

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

**EVALUACION DE TRES PLAGUICIDAS EN DIFERENTES DOSIFICACIONES
PARA EL CONTROL DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella
xylostella* L.) EN BROCOLI (*Brassica oleracea* var Itálica), CON USO DE NIVEL
CRITICO DE APLICACION EN BARCENA, VILLA NUEVA**

TESIS

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

POR

PEDRO RONALDO ARIAS RIVAS

**EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO**

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA

Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO

Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ

Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ FIGUEROA

Br. JACOBO BOLVITO RAMOS

Br. JOSE BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA

Ing. Agr. EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, octubre del 2,000.

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

Señores miembros:

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

**EVALUACION DE TRES PLAGUICIDAS EN DIFERENTES DOSIFICACIONES
PARA EL CONTROL DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella
xylostella* L.) EN BROCOLI (*Brassica oleracea* var Itálica), CON USO DE NIVEL
CRITICO DE APLICACION EN BARCENA, VILLA NUEVA**

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

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo.

Atentamente,



Pedro Rosaldo Arias Rivas

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Ser supremo, que me a permitido culminar esta etapa de mi formación.

MIS PADRES

Ismael A. Arias Morales
Maria Nieves Rivas Martínez, como un pequeño reconocimiento a todos sus esfuerzos y sacrificios.

MIS HERMANOS

Lucrecia, Haroldo, Raquel, Carolina, Bruno y Mario. Con amor fraternal.

MI FAMILIA EN GENERAL

Como muestra de cariño.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

AGRADECIMIENTOS

Muy sinceramente al Ing. Raimundo Riojas y Sra. Regina Aguirre de Riojas, por su apoyo incondicional.

Al Ing. Msc Alvaro Hernández Dávila, por su valiosa asesoría, orientación y apoyo, en la realización del presente estudio.

Ph. D. Marco Arévalo y Duwest Guatemala, por haberme brindado la oportunidad de realizar la investigación.

Agroproyectos Diversificados y Sr. Carlos Escobar, por el apoyo recibido durante el desarrollo del estudio.

Escuela Nacional Central de Agricultura y al personal del departamento de Horticultura, especialmente al Ing. Mario Castillo y P. A. Miguel Carrera, por su colaboración durante la etapa de campo del experimento.

A todas las personas que contribuyeron de una u otra manera en la investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
1. INTRODUCCION.....	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEORICO.....	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL.....	4
3.1.1. IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CULTIVO DE BROCOLI EN GUATEMALA.....	4
3.1.2. CARACTERISTICAS BOTANICAS DEL BROCOLI.....	6
3.1.3. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.....	6
3.1.3.1. CLIMA.....	6
3.1.3.2. SUELO.....	7
3.1.3.3. FERTILIZACION.....	7
3.1.3.4. RIEGO.....	8
3.1.3.5. EPOCA DE SIEMBRA Y DISTANCIAMIENTOS.....	9
3.1.3.6. EXIGENCIAS FITOSANITARIAS.....	9
3.1.4. GENERALIDADES SOBRE LA PALOMILLA DORSO DE DIA- MANTE.....	10
3.1.4.1. IMPORTANCIA EN GUATEMALA.....	10
3.1.4.2. CLASIFICACION.....	11
3.1.4.3. DISTRIBUCION Y ORIGEN.....	12
3.1.4.4. HOSPEDEROS Y CUADRO DE DAÑOS.....	12
3.1.4.5. CICLO BIOLOGICO.....	13
3.1.4.6. DIAGNOSTICO DE LA PLAGA EN RELACION A LA ETAPA FENOLOGICA DEL CULTIVO.....	15
3.1.4.7. FACTORES DE MORTALIDAD DE PLUTELLA.....	15
3.1.5. METODOS DE CONTROL DE PLAGAS EN BROCOLI.....	16
3.1.5.1. CONTROL CULTURAL.....	17
3.1.5.2. CONTROL QUIMICO.....	17

	Pág.
3.1.5.3. CONTROL BIOLÓGICO.....	18
3.1.5.4. CONTROL POR MEDIO DE ENTOMOPATOGENOS MICROSCÓPICOS.....	19
3.1.6. NIVEL DE DAÑO ECONÓMICO Y NIVEL CRÍTICO.....	20
3.2. MARCO REFERENCIAL.....	23
3.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE TRABAJO.....	23
3.2.1.1. UBICACIÓN.....	23
3.2.1.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	23
3.2.1.3. CONDICIONES ECOLÓGICAS.....	24
3.2.1.4. CONDICIONES EDAFICAS.....	24
3.2.2. MATERIALES DE INVESTIGACION.....	24
3.2.2.1. BROCOLI HÍBRIDO LEGACY.....	24
3.2.2.2. INSECTICIDA QUÍMICO INDOXACARB.....	24
3.2.2.3. VIRUS DE POLIEDROSIS NUCLEAR.....	25
3.2.2.4. INSECTICIDA A BASE DE <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner variedad Kurstaki	26
4. OBJETIVOS.....	27
4.1. GENERAL.....	27
4.2. ESPECÍFICOS.....	27
5. HIPÓTESIS.....	28
6. METODOLOGÍA.....	29
6.1. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	29
6.2. MUESTREOS.....	30
6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
6.3.1. MODELO ESTADÍSTICO.....	30
6.3.2. ÁREA EXPERIMENTAL.....	31
6.4. VARIABLES RESPUESTA.....	31
6.4.1. NÚMERO DE LARVAS AL MOMENTO DE LOS MUESTREOS... 31	31
6.4.2. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE <i>P. xylostella</i> L.....	31

	Pág.
6.4.3. NUMERO DE APLICACIONES.....	31
6.4.4. RENDIMIENTO NETO.....	31
6.4.5. CAUSA DE RECHAZO.....	32
6.4.6. NUMERO DE LARVAS Y PUPAS EN EL PRODUCTO FINAL.....	32
6.5. MANEJO AGRONOMICO DEL EXPERIMENTO.....	33
6.5.1. SEMILLERO Y TRASPLANTE.....	33
6.5.2. FERTILIZACION.....	33
6.5.3. CONTROL FITOSANITARIO.....	33
6.5.4. RIEGO.....	34
6.5.5. COSECHA.....	34
6.6. ANALISIS DE DATOS.....	34
6.6.1. RENDIMIENTO.....	34
6.6.2. OTRAS VARIABLES.....	34
6.6.3. ANALISIS ECONOMICO.....	34
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
7.1. NUMERO DE LARVAS EN LOS MUESTREOS.....	35
7.2. FLUCTUACION POBLACIONAL.....	42
7.3. NUMERO DE APLICACIONES.....	44
7.4. RENDIMIENTO.....	46
7.5. CAUSAS DE RECHAZO.....	48
7.6. NUMERO DE LARVAS Y PUPAS EN EL PRODUCTO FINAL.....	49
7.7. ANALISIS ECONOMICO.....	51
8. CONCLUSIONES.....	52
9. RECOMENDACIONES.....	53
10. BIBLIOGRAFIA.....	54
11. APENDICE.....	57

INDICE DE CUADROS

Pág.

CUADRO 1	Descripción de los tratamientos utilizados para el control de <i>Plutella xylostella</i> L. en brócoli, Bárcena Villa Nueva 1999.....	29
CUADRO 2	Parámetros de aceptación y rechazo de brócoli por la presencia de Larvas y pupas.....	32
CUADRO 3	Número promedio de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L. en 10 plantas de brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.....	35
CUADRO 4	Número de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L., acumulado, encontrado en los muestreos en brócoli, a los 32, 50 y 65 días después del trasplante en, Bárcena, Villa Nueva 1999.....	38
CUADRO 5	Análisis de Varianza para el número de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L., en brócoli, al inicio de la etapa de brotación floral (32 días después del trasplante), en Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	39
CUADRO 6	Prueba de Tukey al 5% de significancia, para el número de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L., encontrado al inicio de la etapa de brotación floral en brócoli (día 32 después del trasplante). Bárcena Villa Nueva, 1999.....	40
CUADRO 7	Resumen del Análisis de varianza para el número acumulado de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L, en brócoli, al día 50 después del trasplante. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	40
CUADRO 8	Prueba de Tukey al 5% de significancia, para el número de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L., al día 50 después del Trasplante, en brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.....	41
CUADRO 9	Resumen del análisis de varianza para el número acumulado de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L, en brócoli, al día 65 después del trasplante. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	42
CUADRO 10	Numero de aplicaciones de insecticidas utilizados para el control de <i>Plutella xylostella</i> L. en brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	44
CUADRO 11	Resumen del Análisis de Varianza para el Número de Aplicaciones de las dosificaciones de insecticidas evaluados, para el control de <i>Plutella xylostella</i> L en brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.....	45

	Pág.
CUADRO 12 Prueba de Tuckey al 5%, para la variable Número Promedio de Aplicaciones efectuadas con las distintas dosificaciones de Insecticidas evaluados en brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	45
CUADRO 13 Rendimiento neto promedio de brócoli, obtenido por tratamiento. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	46
CUADRO 14 Análisis de Varianza para Rendimiento neto en kilogramos por Hectárea en brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	48
CUADRO 15 Número de larvas y pupas de <i>Plutella xylostella</i> L. , en muestras de 10 kilogramos de producto final de brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.....	50
CUADRO 16 Resumen del análisis de varianza para número de larvas y pupas de <i>Plutella xylostella</i> L, encontrados en muestras de 10 kilogramos de brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	50
CUADRO 17A Número de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L., acumulado, encontrado en los muestreos en brócoli. Bárcena, Villa Nueva. 1999.....	58
CUADRO 18A Rendimiento bruto brócoli en kilogramos por hectárea. Bárcena Villa Nueva, 1999.....	59
CUADRO 19A Rechazo de producción en brócoli, en kilogramos por hectárea. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	60
CUADRO 20A Rendimiento neto en kilogramos por hectárea de brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.....	61
CUADRO 21A Causas de Rechazo en la Producción de Brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.....	61
CUADRO 22A Presupuestos parciales en la evaluación de productos para el control de <i>Plutella xylostella</i> L. Bárcena Villa Nueva, 1999.....	62

INDICE DE FIGURAS

	Pág.	
FIGURA 1	Numero de larvas de <i>Plutella xylostella</i> L., encontradas en 10 plantas, en el cultivo de brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.....	36
FIGURA 2	Fluctuación promedio de las poblaciones de <i>Plutella xylostella</i> L. Presentes en las diferentes dosificaciones evaluadas, en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, 1999.....	43
FIGURA 3	Rendimiento neto de floretes de brócoli, en kilogramos por hectárea. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, 1999.....	47
FIGURA 4	Causas de rechazo en la producción final de brócoli, Bárcena Villa Nueva, 1999.....	49

EVALUACION DE TRES PLAGUICIDAS EN DIFERENTES DOSIFICACIONES
PARA EL CONTROL DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella*
xylostella L.) EN BROCOLI (*Brassica oleracea* var Itálica), CON USO DE NIVEL
CRITICO DE APLICACION EN BARCENA, VILLA NUEVA

EVALUATION OF THREE PESTICIDES IN DIFERENT DOSAGES,
TO CONTROL THE DIAMONDBACK MOTH (*Plutella*
xylostella L.) IN BROCOLI (*Brassica oleracea* var Itálica), USING AN ACTION THRESHOLD FOR
APLICACION, IN BARCENA, VILLA NUEVA

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la aldea Bárcena, Villa Nueva, durante el período comprendido entre julio y octubre de 1999. La finalidad del mismo fue evaluar la efectividad de tres plaguicidas, aplicados en la producción de brócoli y específicos para el control de lepidópteros. Entre los lepidópteros que atacan el brócoli se encuentra la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.), considerada la plaga más importante de las que afectan al cultivo. Se dice que es la plaga más importante debido a las pérdidas que causa con respecto a la calidad, por el alto costo de su control y por la versatilidad de sus poblaciones a crear resistencia a los plaguicidas.

Los pesticidas evaluados fueron el químico Indoxacarb, y dos productos biológicos, uno a base de (*Bacillus thuringiensis* Berliner variedad Kurstaki) y otro a base de Virus de Poliedrosis Nuclear. Se consideró la dosis mínima, media y máxima, de cada uno de los productos, teniéndose en total nueve dosificaciones. Cada una de ellas se constituyó en un tratamiento, el cual fue aplicado en base al nivel crítico de 2 larvas en 10 plantas muestreadas. Se obvió la presencia de un testigo absoluto para evitar fuentes de inóculo y por tratarse de un experimento que considera un nivel crítico de aplicación. Los muestreos se realizaron a cada 5 días, iniciándose al día 18 después del trasplante y se continuaron durante todo el desarrollo del cultivo.

Para encontrar el producto con el que se consiguiera el rendimiento neto más alto, así como la dosificación que originara el mayor rendimiento neto para cada producto en particular, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones. El material experimental fue el híbrido de brócoli Legacy.

Todos los rendimientos estuvieron por arriba de los 10,000 kilogramos por hectárea y, no presentaron diferencia significativa, como resultado de la aplicación de las dosificaciones evaluadas. Existió diferencia en cuanto al número de aplicaciones, aspecto que fue considerado al momento del análisis económico.

Se concluyó que la falta de diferencia entre los rendimientos, se debió a que las aplicaciones se efectuaron en base a un nivel crítico, por lo que se ejerció un control continuo y oportuno, sobre el desarrollo de las poblaciones del insecto en estudio. En ninguno de los tratamientos se sobrepasó los límites establecidos para el control de calidad, cuantificado por el número de larvas y pupas presentes en el producto final y del rechazo total obtenido, solamente el 1% fue a causa del daño y presencia del insecto.

Se recomendó el uso de cualquiera de los tres productos evaluados, utilizando el nivel crítico de 2 larvas en 10 plantas, para mantener bajo control las poblaciones de Plutella xylostella L., en cualquiera de las dosificaciones proporcionadas por las casas fabricantes, aunque desde el punto de vista económico, se recomienda la dosis media del Indoxacarb (0.050 kilogramos por hectárea), la cual originó el presupuesto parcial más bajo.

1. INTRODUCCION

Guatemala es un país que se ha caracterizado por depender de la agricultura como principal fuente de ingresos en su economía. En el pasado se ha trabajado en la diversificación de cultivos, dando como resultado la adopción de nuevas alternativas agronómicas de producción. Uno de los cultivos que ha cobrado importancia es el brócoli, llegando a aumentar su volumen de producción de 316 a 30,000 toneladas métricas durante las dos décadas pasadas, según datos de la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales (2). El volumen de producción es destinado, en su mayoría, al abastecimiento del mercado de Centro América, Estados Unidos y Europa.

Los floretes de brócoli exigidos en el mercado externo, se caracterizan por ser de alta calidad y estar libres de residuos de plaguicidas no registrados en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos -EPA¹. Para evitar pérdidas por rechazos y seguir siendo competitivos, se hace necesaria la utilización de productos registrados en Guatemala, que aplicados con base en niveles críticos permitan la obtención de un producto de calidad y de rentabilidad aceptable.

La producción de brócoli, como la de otros cultivos se ve afectada por muchas razones. Una de las principales es el ataque de plagas. De las plagas se puede mencionar a *Plutella xylostella* L., cuyo ataque por sí sólo es capaz de causar pérdidas de hasta 30% de producción de brócoli (6). Por los problemas que causa, por el alto costo de su control y por la versatilidad de sus poblaciones a crear resistencia a plaguicidas, este insecto es considerado la plaga más importante del cultivo (6, 7, 14, 19, 21, 23, 30).

Por lo anterior, la presente investigación evaluó un producto químico de reciente introducción en el mercado, como lo es el Indoxacarb y dos plaguicidas biológicos de uso común, tal es el caso del *Bacillus thuringiensis* Berliner variedad Kurstaki y el Virus de Poliedrosis Nuclear, específicos para el control de lepidópteros, entre los que se encuentra (*Plutella xylostella* L).

Cada plaguicida se evaluó en tres dosificaciones, siendo estas la mínima, media y máxima, recomendada por las casas fabricantes. El total de tratamientos resultantes fue de 9, obviando la presencia de un testigo absoluto, para evitar fuente de inóculo y por tratarse de un estudio basado en un nivel crítico de aplicación. El nivel crítico de aplicación fue de 2 larvas en diez plantas, con un intervalo de muestreo a cada 5 días.

¹ EPA=Environment Protection Agency

Los objetivos del trabajo persiguieron encontrar, tanto el mejor producto, como la dosificación más eficaz de cada uno de ellos, para controlar las poblaciones de *Plutella xylostella* L. La eficacia del control se evaluó en base al rendimiento neto obtenido en kilogramos de floretes por hectárea. Se estableció además cual de todas las dosificaciones sometidas a evaluación, produjo el beneficio económico más alto.

En la evaluación se aplicó, un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones, utilizando el híbrido Legacy como material experimental, en la aldea Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. El ensayo se realizó durante el período comprendido entre junio y octubre de 1999.

