virus, al igual que las bacterias y la mayoría de otros patógenos, deben ser ingeridos para que causen enfermedad y muerte a un huésped susceptible. De acuerdo al grupo, afectan sitios específicos dentro del insecto, destruyendo las células, lo que resulta en enfermedad. Es así como algunos se multiplican de

preferencia en tejidos del mesodermo, ectodermo y endodermo, mientras otros afectan el tejido adiposo y la epidermis, o las células epiteliales del intestino medio (8).

Las enfermedades virosas en insectos se caracterizan por la pérdida del apetito, el cuerpo se torna flácido, presentan movimientos hacia la parte superior de las plantas, toman posiciones colgantes y el fluido del cuerpo se escapa del integumento (8).

Los vaculovirus, o virus de la familia del mismo nombre, son los llamados virus de la poliedrosis nuclear y citoplásmica, y los virus de la granulosis. Son morfológicamente y biológicamente diferentes a otros virus que causan enfermedades a las plantas y a los vertebrados (14).

Los VPN se caracterizan porque las partículas virales se encuentran incluidas dentro de matrices cristalinas llamadas poliedros, las cuales presentan diferentes formas de acuerdo a la especie del virus, dentro de los poliedros se encuentran las partículas virales llamadas viriones, las cuales son alargadas en forma de bastón o báculo (14).

Actualmente existen varias formulaciones comerciales de virus que han pasado todas las regulaciones sobre seguridad humana y contaminación ambiental. Sin embargo, como el VPN del *Heliothis virescens*, no son lo suficientemente virulentas y requieren de dosis muy altas y por lo tanto costosas para alcanzar niveles aceptables de control (8).

3.1.11. Antecedentes de algunas investigaciones realizadas con *C. plutellae*:

C. plutellae Kurd. es un enemigo natural que ha sido exitoso en otras regiones del mundo, tal es el caso de constituirse como enemigo natural de la plaga, palomilla dorso de diamante, *P. xylostella* (L.) en Indonesia, por lo que puede importarse al área centroamericano para el combate biológico de alguna plaga (25).

C. plutellae es un parasitoide larvario de *P. xylostella* (L.), la cual ha presentado hasta un 20% de parasitismo en el cultivo de repollo en diferentes localidades de Honduras (21).

Ochoa y Leal (21), realizaron la investigación donde trataron de introducir e intentaron establecer poblaciones de *C. plutellae* en rastrojos de brócoli, en por lo menos una zona del altiplano central de Guatemala. Al final concluyen que el parasitoide introducido *C. plutellae* no se estableció en rastrojos de brócoli bajo las condiciones en que se realizó el estudio.

3.1.12. Antecedentes de algunas investigaciones realizadas con *B. thuringiensis*:

Barrios (3), realizó una investigación con *B. thuringiensis* para controlar gusano del repollo. El autor evaluó varios productos comerciales formulados todos a base de *B. thuringiensis*, donde obtuvo distintos resultados dependiendo del producto comercial y del intervalo de aplicación del mismo.

Velasco (31), realizó un ensayo en el cual asociaba *B. thuringiensis* con piretroides para el control de gusanos de la

coliflor. Los mejores resultados los obtuvo combinando B. thuringiensis con los piretroides y los piretroides solos, mientras que los peores resultados los obtuvo al utilizar solo B. thuringiensis. Según Velasco (31), la efectividad de B. thuringiensis está entre 4 y 6 días, considerando que las poblaciones de L. aripa durante ese período se mantuvieron bajas y aumentaron a los 11 días; los piretroides mostraron un buen control de la plaga a 12 días de intervalo.

Por otra parte, Mazariegos (19), realizó una investigación con B. thuringiensis comparándolo con insecticidas químicos para controlar el gusano enrollador del tomate. Según el autor los mejores resultados los obtuvo con el insecticida Metamidophos, mientras que los tratamientos con B. thuringiensis mostraron ser los menos eficientes en el control del gusano enrollador.

3.1.13. Antecedentes de algunas investigaciones realizadas con el VPN:

Los entomovirus son los patógenos más populares en los programas de control integrado debido que en muchos casos se han reportado efectos espectaculares en el control de ciertas plagas. El VPN del Trichoplusia ni es un típico ejemplo en Colombia, donde fue introducido desde California en 1971. Su efecto y dispersión fue tan dramático que T. ni dejó de ser un problema serio en el algodón. A pesar de que las formulaciones comerciales son relativamente recientes, los entomovirus se han venido utilizando hace mucho en el control de diversas plagas agrícolas. Los

agricultores de diversos países en el mundo se han dado cuenta de la bondad de estos patógenos y se han encargado de colectarlos en el campo, almacenarlos y luego dispersarlos en los próximos cultivos y en esta forma asegurar un inóculo uniforme del virus todos los años. Esta práctica se ha llevado a cabo especialmente con los VPN del T. ni, *S. frugiperda*, *Anticarsia gemmatalis* y *H. virescens* en diversos cultivos en el trópico (8).

El VPN del gusano medidor de la alfalfa *Autographa californica*, afecta a las especies siguientes: T. ni, *Estigmene acrea*, *S. exigua*, *P. xylostella* (L.), *Bucculatrix thurberiella* y *Pseudoplusia includens*. En Guatemala está registrado y se comercializa con el nombre de VPN-80 habiendo sido encontrado recientemente a nivel experimental en la Escuela Agrícola Panamericana de el Zamorano, Honduras como el mejor agente de control microbiano para el control de *Plutella* (14).

3.2. Marco referencial

3.2.1. Descripción general del área experimental:

La investigación se realizó en la finca San Juan Argueta, la cual se ubica en Argueta, municipio y departamento de Sololá (figuras 5A y 6A). Con una altitud de 2,340 m SNM, con una precipitación media anual de 1,376.34 mm y una temperatura media anual de 14 grados centígrados. Se ubica en las coordenadas 14° 49' 05" latitud norte y 91° 13' 43" longitud oeste (16).

Según De La Cruz (10), la zona de vida del lugar corresponde a: Bosque muy húmedo montano bajo subtropical.

Según Simmons (29), los suelos del lugar pertenecen a la serie Patzité.

3.2.2. Características de los materiales experimentales:

- El material experimental utilizado como semilla fue el híbrido Marathon; que se caracteriza por su cabeza sólida, uniformidad en cuanto a la maduración y a la apariencia, un tamaño muy pequeño de granos y alto rendimiento para procesadoras (26).

Tiene una madurez relativa por siembra directa de 97 días, es medianamente alta, color verdiazul de la cabeza, cabeza en forma de domo denso, de grano fino, tolerante al mildiu vellosos foliar (26).

Uniformidad y tamaño mejorado para producción durante la estación fría a lo largo del invierno. Apto para venderse fresco o procesado (26).

- Para el parasitoide C. plutellae se utilizaron los adultos del insecto, el cual tarda de 2 a 3 semanas en este estado (6).

- La fuente de B. thuringiensis var. Kurstaki utilizado fue el insecticida biológico Javelin WG, el cual contiene 53,000 U.S./mg de producto (U.S. = Unidades Spodoptera), evaluado contra Spodoptera exigua. El Javelin WG es formulado a base de una nueva y más potente cepa B. thuringiensis (B.t.k.). El B.t.k. es una bacteria que al esporular produce un cristal proteínico que es altamente tóxico a las larvas de ciertos lepidópteros. Su composición es:

UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

INGREDIENTE ACTIVO

B. thuringiensis Berliner,

Subespecie Kurstaki Serotipo 3a, 3b..... 6.4% p/p

INGREDIENTES INERTES..... 93.6% p/p

TOTAL..... 100.0% p/p

Tiene 64 gr de ingrediente activo/Kg, equivalente a 53,000 U.S./mg de potencia (28).

- Se utilizó VPN-80 como fuente del VPN. El VPN-80 es el VPN del Autographa californica, o gusano medidor de la alfalfa. Las larvas tienen que ingerir el producto para ser infectadas y morir. Su composición es:

INGREDIENTE ACTIVO..... p/p

Cuerpos Poliédricos de Inclusión

del VPN del A. californica..... 1.6%INGREDIENTE INERTE..... 98.4%

TOTAL..... 100.0%

Este producto contiene no menos de 6×10^{10} poliedros/Kg formulado (1).

