

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL FLUBENDIAMIDE, PARA EL CONTROL DEL GUSANO SOLDADO (*Spodoptera exigua*), EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA, GUATEMALA. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN BAYER S.A., GUATEMALA, C. A.

VICTOR LEONEL CAZALI ALONZO

GUATEMALA, MARZO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL FLUBENDIAMIDE, PARA EL CONTROL DEL GUSANO SOLDADO (*Spodoptera exigua*), EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA, GUATEMALA. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN BAYER S.A., GUATEMALA, C. A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

VICTOR LEONEL CAZALI ALONZO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



RECTOR

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Aroldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, MARZO DE 2021

Guatemala, marzo de 2021

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL FLUBENDIAMIDE, PARA EL CONTROL DEL GUSANO SOLDADO (*Spodoptera exigua*), EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA, GUATEMALA. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN BAYER S.A, GUATEMALA, C. A.”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

VICTOR LEONEL CAZALI ALONZO

ACTO QUE DEDICO

- A Dios** Por darme el maravilloso regalo de la vida, por estar siempre conmigo y por darme las fuerzas para poder culminar este sueño.
- A MI MADRE:** Por su amor y apoyo incondicional, por demostrarme que las cosas son posibles cuando uno se las propone, por cada uno de los consejos de vida que me brindo, por ser la mejor madre brindándole amor incondicional a su familia.
- A MI PADRE:** Por ser ese soporte fundamental para nuestra familia por apoyarme y demostrarme su amor incondicionalmente, por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria y apoyarme en todo momento, por brindarle todo lo necesario a nuestra familia, por compartir los conocimientos de vida con su familia.
- A MIS HERMANAS:** Por brindarme su apoyo incondicional y estar en todo momento conmigo.
- A FAMILIARES:** A mis tíos, primos, primas y abuelos, por el apoyo brindado a nuestra familia por los ánimos que siempre me brindaron para que culminara este sueño, por motivarme a ser una mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

A:

LA FAUSAC:

Por ser mi alma mater y brindarme el privilegio de ser un egresado de la Facultad de Agronomía y de la Gloriosa Universidad San Carlos De Guatemala, por todo el conocimiento adquirido durante mis años de estudio y por forjar el profesional que soy hoy en día.

MIS SUPERVISORES Y ASESORES: Por su apoyo en la elaboración del presente documento, los consejos y motivación aportada.

Ing. Ernesto Yack, por ser una guía fundamental en mi proceso de EPS, por las revisiones y correcciones brindadas durante la elaboración del presente documento.

Ing. Alvaro Hernández, por las revisiones y correcciones realizadas durante el proceso de elaboración del presente documento, por los consejos y la confianza brindada a mi persona no dudando de mi capacidad.

Ing. Carlos Bucaro, Por la amistad brindada a mi persona durante mis días de estudiante, y los consejos aportados en la elaboración del presente documento.

MIS AMIGOS: A todos mis compañeros y compañeras que me brindaron su amistad durante los años de formación en la FAUSAC, por los momentos y recuerdos vividos por ser un apoyo, y hacer muy grata la experiencia de una carrera universitaria.

Especial agradecimiento a mis amigos desde el primer año de vida universitaria, Dani Cuxil, Dayana Bal, Aroldo Chowix, Luis Pedro, Rudy Coloma, Francisco De León, Alejandro Chex, Gabriela Palacios, Marta Turcios, Lilibeth Franco, Dayrin Lopez, Cristy Adriana, Fernando Casia, Ricardo Lopez, Elmer Adler, Mauro Morales. Gracias por todos los momentos y experiencias vividas.

PERSONAS QUE ME HAN APOYADO:

A mis amigos de colonia, Gerson Rodas, Jimmy León y Erick Arismendéz, por todas las convivencias y aventuras compartidas durante estos años de amistad.

A la familia Hernández Bala, por abrirme las puertas de su hogar durante mi proceso de EPS, y hacer mucho más amena la estadía fuera de mi hogar.

BAYER S, A: Por brindarme la oportunidad de iniciarme laboralmente en el ámbito profesional.

Al Ing. Josué Hidalgo, por creer en mi persona y darme la oportunidad de realizar mi EPS, en el Departamento de desarrollo agronómico de BAYER S, A.

Al Ing. Carlos Solís, por la amistad y los consejos compartidos durante mi proceso de EPS, por los consejos y apoyo brindado durante la elaboración de este documento.

Al Ing. Agr. Carlos Aman Leal por su apoyo y amistad brindada durante mi proceso de EPS.

Mis compañeros de EPS. Adolfo Montejó y Christian Rafael, gracias por los consejos y buenos momentos aportados durante nuestro EPS.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE LAS PRINCIPALES PLAGAS AGRÍCOLAS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN LA FINCA SAN DIEGO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULILLA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.

1.1	PRESENTACIÓN.....	3
1.2	OBJETIVOS.....	5
1.2.1	Objetivo general.....	5
1.2.2	Objetivos específicos.....	5
1.3	MARCO REFERENCIAL.....	6
1.3.1	Localización.....	6
1.3.2	Suelo y fertilidad.....	7
1.3.3	Condiciones climáticas.....	7
1.3.4	Zonas de vida.....	7
1.4	METODOLOGÍA.....	7
1.4.1	Observación.....	7
1.4.2	Entrevista.....	8
1.4.3	Revisión bibliográfica.....	8
1.4.4	Análisis de la información.....	8
1.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
1.5.1	Principales plagas agrícolas, que atacan el cultivo de sandía.....	10
1.5.2	Principales insecticidas utilizados para el control de plagas agrícolas.....	15
1.5.3	Plagas de mayor importancia económica que afectan la producción de sandía.....	17
1.6	CONCLUSIONES.....	19
1.7	BIBLIOGRAFÍA.....	20
1.8	ANEXOS.....	22

CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL FLUBENDIAMIDE, PARA EL CONTROL DEL GUSANO SOLDADO (*Spodoptera exigua*), EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA, GUATEMALA.