Se presenta datos sobre el comportamiento de la plaga durante el desarrollo del experimento, así como datos sobre las causas que originaron el rechazo, para conocer mejor el efecto de cada dosificación en particular.

Los rendimientos estuvieron todos por arriba de 10,000 kilogramos por hectárea, con un máximo de 10,787.44 un mínimo de 10,115.65 y una media de 10,447.51 kilogramos por hectárea. La diferencia entre los rendimientos no fue significativa, como resultado de haber aplicado las diferentes dosificaciones en estudio. Así mismo, no existió diferencia entre las dosificaciones para cada producto en particular. Se concluyó que la igualdad en los rendimientos se debió al uso del nivel crítico, de lo que derivó un control continuo y oportuno sobre las poblaciones del insecto.

En ninguno de los tratamientos se sobrepasó los límites establecidos para el control de calidad, cuantificado por el número de larvas y pupas presentes en el producto final y del rechazo total obtenido, solamente el 1% fue debido al daño de insectos. Los tratamientos fueron diferentes solamente en cuanto el número de aplicaciones efectuado, dato que fue considerado al momento de realizar los presupuestos parciales derivados del uso de los tratamientos.

Se recomendó el uso de cualquiera de los tres productos evaluados, utilizando el nivel crítico de 2 larvas en 10 plantas, para mantener bajo control las poblaciones de *Plutella xylostella* L., en cualquiera de las dosificaciones proporcionadas por las casas fabricantes, aunque desde el punto de vista económico, se recomienda la dosis media del Indoxacarb (0.050 kg/ha), la cual presentó una el presupuesto parcial mas bajo.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Durante los últimos 20 años, el brócoli ha demostrado ser una hortaliza rentable y, aunque su cultivo implique riesgos como cualquier otro, su volumen de producción ha aumentado casi 100 veces, durante ese periodo (1980 - 1999) (14).

La producción de brócoli, es destinada en su mayoría, para el abastecimiento del mercado externo, en donde los parámetros de aceptación exigen un alto nivel de calidad. El producto debe ser de buena presentación, lo que incluye la ausencia de insectos y del daño causado por ellos. El producto de exportación debe además haber sido tratado con productos autorizados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos -EPA- y los residuos de los plaguicidas autorizados por ellos no deben sobrepasar los niveles permitidos (14).

De no conseguirse un producto de primera calidad, de sobrepasar los niveles de plaguicidas autorizados por la EPA o por el uso de plaguicidas no autorizados, se tiene rechazos, siendo en algunos casos de cosechas completas. Por ejemplo, Ochoa, *et al.* (23), afirman que de 10% a 15% de las muestras analizadas en las agroexportadoras son rechazadas. En casos extremos, los exportadores pierden además del producto, el costo de procesamiento y transporte del mismo e incluso, la confianza de los compradores, traduciéndose en pérdida para el sector productivo y el país exportador. Aunque la producción no sea rechazada en su totalidad, la rentabilidad del cultivo es afectada negativamente al incrementarse los costos por concepto de control de plagas, así como por tener que efectuar actividades extras de limpieza manual del producto -desgusanado-.

La principal causa de rechazo es debida al ataque y presencia en el producto final, de la palomilla Dorso de Diamante (*Plutella xylostella* L.). Esta plaga es capaz por si sola de ocasionar pérdidas de hasta 30% de la producción, como lo menciona Orozco (24). Se considera a *Plutella xylostella* L. la plaga más importante del cultivo, debido entre otras razones, a la versatilidad de sus poblaciones a crear altos niveles de resistencia a los insecticidas, según coinciden varios autores (6, 7, 14, 19, 21, 23, 30).

Existe desconocimiento acerca del comportamiento de esta plaga y su relación con la etapa fenológica del cultivo. Su control se ha caracterizado por el hecho de realizar aplicaciones de plaguicidas en forma calendarizada y durante todo el ciclo del cultivo. Al calendarizar las aplicaciones de plaguicidas, no se toma en cuenta los niveles de población de la plaga, las que muchas veces no alcanzan niveles críticos que justifiquen las aplicaciones.

Lo anterior, unido a la poca disponibilidad de plaguicidas autorizados por la EPA, obliga a los productores a realizar aplicaciones de los mismos insecticidas en forma repetida y sin variar los ingredientes activos, con lo que el riesgo del desarrollo de resistencia de parte de la plaga aumenta. Así mismo, aumenta el riesgo de sobrepasar los niveles permitidos de residuos tóxicos, por requerirse cada vez de una mayor cantidad de plaguicidas para mantener bajo control las poblaciones resistentes.

Al efectuar un número mayor de aplicaciones, muchas de ellas innecesarias, la rentabilidad del cultivo se ve disminuida y las probabilidades de rechazo aumentan, sin considerar por otro lado el daño ambiental que se deriva del mal uso de los plaguicidas.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CULTIVO DEL BROCOLI EN GUATEMALA

El brócoli se ha convertido en uno de los productos de exportación de mayor importancia. Esto se debe a que en las últimas décadas los cultivos tradicionales han sido desplazados por hortalizas con demanda en el extranjero, tanto en estado fresco como congelado, como lo cita Mendoza (20).

Según datos de cuarentena vegetal, citados por Mendoza (20), el ingreso por concepto de exportación de brócoli para la década de 1978 a 1988, aumentó de Q. 265,724.13 a Q. 8,269,187.15, originados por un volumen de producción que aumentó de 326.35 a 10,845 toneladas métricas. Para 1991, Ochoa y Leal (23), reportan una producción de 15 mil toneladas métricas, con un valor de Q. 31,822,053.00, cosechadas en un área de 4,900 ha.

A pesar de las pérdidas ocasionadas por plagas, las exigencias del mercado, los rechazos y otros factores adversos, el cultivo de esta hortaliza sigue en aumento. Datos de la Gremial de exportadores respaldan lo expuesto anteriormente, ya que para el año de 1996 se reporta una producción de 37,761 Tm, 36,968 Tm para 1997, 38,079 Tm para 1998 y 39,236 Tm para 1999 (2).

Las zonas tradicionales de producción de brócoli son: Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala y Sololá. La producción se ha ampliado a otros lugares como: Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Jalapa, Chiquimula, Zacapa, Alta y Baja Verapaz. El cultivo lo realizan pequeños y medianos productores, quienes además de utilizar mano de obra familiar, emplean mano de obra contratada. En las plantas de procesamiento, también se contrata a obreros, para realizar labores de clasificación, empaque y embarque (23).

Los altos volúmenes de producción, la cantidad de área y productores dedicados a la producción de esta hortaliza, que cada vez van en aumento, demuestran innegablemente la importancia que la misma ha adquirido en los últimos veinte años. Sin embargo, el mercado libre y las exportaciones provenientes de nuevos países pueden tener impacto en el futuro y sobre la producción de brócoli guatemalteco.

3.1.2. CARACTERISTICAS BOTANICAS DEL BROCOLI

Cáceres (1980) citado por Orozco (24), menciona que el brócoli es una planta de la familia Cruciferae del orden Capparales. Su ciclo vegetativo varía entre 120-150 días, en su estado de madurez la planta emite entre 9 y 11 hojas grandes.

Las hojas suelen ser de color verde oscuro, rizadas, festoneadas con ligerísimas espículas, presentando un limbo hendido, que en la base de la hoja puede dejar en ambos lados del nervio central pequeños fragmentos de limbo foliar, a modo de folíolos. Las hojas suelen ser pecioladas, siendo erectas y se extienden más en forma horizontal y abierta (22).

Sus tallos principales rematan en una masa globulosa de yemas hipertrofiadas lateralmente, capaces de rebrotar. Las masas de inflorescencias hipertrofiadas son color verdoso grisáceo o morado, el grado de compactación es mediano (pellas abiertas). Las flores son amarillas, agrupadas en inflorescencias racimosas, de polinización alógama y la fructificación se produce en silículas. Las semillas son redondeadas de color parduzco, en un gramo pueden contenerse unas 350 semillas con una capacidad germinativa media de unos cuatro años (22).

Cronquist (1986), citado por Orozco (24), hace referencia a la existencia de 41 especies de la familia cruciferae, característica por poseer flores con cuatro sépalos, cuatro pétalos que se abren formando una cruz.

3.1.3. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

3.1.3.1. CLIMA

El brócoli se desarrolla mejor en climas templados a fríos, a altitudes de 1050 a 2700 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas medias que oscilan entre 15 a 21 grados centígrados. No resiste heladas severas y no produce yemas florales a temperaturas superiores de 30 grados centígrados, como lo cita Mendoza (20).

Cáceres (1980), citado por Orozco (24), indica que tanto el brócoli, como otras coles, son hortalizas de clima fresco o templado. Burgos (1983), citado por Vargas (30) refiere que a temperaturas mayores de 24 grados centígrados, la planta permanece sin florecer y cuando emite inflorescencias, estas toman

pigmentaciones rojizas, lo que demuestra que no es propia de cultivarse en climas tropicales. Cáceres (1983) citado por Orozco (24), indica que el cultivo requiere temperaturas que oscilan entre 26 y 30 grados centígrados, en el suelo, para la germinación de la semilla.

Debe considerarse que con el avance en la mejora fitogenética, cada vez se consiguen variedades adaptadas a condiciones cada vez más específicas, ampliándose el rango de condiciones convenientes para este cultivo.

3.1.3.2. SUELO

El brócoli se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos, como lo cita Orozco (24), con pH de 5.5 a 6.8. La hortaliza es poco tolerante a la mucha acidez y puede crecer a un pH de 7.6, adaptándose mejor a los suelos ácidos que los coles y repollos, además Holle y Montes (1982), citados por Morales (22), indican que el brócoli es un cultivo que tiene mediana resistencia a la salinidad.

El cultivo requiere suelos bien drenados, con alto contenido de materia orgánica y buena retención de humedad, tal y como lo cita Mendoza (20). Aunque el rango de textura a que se adapta, es amplio, prefiere los suelos francos y franco-arcillosos (18).

3.1.3.3. FERTILIZACION

El brócoli al igual que cualquier otro cultivo, necesita extraer del suelo macro y micronutrientes esenciales para su completo desarrollo. La disponibilidad de estos nutrientes varía con todo tipo de suelo y, es necesario realizar un estudio detenido de cada uno de ellos, tanto de la disponibilidad así como de otras características inherentes a cada sustrato, tales como pH, contenido de materia orgánica, textura, etc. Según Gudiel (18), para una producción aproximada de 9,700 kilogramos por hectárea, el cultivo extrae alrededor de 190 kg. de nitrógeno, 85 kg. de fósforo, 265 kg. de potasio y 10 kg. de Boro.

En general, se puede decir que se logran buenos rendimientos en suelos fértiles, ricos en materia orgánica y, cuando los elementos no están presentes en el suelo, deben proporcionarse los fertilizantes adecuados en las cantidades y momento oportuno a las plantas, todo esto basado en un estudio previo (18).

El ICTA (15) recomienda aplicar fertilizantes completos y nitrogenados, a razón de 649 kg/ha (15-15-15) o 340 kg/ha (20-20-00), aplicados 10 días después del trasplante. 30 días después del trasplante repetir aplicando 130 kg/ha de urea (46-00-00) cuando se ha utilizado triple 15 ó 97 kg/ha (46-00-00) cuando se ha utilizado 20-20-00.

Knott (1982), citado por Morales (22), reporta que el cultivo del brócoli posee alto requerimiento de boro en cantidades superiores a 0.5 p.p.m. en el suelo, por lo que en determinadas ocasiones puede ser conveniente la aportación de boro en el abonado. Morales (21) recomienda para suplir el boro faltante, efectuar una aplicación de boro al 45 %, a razón de 1 gramo por planta. Gudiel (18) recomienda para evitar cualquier deficiencia de micronutrientes, realizar cuatro aplicaciones de fertilizante foliar, iniciando la primera a los 20 días después del trasplante y continuar luego a intervalos de 15 días, con dosis de 1 litro por hectárea.

Existen algunos fertilizantes de "fórmula especial", recomendados y fabricados por casas comerciales especialmente para este cultivo, tal es el caso de las fórmulas recomendadas por Morales (21). Estas son: 15-15-07- 3.8 Ca -1 Bo-4.5 S -0.7 Zn + Elementos menores, aplicada a razón de 545 kg/ha a los 5 días después del trasplante y 37-00-10-0.5 Bo + Elementos menores, aplicados 272 kg/ha 30 días después del trasplante.

3.1.3.4. RIEGO

El riego de cualquier cultivo estará siempre en función de las condiciones locales, ligadas directamente con el contenido de humedad del suelo, régimen de lluvias, evapotranspiración, velocidad de infiltración en el suelo y otras. Debe considerarse en primer plano los requerimientos hídricos del cultivo mismo, que junto a las condiciones mencionadas anteriormente determinarán la lámina de agua a aplicarse en el riego.

Aunque el brócoli haya sido considerada una planta tolerante a sequías, siempre debe darse los riegos necesarios durante la época seca para evitar que se afecte la producción. Uno a dos riegos por semana se consideran normales, como lo menciona Gudiel (18). Vargas (30) reporta resultados satisfactorios con intervalos de riego de 5 días, para la región de Villa Nueva, Guatemala.

3.1.3.5. EPOCA DE SIEMBRA Y DISTANCIAMIENTOS

La siembra puede efectuarse de forma directa o indirecta. La siembra indirecta es la más común. La etapa de semillero tarda entre 30 y 35 días, debiéndose tener un cuidado similar al semillero de cualquier otra hortaliza, en lo que respecta a fertilización, control de enfermedades, plagas, etc. (18). En la metodología del manejo integrado de plagas, aconsejan algunas prácticas con respecto al manejo del semillero, tales como: establecer el semillero en áreas aisladas de otras crucíferas, eliminación de malezas hospederas alrededor del semillero y destrucción del semillero al concluir el transplante (23).

Esta hortaliza puede cultivarse durante todo el año, siempre que exista una buena humedad en el suelo y, siempre que se cuente con sistema de riego. Es recomendable efectuar dos siembras en invierno, en los meses de mayo y agosto.

El ICTA (1992), citado por Orozco (24), reporta distancias de siembra que oscilan entre 0.4 m y 0.6 m entre plantas y surcos, respectivamente para obtener una densidad promedio de 34,500 plantas por hectárea.

Algunos autores reportan el uso de surcos dobles y surcos sencillos, tal es el caso de Cifuentes (9), quien al evaluar los dos arreglos de siembra, no encontró diferencia significativa entre tratamientos debida a este factor. Otros como Morales (21) recomienda un distanciamiento de 0.5 m x 0.45 m.

3.1.3.6. EXIGENCIAS FITOSANITARIAS

Al igual que otros cultivos, el brócoli requiere estar libre de malezas, plagas y enfermedades. Para ello existe una diversidad de métodos de control, entre ellos: culturales, químicos o biológicos, así como la aplicación conjunta de todos ellos.

El ICTA (15) recomienda mantener el cultivo libre de malezas, realizando una primera limpia a los 20 días después del transplante y una segunda limpia 40 días después del trasplante. En la segunda limpia se debe aporcar. Morales (21) recomienda que las limpias se realicen a los 15 y 30 días después del transplante, afirmando que es indispensable mantener libre el terreno durante los primeros 30 días, evitando la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio, provocada por las malas hierbas.

En las regiones en donde se produce brócoli, se reportan enfermedades comunes que afectan tanto la etapa de semillero como la de campo definitivo. Las principales son el Mal del Talluelo, causado por hongos de los géneros *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Verticilium*, *Pythium* y *Phytophthora*, la Mancha de la hoja (*Mycosphaerella* sp, *Cercospora* sp), la Mancha Oval (*Alternaria* sp.) Milidiu veloso (*Peronospora* sp) y Hernia de las coles (*Plasmodiophora* sp) (15).

Se ha reportado también el ataque de algunos géneros de nemátodos, como lo son *Meloidogyne* y *Heterodera*. Tanto para el control y prevención del ataque de nemátodos, como para las enfermedades mencionadas anteriormente, existe gran variedad de compuestos químicos, así como medidas culturales. Los plaguicidas deberán, preferiblemente, estar registrados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos -EPA-, para evitar rechazo en las exportaciones.

Con respecto a plagas insectiles, Carranza *et al.* (6) afirma que la presencia de estos en el producto de exportación es la principal limitante de la misma. Aunque *Plutella xylostella* L. es la especie más problemática, otras plagas son *Trichoplusia ni* (Huebner), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), *Leptophobia aripa* (Boisduval), *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) y *Myzus persicae* (Linnaeus).

Existe una gran variedad de productos químicos, orgánicos y biológicos, así como métodos culturales, para mantener las poblaciones de estas plagas a niveles aceptables. Cada día aparecen en el mercado nuevos productos, los que requieren ser evaluados conjuntamente con los ya existentes, para evitar algún tipo de resistencia por parte de las plagas. Debe considerarse además otros factores, como lo son el costo que representa el uso de algún tipo de control y la forma en que este repercute en el ambiente.