4. OBJETIVOS

4.1. General:

Evaluar opciones de control biológico para el manejo de Plutella xylostella (L.) en el cultivo de brócoli en Argueta, Sololá.

4.2. Específicos:

1. Determinar el efecto de los tratamientos de control biológico de Plutella xylostella (L.) sobre el rendimiento de floretes en el cultivo de brócoli.
2. Determinar el nivel de parasitismo y/o infección de los tratamientos con el parasitoide Cotesia plutellae y su combinación con los entomopatógenos Bacillus thuringiensis var. Kurstaki y el Virus de la Poliedrosis Nuclear, sobre Plutella xylostella (L.) en brócoli.

5. HIPOTESIS

1. La utilización de Cotesia plutellae y su combinación con los entomopatógenos no será efectivo para el control de Plutella xylostella (L.).
2. La utilización de Cotesia plutellae y su combinación con los entomopatógenos no resultará económico para el control de Plutella xylostella (L.).

6. METODOLOGIA

6.1. Descripción de los tratamientos:

En el experimento se evaluaron 4 tratamientos basados en el control biológico de P. xylostella (L.) con el parasitoide C. plutellae y los entomopatógenos B. thuringiensis var. Kurstaki y VPN.

También se manejaron dos testigos comparadores aislados del área experimental, los cuales fueron un tradicional y un absoluto.

6.1.1. Tratamiento 1 (C.p.):

El primer tratamiento consistió en la utilización de C. plutellae durante todo el ciclo del cultivo, iniciando las liberaciones 15 días después del transplante, liberando a cada 8 días, 2,000 unidades de adultos/Ha, según Blever (5). Se hicieron 10 liberaciones durante el ciclo del cultivo.

El parasitoide se adquirió a través de BIOFAC (laboratorio de producción de insectos benéficos, Texas, Estados Unidos), el conteo para liberar la misma cantidad en todas las unidades experimentales se hizo manejando el insecto en cuarto frío con temperaturas alrededor de 6 grados centígrados. Se transportó en hielera al campo experimental, para su liberación.

6.1.2. Tratamiento 2 (C.p. + B.t.):

Este tratamiento consistió en la combinación de C. plutellae con B. thuringiensis var. Kurstaki. El parasitoide se liberó en las primeras etapas de control de P. xylostella (L.) hasta donde se

presentó el umbral económico de la plaga, el cual consistió de 2 larvas por cada 10 plantas, según Perussina (24). Se consideró este umbral, porque permite oportunamente la toma de decisión para controlar cualquier incremento en las poblaciones de la plaga, se determinó mediante muestreos en cada unidad experimental iniciando 18 días después del transplante. El umbral económico se presentó a los 48 días después del transplante, lo que dió lugar a liberar solamente 5 veces el parasitoide.

Una vez detectado el umbral económico se dejó de liberar el parasitoide y se cambió a aplicaciones de B. thuringiensis var. Kurstaki. Se hicieron 5 aplicaciones.

6.1.3. Tratamiento 3 (C.p. + VPN):

En este tratamiento se combinó el parasitoide con el VPN. Iniciando con liberaciones de C. plutellae hasta el umbral económico de la plaga, luego se cambió a aplicaciones de VPN. El umbral económico tiene la misma fecha que el anterior, por lo tanto se liberó 5 veces el parasitoide y 5 aplicaciones de VPN.

6.1.4. Tratamiento 4 (C.p. + VPN + B.t.):

Este trató sobre la combinación de C. plutellae con los dos entomopatógenos. Se utilizó el parasitoide hasta donde se presentó el umbral económico de la plaga, luego se hicieron aplicaciones alternas de VPN y B. thuringiensis var. Kurstaki. La fecha del umbral económico es la misma, se liberó 5 veces el parasitoide, 3 aplicaciones de VPN y 2 de B. thuringiensis var. Kurstaki.

En los tres últimos tratamientos descritos *C. plutellae* se liberó de igual manera que en el tratamiento uno, hasta donde se presentó el umbral económico de la plaga. Las aplicaciones de los dos agentes microbiológicos para estos tratamientos se hizo una vez por semana hasta la cosecha.

Debido que *C. plutellae* es muy sensible a cualquier insecticida químico, no permitió la evaluación conjunta de un testigo tradicional dentro del diseño experimental ni de un testigo absoluto por constituirse en refugio de la plaga y en atracción para el parasitoide. Por tal razón dichos testigos comparadores del experimento se manejaron aislados del área experimental, a 1 Km al sur de la misma. Los que a continuación se describen.

6.1.5. Tratamiento 5 ó testigo tradicional (N + B.t.):

Este consistió en el manejo más utilizado por el agricultor, basado en los registros de la EPA. Se utilizó Naled y *B. thuringiensis* var. *Kurstaki*, aplicando 1.5 lt/Ha y 500 gr/Ha respectivamente. Las aplicaciones se hicieron semanales comenzando 8 días después del transplante, haciendo al inicio 5 aplicaciones de Naled para finalizar con 6 aplicaciones de *B. thuringiensis* var. *Kurstaki*.

6.1.6. Tratamiento 6 ó testigo absoluto (NTI):

En este no se aplicó ningún tipo de insecticida (NTI).

La descripción de los tratamientos evaluados en el ensayo se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos biológicos y testigos evaluados para el control de *Plutella xylostella* (L.) en brócoli. Argueta, Sololá, 1994.

Tratamiento	Descripción	Dosis	Forma de aplicación
T-1	<i>C. plutellae</i> (C.p.)	2000 adultos/Ha.	Se inició 15 días después del trasplante, liberando cada 8 días hasta la cosecha.
T-2	<i>C. plutellae</i> + <i>B. thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> (C.p. + B.t.)	2000 adultos/Ha. y 500 gr./Ha.	Se inició con <i>C. plutellae</i> hasta el umbral económico de <i>P. xylostella</i> (L.), luego se cambió a <i>B. thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> hasta la cosecha.
T-3	<i>C. plutellae</i> + VPN (C.p. + VPN)	2000 adultos/Ha. y 210 gr./Ha.	Se inició con <i>C. plutellae</i> hasta el umbral económico de <i>P. xylostella</i> (L.), luego se cambió a VPN hasta la cosecha.
T-4	<i>C. plutellae</i> + VPN + <i>B. thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> (C.p. + VPN + B.t.)	2000 adultos/Ha., 210 gr./Ha. y 500 gr./Ha.	Se inició con <i>C. plutellae</i> hasta el umbral económico de <i>P. xylostella</i> (L.), luego se cambió a aplicaciones alternas de VPN y <i>B. thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> hasta la cosecha.
T-5 Testigo tradicional	Naled + <i>B. thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> (N + B.t.)	1.5 lt./Ha. y 500 gr./Ha.	Las aplicaciones fueron semanales, a los 8 días después del trasplante. Se comenzó con 5 aplicaciones de Naled, para finalizar con 6 de <i>B. thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>
T-6 Testigo absoluto	Ningún tipo de insecticida (NTI)		

6.2. Diseño experimental:

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 6 tratamientos y 5 repeticiones.

Las dimensiones de la unidad experimental bruta fueron de 8.4 m de largo por 7.0 m de ancho, con un área de 58.8 m cuadrados, para un total de 315 plantas.

El número total de unidades experimentales fue de 30. Para evitar el efecto de borde se eliminaron un surco de cada lado y 0.35 m de cada uno de los extremos de los surcos. De esta manera las parcelas netas quedaron de 7.2 m de largo por 6.3 m de ancho, con un área de 45.36 m cuadrados, para un total de 247 plantas.

6.3. Modelo estadístico:

Se utilizó el modelo estadístico correspondiente a un experimento completamente al azar; este es:

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

de donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de ij -ésima unidad experimental

U = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental en la ij -ésima unidad experimental

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

6.4. Manejo del experimento

6.4.1. Transplante:

Se delimitó el área experimental con rafia, dejando un metro de distancia entre cada unidad experimental, la distribución de los tratamientos a cada unidad experimental se hizo al azar. El transplante se realizó a campo definitivo el 28 de Mayo de 1994, utilizando plantas en pilón con distancias de 60 cm entre surcos y de 35 cm entre matas.