2.1	PRESENTACIÓN.....	29
2.2	MARCO TEÓRICO	31
2.2.1	Marco conceptual	31
2.2.2	Marco referencial.....	45
2.3	OBJETIVOS.....	46
2.3.1	Objetivo general.....	46
2.3.2	Objetivos específicos.....	46
2.4	HIPOTESIS.....	46
2.5	METODOLOGÍA	47
2.5.1	Material experimental	47
2.5.2	Descripción de la parcela de estudio.....	50
2.5.3	Unidad experimental.....	51
2.5.4	Modelo estadístico.....	51
2.5.5	Factores a evaluar	52
2.5.6	Variables de respuesta	53
2.5.7	Tasa marginal de retorno.....	57
2.5.8	Análisis de la información	57
2.5.9	Análisis estadístico	57
2.5.10	Análisis económico	58
2.5.11	Manejo del experimento	59
2.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
2.6.1	Comprobación de los supuestos del ANOVA para cada una de las variables	63

2.6.2	Dinámica de la población insectil de larvas vivas por planta de (<i>Spodoptera exigua</i>), en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)	64
2.6.3	Comportamiento del daño foliar de la población insectil de larvas vivas de (<i>Spodoptera exigua</i>), en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)	69
2.1	Daño en frutos por la población insectil de larvas vivas de (<i>Spodoptera exigua</i>), en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)	74
2.6.4	Prueba de fito toxicidad en el cultivo de sandia	77
2.6.5	Análisis económico	78
2.1.1	Determinación de la tasa marginal de retorno	80
2.7	CONCLUSIONES.....	81
2.8	RECOMENDACION	81
2.9	BIBLIOGRAFÍA	82
2.10	ANEXOS	86
CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARRROLLO AGRONÒMICO DE BAYER S, A.		
3.1	Servicio 1: Evaluación del insecticida Sivanto prime 20 SL (Flupyradifurone) para el control de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>), en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>), en el Municipio de San Raymundo, Departamento de Guatemala.	93
3.1.1	PRESENTACIÒN.....	94
3.1.2	OBJETIVOS.....	95
3.1.3	MARCO CONCEPTUAL	96
3.1.4	METODOLOGÌA	106
3.1.5	RESULTADOS Y DISCUSIÒN	112
3.1.6	CONCLUSIONES	125
3.1.7	EVALUACIÒN	125

3.2	Servicio 2: Evaluación del insecticida Belt 48 SC (Flubendiamide), para el control de larvas perforadoras de (<i>Diaphania spp.</i>), en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>), en Bárcenas, Villa Nueva, Departamento de Guatemala.	127
3.2.1	PRESENTACIÓN	128
3.2.2	OBJETIVOS.....	129
3.2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	130
3.2.4	METODOLOGÍA.....	142
3.2.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	148
3.2.6	CONCLUSIONES	156
3.2.7	EVALUACIÓN.....	156
3.3	Servicio 3: Evaluación del insecticida Belt 48 SC (Flubendiamide), para el control de larvas de (<i>Plutella xylostella</i>), en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), en Patzicia, Chimaltenango.	159
3.3.1	PRESENTACIÓN	160
3.3.2	OBJETIVOS.....	161
3.3.3	MARCO CONCEPTUAL.....	162
3.3.4	METODOLOGÍA	173
3.3.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	179
3.3.6	CONCLUSIONES	185
3.3.7	EVALUACIÓN.....	185
3.3.8	BIBLIOGRAFÍA.....	187
3.3.9	ANEXOS.....	191

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.1	Ubicación geográfica del Municipio de Chiquimulilla.	6
Figura 1.2	Presencia de gusano soldado en flores de cultivo de sandía.	11
Figura 1.3	Daño de frutos y tallo de cultivo sandía por gusano soldado.	12
Figura 1.4	Frutos con daño por lacra dura ocasionado por gusano soldado.	12
Figura 1.5	Presencia de mosca blanca en el cultivo de sandía.	13
Figura 1.6	Presencia de Trips en flores del cultivo de sandía.	14
Figura 1.7	Daño superficial en fruto de sandía por gusano soldado.	18
Figura 1.8	Perforación de fruto por gusano soldado.	18
Figura 1.9A	Pilones cubiertos con agribon, para evitar ataque de plagas chupadoras.	22
Figura 1.10A	Presencia de malezas en el casco de la finca que interfieren en el desarrollo del cultivo.	22
Figura 1.11A	Presencia de plástico para control de malezas.	23
Figura 1.12A	Presencia de riego por goteo en el cultivo.	23
Figura 1.13A	Presencia de plagas en malezas hospederas.	23
Figura 1.14A	Presencia de daño en frutos por plagas.	24
Figura 1.15A	Presencia de daño en frutos por lacra dura.	24
Figura 1.16A	Presencia de colmenas para polinización de plantas.	25
Figura 2.1	Fito toxicidad por glufosinato de amonio en variedad de soja.	41
Figura 2.2	Fito toxicidad en soja por aplicación de herbicida.	42
Figura 2.3	Dimensiones de la unidad experimental.	51
Figura 2.4	Grado 1 de fito toxicidad, no se observan síntomas de toxicidad en la lámina foliar.	55
Figura 2.5	Grado 2 de fito toxicidad, se observan síntomas muy leves pero claramente apreciables de amarilla miento en los bordes de la lámina foliar, en hojas viejas	55
Figura 2.6	Grado 3 de fito toxicidad, se observan síntomas muy leves pero claramente apreciables de amarilla miento en los bordes de la lámina foliar, en hojas nuevas.	55