3.1.4. GENERALIDADES SOBRE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE

3.1.4.1. IMPORTANCIA EN GUATEMALA

La palomilla dorso de diamante es la plaga más importante del brócoli, así como de la mayoría de crucíferas en Guatemala (6, 7, 14, 30).

De acuerdo al MAGA (17), las poblaciones del insecto no llegan a afectar el rendimiento bruto del cultivo, pero sí afectan la calidad del producto final, llegando a convertirse en la causa más frecuente de rechazo de las exportaciones, como lo afirma Morales (21).

Unas de las razones por las cuales esta plaga sigue adquiriendo gran consideración en los lugares donde se cultiva brócoli ha sido la ausencia de fauna benéfica natural, especialmente parasitoides. Esto es relacionado con la capacidad de la palomilla para establecerse rápidamente en nuevas áreas productoras de crucíferas, así como la habilidad de los insectos adultos para emigrar a grandes distancias; esto último no ocurre con sus parasitoides, según lo reporta el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de México (1993), citado por Orozco (24).

El uso indiscriminado de plaguicidas, además de otros factores negativos, crea en esta plaga altos niveles de tolerancia a los mismos, por lo que cada vez los costos de su control, como el riesgo de rechazo por altos índices de residualidad de químicos se incrementan (23). Para citar un ejemplo, para 1991 las pérdidas por rechazo oscilaron entre Q. 318,220 y Q. 447,330.

Si se observa la importancia que el cultivo del brócoli ha representado para el país durante la última década, se podrá comprender la necesidad de seguir investigando sobre el eficiente control de plagas y, su principal problema *Plutella xylostella* L.

3.1.4.2. CLASIFICACION

Arias (3) indica que desde 1758 la palomilla dorso de diamante fue descrita por primera vez por Linnaeus, quien la clasificó como se conoce hoy en día. La clasificación del insecto se detalla a continuación:

Orden: Lepidóptera
 Familia: Plutellidae (Yponomeutidae)
 Género: *Plutella*
 Especie: *P. xylostella* L.

Se conoce también a la larva con los nombres de gusano eléctrico, cigarrito o brincador, mientras a las pupas se les ha dado los nombres de gusano entacuchado o con capucha, o gusano con poncho (21). Leal (19) hace referencia a la clasificación de *Plutella xylostella* L.) o (*Plutella maculipennis* L.) como un lepidóptero ubicado por la mayoría de autores dentro de la familia Yponomeutidae, subfamilia Plutellinae. Otros lo ubican directamente dentro de la familia Plutellidae.

3.1.4.3. ORIGEN Y DISTRIBUCION

Se tiene conocimiento que la palomilla es originaria de la región del Mediterráneo. Esta región se considera el centro de origen de las especies de plantas más importantes de la familia de las crucíferas, como lo cita Orozco (24).

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de México (1993), citado por Orozco, menciona que la plaga *Plutella xylostella* L. se ha reportado en todas las áreas alrededor del planeta en las cuales se cultiva crucíferas. Este es el caso de zonas de reciente introducción del cultivo de crucíferas como países del Caribe, Africa y Asia, en donde se ha constituido en verdadero problema (30). Este insecto es cosmopolita, y se tiene registro de su daño en otros países como Estados Unidos, Australia y otros de Europa y América del sur, en donde ha causado serios estragos (25).

3.1.4.4. HOSPEDEROS Y CUADRO DE DAÑOS

Herrera (1988), citado por Arias (3), reporta como principales hospederos a las crucíferas cultivadas y a las malezas, mencionando que en Honduras se ha encontrado la palomilla en malezas como la mostacilla o rábano silvestre (*Brassica campestris* L.) y el mastuerzo (*Lipidium virginicum* L.).

Herrera (1988) citado por Arias (3), indica que el daño comienza desde el semillero, incrementándose con severidad cuando las plántulas son trasplantadas. La larva mastica el follaje, durante los primeros estadios hace galerías en las hojas tiernas y sólo se alimenta de tejido esponjoso. Conforme aumenta el tamaño de la larva, el daño va siendo mayor, llegando a consumir todos los tejidos de las hojas. Puede también barrenar las cabezas y floretes de las crucíferas.

Cuando el número de larvas persiste en una cabeza o en un florete, se observan galerías, minas o perforaciones, que dan origen a pudriciones secundarias causadas por hongos y bacterias, alterando el valor comercial y comestible de las hortalizas. El valor comercial se ve afectado también por la presencia de pupas, larvas y excrementos de estas en el producto final, según lo cita Mendoza (23).

3.1.4.5. CICLO BIOLÓGICO

Las hembras de los imagos inician la oviposición en el brócoli de 15 a 20 días después del trasplante. La palomilla es un insecto holometábolo, por lo que pasa por los estados biológicos de huevo, larva, pupa y adulto. Cada uno de estos estados se describe a continuación:

a. **Huevo:** Según Barrios (1986), citado por Mendoza (20), los huevos son de color blanco amarillento, casi esféricos y de 0.5 mm de diámetro. La hembra oviposita sus huevos en grupos aislados de 2 a 4 y puede poner hasta 200 en el envés de las hojas.

El insecto prefiere las hojas recién formadas para ovipositar. Casi nunca los huevos quedan expuestos al ambiente, como lo cita Orozco (24). Barrios (1986) citado por Mendoza (20), indica que bajo niveles de infestación muy altos, la hembra puede ovipositar incluso en las cabezas del brócoli. Los huevos eclosionan de 3 a 10 días luego de la oviposición, dependiendo la duración de este período principalmente de la temperatura. Este período puede ser de 2 días como mínimo a una temperatura de 27.8 °C.

b. **Larva:** La larva es de color verde pálido a verde azulado. En su último estadio puede medir entre 10 y 12 mm. Barrios (1986), citado por Mendoza (20) reporta que las larvas recién eclosionadas son de color crema, con un punto negro en el extremo que corresponde a la cabeza y, conforme aumentan los estadios la coloración se va tornando de verde claro a un verde pálido hasta llegar a un acuá, próxima a empupar. El rango de coloración puede variar aún más, pues algunos autores reportan color ocre pálido, amarillo claro o castaño oscuro con las manchas oculares negras. La larva pasa por cuatro estadios de desarrollo, midiendo de 2 a 12 mm. Esta forma del insecto tarda de 14 a 21 días. Ochoa (1991), citado por Orozco (24), reporta que las larvas viven 23 días a 23 °C y 5 solamente a 27.8 °C bajo condiciones de laboratorio.

La larva es ahusada ligeramente en sus extremos, los segmentos están bien diferenciados y cubiertos de pequeñas vellosidades de color negro. La larva tiene la característica de ir dejando un hilo sedoso, de modo que al ser molestada se deja caer y queda suspendida de este como lo cita Orozco (24) o, con un movimiento brusco, se retuercen y finalmente quedan inmóviles en una posición de herraje, según lo cita Arias (3). Por lo general la larva de primer y segundo instar mina entre las capas cerosas epidermales de las hojas, mientras que la larva de tercer y cuarto instar se alimenta por el envés consumiendo toda la lámina foliar. Cuando existe florete, las larvas del cuarto instar se instalan dentro del mismo dando inicio al estado prepupal, ocasionando con ello daños por contaminación, citado por Arias (3).

c. Pupa: La larva teje un cocón blanco dentro del cual se transforma. Esta estructura –capullo sedoso- la adhiere a diferentes partes de la planta y es una protección física contra algunos parásitos o depredadores. Las pupas se encuentran sujetas a la superficie de las hojas y son de color verde al inicio, luego se torna de color café amarillento. Este estado dura entre 7 y 14 días (19).

d. Adulto: Luego de emerger de la pupa, el adulto inicia inmediatamente una nueva generación al aparearse y ovipositar originando un nuevo ciclo. En los adultos, las alas anteriores son café grisáceo, con un dibujo en forma de diamante. Las alas posteriores son café pálido, con un fleco de pelos largos (19). El macho presenta en su base dorsal un color crema con forma de tres diamantes, los cuales se distinguen cuando las alas están plegadas (3); las alas anteriores de estos tienen pequeños puntos negros en sus márgenes, que le dan una coloración oscura resaltando la figura de los diamantes.

Los adultos son relativamente quietos durante las horas del día, aunque vuelan rápidamente en zigzag 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. Las hembras, según refiere Barrios (1986) mencionado por Arias (3), ovipositan en sus primeros días después la emergencia, declinando la oviposición posteriormente. Los imagos se ven volar inicialmente a principios de la primavera y se cree que estos ibernan ya sea en plantas crucíferas silvestres o cultivadas.

Barrios (1988), citado por Arias (3), indica que la palomilla es más activa al atardecer y en parte de la noche. La mayoría de estos adultos emergen durante la mañana y se encuentran listos para copular al atardecer del mismo día, alimentándose del néctar de las flores y de gotas del rocío (21). Los adultos son débiles para volar, la palomilla rara vez vuela arriba de los 1.5 m del suelo y no más de 3.0 m en forma horizontal. Cuando son disturbados se mueven rápidamente, siendo el vuelo en forma de rápidos saltos de planta a planta (21).

El ciclo desde huevo hasta adulto puede tardar de 25 a 45 días y, varía de acuerdo con las condiciones del clima, principalmente de temperatura, según lo cita Orozco (24). En promedio podría decirse que el ciclo completo tarda 35 días, por lo que la plaga puede presentar hasta 11 generaciones al año, tomando en cuenta que a temperaturas altas el ciclo es más corto, y a temperaturas bajas el ciclo es mas largo. Herrera (1988) citado por Arias (3), afirma que la hembra vive un promedio de 16.2 días y el macho 12.1 luego de llegada su etapa adulta.

Herrera (1988), citado por Arias (3), observó que las hembras copulan una sola vez, mientras que los machos, atraídos por las hembras vírgenes copulan varias veces. El período de copulación comienza después del crepúsculo y alcanza su pico máximo unas dos horas más tarde.

3.1.4.6. DIAGNOSTICO DE LA PLAGA EN RELACION A LA ETAPA FENOLOGICA DEL CULTIVO

Según investigaciones realizadas en Costa Rica (1990), citadas por Orozco (24), el diagnóstico de esta plaga en función de la etapa fenológica del cultivo, puede realizarse observando los daños en la planta y algunas características del comportamiento del insecto, tal como se describe a continuación:

Etapa de crecimiento y formación de follaje: Plántulas con perforaciones completas o parciales en las hojas, que dejan intacta la epidermis superior; hay minas en el ápice y presencia de larvas pequeñas de color verde.

Etapa de inicio de brotación floral: Plantas con agujeros o con perforaciones parciales en las hojas que dejan intacta la epidermis superior en las hojas exteriores y preformación del brote floral. Presencia de larvas pequeñas de color verde, que al caer quedan suspendidas de un hilo de seda.

Etapa de maduración y corte: Plantas con agujeros y con perforaciones parciales en las hojas, que dejan intacta la epidermis superior en las hojas exteriores y en la zona de la formación de la cabeza. Presencia de larvas de color verde que al caer quedan suspendidas de un hilo de seda.

Orozco (24), determinó que las etapas de mayor susceptibilidad del brócoli al ataque de *Plutella*, son la de botón floral y época de maduración y corte.

3.1.4.7. FACTORES DE MORTALIDAD DE PLUTELLA.

Este, como todos los organismos vivientes es vulnerable en todas sus etapas a diversos factores biológicos o físicos, así:

Huevo: Según investigaciones realizadas en Honduras (27), estos son parasitados por diversas especies de microhimenópteros, entre los que figuran *Trichogramma confusum*, *T. pretiosum* y *Trichogramatoidea bactrae*, entre otras.

Larva: Se considera a la larva como el estado más vulnerable a organismos patógenos, tales como hongos, bacterias y virus. Se han identificado más de 25 especies de Ichneumonídeos y Braconídeos, como parasitoides y constituyen uno de los factores de mortalidad más importantes. La larva es depredada también por crisopas, coccinélidos, chinches, arañas, hormigas y pájaros. Ochoa (23) reporta en trabajos sobre el parásito *Diadegma insulare* un promedio de 68.8% de parasitismo sobre las poblaciones de *Plutella* en el departamento de Chimaltenango.

Pupas: La sobrevivencia de éstas es afectada principalmente por temperatura y humedad, así como aves, bacterias, hongos y otros organismos, que en ecosistemas naturales y poco alterados, regulan su población (21).

La lluvia y el riego, ejercen un control físico sobre el adulto, siempre que ocurran en horas en que este sea activo, por ello Leal (19) recomienda efectuar la irrigación aérea durante la tarde.

3.1.5. METODOS DE CONTROL DE PLAGAS EN BROCOLI

Tanto *Plutella xylostella* L., como otros géneros de lepidópteros y áfidos, son plagas claves en crucíferas. Esto quiere decir que los niveles de población en equilibrio son superiores a los niveles de daño económico, por lo que es necesaria la aplicación permanente de métodos de control que permitan contrarrestar los daños que ocasionan a los cultivos.

A través del tiempo se ha experimentado muchas formas de control, cada una ha generado resultados satisfactorios en algunos casos e insatisfactorios en otros. Definitivamente en lo que coinciden la mayoría de investigadores es que el uso unilateral de un método, es ineficiente. Por ello, debe implementarse una integración de los diferentes métodos, combinando y alternando las diferentes prácticas, para ejercer un control adecuado del insecto y mantener la rentabilidad de los cultivos a un nivel apropiado.

Para el control de *Plutella xylostella* L. se han ensayado diversas prácticas, cada una caracterizada por peculiaridades que le proporcionan ventajas y desventajas en relación a otros métodos. A continuación se hace una breve descripción de las formas de control de uso más común en el cultivo del brócoli, tanto para *Plutella xylostella* L., como para otras plagas.

3.1.5.1.CONTROL CULTURAL

Para el brócoli y para otros cultivos, se recomienda dentro de las prácticas de control cultural, la siembra de plántulas vigorosas, evitar la presencia de hospederos (cultivos o malezas) en las cercanías, control de malezas crucíferas, intercalado de cultivos, irrigación del cultivo en el crepúsculo, destrucción de plantas que no se trasplantaron y remoción de rastrojos, ubicación de semilleros lejos del campo de cultivo y el uso de cultivos trampa (19). Existe una gran variedad de actividades tendientes a la prevención y control de las plagas.

3.1.5.2.CONTROL QUIMICO

El uso de los plaguicidas ha sido cuestionado por sus desventajas, tal como lo cita Díaz (11). De las desventajas se puede mencionar la aparición de especies resistentes a los compuestos químicos aplicados, reducción de la fertilidad y de la productividad de los suelos, la destrucción de los enemigos naturales de las especies perjudiciales, el aumento de la contaminación del suelo y de las aguas, así como la contaminación de los cultivos alimenticios.

La mayoría de desventajas del control químico mencionadas anteriormente, son derivadas del uso unilateral de plaguicidas, como único recurso de prevención y control de plagas, lo que podría ser mejor explicado como uso inadecuado de plaguicidas.

Actualmente se le está dando otro enfoque al uso de agroquímicos, menos nefasto y más benéfico derivado de considerar al uso de plaguicidas no como un método, sino como un complemento de los métodos de lucha relativos al cultivo de la tierra, aplicado bajo un estricto cuidado y conocimiento de su naturaleza y efecto.

Según lo cita Díaz (11), los primeros plaguicidas utilizados por el hombre eran compuestos inorgánicos y, aunque la mayoría de éstos han sido reemplazados por compuestos orgánicos, muchos se usan todavía extensamente (en su mayoría fungicidas). Los principales grupos de insecticidas que han sido utilizados son: organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides naturales y sintéticos, y algunos inhibidores de quitina.

La experiencia en el cultivo del brócoli para cada grupo, ha revelado resultados diferentes en cuanto a la eficacia de cada uno. Por ejemplo Chent y Noppum *et al.* (1984), citados por Arias (3), mencionan que los organofosforados son el grupo de insecticidas que mayormente se usa en la actualidad para el control de plagas de las crucíferas. Los organofosforados se comenzaron a utilizar como reemplazo de los clorinados, debido al alto grado de resistencia que han desarrollado los insectos a este grupo de insecticidas. Algunos organofosforados son compuestos altamente tóxicos para los mamíferos, aunque existen compuestos de baja toxicidad. Algunos comentarios de Cheng y Noppun *et al.*, (1984), citados por Arias (3), especifican que se determinó que para el caso de *P. xylostella* L. existe cierto grado de resistencia hacia los organofosforados.

Los carbamatos son ésteres del ácido carbámico. Estos insecticidas son muy específicos para unos insectos y casi no presentan toxicidad para otros. La toxicidad se debe a la inhibición de la colinesterasa. En este caso la inhibición es reversible, es decir que la enzima se regenera. Los carbamatos son bastante inestables, poco persistentes y se degradan por hidrólisis u oxidación, según Díaz (11).