6.4.2. Control de plagas del suelo:

Para prevención de ataques de plagas del suelo, se aplicó Chlorpyrifos granulado, aplicando 60 Kg/Ha, colocándolo en cada hoyo donde se sembró la plantilla.

6.4.3. Fertilizaciones:

Se hicieron 3 fertilizaciones. La primera se hizo con el transplante utilizando gallinaza y 12-52-0, aplicando 1,493.64 Kg/Ha y 194.54 Kg/Ha respectivamente. La segunda se hizo a los 15 días después del transplante utilizando 14-0-24 y 0-0-60 aplicando 357.27 Kg/Ha de cada fórmula. La última se realizó a los 15 días después de la segunda utilizando 46-0-0 y 27.5-0-0 aplicando 357.27 Kg/Ha y 227.27 Kg/Ha respectivamente. También se hicieron aplicaciones semanales del foliar K-fol (P₂O₅, K₂O, MgO, S, BO, Fito-hormonas) hasta la cosecha utilizando 2.14 Kg/Ha.

6.4.4. Limpias:

Se realizaron dos limpiezas con azadón a los 25 y 50 días después del trasplante, en la segunda se aporcó el cultivo.

6.4.5. Control fitosanitario:

Para el control de enfermedades se utilizaron únicamente los productos registrados por la EPA, siendo estos los productos a base de cobre. Para prevenir el ataque de *Alternaria brassicae*, *Peronospora parasitica* y *Sphaerotheca* sp. se hicieron aplicaciones semanales de Cobre metálico (Hidróxido cúprico) aplicando 1.64 Kg/Ha. Con las aplicaciones se agregó adherente (Resina sintética etoxilada) utilizando 25 ml por 15 lt de agua.

Para el control fitosanitario de los testigos también se utilizaron solo productos permitidos por la EPA en brócoli. Para la prevención de enfermedades se utilizó el mismo producto (Cobre metálico). Para el control de plagas del follaje en el testigo tradicional se utilizó Naled aplicando 1.5 lt/Ha y *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* aplicando 500 gr/Ha, agregando el mismo adherente en todas las aplicaciones. Esto para el control de *P. xylostella* (L.), *L. aripa*, *S. frugiperda*, *S. exigua*, *H. sp.* y *Aphis* sp. Las aplicaciones se hicieron semanales, haciendo 5 de Naled y 6 de *B. thuringiensis* var. *Kurstaki*. En el testigo absoluto no se aplicó ningún tipo de insecticida.

6.4.6. Cosecha:

Los cortes se iniciaron cuando la inflorescencia estuvo

compacta y en su punto óptimo de antesis floral. Se realizaron 4 cortes cada 3 días, comenzando el 8 y finalizando el 17 de Agosto de 1994. En cada uno de los cortes se clasificó el producto en floretes con un máximo de 8% de defectos (presencia de larvas o pupas y manchas por las mismas). Se midió el peso fresco de cada uno de los cortes en Kg/Ha por tratamiento.

6.5. Variables respuesta

6.5.1. Rendimiento de floretes:

Se cosecharon las plantas de la parcela neta que no fueron tocadas en el muestreo de larvas, se seleccionaron los floretes tomando como parámetros para esta clasificación, la presencia de 3 larvas o pupas como máximo por muestra de 11.36 kg y hasta un 5% de mancha por gusanos. Representando cada larva o pupa el 1% de defecto, lo que significó un 8% máximo de defectos por muestra.

Este porcentaje se descontó sobre la cantidad cosechada. Por lo mismo pasado el 3 ó el 5% de los parámetros indicados significó rechazo del lote del cual provenía la muestra.

6.5.2. Porcentaje de parasitismo y/o infección de los

tratamientos biológicos en larvas de *P. xylostella* (L.):

Se tomaron al azar 10 plantas por parcela neta para obtener la densidad de larvas y pupas presentes de *P. xylostella* (L.). enseguida a nivel de laboratorio se disectaron y/o maceraron para determinar el porcentaje de parasitismo y/o infección de cada tratamiento sobre las mismas. El porcentaje de parasitismo por *C.*

plutellae se determinó en el laboratorio de ALCOSA (Alimentos Congelados, S. A.) y el porcentaje de infección por B. thuringiensis var. Kurstaki y VPN en el laboratorio de AGRICOLA EL SOL.

Estos muestreos se iniciaron 18 días después del transplante y se continuaron cada 3 días hasta la cosecha. Se marcaron las plantas muestreadas en cada oportunidad. En los muestreos realizados de los 18 días después del transplante a la fase de floración, se muestrearon hojas, cuando la planta aún era pequeña se muestreó completa y conforme fue desarrollando se muestrearon las hojas más tiernas. Iniciada la fase de floración hasta la cosecha se muestrearon floretes, además se muestrearon las hojas más tiernas y más cercanas al florete cuando aún era pequeño.

6.6. Análisis de datos

6.6.1. Análisis del rendimiento de floretes:

El número de plantas cosechadas en cada parcela neta no fue el mismo, debido que no se tomaron en cuenta las utilizadas en el muestreo de larvas durante el ciclo del cultivo, fue necesario establecer el peso promedio por florete de cada unidad experimental neta para proyectar el rendimiento en Kg/Ha.

Se efectuó el análisis de varianza correspondiente a los tratamientos con el objeto de determinar si existían diferencias significativas entre estos respecto al rendimiento de floretes.

Debido a la alta significancia entre tratamientos fue necesario realizar una prueba múltiple de medias mediante Tukey y

un análisis económico. siendo este la tasa de retorno marginal.

6.6.2. Análisis del porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos en larvas de P. xylostella (L.):

Se analizaron los datos, tomando como referencia los muestreos realizados al momento de la cosecha (últimos 4 muestreos), con la finalidad de detectar si habían diferencias significativas entre los mismos. Debido a la uniformidad de los resultados obtenidos permitió detectar diferencias no significativas entre tratamientos obviando así la realización del análisis de varianza.

Se elaboraron gráficas para comparar el comportamiento de los tratamientos sobre el parasitismo y/o infección de larvas de P. xylostella (L.) a lo largo del ciclo del cultivo. Así también se graficaron las densidades de larvas y pupas de la plaga.

6.6.3. Análisis económico (tasa de retorno marginal):

Este tipo de análisis se basó en el concepto de la utilidad que genera la última unidad producida y para esto fue necesario saber el costo de la última unidad producida y el ingreso generado por esta (27).

El análisis utilizó la mecánica siguiente: se calcularon los costos totales que varían de cada tratamiento, se ajustó el rendimiento en un 10% y se descontó un 8% por calidad. Se multiplicó el rendimiento ajustado por el precio de campo (previo descuento de los costos de cosecha y de transporte del producto para la venta) para obtener el beneficio bruto de campo. El

beneficio neto se obtuvo del beneficio bruto de campo menos el total de costos que varían (27).

Se efectuó el análisis de dominancia, eliminando los tratamientos dominados, o sea, los de beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos. Finalmente la tasa de retorno marginal se calculó dividiendo el beneficio neto marginal (aumento en beneficios netos) entre el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresada en un porcentaje (27).

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Rendimiento de floretes:

El cultivo de brócoli en el ensayo, tuvo un ciclo de 82 días hasta el último corte de inflorescencias. Se realizaron un total de 4 cortes a intervalos de 3 días entre sí. Los cortes se iniciaron el 8 y se terminaron el 17 de Agosto de 1994.

En cada corte se clasificaron los floretes, tomando una muestra de 11.36 Kg, tolerando en la misma hasta 3 larvas o pupas (3%) y hasta un 5% de mancha por gusanos.

Los resultados del rendimiento de floretes en Kg/Ha de los tratamientos se presentan en el cuadro que sigue.

Cuadro 4. Rendimiento de floretes de brócoli en Kg/Ha de los tratamientos. Argueta, Sololá. Agosto de 1994.