	Página
Figura 2.7	Grado 4 de fito toxicidad, se observa quemadura y clorosis de mayor intensidad en la lámina foliar, en hojas nuevas. 56
Figura 2.8	Grado 5 de fito toxicidad se observa quemadura y clorosis de mayor intensidad en la lámina foliar, en hojas viejas..... 56
Figura 2.9	Grado 6 de fito toxicidad, se observa quemadura creciente extendiéndose a toda la lámina foliar hojas nuevas y viejas.56
Figura 2.10	Dinámica de la población de larvas vivas de (<i>Spodoptera exigua</i>), en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)..... 64
Figura 2.11	Progreso de daño foliar causado por larvas de (<i>Spodoptera exigua</i>), en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)..... 69
Figura 2.12	Porcentaje de frutos de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), dañados por larvas de (<i>Spodoptera exigua</i>). 74
Figura 2.13	Prueba de fito toxicidad en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)..... 77
Figura 2.14A	Selección y delimitación preliminar del área de estudio. 86
Figura 2.15A.	Monitoreo de larvas de (<i>Spodoptera exigua</i>) en flores. 86
Figura 2.16A.	Monitoreo de posturas de <i>Spodoptera exigua</i> 86
Figura 2.17A.	Monitoreo de posturas de (<i>Spodoptera exigua</i>). 86
Figura 2.18A.	Monitoreo de huevecillos de (<i>Spodoptera exigua</i>) en tallos guías. 87
Figura 2.19A.	Delimitación final del área de trabajo..... 87
Figura 2.20A.	Aplicación de los tratamientos..... 87
Figura 3.1	Arroquetamiento en hojas de pepino por síntomas de virus transmitidos por mosca blanca. 100
Figura 3.2	Moteado clorótico en hojas y amarilla miento de nervios de hojas ocasionados por el virus de las venas amarillas del pepino). ... 101
Figura 3.3	Hoja con síntomas de virus de las venas amarillas del pepino. 101
Figura 3.4	Progreso de la población de adultos vivos de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>), por hoja, en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>).. 112

	Página
Figura 3.5	Prueba de Tukey para el área bajo la curva de la población de adultos vivos de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>) En el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>)..... 115
Figura 3.6	Prueba de eficacia Abbott para la población de adultos vivos de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>), en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 116
Figura 3.7	Progreso de la población de ninfas vivas de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>) por pulgada cuadrada, en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 117
Figura 3.8	Prueba de Tukey para el área bajo la curva de la población de ninfas vivas de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>) en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>)..... 118
Figura 3.9	Prueba de eficacia Abbott para la población de ninfas vivas de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>) en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 119
Figura 3.10	Progreso de la población de huevos vivos de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>), por pulgada cuadrada, en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 120
Figura 3.11	Prueba de Tukey para área bajo la curva de la población de huevos de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>) en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 121
Figura 3.12	Prueba de eficacia Abbott para la población de huevos de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>), en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 122
Figura 3.13	Prueba de toxicidad para los productos evaluados en el control de mosca blanca (<i>Bemisia spp.</i>), en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 124
Figura 3.14	Larva de (<i>Diphania nitidalis</i>). 136
Figura 3.15	Larva de (<i>Diphania hyalinata</i>). 136
Figura 3.16	Larva de (<i>Diphania nitidalis</i>), alimentándose de un fruto de cucurbitáceas..... 136

	Página
Figura 3.17	Larva de (<i>Diphania nitidalis</i>), madura..... 137
Figura 3.18	Progreso de la población de larvas de (<i>Diphania spp.</i>), por planta en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 148
Figura 3.19	Prueba de Tukey para el área bajo la curva de la población larvas de (<i>Diphania spp.</i>), en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 150
Figura 3.20	Prueba de eficacia Abbott para la población de larvas de (<i>Diphania spp</i>), en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 151
Figura 3.21	Progreso de daño foliar en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>), causado por larvas de (<i>Diaphania spp.</i>)..... 153
Figura 3.22	Prueba de eficacia Abbott para el daño foliar registrado en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>), por larvas vivas de (<i>Diaphania spp</i>). 154
Figura 3.23	Prueba de toxicidad para los productos evaluados en el control de larvas perforadoras de (<i>Diaphania spp</i>), en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). 155
Figura 3.24	Ciclo biológico de (<i>Plutella xylostella</i>)..... 166
Figura 3.25	Progreso de la población de larvas vivas de (<i>Plutella xylostella</i>), por planta en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>). 179
Figura 3.26	Prueba de eficacia Abbott para la población de larvas de (<i>Plutella xylostella</i>), en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>). 180
Figura 3.27	Progreso de daño foliar en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), por larvas vivas de (<i>Plutella xylostella</i>)..... 181
Figura 3.28	Prueba de eficacia Abbott para el daño foliar registrado en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>), por larvas vivas de (<i>Plutella xylostella</i>). 183
Figura 3.29	Prueba de toxicidad para los productos evaluados para el control de larvas de (<i>Plutella xylostella</i>), en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>)..... 184
Figura 3.30A	Conteo de adultos vivos en hojas de pepino. 191
Figura 3.31A	Conteo de huevos y ninfas de mosca blanca. 191