En estudios mencionados por Arias (3), los insecticidas carbamatos y piretroides no ejercieron control satisfactorio sobre las larvas de *P. xylostella*. Para el caso de los piretroides, el comportamiento de fenvalerato y cipermetrina fue similar en dos fases de evaluación, esto hace creer que la palomilla dorso de diamante presenta resistencia actualmente a estos dos insecticidas.

3.1.5.3. CONTROL BIOLÓGICO

De Bach (1974), citado por Quezada (25), al referirse al control biológico lo hace en estos términos: "El control biológico en un sentido ecológico se puede definir como la regulación, por medio de enemigos naturales, de la densidad de población de otro organismo a un promedio menor del que existiría en ausencia de tales enemigos". Esta definición no abarca el grado de control biológico en un sentido económico ni mucho menos su manipulación por el hombre. Lo anterior es una definición del control biológico natural, que se da como producto de la evolución de los organismos. La utilización de enemigos naturales de las plagas para regular sus poblaciones involucra una serie de actividades que forman parte del control biológico aplicado, cuya historia se remonta al siglo pasado y, el cual cuenta con muchos casos exitosos en varios países del mundo. El control biológico clásico es una forma del control aplicado, que abarca el descubrimiento, importación y establecimiento de enemigos naturales exóticos con el fin de regular poblaciones de plagas introducidas o nativas en un país o región determinada, como lo menciona De Bach (1974), citado por Quezada (25).

En Guatemala se han realizado trabajos de investigación relacionados a la identificación y posterior uso de enemigos naturales de *Plutella xylostella* L., en crucíferas y más específicamente en el cultivo del brócoli. Algunos de los resultados obtenidos por el proyecto Manejo Integrado de Plagas, en sus diferentes fases, esclarecen algunas cuestiones e interrogantes sobre el tema. Se concluyó que el uso de insecticidas biológicos incrementa la eficiencia del control biológico natural ejercido por *Diadegma insularis* (6, 7, 23).

El control biológico inundativo, bajo las condiciones del altiplano central hecho por medio de *Trichogramma pretiosum* y *Chrysopa carnea*, no mostró efecto sobre los insectos plaga. No se logró establecer el control biológico clásico, mediante el uso de *Cotesia plutellae*, en localidades estudiadas en Chimaltenango, sin embargo no se hicieron estudios de laboratorio en condiciones más controladas (23). Otros estudios fueron realizados con las especies de enemigos naturales, con resultados más satisfactorios (7). Un ejemplo de esto último fue la evaluación de otras especies de depredadores, entre las que se evaluó el potencial de *Hippodamia convergens*, sobre huevos y larvas de *Plutella*, larvas de otros lepidópteros y áfidos.

Se estudió también el potencial de *Thrichogrammatoidea bactrae* y *Trichogramma pretiosum* para parasitar huevos de lepidópteros. El estudio fue efectuado por Carranza et al (7), quien obtuvo resultados poco satisfactorios. Se observó un parasitismo no mayor de 4.6% sobre los huevos en condiciones de campo, resultado bajo si se compara con niveles de parasitismo de hasta el 40% obtenido en Honduras. El bajo porcentaje de parasitismo se debió, según los investigadores, a las condiciones climáticas del departamento de Chimaltenango, recomendando posteriormente efectuar los trabajos en climas más cálidos para seguir estudiando el potencial de estas especies parasitoides.

3.1.5.4. CONTROL POR MEDIO DE ENTOMOPATOGENOS MICROSCOPICOS

El Control mediante el uso de agentes entomopatógenos microscópicos es aquel en el que el hombre hace uso de organismos microscópicos, enemigos naturales de las plagas, con el fin de mantener sus poblaciones bajo los niveles de daño económico. Específicamente en brócoli, se han realizado varios trabajos sobre insecticidas a base de organismos microbiales, tal es el caso del *Bacillus thuringiensis* Berliner y el Virus de Poliedrosis Nuclear.

Cremlyn (1985), citado por Arias (3), afirma que el *Bacillus thuringiensis* es el microorganismo más usado en control microbiológico de plagas. Su actividad está limitada especialmente a larvas de lepidópteros, no siendo tóxico para mamíferos y otros organismos.

Los cristales del bacilo son liberados junto con las esporas. La endotoxina, es el principal causante de la toxicidad en el insecto, aunque se ha logrado aislar otras cinco toxinas. El cristal actúa como veneno específico del tracto intestinal de la larva. Este se disuelve en el contenido alcalino del intestino de los insectos en estado larvario, la proteína es dirigida por enzimas que libera una o más toxinas. Esto provoca parálisis intestinal y destrucción de los tejidos intestinales, por lo que las actividades fisiológicas cesan.

Morales (21) asevera que después de ingeridas las esporas y los cristales del bacilo, la larva deja de comer, se deshidrata, cambia de color verde a amarillo y luego a café. La hemolinfa es consumida totalmente por las bacterias y la larva muere como máximo 3 días después de haberlas ingerido. Se ha comprobado, que las larvas jóvenes son más susceptibles que las larvas maduras y que las hembras son más susceptibles que los machos al efecto de la bacteria (6, 7).

El Virus de Poliedrosis Nuclear es de uso menos frecuente en nuestro medio, comparado con el *B. thuringiensis*. El virus actúa por ingestión, liberando en el interior de la larva viriones que invaden los tejidos susceptibles. Posteriormente principia la lisis y desintegración de células y tejidos. Las larvas disminuyen su actividad, luego de lo cual se hinchan, la epidermis se rompe haciendo que se liberen millones de cuerpos virales en el ambiente. Las larvas pequeñas que se infectan con virus mueren en menos de 3 días y las grandes de 4 a 9 días (1).

3.1.6. NIVEL DE DAÑO ECONOMICO Y NIVEL CRITICO

Actualmente hay una gran confusión en la literatura entomológica sobre el Nivel de Daño Económico, NDE ("economic injury levels"), y el Nivel Crítico o Umbral de acción ("action threshold"), como lo aclara Rosset (26). La tendencia según Rosset, ha sido de usar estos términos como si fueran intercambiables, aunque en realidad son conceptos muy distintos. Recientemente se han publicado algunas revisiones de literatura que aclaran esta situación. Para entender cada uno de ellos, a continuación se definen los conceptos.

a. **Nivel de Daño Económico (NDE):** es la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo del combate iguala al beneficio económico esperado del mismo. La acción de control "salva" una parte del rendimiento, lo cual se hubiera perdido si no se hubiese implementado el control (26).

Dicho rendimiento salvado, tiene un valor monetario, lo cual iguala el costo de implementar el control, si se lo implementa cuando la densidad poblacional de la plaga alcanza el NDE. En otras palabras, el NDE, es la densidad poblacional, de la plaga donde el valor del rendimiento salvado cubre exactamente los gastos del control. Si la densidad de la plaga es menor, no sería rentable implementar el control (26).

b. **Nivel Crítico:** es generalmente definido como la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción de control, para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro. Esto supone que hay un retraso entre la estimación de la densidad de la plaga (el monitoreo) y el control de la plaga. Nivel crítico o umbral de acción, se encuentra a una densidad menor de la plaga que el NDE, para permitir el tiempo en que actúa el método de control (26).

El umbral de acción es sumamente difícil de estimar, porque depende de la futura dinámica poblacional de la plaga. Normalmente requiere años de investigación para poder predecir el crecimiento futuro de una población. Se podría pensar también en otros criterios potenciales para determinar un umbral de acción. El nivel crítico puede depender, por ejemplo, de los factores subjetivos que incorpora el agricultor en su proceso de toma de decisiones, como lo son los recursos monetarios disponibles, el nivel de riesgo que está dispuesto a asumir, o el hecho de producir para autoconsumo versus querer maximizar su ganancia. Estos factores también son difíciles de cuantificar y difícilmente estarán al alcance del investigador, a diferencia del NDE que es relativamente fácil de estimar y podría servir como un primer paso o "umbral provisional", que divida acciones de control en dos grupos: las que se implementan muy debajo del NDE, que no son rentables y, las que se implementan en el NDE, donde los costos igualan al beneficio de la práctica (26). El mismo Rosset (27) más tarde en otra publicación, cuestiona los conceptos de NDE y umbral económico, aunque centra más su atención sobre los NDE, criticando la poca flexibilidad de los modelos económicos, al no considerar la respuesta de la población de la plaga después del método de control. Concluye su artículo aseverando que solo la experiencia práctica y la evaluación de varios umbrales pueden al final determinar cual de ellos es más eficiente, así como la aplicación de modelos económico-biológicos, para determinar los mismos (27).

Algunos autores hondureños recomiendan desarrollar niveles críticos precisos para el control de *Plutella xylostella* L. Para ello es necesario efectuar estudios complementarios acerca de las fluctuaciones de los precios del producto final y los insumos durante el año, determinar la relación precio/calidad del producto, comparar la precisión y factibilidad de diferentes métodos de muestreo y determinar un tamaño óptimo de muestra en base a muestreos comerciales, como lo cita Varela (30).

Se ha ensayado el uso de umbrales de acción para el control de lepidópteros en crucíferas. Entre otros Shelton (1988), en un reporte presentado en Honduras y citado por Varela (30), menciona que diferentes niveles críticos han sido desarrollados para repollo. Debido a la presencia de un complejo de lepidóptera, resultaba apropiado utilizar una escala común sobre la cual basar la decisión de aplicación. La base de la escala es la cantidad potencial del área foliar que puede ser consumida por cada insecto. Actualmente se investiga sobre el esclarecimiento de la influencia de los factores ambientales en los niveles de población de las plagas.

Para *Plutella xylostella* L., específicamente se han realizado trabajos sobre niveles críticos en crucíferas. De ellos que se puede mencionar uno realizado en Siguatepeque, Honduras, 1988 (8), en donde utilizando insecticidas químicos como testigo y, bajo la aplicación de un insecticida biológico a base de *Bacillus thuringiensis*, se evaluó diversas densidades de población. Las poblaciones se cuantificaron de diversas maneras, tales como incremento de 1 planta con daño por lectura semanal, incremento de 5, 10, 20 y 50 plantas con daño por lectura semanal. Se utilizó también para cuantificar las poblaciones, el vuelo de 1 a 5 palomillas adultas y vuelo de más de 5 palomillas adultas. Se evaluó la forma porcentual del número de larvas, en base al número de ellas presente en 10 plantas. Así, el ataque de una larva en diez muestreadas, equivale al 10%.

Muchos resultados interesantes se obtuvieron de este trabajo, siendo notorio el hecho de haber conseguido validar como umbral de acción el conteo de 10%, como tratamiento de mayor rentabilidad en esa localidad. Para 1992, Varela (30) recomienda en la publicación CEIBA, seguir desarrollando niveles críticos más precisos en base al nivel crítico ya establecido "1 larva de *Plutella xylostella* L. por cada diez plantas de repollo, realizando muestreos de acuerdo al método "número de larvas por planta".

En Guatemala se han realizado investigaciones para validación de niveles críticos de *Plutella xylostella* L. en brócoli. Uno de ellos es el trabajo de Perussina, Carranza y Salguero, presentado en 1993 (6), en el cual evaluaron los umbrales de 1, 2, 3, 4 y 8 larvas por 10 plantas muestreadas, junto a un testigo de aplicaciones calendarizadas, en la región de Chimaltenango. Los tratamientos no presentaron diferencias significativas en cuanto a rendimiento, pero sí en cuanto a calidad del producto y número de aplicaciones, por lo que al realizar análisis económicos determinaron como tratamiento más rentable, realizar aplicaciones al momento de presenciar 4 larvas en 10 plantas, para invierno y, 2 larvas por cada diez plantas en verano.

Orozco (24) basó su investigación de control químico y biológico, a diferentes etapas fenológicas de la planta de brócoli, utilizando un nivel crítico de 2.5 larvas de *Plutella xylostella* L. por metro cuadrado. Sin embargo, al momento de muestrear específica en su metodología, el conteo de larvas por 10 plantas de la parcela neta, como equivalente al metro cuadrado. El experimento fue realizado en época de invierno.

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE TRABAJO

3.2.1.1. UBICACIÓN

El terreno donde se realizó el experimento se encuentra en la Aldea Bárcena, Municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. La aldea cuenta con una población aproximada de 40,000 habitantes, dedicados a la producción de maíz, frijol, tomate, chile y cebolla principalmente. Parte de su población es empleada en la industria capitalina o fábricas maquinadoras vecinas a la aldea. La misma se encuentra a 20 kilómetros de la Ciudad capital de Guatemala, con acceso por la Carretera que conduce de Villa Nueva a Milpas Altas, Sacatepéquez y, dos accesos más por el Municipio de San José Villa Nueva y en el kilómetro 22 de la ruta nacional al Pacífico.

La altura sobre el nivel del mar es de 1,490 metros y se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas siguientes: 14° 32' 45" latitud norte y 90° 37' 20" longitud oeste, según el Diccionario Geográfico Nacional (16).

3.2.1.2. CONDICIONES CLIMATICAS

- | | |
|------------------------------------|---------------|
| a. Precipitación pluvial promedio: | 1,346 mm año. |
| b. Temperatura: | 25 °C máxima |
| | 18 °C media |
| | 11 °C mínima |
| c. Humedad relativa: | 76% |
| d. Velocidad del viento: | 10.4 km/h |

3.2.1.3. CONDICIONES ECOLOGICAS

De acuerdo a De la Cruz, J.R. (10), la zona de vida corresponde a Bosque húmedo sub-tropical templado.

3.2.1.4. CONDICIONES EDAFICAS

Según Simons, Ch. , Tárano, y J. Pinto (29), el suelo del área experimental corresponde a la serie Guatemala. Son suelos de textura franco-arcillosa, con pH de 5.5. a 7.0, color café muy oscuro. El material que les dio origen es ceniza volcánica, pomácea de color claro, clase agrológica I y II.

3.2.2. MATERIALES DE INVESTIGACION

3.2.2.1. BROCOLI HIBRIDO LEGACY

Este material es un híbrido con cabezas lisas y en forma de domo. Su grano es fino y las ramificaciones son altas, de tallo limpio y fuerte, sin brotes laterales. Es adaptable a las áreas de producción de clima fresco, con buen aguante en el campo, es apto para mercado fresco y de proceso. Es un material de maduración de ciclo completo. Su adaptación abarca de 800 a 2,500 metros sobre el nivel del mar. Se recomienda su siembra a distanciamientos de 0.40 x 0.40 metros, aceptando ligeras variaciones. Tarda 28 días en su etapa de semillero y llega de 58 a 60 días después del trasplante a la cosecha (4).

3.2.2.2. INSECTICIDA QUIMICO INDOXACARB

El ingrediente activo de este plaguicida es la molécula **INDOXACARB**, la cual se clasifica en el grupo de las **oxadiazinas** (13). Su vía efectiva de acción es primariamente por ingestión, aunque presenta además buena actividad por contacto. La molécula del ingrediente activo, actúa a través del bloqueo del voltage dependiente del canal de sodio. Insectos resistentes a otros insecticidas son generalmente susceptibles a este compuesto (13).

El indoxacarb es activo en todos los estadios larvarios, con algunos efectos ovicidas. Las larvas detienen su alimentación de 2 a 12 horas después de ingerido y presentan síntomas de inmovilidad, falta de coordinación y finalmente la muerte, antes de pasadas las 24 horas.

La actividad residual del Indoxacarb, varía entre los 5 y 10 días y su degradación por los rayos ultravioleta es de mínimo impacto sobre su eficacia de campo (13).

Algunas de sus características toxicológicas, además de las ya mencionadas, son sus dosis letales, siendo estas: **Oral LD 50, 1,732 mg/kg.** (machos), **Oral 268 mg/kg.** (hembras) y, **Dermal LD 50 >5,000 mg/kg.**

El Indoxacarb, es un insecticida específico para el orden Lepidóptera, aunque presenta de alguna manera efectos sobre unas especies de Homóptera y Hemíptera. De los géneros que controla, puede mencionarse los siguientes: *Helicoverpa*, *Lobesia*, *Cydia*, *Spodoptera*, *Trichoplusia*, *Ostrinia*, *Pieris*, *Plusia* y *Plutella*, entre otros (13).

No le ha sido detectada resistencia cruzada (con piretroides, carbamatos, organofosforados y B. *Thuringiensis*), en los géneros *Plutella*, *Heliothis* y *Spodoptera*. El riesgo de aplicación sobre insectos benéficos como predadores y polinizadores, ha sido catalogado de muy bajo impacto (13).

La presentación del insecticida Indoxacarb 30 WG, es gránulos.

3.2.2.3. VIRUS DE POLIEDROSIS NUCLEAR

El ingrediente activo del Virus de Poliedrosis utilizado equivale a 0.8 % de virus de poliedrosis nuclear de *Autographa californica* y 0.8 % de virus de poliedrosis nuclear de *Spodoptera sunia* (Guenee) (1).