TRAT	REPETICIONES					MEDIA
	I	II	III	IV	V	
1	14,811.03	17,736.96	12,943.88	15,492.50	15,066.77	15,210.23
2	14,993.39	16,970.36	15,689.49	16,443.58	17,805.70	16,380.50
3	15,672.18	16,816.93	15,012.11	15,484.88	17,027.71	16,002.76
4	14,813.07	15,119.55	14,534.84	14,388.34	16,045.46	14,980.25
5	17,657.85	15,831.78	16,980.60	14,976.92	15,303.24	16,150.08
6	4,271.89	4,103.23	4,032.87	4,580.96	4,595.64	4,316.92

En el cuadro 5, se resume el análisis de varianza realizado para evaluar si habían diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al rendimiento de floretes.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el rendimiento de floretes de brócoli. Argueta, Sololá. Agosto de 1994.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
					5% 1%
Tratamientos	5	551,674,750.0	110,334,950.0	98.8**	2.62 3.9
Error exp.	24	26,801,703.0	1,116,737.62		
Total	29	578,476,453.0			

CV = 7.64%

En el cuadro 5 se observa que los tratamientos fueron altamente significativos entre sí. Por lo menos uno de los 6 tratamientos de manejo, fue más eficiente en el control de *P. xylostella* (L.) que los otros.

Se realizó para ello una prueba múltiple de medias, con la finalidad de encontrar el o los mejores tratamientos, con el mayor rendimiento de floretes.

Cuadro 6. Prueba de Tukey para el rendimiento de floretes de brócoli. Argueta, Sololá. Agosto de 1994.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO MEDIO (Kg/Ha)	TUKEY (0.05)
2 (C.p. + B.t.)	16,380.5	a
5 (N + B.t.)	16,150.08	a
3 (C.p. + VPN)	16,002.76	a
1 (C.p.)	15,210.23	a
4 (C.p. + VPN + B.t.)	14,980.25	a
6 (NTI)	4,316.92	b

Esta prueba demostró que los tratamientos del 1 al 5 fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al tratamiento 6 (testigo absoluto) que presentó el menor rendimiento de floretes. De los tratamientos biológicos y del testigo tradicional se obtuvo el mismo efecto sobre el control de *P. xylostella* (L.).

A excepción del testigo absoluto ninguno de los otros tratamientos fue objeto de rechazo por presencia de más de 3 larvas o pupas (3%), o por más de 5% de mancha de gusanos por muestra de 11.36 Kg ; sino al contrario todos estuvieron por debajo de esos límites durante la cosecha.

Utilizar sólo el parasitoide o su combinación con los entomopatógenos para el control de *P. xylostella* (L.) estadísticamente no se obtienen diferencias que hagan resaltar la utilización de uno o de otro tratamiento, porque los rendimientos

fueron muy similares. Y de igual manera que cuando se combina el control biológico con el químico.

7.2. Porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos en larvas de *P. xylostella* (L.):

Los muestreos se realizaron cada 3 días a lo largo del ciclo del cultivo. Para este análisis se utilizaron los últimos cuatro muestreos (los de la cosecha). Los resultados del porcentaje de parasitismo y/o infección durante la cosecha se dan a conocer en el cuadro 7.

Cuadro 7. Porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos biológicos en larvas de *P. xylostella* (L.) durante la cosecha. Argueta, Sololá. Agosto de 1994.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					MEDIA
	I	II	III	IV	V	
1 (C.p.)	100	100	75	100	100	95
2 (C.p. + B.t.)	100	100	100	100	100	100
3 (C.p. + VPN)	100	100	100	100	100	100
4 (C.p. + VPN + B.t.)	100	100	100	100	100	100

Los valores presentados en el cuadro 7 muestran ser la mayoría iguales. Ello indica, que al momento de la cosecha en todas las

unidades experimentales netas se encontró un 100% de parasitismo y/o infección, excepto uno donde fue 75%. Por la uniformidad de los datos obtenidos no fue necesario practicar el análisis de varianza correspondiente, ya que se consideró diferencias no significativas entre los mismos.

Estos resultados ayudan a complementar el porqué de la igualdad en la prueba de Tukey de los tratamientos biológicos (del 1 al 4) para el rendimiento de floretes, el comportamiento de cada uno de estos tratamientos fue muy similar en cada variable de respuesta, lo que culmina en la no significancia para los dos aspectos o variables evaluadas.

Para una mejor interpretación de estos resultados, se presenta el cuadro 8.

El cuadro 8 permite observar claramente que la densidad de larvas tuvo un comportamiento creciente conforme fueron pasando los días después del transplante, a los 48 días después del transplante se presentó el umbral económico (2 larvas por cada 10 plantas) de *P. xylostella* (L.) para toda el área experimental, momento donde se tomó la decisión de dejar de liberar el parasitoide y aplicar los entomopatógenos a los tratamientos 2, 3 y 4. También se observa que la población de larvas se mantiene por 9 días después del umbral económico, luego se declina hasta la cosecha donde la población de las mismas ya es baja.

Cuadro 8. Densidad de larvas y pupas de *P. xylostella* y % de parasitismo y/o infección de los tratamientos en 50 plantas.

Días después del trasplante	Cotesia plutellae		C. plutellae + Bacillus thuringiensis		C. plutellae + Virus poliedrico nuclear		C. plutellae + B. thuringiensis + YPH	
	% de exarqueo	Densidad larvas pupas	% de parasitismo y/o infección	Densidad larvas pupas	% de parasitismo y/o infección	Densidad larvas pupas	% de parasitismo y/o infección	Densidad larvas pupas
18	0	1		0	0	1		0
21		0		0		0	0	1
24	100	1	100	1	50	2	66.67	3
27	75	4	100	2	100	1	100	1
30	66.67	3	100	3	100	1	100	2
33	100	2	75	4	100	3	33.33	3
36	100	3	66.67	3	100	2	75	4
39	100	2	100	4	75	4	100	1
42	50	2	66.67	3	75	4	66.67	3
45	50	6	80	5	100	5	83.33	6
48	80	10	66.67	9	66.67	12	84.62	13
51	76.92	13	75	16	80	10	50	12
54	80	10	75	8	50	12	100	4
57	80	5	80	5	60	5	75	10
60	100	6	100	5	100	5	66.67	6
63	100	4	80	5		0	100	2
66	100	1	100	3	100	6	100	4
69	100	5		0	100	4		0
72	100	6		0	100	2	100	4
75	50	2	100	4	100	3	100	3
78	100	2	100	2	100	3		0
81	100	2		0		0	100	2

En el mismo cuadro 8 se nota el porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos, obteniendo los mayores porcentajes a menor densidad de larvas. También permite ver que durante la cosecha (últimos 4 muestreos) *C. plutellae* parasitó en un 91.67% a *P. xylostella* (L.), mientras que *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* y el VPN infectaron en un 100% a la misma.

Para interpretar mejor la densidad de larvas, pupas, porcentaje de parasitismo y/o infección de los tratamientos 1 al 4 (biológicos), se elaboraron gráficas (figuras 1, 2, 3 y 4).

En las figuras 1 y 2, se puede ver que la máxima densidad de larvas fue de 13 y 16 larvas por 50 plantas respectivamente a los 51 días después del trasplante, 3 días después que se presentó el umbral económico (2 larvas por cada 10 plantas). El parasitismo por *C. plutellae* se mantuvo en sus niveles más altos y constantes entre 50 y 100% durante el ciclo del cultivo, mientras que el parasitismo y/o infección por *C. plutellae* + *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* se mantuvo entre 66.67 y 100%.

En las figuras 3 y 4, la mayor densidad de 12 y 13 larvas por 50 plantas respectivamente se localiza donde se presentó el umbral económico (48 días después del trasplante). El parasitismo y/o infección presentó los niveles más comunes y repetitivos de 50 a 100% para *C. plutellae* + VPN y de 33.33 a 100% para *C. plutellae* + VPN + *B. thuringiensis* var. *Kurstaki*.

Finalmente puede notarse que las 4 gráficas guardan la misma tendencia, debido a la similitud del efecto de los tratamientos sobre el control de *P. xylostella* (L.).