Página

Figura 3.32	Presencia de larvas de (<i>Diaphania nitidalis</i>) en el cultivo de pepino. .	191
Figura 3.33	Presencia de larvas de (<i>Diphania hyalinata</i>) en el cultivo de pepino. .	192
Figura 3.34	Presencia de daño foliar por larvas de (<i>Dipahnia spp</i>), en el cultivo de pepino.	192
Figura 3.35	Selección y delimitación de las parcelas de estudio de Brocoli (<i>Brassica oleracea</i>).	192
Figura 3.36	Monitoreo de larvas de lepidópteros para establecimiento de la investigación en brocoli (<i>Brassica oleracea</i>).	193
Figura 3.37	Monitoreo de daño foliar por larvas de lepidopteros para establecimiento de la investigación en brocoli (<i>Brassica oleracea</i>). ..	193
Figura 3.38	Presencia de larvas en cabezas de brócoli, al momento de cosecha	194
Figura 3.39	Representación gráfica de daño foliar por larvas de lepidopteros en brocoli (<i>Brassica oleracea</i>), (a) daño fuerte, (b) daño significativo, (c) daño común, (d) poco daño (e) daño aceptable(f) Muy poco daño.	195
Figura 3.40	Daño foliar por larvas de lepidópteros en brocoli (<i>Brassica oleracea</i>), en los distintos productos, Testigo (a), Spinetoram, (b) Flubendiamide, (c) Chlorantraniliprole (d).	196

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.1	Principales plagas que afectan la producción del cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>).....	10
Cuadro 1.2	Principales insecticidas utilizados para el control de plagas.	15
Cuadro 1.3	Plagas de mayor importancia económica en el cultivo de sandía.	17
Cuadro 1.4A	Aspectos generales del casco de la finca y fase de entrevista.....	25
Cuadro 1.5A	Principales plagas, enfermedades y malezas que afectan los cultivos agrícolas.	25
Cuadro 1.6A	Principales productos para el control de plagas, enfermedades y malezas.	26
Cuadro 1.7A	Principales problemas que afectan la producción agrícola.....	26
Cuadro 1.8A	Principales plagas que afectan el cultivo de sandía.	26
Cuadro 2.1	Clasificación taxonómica del cultivo de sandía.	32
Cuadro 2.2	Etapas fenológicas del cultivo de sandía.....	35
Cuadro 2.3	Clasificación taxonómica de <i>Spodoptera exigua</i>	37
Cuadro 2.4	Descripción de productos utilizados en Chiquimulilla, Santa Rosa.	49
Cuadro 2.5	Descripción de tratamientos utilizados en Chiquimulilla, Santa Rosa.	49
Cuadro 2.6	Distribución espacial de tratamientos utilizados en Chiquimulilla, Santa Rosa, diseño de bloques completos al azar.....	50
Cuadro 2.7	Escala para determinar el grado de daño foliar.	53
Cuadro 2.8	Escala para determinar del grado de fito toxicidad.....	54
Cuadro 2.9	Aplicación de riego en el cultivo de sandía.....	61
Cuadro 2.10	Resumen del análisis de normalidad y homocedasticidad para cada una de las variables.....	63
Cuadro 2.11	Análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable larvas vivas por planta, en Chiquimulilla Santa Rosa.....	66
Cuadro 2.12.	Clasificación de tratamientos de acuerdo a la prueba de LSD Fisher, para la variable larvas vivas en Chiquimulilla, Santa Rosa.	66
Cuadro 2.13.	Análisis de regresión, para la variable larvas vivas.	67

	Página
Cuadro 2.14.	Coeficiente de regresión para cada uno de los tratamientos..... 68
Cuadro 2.15	Análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable daño foliar en Chiquimulilla, Santa Rosa..... 70
Cuadro 2.16	Clasificación de tratamientos de acuerdo a la prueba de LSD Fisher, para la variable daño foliar en Chiquimulilla, Santa Rosa..... 71
Cuadro 2.17.	Análisis de regresión para la variable daño foliar. 72
Cuadro 2.18.	Coeficiente de regresión para cada uno de los tratamientos..... 73
Cuadro 2.19	Análisis de la varianza (SC tipo III), para la variable número de frutos dañados en Chiquimulilla, Santa Rosa. 75
Cuadro 2.20.	Clasificación de tratamientos de acuerdo a la prueba de LSD-Fisher, para la variable frutos dañados en Chiquimulilla, Santa Rosa..... 75
Cuadro 2.21	Análisis de presupuesto parcial para los diferentes tratamientos evaluados en Chiquimulilla, Santa Rosa..... 78
Cuadro 2.22.	Análisis de dominancia para los diferentes tratamientos evaluados en Chiquimulilla, Santa Rosa..... 79
Cuadro 2.23.	Análisis de tasa marginal de retorno para los tratamientos evaluados en Chiquimulilla, Santa Rosa..... 80
Cuadro 2.24A.	Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la variable larvas vivas..... 88
Cuadro 2.25A.	Prueba de Homocedasticidad (Levene), para la variable larvas vivas.. 88
Cuadro 2.26A.	Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la variable daño foliar..... 88
Cuadro 2.27A.	Prueba de Homocedasticidad (Levene), para la variable daño foliar.... 88
Cuadro 2.28A.	Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la variable frutos dañados..... 88
Cuadro 2.29A.	Prueba de Homocedasticidad (Levene), para la variable frutos dañados..... 89
Cuadro 3.1	Clasificación taxonómica del pepino..... 96
Cuadro 3.2	Etapas fenológicas de <i>C. sativus</i> L..... 97