El producto es clasificado como un larvicida biológico de amplio espectro, efectivo para el control de plagas lepidópteras. Está elaborado a base de una combinación de dos virus de poliedrosis nuclear y un fagoestimulante, produciendo un efecto sinérgico altamente letal para larvas. Las larvas que se contagian con el virus, liberan al morir grandes cantidades de viriones, contagiando a otras plagas.

El producto actúa por ingestión, en el interior de la larva los cristales liberan viriones que invaden todos los tejidos susceptibles. Posteriormente principia la lisis y desintegración de células y tejidos. Este producto no afecta insectos benéficos, como abejas, parasitoides ni depredadores.

Se sabe que no es tóxico para humanos, peces ni aves y, por ser biológico no hay posibilidades de que los productos de exportación sean rechazados por contaminación (1). No se tiene información de resistencia por parte de las plagas, desde que se ha sido usado este tipo de insecticida, esto data de más de 50 años (1).

De las plagas que controla este tipo de insecticida, puede mencionarse los géneros *Heliothis*, *Manduca*, *Spodoptera*, *Helula*, *Malcosoma*, *Trichoplusia*, *Euprostema*, *Diaphania*, *Reculatrix*, *Pectinophora* y *Plutella*, entre otros (1).

3.2.2.4. INSECTICIDA A BASE DE *Bacillus thuringiensis* Berliner variedad Kurstaki

Este insecticida biológico actúa contra larvas de lepidópteros que atacan los cultivos agrícolas. Su ingrediente activo se compone de esporas viables y cristales (delta endotoxinas), de la bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (12).

El plaguicida actúa sobre las larvas en cuanto éstas lo ingieren, como un veneno estomacal. Por ser de amplio espectro controla una gran cantidad de especies, de las que sobresalen por su importancia: *Plutella*, *Trichoplusia*, *Spodoptera* y *Pieris* (12).

El producto posee un elevado contenido de las endotoxinas Cry 1A(a), Cry 1A(b) y Cry 1A(c). La mezcla de toxinas en el insecticida utilizado, es más balanceada que la que ofrecen otros plaguicidas a base de *B. thuringiensis*, incluidos transconjugados y microencapsulados, según aseguran sus fabricantes (12).

El producto se encuentra a la par de organofosforados, piretroides y carbamatos más eficaces contra el control de algunas plagas, tal es el caso de *Heliothis sp.* llegando en algunos casos a superarlos. El producto puede mezclarse con otros, excepto aquellos de fuerte reacción alcalina (12).

La presentación a utilizarse será la de polvo humectable con 6.4% de esporas viables y cristales tóxicos de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*. Su potencia es de 32,000 unidades internacionales por miligramo de producto (12).

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Generar información técnica, factible de ser adoptada en la producción de brócoli, que incluya la identificación de nuevos productos, que al ser aplicados convenientemente en base al nivel de crítico de la plaga, por su eficacia y rentabilidad originen un mayor beneficio del cultivo.

4.2. ESPECIFICOS

- 4.2.1. Determinar el producto químico o biológico utilizado para el control de *Plutella xylostella*, que aplicado en base al nivel crítico, genere el mas alto rendimiento.
- 4.2.2. Determinar para cada plaguicida, la dosis que aplicada mediante el uso del nivel crítico, ejerza mejor control sobre la palomilla dorso de diamante, establecido por los rendimiento más elevados.
- 4.2.3. Encontrar el tratamiento químico o biológico más rentable, mediante el cálculo y comparación de la Tasa Marginal de Retorno de los mismos.

5. HIPOTESIS

- 5.1. Los productos evaluados para el control de *Plutella xylostella* L. ejercen el mismo control de la plaga, si las aplicaciones se realizan con base al nivel crítico, por lo tanto, no existe diferencia entre los rendimientos.
- 5.2. Las diferentes dosis de los plaguicidas evaluados, ejercen igual control sobre la palomilla dorso de diamante, por lo que los rendimientos no varían, siempre que las aplicaciones se efectúen a intervalos definidos por el nivel crítico.
- 5.3. Todos los tratamientos generan similares tasas de retorno marginal.

6. METODOLOGIA

6.1. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados se basaron en las dosis recomendadas por las casas fabricantes. De ellas se tomó la dosis mínima, media y máxima respectivamente, por lo que corresponde tres dosis para cada insecticida. Según los fabricantes de los plaguicidas, estas dosis deben ser utilizadas en base a la intensidad de la plaga pero en este caso, las aplicaciones a diferentes dosis, se realizaron cuando en los muestreos se alcanzó el nivel crítico de 2 larvas por cada 10 plantas.

Se obvió el uso de un testigo absoluto, para evitar la presencia de unidades experimentales que pudieran servir de inóculo a las parcelas vecinas, así como por tratarse de un ensayo que incluye el uso de un nivel crítico fundamentado en los muestreos (Cuadro 1).

Cuadro 1: Descripción de los tratamientos utilizados para el control de *Plutella xylostella* L. en brócoli, Bárcena, Villa Nueva, 1999.

No.	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIFICACION (INGREDIENTE ACTIVO)	DOSIFICACION (PRODUCTO COMERCIAL)
IN ₁	INDOXACARB	0.025 kg/ha	0.083 kg/ha
IN ₂	INDOXACARB	0.050 kg/ha	0.166 kg/ha
IN ₃	INDOXACARB	0.075 kg/ha	0.250 kg/ha
Bt ₁	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki	0.016 kg/ha	0.250 kg/ha
Bt ₂	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki	0.040 kg/ha	0.625 kg/ha
Bt ₃	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki	0.064 kg/ha	1.0 kg/ha
VP ₁	Virus de Poliedrosis Nuclear	0.016 kg/ha	1.0 kg/ha
VP ₂	Virus de Poliedrosis Nuclear	0.0192 kg/ha	1.3 kg/ha
VP ₃	Virus de Poliedrosis Nuclear	0.0256 kg/ha	1.6 kg/ha

6.2. MUESTREOS

Antes de implementar cualquier acción de control de plagas, es necesario realizar muestreos para conocer la densidad de población de los insectos. En este caso, los muestreos se realizaron cada 5 días, iniciándolos a los 18 días después del trasplante. Siempre que se alcanzó o sobrepasó el nivel crítico de 2 larvas por 10 plantas, se procedió a una aplicación de producto. Luego de cada aplicación se siguió con los muestreos, con la misma periodicidad con que se planificaron.

6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un arreglo experimental en bloques al azar balanceado. En cada bloque existió una unidad experimental para cada tratamiento, asignada completamente al azar. El arreglo incluyó la evaluación de nueve tratamientos con cuatro repeticiones para cada uno de ellos. La distribución de los tratamientos se muestra en el apéndice.

6.3.1. MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico utilizado para el experimento fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad \text{En donde:}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta medida en la i, j-ésima repetición.

μ = Valor de la media general.

τ_i = Efecto del i-ésima dosificación.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la i, j-ésima repetición.

6.3.2. AREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en un área de 1,940.4 m². En este espacio se montaron unidades experimentales de 9.8 m x 5.5 m, con una densidad poblacional de 154 plantas.

A cada parcela bruta se eliminó 2 surcos de cada cabecera, así como 2 plantas en cada borde. Con ello se tuvo una parcela neta de 3.5 m x 7 m, con un área de 24.5 m² y una población de 70 plantas. El distanciamiento de siembra entre plantas fue de 0.5 m sobre las mesas, en arreglo de surcos dobles en cada manguera de riego.

6.4. VARIABLES DE RESPUESTA

Para lograr alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación, se consideró las siguientes variables:

6.4.1. NUMERO DE LARVAS AL MOMENTO DE LOS MUESTREOS

Se consideró el número de larvas de *Plutella xylostella* L. al momento de los muestreos, así como el acumulado para determinadas etapas fenológicas del cultivo.

6.4.2. FLUCTUACION DE LAS POBLACIONES DE *Plutella xylostella* L.

Esta variable se consideró para establecer el comportamiento de la plaga debido a la aplicación de los tratamientos. La dinámica poblacional se obtuvo del promedio de todos los tratamientos, en cada muestreo efectuado.

6.4.3. NUMERO DE APLICACIONES

Se consideró el número de aplicaciones para el cálculo de los presupuestos parciales, necesarios para determinar la Tasa Marginal de Retorno.

6.4.4. RENDIMIENTO NETO

Del rendimiento total de cada unidad experimental, se restó el brócoli que no cumplió con las características de exportación, siendo estas: largo de inflorescencia hasta el final del tallo igual o mayor de 0.15 metros, no presentar manchas de color café, negro, amarillas o verdes.

Además, se consideró causa de rechazo, la presencia de floretes semifloreadas y con presencia de daños mecánicos o enfermedades, según estándares de la Campden Food And Drink Research Association, 1992 (5). Al producto restante, luego de descartar el producto que no cumplió con los requisitos de exportación, se hizo un control de calidad y, para ello se usó el estándar de la empresa Agriplan, citado por Carranza *et al.* (6) y utilizado además por INAPSA, citado por Orozco (24). El estándar esta basado en muestras de 10 kilogramos de floretes, bajo los parámetros del Cuadro 2. Para obtener el rendimiento neto, se restó el rechazo del rendimiento bruto.

Cuadro 2. Parámetros de aceptación y rechazo de brócoli por la presencia de larvas y pupas.

LARVAS	TOLERANCIA	RECHAZO
> de 7 mm	1 - 3	> ó = 4
< de 7 mm	3 - 5	> ó = 6
< 7 mm + > 7 mm	7	> ó = 8

Fuente: Agroexportadores INAPSA y AGRIPLAN, citados por Carranza (6) y Orozco (24).

Para conocer mejor el efecto de los tratamientos sobre la incidencia de la plaga, se consideró además otras variables. Estas variables están relacionadas con el rendimiento neto y el número de aplicaciones, por lo que sirven para respaldar y explicar en cierto modo la información presentada. Estas variables fueron:

6.4.5. CAUSA DE RECHAZO

Esta variable consideró aquellas razones por las cuales se obtuvo rechazo, tales como semifloración, manchas foliares, tamaño, daño físico y daño ocasionado por insectos. Se presentan los resultados para conocer cual fue el porcentaje de floretes rechazados por daño y presencia de insectos, comparado con las otras causas de rechazo.

6.4.6. NUMERO DE LARVAS Y PUPAS EN EL PRODUCTO FINAL

Se consideró como resultados el número de larvas y pupas obtenido en el análisis de calidad de las muestras de 10 kilogramos, mencionado en el inciso 6.4.4.

6.5. MANEJO AGRONÓMICO DEL EXPERIMENTO

El experimento se ejecutó con un manejo uniforme, en todo lo correspondiente a la etapa de semillero, fertilizaciones, riego y control fitosanitario, exceptuando el control de *Plutella xylostella* L.

6.5.1. SEMILLERO Y TRASPLANTE

La etapa de semillero se llevó a cabo en las instalaciones de Agropecuaria Popoyán, El Jocotillo Villa Canales, del 15 de junio al 15 de julio de 1999, de donde se trasladaron los pilones al área experimental. Los distanciamientos de siembra utilizados en el trasplante, fueron 0.4 y 1.0 metros entre surcos (arreglo en surcos dobles) y 0.50 metros entre plantas sobre los surcos. Este arreglo obedeció al sistema de riego existente en el terreno, por lo que entre surcos distantes a 0.4 metros se extendía una manguera de riego. La siembra se realizó el día 15 de julio de 1999. El terreno fue previamente preparado, con un paso de arado y uno de rastra. Luego del paso de rastra, se procedió al surcado.

6.5.2. FERTILIZACION

La fertilización se llevó a cabo aplicando 649 kilogramos por hectárea, de un fertilizante compuesto (15-15-15), 10 días después del trasplante. A los 30 días después del trasplante se aplicó 130 kilogramos por hectárea de urea (46-00-00). Para suplir las deficiencias de micronutrientes y elementos traza, se aplicó un fertilizante foliar (Wuxal), a razón de 1 litro por hectárea, iniciando la primera aplicación 20 días después del trasplante y continuándose a intervalos de 15 días.

6.5.3. CONTROL FITOSANITARIO

En lo correspondiente a malezas, se efectuaron 2 limpiezas, una a los 15 días después del trasplante y otra a los 20 días después de realizada la primera. Las limpiezas se hicieron de forma tradicional, mediante el uso de herramientas convencionales. A los 15 días después del trasplante, se efectuó el control químico de gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), zompopos (*Atta sp.*), gusano nochero (*Spodoptera sp.*) y pulgones. Los controles se efectuaron utilizando productos químicos específicos para cada insecto (Agriphos, Mirex y Thiodan). Iniciados los muestreos y la aplicación de los tratamientos, no se efectuó ningún control de otras plagas. Así mismo, no se realizó control de enfermedades, para evitar algún tipo de interferencia sobre el efecto sobre los plaguicidas biológicos.

6.5.4. RIEGO

Se regó una vez cada tres días, mientras fue necesario. El sistema empleado fue el de riego por goteo.

6.5.5. COSECHA

Se inició la cosecha a 70 días después del trasplante, cortando 15 centímetros por debajo de la inflorescencia. En todos los tratamientos se efectuaron 2 cortes. Del producto cosechado se eliminaron todos aquellos floretes que no cumplieron con los requisitos de exportación antes mencionados.

6.6. ANALISIS DE DATOS

6.6.1. RENDIMIENTO NETO

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre la producción, se consideró el rendimiento neto promedio de cada una de las dosificaciones. A los rendimientos se les realizó un análisis de varianza acorde al modelo estadístico.

6.6.2. OTRAS VARIABLES

Se interpretaron las otras variables como auxiliares en el análisis de la variable principal, a medida que esto fue siendo oportuno.

6.6.3. ANALISIS ECONOMICO

Respecto al análisis económico, se utilizó el de **TASA MARGINAL DE RETORNO**, la cual según Sitún (28), tiene su principal aplicación en evaluaciones económicas de resultados experimentales con varios tratamientos. Esta es una técnica de presupuestos parciales y consistió en evaluar las tasas de retorno obtenidas.

Una vez determinada la tasa marginal de retorno, se procedió a determinar cual tratamiento fue económicamente mejor.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

La presencia e intensidad de la plaga causa pérdidas en el rendimiento debido a bajas en la producción, demérito de la calidad del producto y finalmente rechazo. Por ello, para tener una mejor comprensión de los resultados se presenta datos sobre el comportamiento del insecto y su influencia sobre el rendimiento.

7.1. NUMERO DE LARVAS EN LOS MUESTREOS

De no haberse alcanzado el nivel crítico en ninguno de los muestreos, se diría que la presencia de la plaga no representó ningún riesgo y que por lo tanto el control no es necesario. En este caso, las poblaciones alcanzaron valores debajo del nivel crítico y por encima del mismo. Los muestreos se realizaron a partir del día 18 después del trasplante y se continuaron a intervalos de 5 días (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número promedio de larvas de *Plutella xylostella* L. en 10 plantas de brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.

Días después del trasplante>	18	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67
Fecha>	Agosto						Septiembre				
	3	7	12	16	21	31	5	10	15	20	25
Trat.	No. promedio de larvas										
IN ₁	0	3.50	0.00	6.25	0.75	3.25	2.50	1.00	0.00	0.50	0
IN ₂	0	3.75	0.25	4.75	1.25	0.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0
IN ₃	0	5.00	0.50	5.50	0.25	0.00	2.50	0.50	0.00	0.00	0
Bt ₁	0	2.75	2.25	14.75	2.00	3.75	5.00	1.50	1.50	0.00	0
Bt ₂	0	4.25	2.00	11.00	1.25	4.25	1.50	4.75	1.00	0.50	0
Bt ₃	0	2.25	3.25	6.50	0.25	1.00	2.50	0.50	0.50	0.00	0
VP ₁	0	2.75	2.25	14.00	1.75	3.25	2.00	3.00	2.50	0.50	0
VP ₂	0	3.00	3.50	8.50	1.75	5.50	1.00	2.50	0.50	1.00	0
VP ₃	0	2.75	1.75	16.00	3.25	8.75	5.00	4.00	0.00	0.00	0
Media	0	3.333	1.75	9.694	1.389	3.306	2.556	2.0833	0.667	0.333	0

Los valores de número de larvas en el día 18 fueron iguales a cero larvas por diez plantas. Conforme se fue avanzando en la investigación, el número de larvas aumentó, alcanzando sus máximos valores entre los días 32 y 47 después del trasplante. Del cuadro 3, se elaboró la Figura 1.