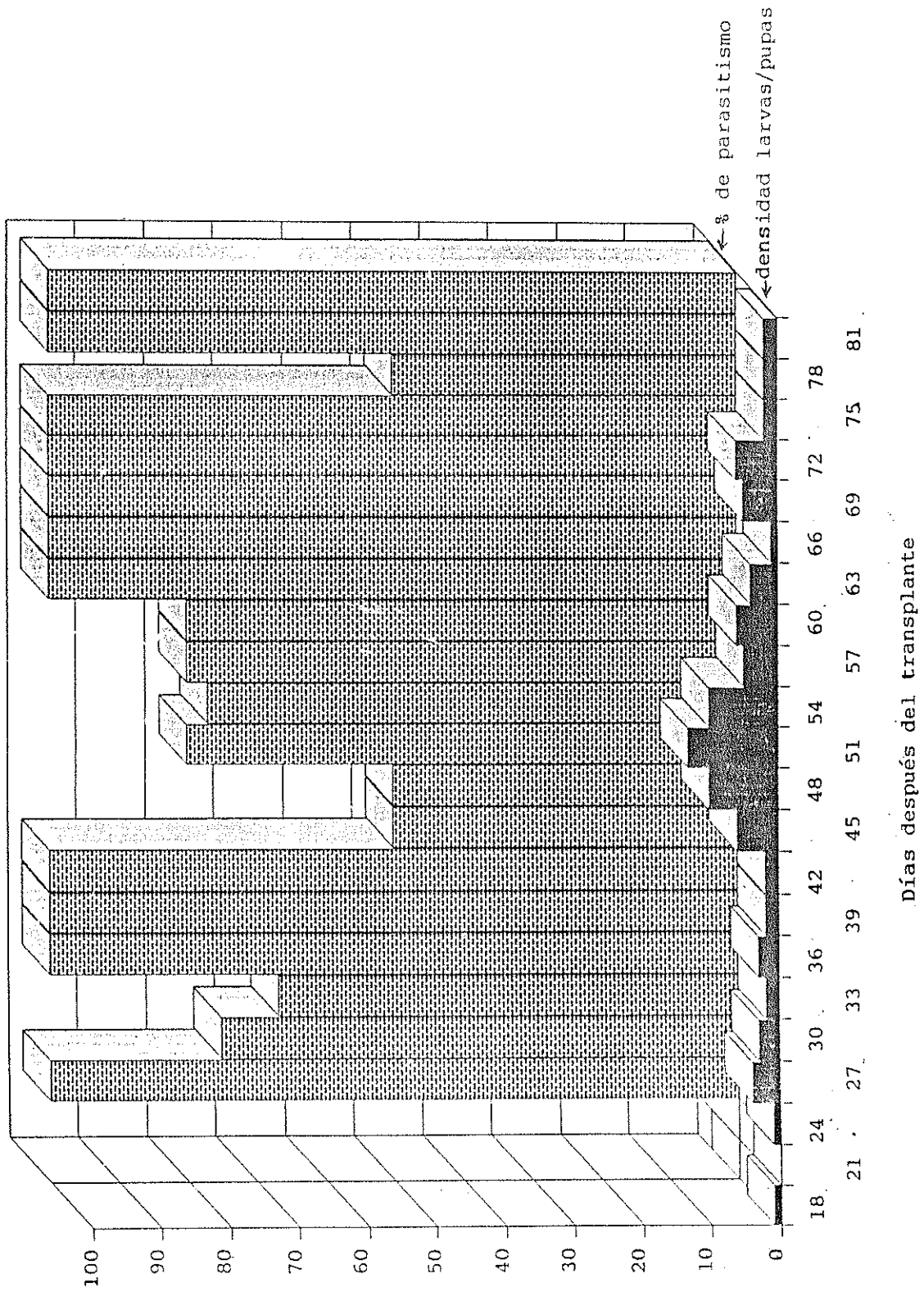


Figura 1. Densidad de larvas y pupas de *P. xylostella* y % de parasitismo por *C. plutellae* en 50 plantas.

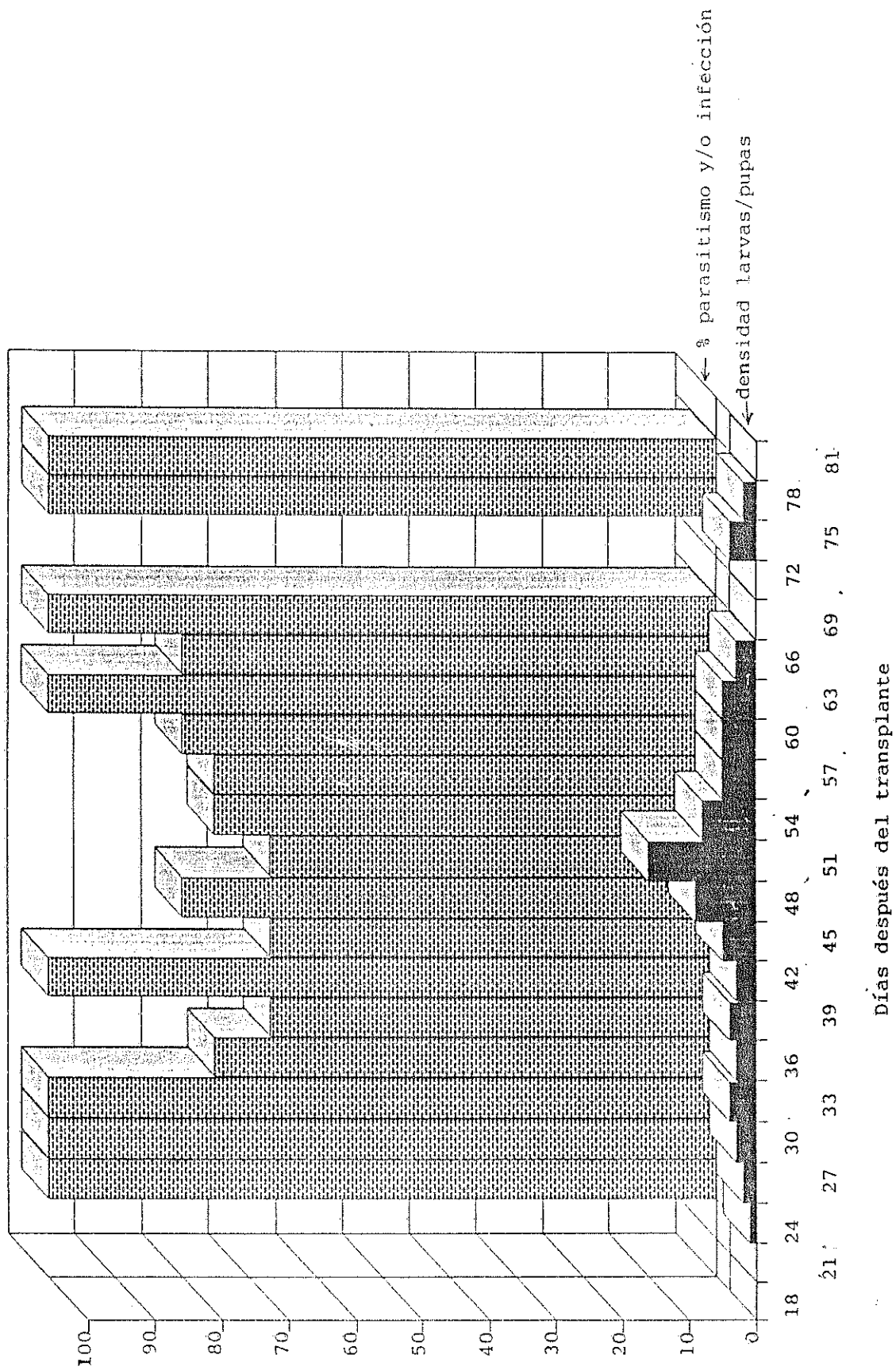


Figura 2. Densidad de larvas y pupas de *P. xylostella* y % de parasitismo y/o infección por *C. platellae* + *B. thuringiensis* en 50 plantas.