	Página
Cuadro 3.3	Principales plagas del cultivo de <i>C. sativus</i> L. 97
Cuadro 3.4	Clasificación taxonómica de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)..... 98
Cuadro 3.5	Descripción de tratamientos utilizados, en San Raymundo, Guatemala..... 108
Cuadro 3.6	Distribución espacial de tratamientos utilizados, en un diseño de bloques completos al azar..... 109
Cuadro 3.7	Escala para determinar el grado de fito toxicidad..... 111
Cuadro 3.8	Clasificación taxonómica del pepino..... 130
Cuadro 3.9	Etapas fenológicas de <i>C. sativus</i> L..... 131
Cuadro 3.10	Clasificación taxonómica de <i>Diaphania spp.</i> 132
Cuadro 3.11	Descripción de tratamientos utilizados, en Bárcenas Villa Nueva. 144
Cuadro 3.12	Distribución espacial de Tratamientos utilizados, en un diseño de bloques completos al azar..... 145
Cuadro 3.13	Escala para determinar el grado de daño foliar. 146
Cuadro 3.14	Escala para determinar el grado de fito toxicidad..... 146
Cuadro 3.15	Clasificación taxonómica del brócoli..... 162
Cuadro 3.16	Descripción de tratamientos evaluados, en Patzicia, Chimaltenango. 175
Cuadro 3.17	Distribución espacial de tratamientos utilizados, en un diseño de bloques completos al azar..... 175
Cuadro 3.18	Escala para determinar el grado de daño foliar..... 176
Cuadro 3.19	Escala para determinar el grado de fito toxicidad..... 177

RESUMEN

Como parte de la formación profesional en la Universidad San Carlos de Guatemala, se debe realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), proceso en el cual es necesaria la generación de varios informes, siendo estos conocidos como trabajo de graduación.

El diagnóstico se realizó en la finca San Diego, del Municipio de Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa, en donde se analizó e identificó las principales plagas agrícolas que afectan la producción del cultivo de sandía, así como los principales insecticidas para su control, para esto se realizó un recorrido por toda la plantación en la finca, se realizaron preguntas previamente formuladas con respecto al manejo agronómico con los encargados de manejo agronómico, luego se realizó una revisión bibliográfica acerca del cultivo.

Donde se determinó que uno de los principales problemas en la finca es la presencia de plagas específicamente el complejo de lepidópteros en los cuales están, (*Spodoptera frugiperda*, *Diaphania nitidalis*, *Spodoptera exigua*), siendo la que mayor presencia tiene en el cultivo de sandía (*Spodoptera exigua*), ocasionando un daño de 15 % a 20 % por laceración en frutos de sandía.

Como segunda parte del proceso de E.P.S, se realizó una investigación, sobre la Evaluación de la eficacia biológica del flubendiamide, para el control de gusano soldado (*Spodoptera exigua*), en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), donde se estableció la dinámica poblacional de las larvas, se establecieron los momentos de mayor presión en el cultivo, se estableció el grado de fitotoxicidad de cada insecticida en el cultivo y se analizó la tasa marginal de retorno de cada tratamiento.

Durante esta investigación se sometieron a evaluación, un testigo absoluto y distintos productos comerciales, (Spinetoram 6 SC), a 0.25 l/ha, (Flubendiamide 20 WG), a 0.15 kg/ha, y (Flubendiamide 48 SC), a 0.1 l/ha y 0.125 l/ha, en un diseño experimental de bloques al azar, con la finalidad de determinar el producto y dosis que presentara la mayor

eficacia en el control de larvas de gusano soldado, al final de la investigación se determinó que, el mejor producto para el control de larvas de gusano soldado (*Spodoptera exigua*) fue Flubendiamide 48 SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide 48 SC 0.10 l/ha, presentando una mayor tasa marginal, la menor dosis la cual fue de 17.62 %, en cuanto a la fito toxicidad, ninguno de los productos y dosis evaluados para el control de larvas de (*Spodoptera exigua*), presento síntomas de (amarilla miento, clorosis, quemaduras) de fito toxicidad en el cultivo, que indicaran una disminución en el rendimiento.

Como parte del capítulo tres del proceso de E.P.S, se realizaron servicios profesionales de los cuales el primero fue realizar la evaluación del insecticida Sivanto prime 20 SL (Flupyradifurone) para el control de mosca blanca (*Bemisia spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), en el Municipio de San Raymundo, Departamento de Guatemala, en donde se determinó mediante la prueba estadística de Tukey, que Flupyradifurone 0.75 l/ha y Flupyradifurone 1.0 l/ha fueron las mejores dosis para el control de mosca blanca.

Como segundo servicio se llevó acabo, la Evaluación del insecticida Belt 48 SC (Flubendiamide), para el control de larvas perforadoras de (*Diphania spp.*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), en Bárcenas, Villa nueva, Departamento de Guatemala. En donde se concluyó mediante la prueba estadística de Tukey, que el mejor producto fue Flubendiamide SC 0.15 l/ha, para el control de larvas perforadoras.

Como tercer servicio se realizó, la Evaluación del insecticida Belt 48 SC (Flubendiamide), para el control de larvas de (*Plutella xylostella*), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) en Patzicia, Chimaltenango, en donde se concluyó mediante la prueba estadística de Tukey, que Flubendiamide 0.075 l/ha, Flubendiamide 0.1 l/ha, y Flubendiamide 0.125 l/ha, presentaron las mayores eficacias, indicando un mejor control para el control de larvas de (*Plutella xylostella*).



CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE LAS PRINCIPALES PLAGAS AGRÍCOLAS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN LA FINCA SAN DIEGO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULLA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.

1.1 PRESENTACIÓN

La finca San Diego se encuentra ubicada en el Departamento de Santa Rosa, Municipio de Chiquimulilla a 7 km de la cabecera municipal, se dedica principalmente a la producción de sandía (*Citrullus lanatus*), para comercializar en mercado local y exportación a Honduras y El Salvador.