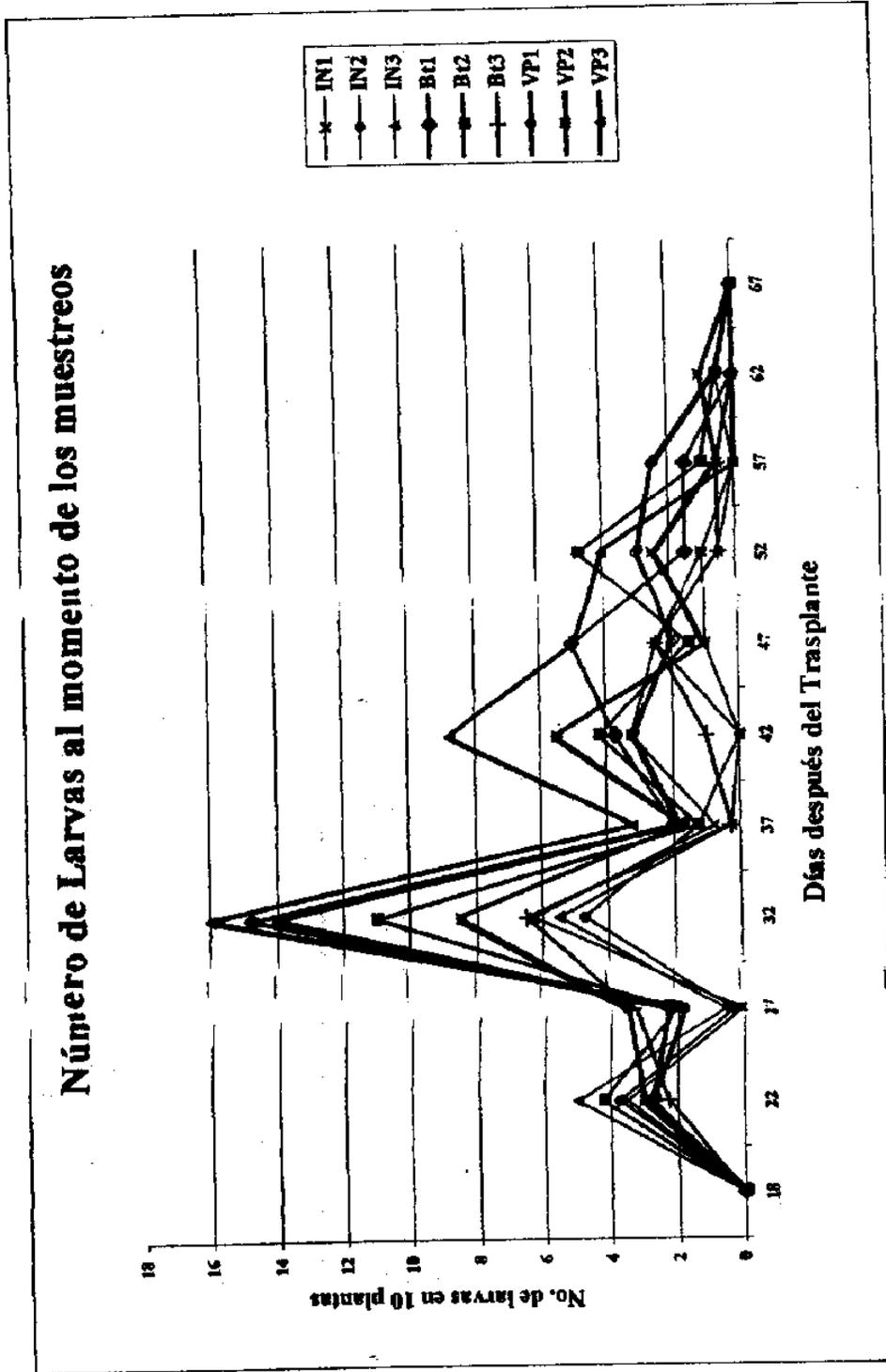


Figura 1. Número de larvas de *Plutella xylostella* L. encontrados en 10 plantas, en el cultivo de brócoli. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, 1999.

En la Figura 1, se presentan las líneas originadas de los valores del número de larvas obtenido para cada dosificación de insecticida. Los datos del número de larvas, se graficaron sobre el eje correspondiente al número de días después del trasplante, durante el cual se efectuó el muestreo.

A partir del octavo muestreo realizado el día 52 después del trasplante, el número de larvas presente, empezó a decrecer de forma continua para todas las dosificaciones aplicadas. La tendencia de todas las líneas para el día 62 después del trasplante fue decreciente y las mismas presentaron valores por debajo del nivel crítico de 2 larvas en diez plantas. Todas las líneas alcanzan un valor de cero larvas para el día 67 después del trasplante.

Poblaciones menores de larvas correspondieron a las dosificaciones del químico Indoxacarb, identificadas como IN₁, IN₂, IN₃, respectivamente. El pico más alto para este producto corresponde a 6 larvas en diez plantas, en el muestreo realizado el día 32 después del trasplante, para la dosificación IN₁, equivalente a 0.025 kilogramos por hectárea. Por otro lado, las líneas resultantes de los datos de los productos biológicos, alcanzaron valores máximos el día 32, con 14 larvas para el Bt₂ (*Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki 0.04 kilogramos por hectárea) y 16 larvas, en el caso del Virus de Poliedrosis Nuclear, en su dosis máxima de 0.0256 kilogramos por hectárea, identificado como VP₃.

El efecto de los plaguicidas fue diferente a lo largo del cultivo. Por ello, se acumuló el total de larvas muestreadas a los 32 días, a los 50 días y a los 65 días después del trasplante (cuadro 4).

Cuadro 4. Número de larvas de *Plutella xylostella* L., acumulado, encontrado en los muestreos en brócoli, a los 32, 50 y 65 días después del trasplante en, Bárcena, Villa Nueva 1999.

Tratamiento	Día 32 ddt	Día 50 ddt	Día 65 ddt
IN1	9.75	6.50	1.50
IN2	8.75	2.25	1.50
IN3	11.00	2.75	0.50
Bt1	19.75	10.75	3.00
Bt2	17.25	7.00	6.25
Bt3	12.00	3.75	1.00
VP1	19.00	7.00	6.00
VP2	15.00	8.25	4.00
VP3	20.50	17.00	4.00

Los valores de la primera fecha corresponden al inicio de la etapa de brotación floral del brócoli (32 días después del trasplante). Los valores obtenidos a los 50 días corresponden a la parte media de la etapa de brotación floral y los valores obtenidos a los 65 días corresponden a la parte media de la etapa denominada de maduración y corte.

Los datos de número de larvas, como resultado del efecto de las aplicaciones, fueron diferentes estadísticamente al inicio de la etapa de brotación floral, al día 32 después del trasplante (cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de Varianza para el número de larvas de *Plutella xylostella* L., en brócoli, al inicio de la etapa de brotación floral (32 días después del trasplante), en Bárcena, Villa Nueva, 1999.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	3.00	350.44	48148.00	6.59	0.0021
Dosificaciones	8.00	660.22	77778.00	4.65	0.0016*
Error	24.00	425.56	31481		
Total	35.00	1436.22			

* Significativo al 5 % de probabilidad

La diferencia al día 32 se atribuye, entre otros factores, al modo de acción de los plaguicidas, ya que el Indoxacarb es más letal por su naturaleza química y su efecto ovicida. Los productos biológicos tardan un tiempo mayor en ejercer su acción, por lo que en los muestreos puede darse un número mayor de larvas, muchas de las cuales pueden estar ya infectadas por el *Bacillus thuringiensis* var Kurstaki o por el Virus de Poliedrosis.

Como sea el caso, aunque las larvas se repitan en el conteo al momento de los muestreos, no logran completar su ciclo de vida.

Lo anterior se confirma con los resultados de la prueba de Tukey al 5 %, en donde se puede identificar a las dosificaciones del Indoxacarb (In1, In2 y In3) como los tratamientos que presentaron un menor número de larvas.

Cuadro 6. Prueba de Tukey al 5% de significancia, para el número acumulado de larvas de *Plutella xylostella* L. en 10 plantas, encontrado al inicio de la etapa de brotación floral en brócoli (día 32 después del trasplante). Bárcena Villa Nueva, 1999.

Tratamiento	Número de larvas	Grupo Tukey
VP ₃	20	a
Bt ₁	19	ab
VP ₁	19	ab
Bt ₂	17	abc
VP ₂	15	abc
Bt ₃	12	abc
IN ₃	11	abc
IN ₁	9	bc
IN ₂	8	c

Nota: Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales

En contraste con las dosificaciones del plaguicida químico, las dosificaciones de los plaguicidas biológicos mostraron un mayor número de larvas al inicio de la etapa de brotación floral (cuadro 6).

Para el día 50 después del trasplante, la diferencia estadística en el efecto de las dosificaciones evaluadas se mantuvo (cuadro 7).

Cuadro 7. Resumen del Análisis de varianza para el número acumulado de larvas de *Plutella xylostella* L. en brócoli, al día 50 después del trasplante. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	3.00	36.97	40741.00	0.77	0.5239
Dosificaciones	8.00	666.00	0.00	5.18	0.0008 *
Error	24.00	385.78	40741		

*Significativo al 5% de probabilidad.

Para conocer la divergencia entre el número de larvas, debido al efecto de las aplicaciones, se realizó una prueba de Tukey al 5%. Los resultados se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de Tukey al 5% de significancia, para el número acumulado de larvas de *Plutella xylostella* L. en 10 plantas, al día 50 después del Trasplante, en Brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.

Tratamiento	Número de larvas	Grupo Tukey
VP ₃	17	a
Bt ₁	10	ab
VP ₂	8	ab
VP ₁	7	b
Bt ₂	7	b
IN ₁	6	b
Bt ₃	3	b
IN ₃	2	b
IN ₂	2	b

Nota: Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales

Los datos sobre el número de larvas, (cuadro 8) muestran una mayor uniformidad, con respecto a la agrupación de los valores. Claramente pueden diferenciarse tres categorías de tratamientos. La primera categoría la conforma la dosificación máxima del Virus de Poliedrosis (VP₃). La segunda categoría la conforman la dosis mínima del *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki codificado como Bt₁ y la dosis media del Virus de Poliedrosis (VP₂). Las demás dosificaciones evaluadas conforman el tercer grupo (VP₁, Bt₂, IN₁, Bt₃, IN₃, IN₂).

La existencia de una mayor uniformidad en el número de larvas, como resultado de la aplicación de las diferentes dosificaciones al día 50 después del trasplante, podría explicarse por el hecho de realizar las aplicaciones en el momento oportuno. Otra razón se explica por el hecho de que las larvas muertas por los microorganismos entomopatógenos, sirven luego de fuente de inóculo, por lo que a medida que el cultivo madura, hay una mayor cantidad de virus y bacterias actuando sobre las larvas de *Plutella xylostella* L.

Al realizarse un control continuo, sobre el crecimiento de las poblaciones del insecto, la cantidad de ingrediente activo utilizado por cada producto presentará diferencias solamente en el número de aplicaciones, no así en su efecto.

Para constatar lo expuesto en el párrafo anterior, se realizó un análisis de varianza para los valores del número de larvas obtenido, al día 65 después del trasplante. El día 65 corresponde a la etapa fenológica del brócoli conocida como etapa de maduración del florete (cuadro 9).

Cuadro 9. Resumen del análisis de varianza para el número acumulado de larvas de *Plutella xylostella* L, en brócoli, al día 65 después del trasplante. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	3.00	50.31	85185.00	2.19	0.1149
Dosificaciones	8.00	145.00	50000.00	2.37	0.0510 ns
Error	24.00	183.44	35185		
Total	35.00	378.75			

ns: No significativo al 5% de probabilidad

El análisis de varianza resumido en el cuadro anterior, demuestra que no existió diferencia en el número acumulado de larvas, por lo que para esa fecha todas las dosificaciones de los diferentes insecticidas ejercían el mismo control sobre las poblaciones de la palomilla dorso de diamante.

7.2. FLUCTUACION POBLACIONAL

Los datos proporcionaron información sobre el comportamiento de las poblaciones de *Plutella xylostella* L. La gráfica de la dinámica poblacional se obtuvo del promedio del número de larvas obtenido en todos los tratamientos, para cada muestreo en particular (cuadro 3). Con los datos mencionados se elaboró la Figura 2.

En la Figura 2, se muestra en un gráfico de líneas el comportamiento de la plaga. En la misma se observa como la densidad poblacional de la palomilla comienza a ascender a medida que finaliza la etapa de crecimiento vegetativo y comienza la etapa fenológica de brotación floral. Esto sucede Alrededor del día 30 después del trasplante. Para entonces, la densidad poblacional de *Plutella xylostella* L. aumenta drásticamente, desde 2 a 10 larvas en 10 plantas muestreadas en tan sólo 5 días.

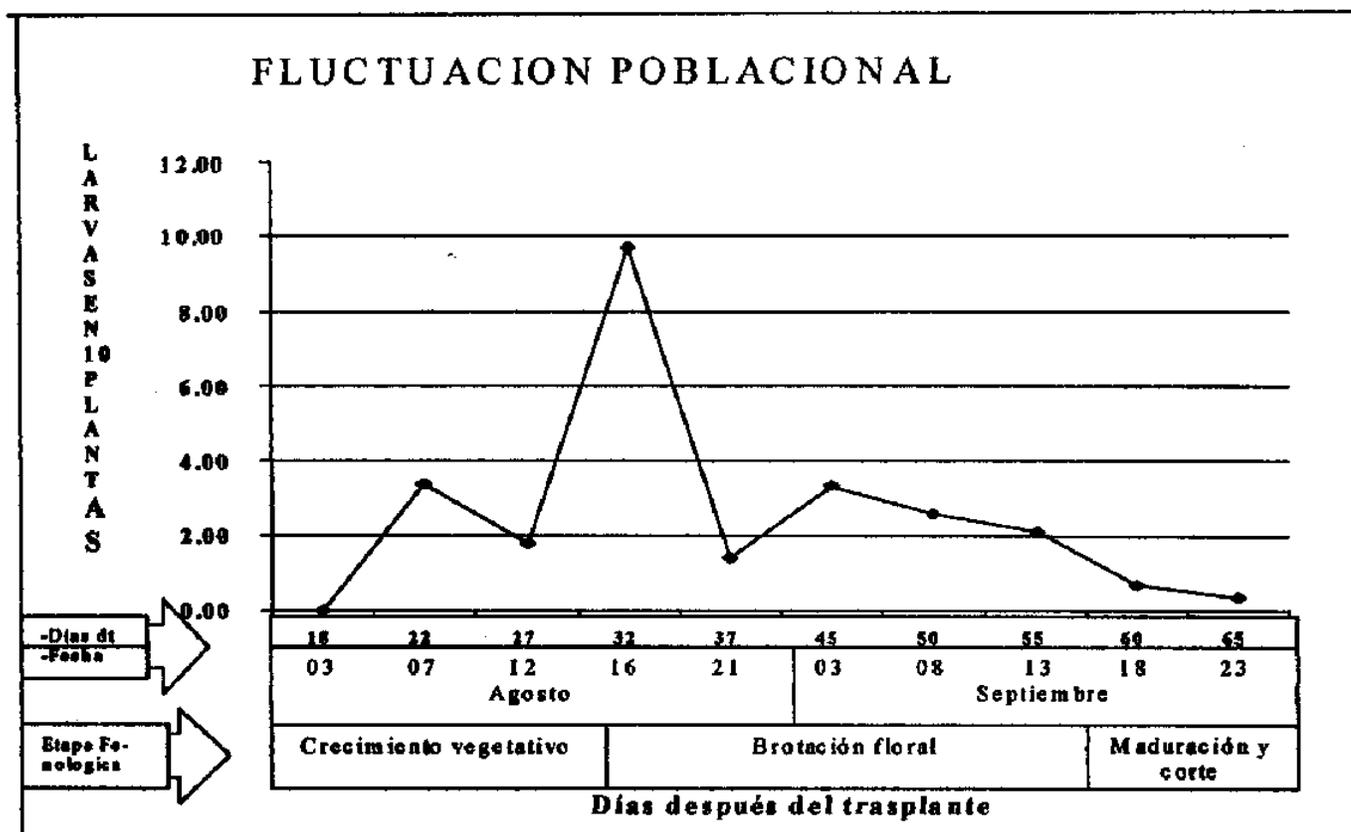


Figura 2. Fluctuación de las Poblaciones de *Plutella xylostella* L. en brócoli. Bárcena Villa Nueva, Agosto 03 (día 18 después del trasplante) - Septiembre 19 (día 65 después del trasplante), 1999.

Se sabe que la etapa del cultivo del brócoli más susceptibles al ataque de la palomilla dorso de diamante corresponden a la brotación floral y a la etapa de maduración y corte, por existir abundancia de alimento para el insecto (23). Sin embargo, aunque la brotación floral dura aproximadamente hasta el día 55 después del trasplante, para esta fecha, la población de la palomilla ha decrecido paulatinamente hasta encontrarse en el nivel crítico y bajando luego hasta cero.

Durante el período comprendido entre los días 18 y 55 después del trasplante, las aplicaciones de los productos para el control de la palomilla se efectuaron regularmente en base al nivel crítico. Se asume que a esto se deba la reducción observada en la densidad poblacional. Posiblemente, la población de insectos se haya visto afectada en parte por otros factores, tales como: la naturaleza del ciclo biológico de la plaga, la precipitación pluvial o la intervención de enemigos naturales de la plaga, pero se identifica al efecto de los plaguicidas aplicados como el principal agente causal de la mortalidad del insecto.