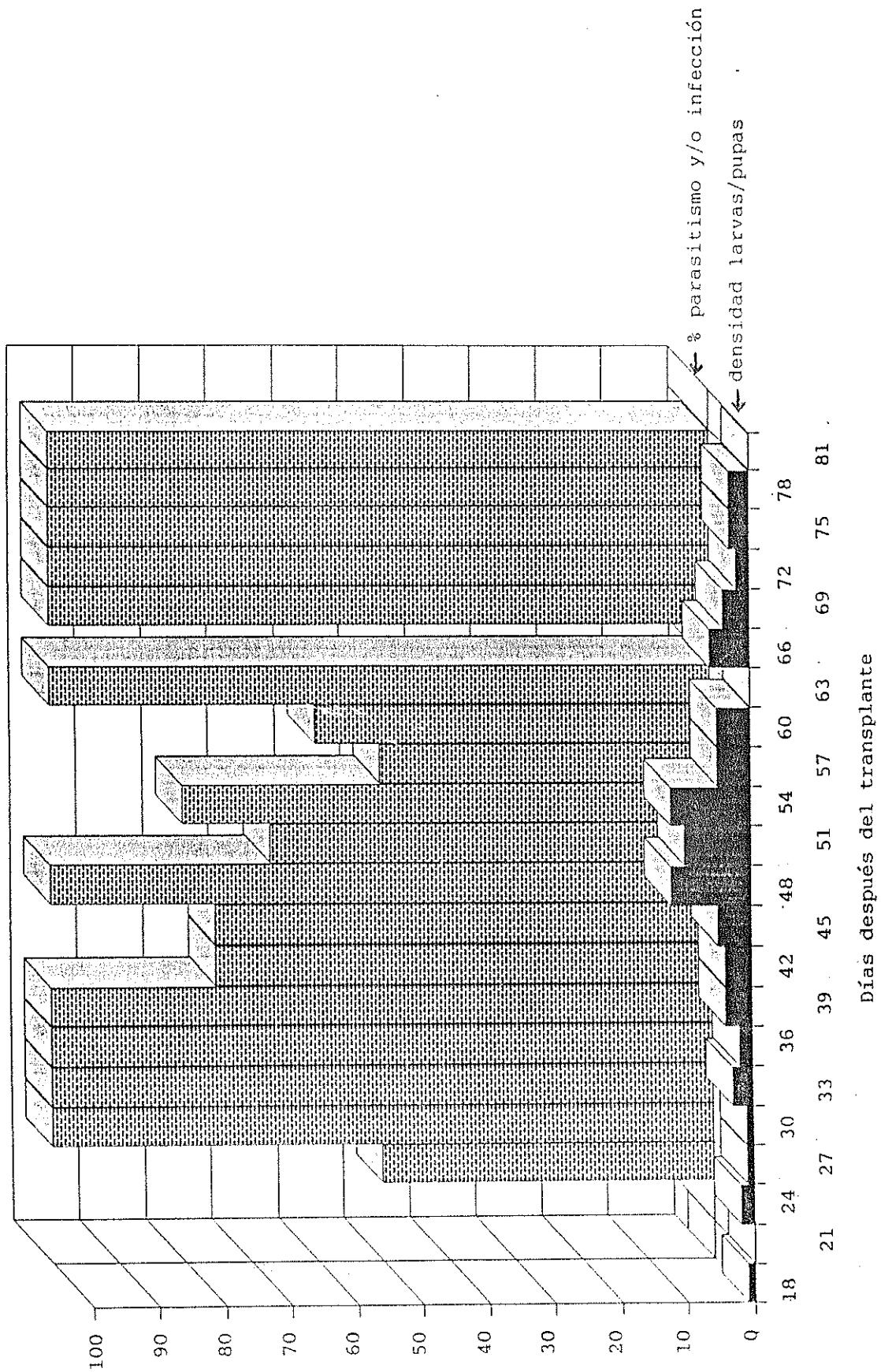


Figura 3. Densidad de larvas y pupas de *C. pluteillae* + VPN en 50 plantas. infección por *P. xylostella* y % de parasitismo y/o



Figura 4. Densidad de larvas y pupas de *P. xylostella* y % de parasitismo y/o infección por *C. plutellae* + VPN + *B. thuringiensis* en 50 plantas.

7.3. Análisis económico (tasa de retorno marginal):

Los resultados del análisis de la tasa de retorno marginal, se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 9. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados para el control de P. xylostella (L.). Argueta, Sololá. Agosto de 1994.

Trat.	Total de costos que varían (Q/Ha)	Beneficios netos (Q/Ha)
6	0.00	3,709.48 D
3	2,474.6	12,516.95 ND
4	2,487.72	11,516.64 D
2	2,507.4	12,848.84 ND
1	2,956.00	11,270.4 D
5	3,124.68	12,009.1 D

D = Dominado. ND = No Dominado

De acuerdo al análisis de dominancia presentado en el cuadro 9, se puede ver que los tratamientos 3 y 2 son los únicos no dominados, o sea, los que presentan los beneficios netos más altos, por lo tanto serán los que entran en consideración en el análisis marginal del cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis marginal de los tratamientos evaluados para el control de *P. xylostella* (L.). Argueta, Sololá. Agosto de 1994.

Trat.	Costos que varían (Q/Ha)	Costos marginales (Q/Ha)	Beneficios netos (Q/Ha)	Beneficios marginales netos (Q/Ha)	Tasa de retorno marginal
3	2,474.6		12,516.95		
2	2,507.4	32.8		331.89	1,011.86%

Según los resultados presentados en el cuadro 10, la mejor tasa de retorno marginal la presenta el tratamiento 2 (C.p. + B.t.), que es de 1,011.86%. Lo que significa que por cada Q. 1.00 invertido en el control de *P. xylostella* (L.) utilizando *C. plutellae* + *B. thuringiensis* var. *Kurstaki*, el agricultor puede esperar recobrar el Q. 1.00 y obtener Q. 10.12 adicionales.

Por lo mismo se considera como el mejor tratamiento desde el punto de vista económico.

8. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos biológicos y el testigo tradicional fueron apropiados y eficientes para el control de *Plutella xylostella* (L.) ya que tuvieron el mismo efecto sobre el rendimiento de floretes de brócoli, a diferencia del testigo absoluto que fue ineficiente y presentó los rendimientos más bajos.

2. El parasitoide *Cotesia plutellae* y su combinación con los entomopatógenos *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* y el Virus de la Poliedrosis Nuclear. Con un buen nivel de parasitismo y/o infección sobre larvas de *Plutella xylostella* (L.) durante el ciclo del cultivo, mantuvieron bajo control eficiente las poblaciones de la plaga.

3. Económicamente el uso de *Cotesia plutellae* + *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* para el control de *Plutella xylostella* (L.) presentó la mejor tasa de retorno marginal, de 1.011.86%.

9. RECOMENDACIONES

1. Utilizar Cotesia plutellae combinado con Bacillus thuringiensis var. Kurstaki, para el control de Plutella xylostella (L.), en programas de manejo integrado de plagas en brócoli.
2. Continuar otras investigaciones, con Cotesia plutellae, donde pueda probarse distintas cantidades de parasitoide a liberar y en otras localidades o condiciones de manejo para el control de Plutella xylostella (L.).

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRICOLA EL SOL (Gua.). s.f. Virus de la poliedrosis nuclear; VPN-80 y VPN-82. Guatemala. 4 p.
2. ANDREWS, K.; CABALLERO, R. 1989. Guía para el estudio de órdenes y familias de insectos de Centroamérica. 4 ed. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Protección Vegetal. p. 163.
3. BARRIOS GARCIA, E.A. 1976. Ensayos biológicos con *Bacillus thuringiensis* Berliner y Galecron en el control de gusanos del repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 97 p.
4. BAYER (Gua.). 1986. Plagas y enfermedades de las hortalizas. Guatemala. 34 p.
5. BIEVER, K.D.; HOSTETTER, D.L.; KERN, J.R. 1993. Evolution and implementation of a biological control-IPM system for crucifers: a 24 year case history. Washington, Estados Unidos, USDA, Agricultural Reserch Service. 27 p.
6. BIOFAC (EE.UU). s.f. *Cotesia plutellae*. Texas, Estados Unidos. 1 p.
7. BURGOS O., S. 1983. Cultivo del brócoli. In Curso Nacional Sobre Producción de Hortalizas para el Altiplano (1983, Quetzaltenango, Gua.). Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 11-16.
8. BUSTILLO, A.E. 1989. Utilización de agentes microbiológicos. In Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Protección Vegetal. p. 212-216.
9. CASSERES, E. 1986. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. p. 115-124.
10. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. DE BACH, P. 1969. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. México, Continental. 949 p.
12. DOUTT, R.L. 1969. El desarrollo histórico del control biológico. In Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. México, Continental. p. 49-71.