La producción del cultivo de la sandía es afectado por diversos factores de los cuales uno de los más importantes es el manejo y control de plagas agrícolas, para lo cual se llevó a cabo este diagnóstico en donde se conocieron las principales plagas agrícolas que afectan la producción del cultivo de sandía, se identificaron los insecticidas que se emplean para su control, y se estableció la plaga agrícola que mayor daño causa al cultivo de sandía en la finca San Diego.

Para esto se realizó un recorrido por el casco de la finca, posteriormente una entrevista con el encargado del manejo de plagas con una serie de preguntas, y una posterior revisión bibliográfica.

Se estableció que. Entre las principales plagas que afectan la producción se encuentran, los trips (*Frankliniella occidentalis*), 1 % a 3 % de daño en flores, el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), de 1 % a 3 % de daño por defoliación, el gusano nochero (*Agrostis spp.*), de 2 % a 10 % de daño por defoliación, el complejo de lepidópteros conformado por, el gusano barrenador (*Diaphania nitidalis* y *Diaphania hyalinata*), de 3 % a 5 % de daño por perforación de frutos y 5 % de daño por defoliación, y el gusano soldado (*Spodoptera exigua*) ocasionando daño de 15 % a 20 % en frutos y 20 % por defoliación.

Para el control de cada una de las plagas insectiles se cuenta con una variedad de insecticidas los cuales son utilizados considerando aspectos como, el hábito de alimentación de la plaga y espectro de control del insecticida, para el control de mosca blanca se utiliza Flupyradifurone el cual es un producto que actúa de manera sistémica actuando sobre la plaga cuando esta se alimenta de la savia de la planta, para el control

de trips se utiliza Spinosad, para el control de larvas de lepidópteros se utiliza Deltametrina, la cual equivale a un 5.88 % del 100 % de insecticidas aplicados, Spinetoram, a un 11.75 % y Flubendiamide, 11.76 % siendo productos de control tras laminar que permiten un mayor alcance en el envés de la hoja.

Se estableció que las plagas que mayor daño ocasionan, son el gusano soldado (*Spodoptera exigua*), generando de un 15 % a un 20 % de daño en frutos por lacra dura y un 20 % por defoliación, el gusano barrenador (*Diaphania nitidalis* y *Diaphania hyalinata*), que ocasionan de un 3 % a un 5 %, de daño por perforaciones en frutos y un 5 % de daño por defoliación.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Conocer las principales plagas agrícolas, que atacan el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), y los insecticidas que se utilizan para su control, en la Finca San Diego, Municipio de Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa.

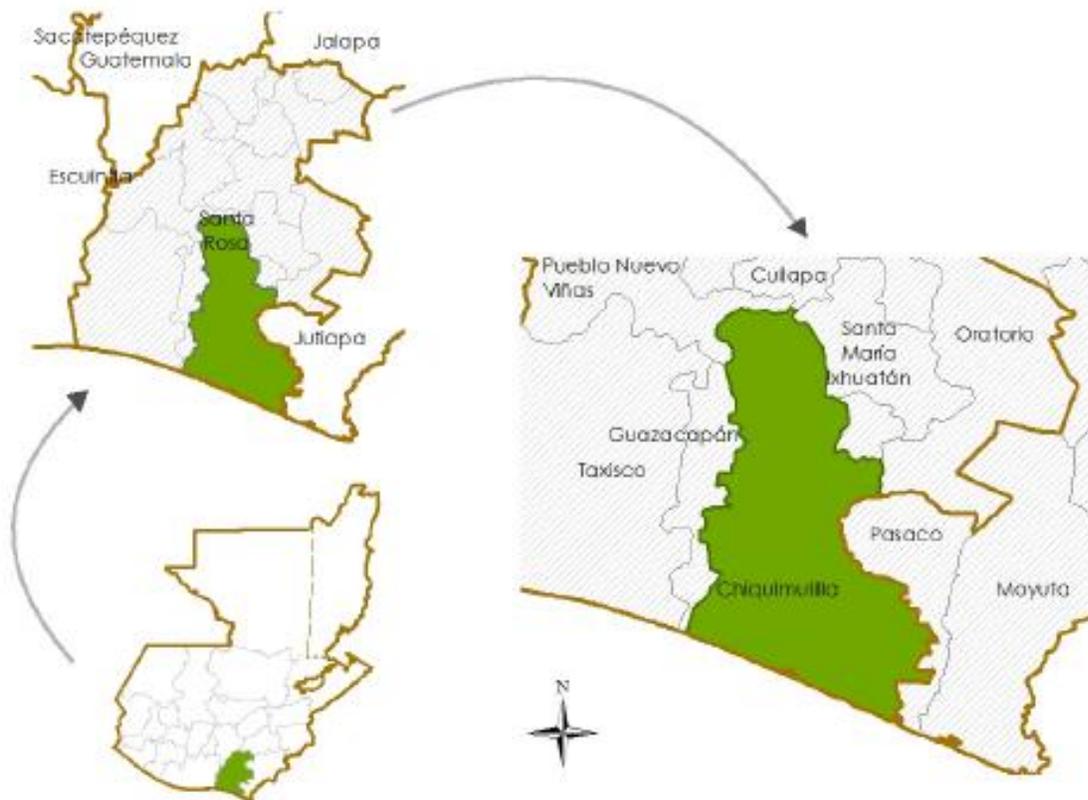
1.2.2 Objetivos específicos

1. Conocer las principales plagas agrícolas que atacan el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en la finca San Diego.
2. Identificar las plagas que mayor daño ocasionan durante la producción agrícola del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en la finca San Diego.
3. Identificar los principales insecticidas que se utilizan para el control de plagas agrícolas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en la finca San Diego.