7.3. NUMERO DE APLICACIONES

Se tomó en cuenta el número de aplicaciones para el cálculo de los presupuestos parciales. Los resultados al respecto se muestran como información complementaria para conocer la relación entre la cantidad de ingrediente activo aplicado y el número de veces necesario para mantener controlado el ataque de *Plutella xylostella* L. (cuadro 10).

Cuadro 10. Número de aplicaciones de insecticidas utilizadas para el control de *Plutella xylostella* L. en brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

TRATAMIENTO	REPETICION				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
IN ₁	3	4	4	5	16	4.00
IN ₂	3	3	4	3	13	3.25
IN ₃	3	3	3	3	12	3.00
Bt ₁	5	6	6	5	22	5.50
Bt ₂	5	5	6	5	21	5.25
Bt ₃	4	5	4	5	18	4.50
VP ₁	6	5	7	5	23	5.75
VP ₂	5	5	6	6	22	5.50
VP ₃	5	6	5	5	21	5.25

Al existir una dosis menor de ingrediente activo de cualquiera de los plaguicidas, actuando sobre el insecto, se requirió un número mayor de aplicaciones para esta dosificación en particular (cuadro 10).

La diferencia entre el número de aplicaciones fue significativa estadísticamente (cuadro 11).

Cuadro 11. Resumen del Análisis de Varianza para el número de aplicaciones de las dosificaciones de insecticidas evaluados, para el control de *Plutella xylostella* L. en brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	3.00	2.00	0.67	2	0.1409
Dosificaciones	8.00	34.00	4.25	12.75	0.0001 *
Error	24.00	8.00	0.3333		
Total	35.00	44.00			

$\bar{X} = 4.66$ * Significativo al 5% de probabilidad.
ns: No significativo al 5% de probabilidad.

Para conocer el comportamiento de los plaguicidas y sus diferentes dosificaciones, en cuanto al número de aplicaciones, se efectuó una prueba de Tukey al 5 % (cuadro 12).

Cuadro 12. Prueba de Tuckey al 5%, para la variable Número Promedio de Aplicaciones efectuadas con las distintas dosificaciones de Insecticidas evaluados en brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

Tratamiento	\bar{x} Aplicaciones	Presentación
VP ₁	5.70	a
Bt ₁	5.50	a
VP ₂	5.50	a
VP ₃	5.25	ab
Bt ₂	5.25	ab
Bt ₃	4.50	abc
IN ₁	4.00	bcd
IN ₂	3.25	d
IN ₃	3.00	d

Nota: Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales

Los resultados de la prueba de medias, mostraron una agrupación de tratamientos en 5 categorías, considerando en cada una de ellas similitud estadística para cada uno de los tratamientos que la componen. En primer plano se tiene el grupo de tratamientos que requirieron un mayor número de aplicaciones para mantener a las poblaciones de *Plutella xylostella* L. bajo control.

Esta categoría está compuesta por las dosificaciones mínima y media, del Virus de Poliedrosis, siendo estas 0.016 kg/ha y 0.0192 kg/ha, respectivamente. En esta primera categoría se encuentra también a las dosificación mínima del producto a base de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki (0.016 kg/ha). La última categoría, concebida en el análisis de medias, corresponde a las dosificaciones media y máxima del insecticida químico Indoxacarb, codificadas como IN₂ e IN₃. Como se puede observar en la descripción de los tratamientos, detallada en el Cuadro 1, estas dosificaciones son 0.050 y 0.075 kilogramos de ingrediente activo por hectárea. Esta categoría está conformada por las dosificaciones con las cuales se requirió de un menor número de aplicaciones, para el control de la palomilla dorso de diamante.

Las tres categorías restantes, están conformadas por los tratamientos con los que se necesitó un número intermedio de aplicaciones en el control de *Plutella xylostella* L. En este grupo de categorías se encuentra la dosificación máxima del Virus de Poliedrosis VP₃, las dosificaciones máxima y media del producto a base de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki, con 0.04 kg/ha y 0.064 kg/ha de ingrediente activo respectivamente, y, finalmente la dosis mínima del Indoxacarb (IN₁) equivalente a 0.025 kg/ha de ingrediente activo por hectárea.

7.4. RENDIMIENTO

Previo al análisis del rendimiento neto de floretes de calidad de exportación, se restó del rendimiento bruto obtenido (cuadro 18A) el rechazo correspondiente (cuadro 19A). El rendimiento neto obtenido, se muestra en el cuadro 20A, que resumido originó el cuadro 13.

Cuadro 13. Rendimiento neto promedio de brócoli, obtenido por tratamiento. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

Tratamiento	Floretes	kg / ha
IN ₁	23,775.51	10,324.46
IN ₂	24,081.63	10,352.24
IN ₃	23,979.59	10,653.17
Bt ₁	23,265.31	10,115.65
Bt ₂	22,551.02	10,787.44
Bt ₃	23,877.55	10,606.87
VP ₁	22,346.94	10,656.88
VP ₂	24,081.63	10,204.08
VP ₃	23,265.31	10,326.77
Total		94,027.56
Media		10,447.51

El rendimiento más alto (10,787.44 kg/ha) se obtuvo al aplicar la dosificación media del *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki, equivalente a 0.04 kilogramos por hectárea de ingrediente activo.

El rendimiento neto de inflorescencias más bajo (10,115.65 kg/ha), fue el resultado de aplicar la dosificación mínima del *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki equivalente a 0.016 kilogramos por hectárea, de ingrediente activo.

El rendimiento neto de floretes de brócoli obtenidos como resultados de la aplicación de las diferentes dosificaciones evaluadas en el ensayo, se muestra en la Figura 3. Todos los rendimientos están por arriba de los 10,000 kilogramos de floretes de calidad de exportación por hectárea.

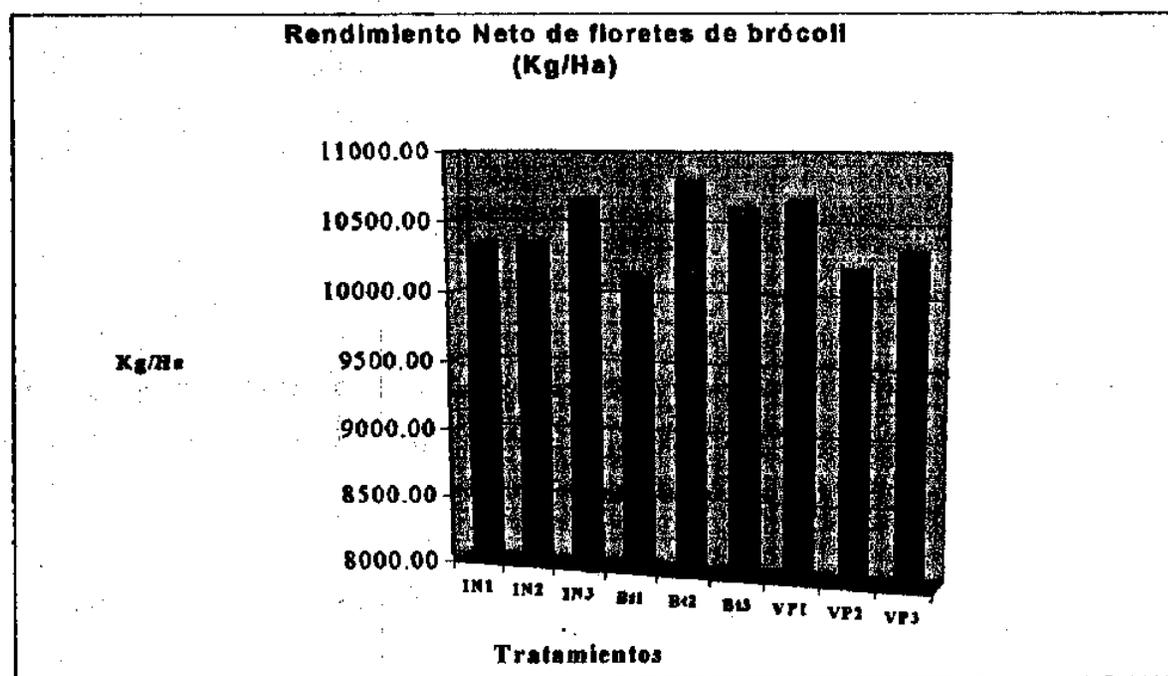


Figura 3. Rendimiento neto de floretes de brócoli, en kilogramos por hectárea. Bárcena Villa Nueva, 1999.

En el caso del producto a base de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki se observa que no existió una relación directamente proporcional entre la cantidad de ingrediente activo aplicada y la cantidad de kilogramos obtenidos en el rendimiento neto. Lo mismo ocurrió con las dosificaciones del producto de Virus de Poliedrosis Nuclear, pues con la dosis mínima de concentración de ingrediente activo se obtuvo el rendimiento más alto para las dosificaciones de este producto (10,656.88 kg/ha).

Las dosificaciones del Indoxacarb no presentan un aumento en sus rendimientos netos, proporcional al aumento en la cantidad de ingrediente activo aplicado.

Para conocer si existió diferencia significativa entre los rendimientos netos de floretes de brócoli, resultados de aplicar las diferentes dosificaciones evaluadas, se realizó un análisis de varianza (cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de Varianza para Rendimiento neto en kilogramos por Hectárea en brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
Bloque	3.00	8861328.14	2953776.05	4.36	0.013*
Dosificaciones	8.00	1741044.01	217630.50	0.32	0.95ns
Error	24.00	16275014.33	678125.6		
Total	35.00	26877386.48			

X 10447.50 C.V.% 7.88

* Significativo al 5% de probabilidad.

ns: No significativo al 5% de probabilidad.

Se deduce que no existió diferencia entre los rendimientos netos de floretes de calidad de exportación (cuadro 14). Una de las razones por las cuales no existió diferencia entre los rendimientos obtenidos en las diferentes dosificaciones de insecticidas, puede explicarse por el hecho de que las aplicaciones de los plaguicidas, fueron realizadas en base al nivel crítico, por lo que existió un control continuo sobre el desarrollo de las poblaciones de la plaga. Al existir un control efectivo sobre *Plutella xylostella* L., las principales causas del rechazo de los floretes, se relegan a otras razones, tales como el tamaño del producto, manchas foliares, semifloración etc.

7.5. CAUSAS DE RECHAZO

Para conocer el porcentaje de rechazo debido al ataque de *Plutella xylostella* L., se elaboró el cuadro 21A, mostrado en el apéndice. En el se detalla la cantidad de floretes eliminado debido al ataque de insectos, así como el rechazo debido a diferentes circunstancias (Figura 4).

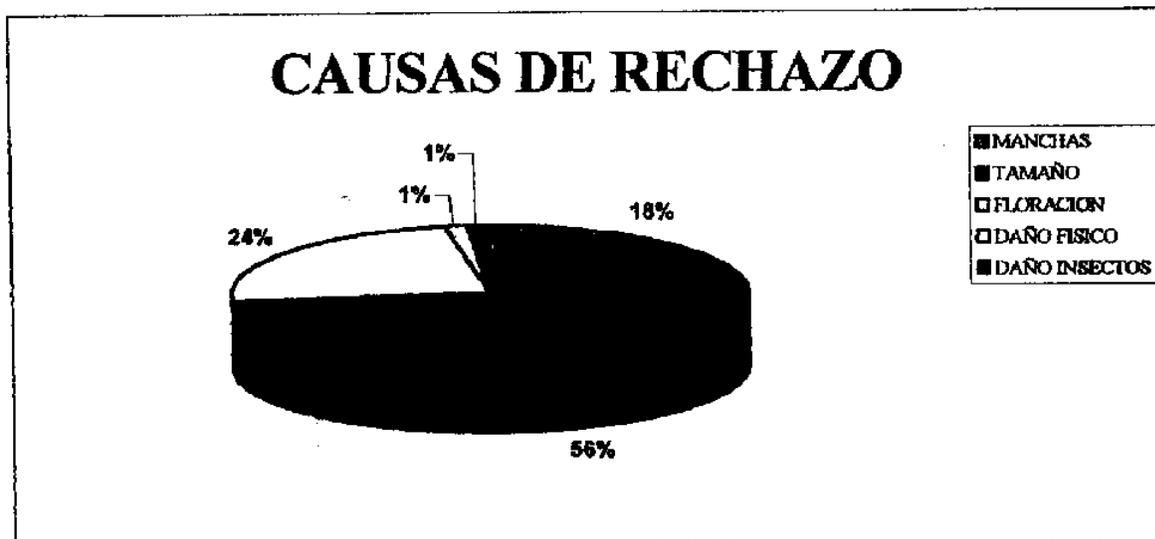


Figura 4. Causas de Rechazo en la producción final de Brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

El daño por insecto representó solamente un 1 % del total. Esto fue el resultado de un control continuo y oportuno sobre las poblaciones de insectos, tal y como se ha venido discutiendo. Por ello, las causas que originaron el rechazo se relegaron a otras razones. Se observa que el tamaño, fue la principal causa de rechazo de la producción, representando un 56 % del total. Los floretes rechazados en este caso, no cumplieron con los parámetros requeridos para exportación en cuanto a tamaño, es decir, un diámetro mínimo de 0.2 metros y largo del tallo igual a 0.15 metros. También se dió el caso de floretes demasiado grandes.

El rechazo debido a la semifloración de floretes fue de 24 % del total. Esta se debió a una cosecha tardía. La presencia de manchas foliares representa el 18 % del total del rechazo. Estas se dieron principalmente por el ataque de enfermedades fungosas. Los floretes que presentaron daño físico representa sólo un 1 % del producto eliminado.

7.6. NUMERO DE LARVAS Y PUPAS EN EL PRODUCTO FINAL

Para cuantificar la presencia de larvas y pupas en los floretes cosechados, se realizó una prueba de calidad en muestras de 10 kilogramos de floretes de brócoli.

En ninguna de las muestras se sobrepasó el límite establecido por las exportadoras, de 7 larvas en 10 kg, para ninguno de los tratamientos. El número de larvas y pupas encontrado en las muestras, es también resultado del efecto de la aplicación de las diferentes dosificaciones de los productos para el control de *Plutella xylostella* L. (cuadro 15).

Cuadro 15. Número de larvas y pupas de *Plutella xylostella* L. , en muestras de 10 kilogramos de producto final de brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.

Tratamiento	Bloque				Total	Media
	I	II	III	IV		
IN ₁	3	3	6	5	17	4.3
IN ₂	2	4	4	4	14	3.5
IN ₃	2	4	5	4	15	3.8
Bt ₁	4	5	4	5	18	4.5
Bt ₂	4	5	3	5	17	4.3
Bt ₃	4	5	4	4	17	4.3
VP ₁	4	6	3	5	18	4.5
VP ₂	4	6	3	5	18	4.5
VP ₃	3	6	4	4	17	4.3

Se puede observar que hubo diferencia en estos valores debida a los tratamientos. Aunque existe diferencia, ninguno de los tratamientos observados sobrepasó el límite permitido de número de larvas y pupas, descrito en el cuadro 2.

Para conocer si la diferencia fue estadísticamente significativa se realizó el Análisis de varianza para estos valores (cuadro 16).

Cuadro 16. Resumen del análisis de varianza para número de larvas y pupas de *Plutella xylostella* L, encontrados en muestras de 10 kilogramos de brócoli. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	3.00	12.53	4.18	4.72	0.010 *
Tratamientos	8.00	3.89	0.49	0.55	0.807 ns
Error	24.00	21.22	0.88425926		
Total	35.00	37.64			

* Significativo al 5% de probabilidad.

ns. No significativo al 5% de probabilidad.

No se observaron diferencias significativas entre los valores correspondientes al número de larvas y pupas de *Plutella xylostella* L., encontrados en las muestras de 10 kilogramos de floretes de brócoli (cuadro 16).

7.7. ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico de los tratamientos evaluados no fue necesario, debido a que al no existir diferencia entre los rendimientos, no existió diferencia entre los beneficios brutos derivados de la aplicación de cada tratamiento, por lo que el análisis económico no se justifica. Por lo anterior simplemente se realizó los presupuestos parciales, para poder concluir cual de las dosificaciones de pesticidas originó el presupuesto parcial más barato. Los presupuestos parciales se muestran en el cuadro 22 A del apéndice.