13. ESTADOS UNIDOS. ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. México, Limusa. p. 189-213.
14. ESTRADA, H.R. 1991. Control microbiano. In Seminario uso y manejo de plaguicidas agrícolas, Santa Cruz Verapaz, COGAAT I. p. 118-125.

Citado por: Romero Leiva, E.R. 1992. Control biológico y químico de inmaduros de *Plutella xylostella* en el cultivo de brócoli *Brassica oleracea* var. *Itálica* en dos mini-riegos de el departamento de el Quiché. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente, Carrera de Agronomía. p. 23-25.
15. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1987. Recomendaciones agronómicas para el cultivo del brócoli en el altiplano central de Guatemala. Guatemala. 52 p.
16. ----- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. v. 1, p. 146.
17. INDUSTRIA EXPORTADORA DE ALIMENTOS (Gua.). 1986. Instructivo para el cultivo y producción de brócoli. Guatemala. 17 p.
18. MAROTO BORREGO, J.V. 1982. Horticultura herbácea especial. España, Mundi Prensa. 533 p.
19. MAZARIEGOS ESTRADA, M.V. 1982. Efectividad del *Bacillus thuringiensis* Berliner, en el control del gusano enrollador, en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 66 p.
20. METCALF, R; LUCKMANN, W. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. México, Limusa. p. 182-186.
21. OCHOA, E.; LEAL, H. 1993. Manejo integrado de plagas en brócoli, fase I 1991-1992. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. 383 p.
22. OCHOA, R. 1989. Algunos aspectos de la biología y comportamiento de *Plutella* sp. (Lepidóptera; Plutellidae) y de su parasitoide *Diadegma insulare* (Hymenóptera; Ichneumonidae). Manejo Integrado de Plagas (C.R.) 11:21-30.

11. A P E N D I C E

Cuadro 11A. Total de costos que varían en Q./Ha de los tratamientos evaluados para el control de *P. xylostella* (L.) en brócoli. Argueta, Sololá. Agosto de 1994.

Concepto	Tratamiento					
	1	2	3	4	5	6
Precio de campo de <i>C. plutellae</i>	2900.00	1450.00	1450.00	1450.00		
precio de campo de la mano de obra	56.00	28.00	28.00	28.00		
Precio de campo de <i>B. thuringiensis</i>						
Var. kurstaki		463.4		185.36	556.08	
Precio de campo VPN			430.6	258.36		
Precio de campo de Naled					1323.4	
Precio de campo de la mano de obra		240.00	240.00	240.00	528.00	
Precio de campo de la bomba		270.00	270.00	270.00	594.00	
Precio mano de obra para acarrear agua		56.00	56.00	56.00	123.2	
TOTAL	2956.00	2507.4	2474.6	2487.72	3124.68	0.00

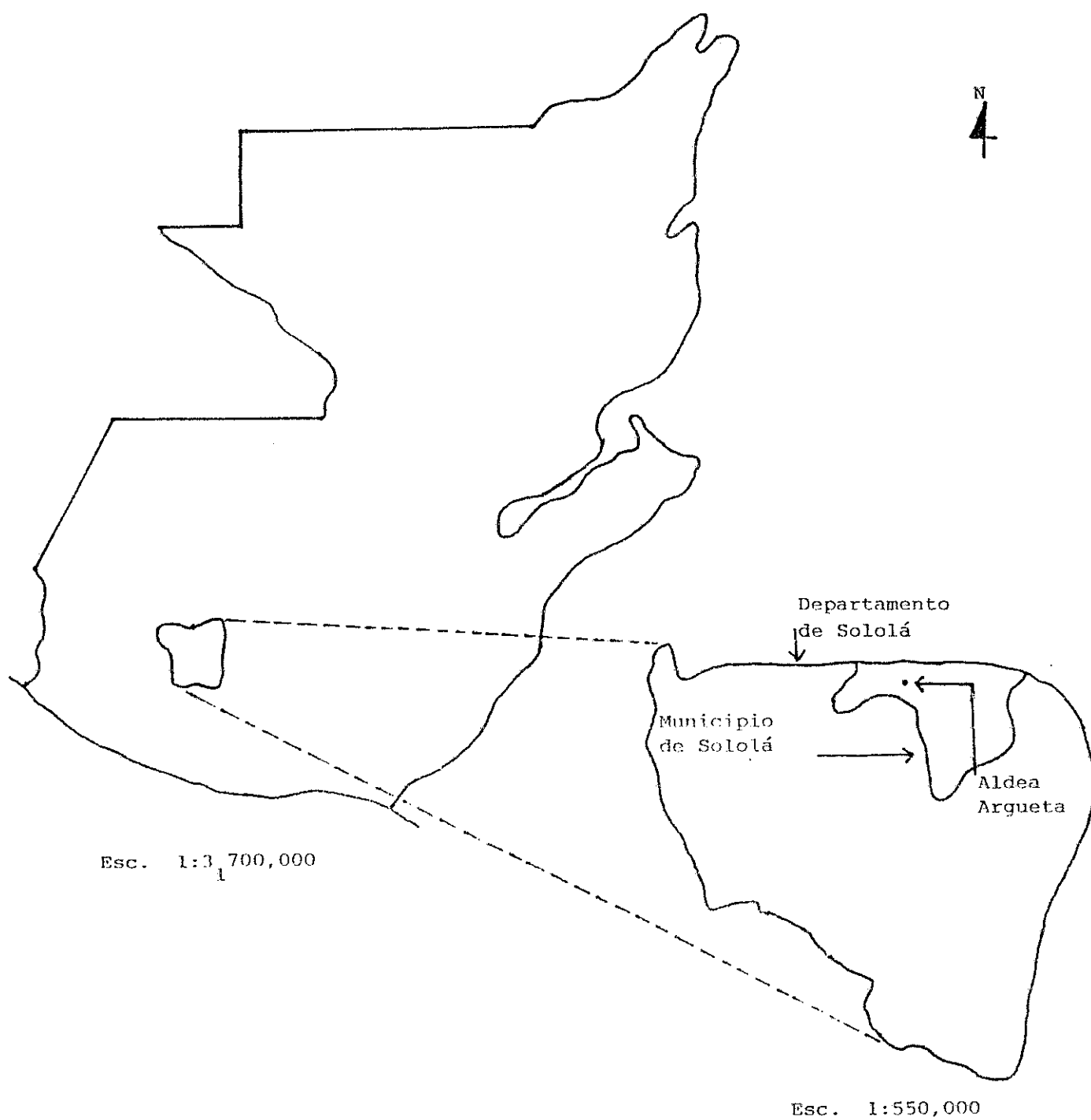
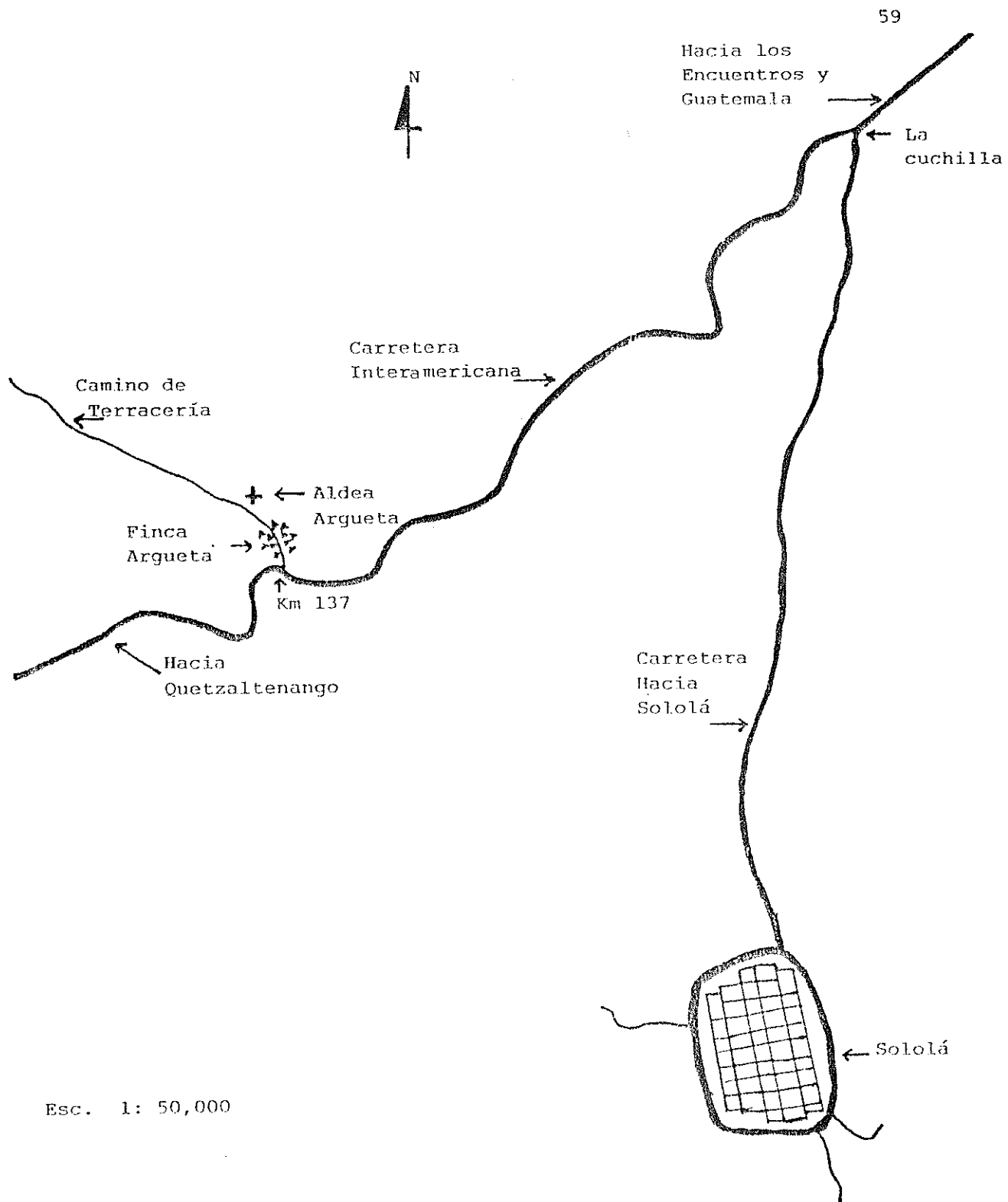
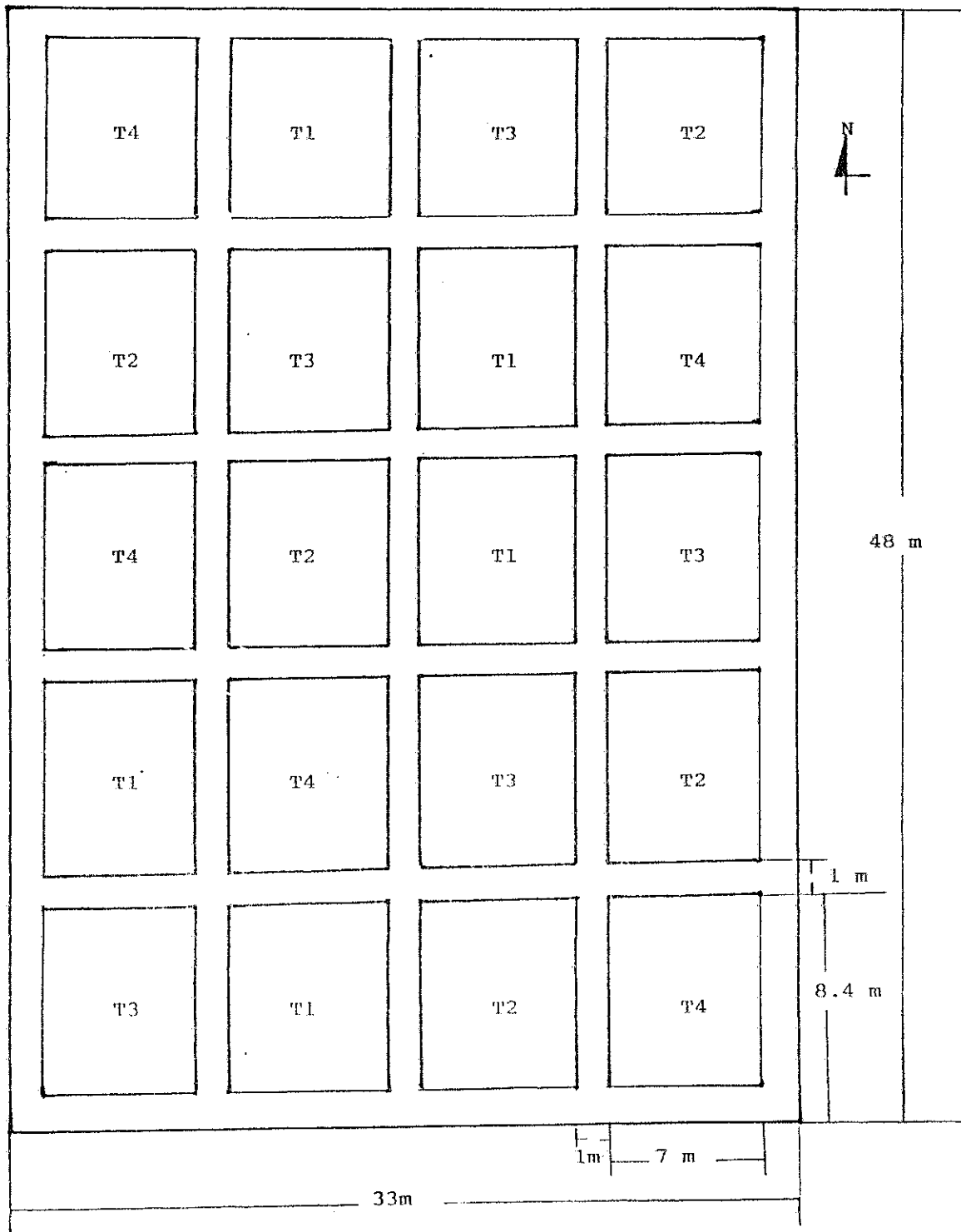


Figura 5A. Mapa de ubicación del área de estudio. Argueta, Sololá.
Agosto de 1994.



Esc. 1: 50,000

Figura 6A. Mapa de ubicación de la finca San Juan Argueta, Aldea Argueta, Municipio y Departamento de Sololá. Agosto de 1994.



Esc. 1:265

Figura 7A. Croquis del experimento con los tratamientos biológicos. Argueta, Sololá. Agosto de 1994.



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

Ref. Sem.009-95

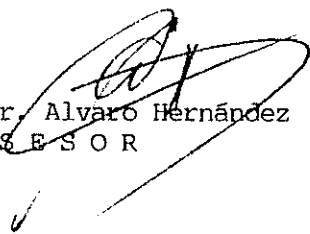
LA TESIS TITULADA: "CONTROL BIOLÓGICO DE Plutella xylostella (L.) EN BROCOLI Brassica oleracea var. Itálica UTILIZANDO UN PARASITOIDE Y DOS ENTIOMOPATOGENOS EN ARGUETA, SOLOLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JULIO VASQUEZ MEJIA


CARNET No: 8910059

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Gustavo Alvarez
Ing. Agr. Salvador Sánchez
Ing. Agr. Filadelfo Guevara

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

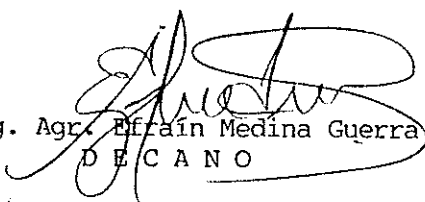

Ing. Agr. Alvaro Hernández
A S E S O R


Ing. Agr. Oscar Castillo Pérez
A S E S O R


Ing. Agr. Rolando Lara Alejo
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
D E C A N O



c.c.Control Académico
Archivo
/pr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELÉFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770