8. CONCLUSIONES

1. Los diferentes plaguicidas utilizados para el control de *Plutella xylostella* L. químico o biológicos, evaluados en el estudio, generan rendimientos netos de floretes de calidad de exportación estadísticamente iguales, por lo que se acepta la hipótesis que afirma que los tres plaguicidas ejercen el mismo control de la plaga, utilizando el nivel crítico de 2 larvas en 10 plantas.
2. Los rendimientos netos de floretes de brócoli, en kilogramos por hectárea, no presentaron diferencias como resultado del efecto de las aplicaciones de las diferentes dosificaciones evaluadas para cada plaguicida en particular.
3. Durante el desarrollo fenológico del cultivo de brócoli, el efecto de los insecticidas Indoxacarb, *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki y Virus de Poliedrosis Nuclear fue diferente para cada dosificación, en base a la población de larvas encontrada en los muestreos, durante las primeras etapas fenológicas, pero al final del ciclo, el efecto de los productos se uniformiza.
4. Las dosificaciones del Indoxacarb, presentaron niveles mas bajos de poblaciones de *Plutella xylostella* L., así como un número menor de aplicaciones que las dosificaciones evaluadas de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki y Virus de Poliedrosis Nuclear.
5. La dosificación de plaguicida que origina el presupuesto parcial más bajo es la dosis media del Indoxacarb, equivalente a 0.050 kilogramos de ingrediente activo por hectárea del insecticida, aplicada con el uso del nivel crítico utilizado para el control de *Plutella xylostella* L.

3. RECOMENDACIONES

1. Elegir cualquiera de los productos: Indoxacarb, *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki o Virus de Poliedrosis Nuclear combinados con aplicaciones al momento de detectarse el nivel crítico de dos larvas en diez plantas, para mantener bajo control las poblaciones de *Plutella xylostella* L., para la obtención de altos rendimientos.
2. Se recomienda el uso de las dosificaciones proporcionadas por las casas productoras de los insecticidas Indoxacarb, *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki y Virus de Poliedrosis Nuclear, para el control de *Plutella xylostella* L en brócoli, siempre y cuando estas sean aplicadas en base al nivel crítico de la plaga.
3. Efectuar un control continuo sobre las poblaciones de *Plutella xylostella* L, durante la etapa fenológica de brotación floral de brócoli, con cualquiera de las dosificaciones de los productos evaluados en el presente estudio, para conseguir al final producto de alta calidad.
4. Desde el punto de vista económico, se recomienda el Indoxacarb, en dosis de 0.050 kilogramos por hectárea, por ser el tratamiento con el cual se obtuvo el presupuesto parcial más bajo.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRICOLA EL SOL (Gua.). 1998. VPN Ultra 1.6 wp. Folleto Técnico. 6p.
2. ALVAREZ, L. 1999. Hojas informativas sobre estadísticas de los principales productos agrícolas de exportación, años 1984-85 - 1999. Guatemala, Asociación Gremial de Productos no Tradicionales. p 8.

Sin publicar.
3. ARIAS, M. 1993. Evaluación de 3 sistemas de manejo de poblaciones de *Plutella xylostella* L y la acción del parasitoide *Diadegma insulare*, en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica), en la Alameda Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 p.
4. ASGROW (Gua.). 1999. Recomendaciones e información técnica del híbrido de brócoli variedad Legacy. Guatemala 3p.
5. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (Hond.). 1988. Manejo de *Plutella xylostella* L, en un sistema de producción de repollo, en Siguatepeque, Honduras. 5p.
6. CAMPDEN FOOD AND DRINK RESEARCH ASSOCIATION (UK). 1992. Quick frozen vegetable specification, final product specification. Gloucestershire, UK. 12 p.
7. CARRANZA, H.; *et al* . 1995. Manejo integrado de plagas en brócoli; fase II: 1992-1993. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. 141 p.
8. ----- . 1995. Manejo integrado del cultivo del brócoli. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. 147 p.
9. CIFUENTES, O. 1990. Determinación a nivel de campo de la tolerancia de *Plutella xylostella* L, a diferentes insecticidas e implementación de un programa de manejo integrado de plagas en el cultivo del brócoli, en el valle de Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 47 p.
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. DIAZ, V. 1994. Los cultivos no tradicionales de exportación y su efecto sobre el ambiente; estudio comparativo 1985 - 1991/2 en seis comunidades de tres municipios del departamento de Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
12. DUPONT (EEUU). 1998. Biobit HP; el insecticida biológico contra *Heliothis* y otras larvas. Folleto Técnico. Guatemala. 6 p.

13. DUWEST (Gua.). 1998. Información técnica sobre el INDOXACARB. Guatemala. 10 p.
Sin publicar.
14. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES. (Gua.). 1991. Manejo racional de plagas en brócoli. Guatemala. 14 p.
15. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1986. Recomendaciones agronómicas región V. Guatemala. 7 p.
16. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. 4 tomos.
17. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA. 1993. El cultivo del brócoli. Guatemala. 17 p.
18. GUDIEL, A. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Superb. 394 p.
19. LEAL, H. 1991. Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*). Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Folleto técnico. 2p.
20. MENDOZA R. 1992. Evaluación de once tratamientos para el control de *Plutella xylostella* L, en brócoli, Agua Dulce Zaragoza, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 p.
21. MORALES, M. 1995. Manejo integrado de plagas en brócoli. Guatemala, Proyecto MIP - ICTA. 40 p.
22. MORALES, S. 1987. Evaluación de nueve híbridos de brócoli, en el proyecto de mini riego de la aldea La Grandeza, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente, División de Ciencia y Tecnología. 60 p.
23. OCHOA, E.; LEAL, H. 1993. Manejo integrado de plagas en brócoli; Fase I: 1991 - 1992. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. 83 p.
24. OROZCO, M. 1995. Evaluación del control químico y biológico, en diferentes etapas fenológicas del cultivo del brócoli, contra *Plutella xylostella*, en aldea Mavil, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57 p.
25. QUEZADA, R. 1987. Principios, fundamentos y tácticas del manejo integrado de plagas. En Cursillo Internacional de Manejo Integrado de Plagas (1987, Guatemala, Guatemala). Memorias. E. Carrillo ed. Guatemala, Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas. 230 p.

26. ROSSET, P. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. En Cursillo Internacional de Manejo Integrado de plagas (1987, Guatemala, Guatemala). Memorias. E. Carrillo ed. Guatemala, Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas. 230 p.
27. -----, P. 1991. Umbrales económicos; problemas y perspectivas. Costa Rica, Manejo Integrado De Plagas. 49 p.
28. SITUN, M. 1996. Guía para el análisis económico de resultados experimentales. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Colección Ciagros. Boletín informativo 2-96. 12 p.
29. SIMMONS, C.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
30. VARELA, G. 1988. Recomendaciones para el control supervisado de *Plutella xylostella* L, como método para decidir el momento de realizar aplicación de insecticidas. En Taller Internacional de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de Repollo en Honduras (1988, Tegucigalpa, Honduras). Memoria. Honduras, ed. Ceiba. 690 p.
31. VARGAS, B. 1991. Determinación de dosis óptima económica de gallinaza, abono orgánico-químico y niveles de N, P, K, en el cultivo de brócoli, en Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 44 p.

vº. Bº

Meriam De La Roca



APENDICE

Cuadro 17A. Número de larvas de *Plutella xylostella* L., acumulado, encontrado en los muestreos en brócoli. Bárcena, Villa Nueva. 1999.

32 Días después del trasplante (Ago. 16 1999)					Promedio
	I	II	III	IV	Larvas en 10 pts.
IN1	15	5	8	11	9.75
IN2	13	8	3	11	8.75
IN3	12	12	12	8	11
Bt1	30	16	18	15	19.75
Bt2	24	16	16	13	17.25
Bt3	13	20	11	4	12
VP1	21	25	16	14	19
VP2	19	17	17	7	15
VP3	23	25	24	10	20.5
50 días después del trasplante (Sep. 03 1999)					Promedio
	I	II	III	IV	Larvas en 10 pts.
IN1	2	13	3	8	6.5
IN2	3	2	3	1	2.25
IN3	4	4	2	1	2.75
Bt1	13	6	12	12	10.75
Bt2	2	16	7	3	7
Bt3	3	4	4	4	3.75
VP1	13	2	8	5	7
VP2	13	7	4	9	8.25
VP3	20	21	17	10	17
65 días después del trasplante (Sep 18 1999)					Promedio
	I	II	III	IV	Larvas en 10 pts.
IN1	0	2	2	2	1.5
IN2	0	0	4	2	1.5
IN3	0	0	0	2	0.5
Bt1	4	2	6	0	3
Bt2	6	0	4	15	6.25
Bt3	2	0	0	2	1
VP1	6	4	10	4	6
VP2	2	2	8	4	4
VP3	2	4	8	2	4

Cuadro 18 A. Rendimiento bruto brócoli en kilogramos por hectárea. Bárcena Villa Nueva, 1999.

Tratamiento	I		II		III		IV		TOTAL		PROMEDIO	
	Floretes	Kgs.										
IN ₁	29,388	11,518.95	31,429	11,759.69	27,347	12,889.37	28,980	12,018.96	117,143	48,186.97	29,286	12,046.74
IN ₂	30,204	11,481.91	28,163	11,759.69	29,388	11,685.62	28,163	13,333.83	115,918	48,261.05	28,980	12,065.26
IN ₃	30,612	12,130.08	28,980	12,537.50	26,122	12,222.67	29,388	12,556.02	115,102	49,446.28	28,776	12,361.57
IB ₁	28,980	12,072.67	26,122	11,574.50	28,163	12,093.04	28,980	11,889.33	112,245	47,629.54	28,061	11,907.39
IB ₂	28,980	12,481.94	29,388	12,704.17	29,388	13,056.04	25,306	11,963.41	113,061	50,205.56	28,265	12,551.39
IB ₃	29,796	11,241.16	28,163	12,500.46	28,163	11,685.62	29,388	13,870.88	115,510	49,298.12	28,878	12,324.53
VP ₁	26,531	11,704.14	28,571	11,852.29	28,571	12,889.37	27,755	13,330.12	111,429	49,775.92	27,857	12,443.98
VP ₂	29,388	11,667.10	29,388	11,537.46	28,980	12,889.37	28,571	11,796.73	116,327	47,890.66	29,082	11,972.67
VP ₃	26,531	11,194.86	28,980	12,444.91	28,163	13,222.71	29,796	11,296.71	113,469	48,159.19	28,367	12,039.80

Cuadro 19 A. Rechazo de producción en brócoli, en kilogramos por hectárea. Bárcena, Villa Nueva, 1999.

Bloque Trata- miento	I		II		III		IV		TOTAL		PROMEDIO	
	Floretes	Kgs.										
IN ₁	8,980	2,592.69	2,857	963.00	5,306	1,851.92	4,898	1,481.54	22,041	6,889.14	5,510	1,722.29
IN ₂	6,939	2,388.98	2,857	1,074.11	5,306	1,870.44	4,490	1,518.57	19,592	6,852.11	4,898	1,713.03
IN ₃	5,306	1,685.25	3,673	1,444.50	4,898	1,685.25	5,306	2,018.59	19,184	6,833.59	4,796	1,708.40
Bt ₁	5,306	2,074.15	2,857	1,111.15	5,714	2,277.86	5,306	1,703.77	19,184	7,166.93	4,796	1,791.73
Bt ₂	6,531	1,574.13	4,490	1,574.13	6,531	2,018.59	5,306	1,888.96	22,857	7,055.82	5,714	1,763.95
Bt ₃	8,163	2,907.52	3,265	870.40	4,898	1,740.81	3,673	1,351.90	20,000	6,870.62	5,000	1,717.66
VP ₁	4,490	1,703.77	4,490	1,555.61	6,122	2,000.07	6,939	1,888.96	22,041	7,148.41	5,510	1,787.10
VP ₂	6,531	2,092.67	3,673	1,351.90	5,306	1,926.00	4,490	1,703.77	20,000	7,074.34	5,000	1,768.58
VP ₃	7,347	2,092.67	3,265	1,240.79	4,898	1,666.73	4,898	1,851.92	20,408	6,852.11	5,102	1,713.03

Cuadro 20 A. Rendimiento neto en kilogramos por hectárea de brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.

Bloque Trata- miento	I		II		III		IV		TOTAL		PROMEDIO	
	Floretes	Kgs.	Floretes	Kgs.	Floretes	Kgs.	Floretes	Kgs.	Floretes	Kgs.	Floretes	Kgs.
IN ₁	20,408	8,926	28,571	10,797	22,041	11,037	24,082	10,537	95,102.04	41,297.83	23,775.51	10,324.46
IN ₂	23,265	9,093	25,306	10,686	24,082	9,815	23,673	11,815	96,326.53	41,408.94	24,081.63	10,352.24
IN ₃	25,306	10,445	25,306	11,093	21,224	10,537	24,082	10,537	95,918.37	42,612.69	23,979.59	10,653.17
Bt ₁	23,673	9,999	23,265	10,463	22,449	9,815	23,673	10,186	93,061.22	40,462.61	23,265.31	10,115.65
Bt ₂	22,449	10,908	24,898	11,130	22,857	11,037	20,000	10,074	90,204.08	43,149.75	22,551.02	10,787.44
Bt ₃	21,633	8,334	24,898	11,630	23,265	9,945	25,714	12,519	95,510.20	42,427.50	23,877.55	10,606.87
VP ₁	22,041	10,000	24,082	10,297	22,449	10,889	20,816	11,441	89,387.76	42,627.50	22,346.94	10,656.88
VP ₂	22,857	9,574	25,714	10,186	23,673	10,963	24,082	10,093	96,326.53	40,816.33	24,081.63	10,204.08
VP ₃	19,184	9,102	25,714	11,204	23,265	11,556	24,898	9,445	93,061.22	41,307.09	23,265.31	10,326.77

Cuadro 21 A. Causas de Rechazo en la Producción de brócoli. Bárcena Villa Nueva, 1999.

Tratamiento	MANCHAS		TAMAÑO		FLORACION		DAÑO FÍSICO		DAÑO INSECTOS		TOTAL
Kilogramos de floretes											
IN ₁	612.24	4,183.67	714.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,510.20
IN ₂	816.33	2,448.98	1,632.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,897.96
IN ₃	612.24	2,959.18	1,224.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,795.92
Bt ₁	1,224.49	2,142.86	918.37	204.08	306.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,795.92
Bt ₂	1,122.45	3,163.27	1,122.45	306.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,714.29
Bt ₃	510.20	2,653.06	1,734.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,000.00
VP ₁	612.24	3,163.27	1,734.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,510.20
VP ₂	1,122.45	2,755.10	816.33	102.04	204.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,000.00
VP ₃	1,530.61	2,346.94	1,224.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,102.04
Total	8,163.27	25,816.33	11,122.45	612.24	612.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46,326.53
%	17.62114561	55.72687298	24.00881089	1.321585921	1.321585921	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.321585921

Cuadro 22 A. Presupuestos parciales en la evaluación de productos para el control de *Plutella xylostella* L. Bárcena Villa Nueva, 1999.

Tratamiento	Insecticida	Costo Kg./Q.	Kgs./Ha	Subtotal	Costo Aplicación (2000 lts. * Q./litr)	Costo Adherente 1lt/200 lts/ Q. 19.00	Alquiler de Equipo	Costo Aplicación (10 jornales Q. 35 c/u)	COSTO POR APLICACIÓN	No. Promedio De Aplicaciones	TOTAL TRAT.	Rendimiento Kg/ha.	Ingreso Q 1.2/ Kg
IN ₁	Indoxacarb	1,150	0.083	95.45	30	190	55	350	720.45	4	2,881.8	10,324.45	12,389.35
IN ₂	Indoxacarb	1,150	0.166	190.9	30	190	55	350	815.9	3.25	2,651.6	10,352.23	12,422.68
IN ₃	Indoxacarb	1,150	0.25	287.5	30	190	55	350	912.5	3	2,737.5	10,653.17	12,783.81
BI ₁	Bacillus	90	0.25	22.5	30	190	55	350	647.5	5.5	3,561.3	10,115.65	12,138.78
BI ₂	Bacillus	90	0.625	56.25	30	190	55	350	681.25	5.25	3,576.5	10,787.43	12,944.92
BI ₃	Bacillus	90	1	90	30	190	55	350	715	4.5	3,217.5	10,606.87	12,728.25
VP ₁	VPN ULTRA	83	1	83	30	190	55	350	708	5.75	4,071.0	10,656.87	12,788.25
VP ₂	VPN ULTRA	83	1.3	107.9	30	190	55	350	732.9	5.5	4,030.9	10,204.08	12,244.90
VP ₃	VPN ULTRA	83	1.6	132.8	30	190	55	350	757.8	5.25	3,978.4	10,326.77	12,392.13



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRES PLAGUICIDAS EN DIFERENTES DOSIFICACIONES PARA EL CONTROL DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (Plutella xylostella L.) EN BROCOLI (Brassica oleracea var Itálica), CON USO DE NIVEL CRITICO DE APLICACION EN BARCENA, VILLA NUEVA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: PEDRO RONALDO ARIAS RIVAS

CARNET No: 8813270

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada
Ing. Agr. Gustavo A. Alvarez Valenzuela
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez

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 G. Hernández Dávila
A S E S O R

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E



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

cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01001 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: ilusac.edu.gt § <http://www.usnc.edu.gt/facultades/agronomia.htm>