1.3 MARCO REFERENCIAL

1.3.1 Localización

El Municipio de Chiquimulilla se encuentra ubicado en la parte sur del Departamento de Santa Rosa, en la región IV (región Sur-Oriente), a una altitud de 294 m s.n.m. Se localiza en las coordenadas: latitud $14^{\circ}05'13''$ Norte y longitud $90^{\circ}22'48''$ Oeste, la investigación se realizó en la Finca San Diego, perteneciente al Municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, con coordenadas latitud $14^{\circ}02'11.4''$ Norte longitud $90^{\circ} 22' 11.88''$ Oeste, una distancia de 7 km de la cabecera Municipal accediendo por la carretera número 6 (DGN, 1982).



Fuente: Base cartográfica del IGN, 2000

Figura 1.1 Ubicación geográfica del Municipio de Chiquimulilla.

1.3.2 Suelo y fertilidad

La topografía de Chiquimulilla es muy diversa comenzando desde 0 m s.n.m. hasta los 1,800 m s.n.m. se cultivan productos tanto de clima cálido como de clima templado (MAGA, 2003). El área de estudio se encuentra conformada por un suelo arcillo limoso, según el mapa de intensidad de uso de la tierra del MAGA.

1.3.3 Condiciones climáticas

El clima predominante es Cálido, las temperaturas promedios se encuentran desde los 25 °C hasta los 38 °C, con una precipitación anual de 1,660 mm, con una dirección del viento de norte a sur (Zamora, 2009).

1.3.4 Zonas de vida

Según la clasificación propuesta por Holdridge en 1,978 el área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida bs – S = Bosque Seco Subtropical (De la Cruz, 1982).

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Observación

Se realizó un recorrido por el casco de la finca San Diego, en los alrededores del cultivo y en medio de él, donde se observaron , condiciones en las que se encontraba el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), presencia de plagas o enfermedades, condiciones de riego, control de malezas, esto para recolectar información de primer orden, anotando todo lo anterior para luego tener una base y realizar preguntas en la entrevista, durante esta etapa se realizaron preguntas estructuradas en base a las dudas que surgieron durante la primera etapa de recorrido.

1.4.2 Entrevista

Se realizaron una serie de preguntas, con el encargado de manejo agronómico y administrador del casco de la finca, y un encargado de manejo de plagas, en donde se abordaron dudas que surgieron durante el recorrido de observación que se hizo previamente, las preguntas se estructuraron de acuerdo a como se indica en el anexo, para tener un conocimiento más exacto del manejo agronómico del cultivo de sandía, como segunda fuente de información primaria, para posteriormente realizar una revisión bibliográfica, para realizar una comparación entre la información recolectada en campo y lo recolectado por la literatura.

1.4.3 Revisión bibliográfica

Luego de finalizada la fase de recolección de información de campo, se realizó una revisión bibliográfica, consultando:

- Tesis, realizadas en el Municipio, acerca de la producción de sandía.
- Diagnósticos elaborados por la municipalidad, sobre el Municipio.
- Boletines, sobre plagas que afectan el cultivo de sandía realizados por la municipalidad.
- Fichas técnicas, sobre el cultivo de la sandía.

1.4.4 Análisis de la información

Se realizó un análisis en base a lo observado en la visita de campo, entrevista y lo hallado en la revisión bibliográfica, para establecer las principales plagas que afectan la producción del cultivo de sandía, posteriormente se procedió a identificar las plagas de mayor importancia en la finca, para esto se estimó el daño que cada una de las plagas ocasiona y se determinó la que genera un mayor daño económico como la más importante, luego se analizaron cada uno de los insecticidas que se utilizan para el control de las plagas y como

se maneja la aplicación con respecto a las limitaciones que los productos tienen, si únicamente controla en estados juveniles, si tiene algún efecto sobre los polinizadores etc.

1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.5.1 Principales plagas agrícolas, que atacan el cultivo de sandía

En el siguiente cuadro se pueden observar las principales plagas agrícolas que afectan el cultivo de sandía en la zona de estudio.

Cuadro 1.1 Principales plagas que afectan la producción del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*).

Nombre común	Nombre científico	Daño ocasionado en la planta	Practica cultural
Gusano soldado	<i>Spodoptera exigua</i>	15 % a 20 % Por lacra dura de frutos 20 % por defoliación	rotación de cultivos, destrucción de malezas
Gusano nochero	<i>Agrotis spp</i>	2 % a 10 % Por defoliación	Buena preparación del suelo, destrucción de malezas y rotación de cultivos
Barrenadores	<i>Diaphania nitadilis.</i>	3 % a 5 % Por perforación de frutos 5 % por defoliación	rotación de cultivos
	<i>Diaphania hyalinata</i>		rotación de cultivos
Mosca blanca	<i>Bemisia tabasi</i>	1 % a 5 % perdida de plantas (virus)	eliminación de hospederos, rotación de cultivos, no sembrar en época seca y fertilización eficiente
Cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>	1 % a 3 % Por defoliación	rotación de cultivos
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	1 % a 3 % daño en flores	----- -----

Al observar las principales especies de plagas que atacan el cultivo de sandía, en la finca San Diego, también se observa que se cuenta con una práctica cultural para su control.

A. Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

Las larvas de (*Spodoptera exigua*), se alimentan de las hojas de las plantas durante las etapas juveniles, el daño puede ser severo cuando existen grandes densidades, a veces actúan como cortadores y más a menudo en las regiones secas (Saunders, 1998), en las etapas larvarias finales, ocasionan daño en el fruto por lacra dura, lo cual genera que el fruto reduzca su valor estéticamente y en algunas ocasiones permite la entrada de agentes patógenos.

En los últimos años, debido al inoportuno, deficiente e inadecuado control que en la mayoría de los casos se ejerce, ha ocasionado pérdidas considerables por su acción directa en perdida de frutos y calidad, o indirecta, al favorecer la entrada de agentes de putrefacción, provocando la disminución de las cosechas o la muerte de las plantas. El daño que se ha llegado a registrar se encuentra entre el 15 % y 20 % de la producción bruta ya sea esta debido al daño foliar o por daño en frutos (Landaverde, Lechuga, 2018). Los principales productos que se utilizan para su control debido al uso intensivo que sufren generan resistencia en la plaga lo cual conlleva a que cada vez la dosis de producto se aumente para intentar controlar la población y mantenerla por debajo de un nivel significativo.



Figura 1.2 Presencia de gusano soldado en flores de cultivo de sandía.



Figura 1.3 Daño de frutos y tallo de cultivo sandía por gusano soldado.



Figura 1.4 Frutos con daño por lacra dura ocasionado por gusano soldado.

B. Gusanos barrenadores (*Diaphania hyalinata* y *Diaphania nitidalis*)

La larva de (*Diaphania hyalinata*) puede atacar levemente yemas, brotes, flores, tallos y frutos (Saunders, 1998), para (*Diaphania nitidalis*) la flor es el sitio preferido para la alimentación, sin embargo, después la larva entra a los frutos, los cuales son marcados por un pequeño agujero (Capinera, 2000), la principal problemática de estas larvas es que son perforadoras, lo cual ocasiona que el fruto sufra de putrefacción, por el agujero causado por las larvas ocasionando que estos ya no sean comercializables.

C. Mosca blanca (*Bemisia spp.*)

Se encuentra entre los 0 m s.n.m. a los 1,000 m s.n.m. En Guatemala, ataca cultivos sobre todo de las familias Cucurbitáceas, Fabáceas, Malvácea y Solanácea, (Casados, 2005).

La importancia de la mosca blanca radica en ser transmisora de virus durante las etapas más tempranas de la planta, cuando esta es más susceptible, debilitándola y favoreciendo la entrada de otros agentes patógenos o el ataque de otras plagas, según (Porres, 2013), debido a esto último una de las principales actividades culturales para el control de esta plaga es el tapado (actividad que consiste en cubrir las plántulas luego del trasplante con agrybon) debido a que el Municipio de Chiquimulilla se encuentra aproximadamente a 294 m s.n.m. y en un rango de temperatura de 25 °C a los 38 °C, lo cual lo ubica dentro del área de presencia de la mosca blanca, y la temperatura juega un papel importante en el desarrollo de toda plaga ya que a mayor temperatura el ciclo de la plaga disminuirá permitiendo completar su ciclo en menor tiempo.



Figura 1.5 Presencia de mosca blanca en el cultivo de sandía.

D. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Son considerados principalmente florícolas, los daños directos que producen en el cultivo de sandía, son alimentándose sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos que luego se necrosan (Muñez, 2013).

También afectan el número de frutos que una planta pueda producir ya que evitan la fecundación en la flor y posteriormente la formación del fruto, el daño que se genera en la plantación es únicamente por focos ya que se observan en orillas de terrenos y en colindantes con terrenos abandonados o que poseen cultivos a los que no se les da el mantenimiento adecuado, generando un daño de 1 % a 3 % en pérdidas de flores, lo cual disminuye considerablemente el número de frutos que una planta puede permite cosechar.

Una de las principales prácticas es realizar una aplicación de insecticida en las malezas y orillas de terrenos luego evitar caminar con el equipo agrícola que se utilizó en áreas con grandes cantidades de Trips, lo cual se ha demostrado que reduce la propagación de esta plaga a zonas que no han sido afectadas.



Figura 1.6 Presencia de Trips en flores del cultivo de sandía.

1.5.2 Principales insecticidas utilizados para el control de plagas agrícolas

En el siguiente cuadro se puede observar los principales insecticidas utilizados para el control de plagas agrícolas en el cultivo de sandía.

Cuadro 1.2 Principales insecticidas utilizados para el control de plagas.

Nombre común	Nombre científico	Control químico		Porcentaje de uso (%)
		Nombre comercial	Ingrediente activo	
Gusano soldado	<i>Spodoptera exigua</i>	Muralla delta 19 OD	Imidacloprid,	17.64
		Coragen 20 SC	Delametrina	5.88
		Exalt SC	Ciantraniliprol	11.76
		Takumi 20WG	Spinetoram	11.76
			Flubendiamide	
Gusano nochero	<i>Agrotis spp</i>	Takumi 20WG	Flubendiamide	11.76
Áfidos	<i>Aphis spp</i>	Movento 15 OD	Spirotetramat	5.88
Barrenadores	<i>Diaphania nitadilis.</i>	Exalt 6 SC	Spinoteram	11.76
	<i>Diaphania Hyalinata</i>	Coragen 20 SC	clorantraniliprol	5.88
Cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Coragen 20 SC	clorantraniliprol	5.88
Mosca blanca	<i>Bemesia tabasi</i>	Confidor 70 WG	Imidacloprid	17.64
		Connect 11,25 SC	Imidacloprid, Beta-Cyfluthrin	17.64
		Oberón	Spiromesifen	5.88
		Sivanto prime 20 SL	Flupyradifurone	5.88
		Plural 20 OD	Imidacloprid	5.88
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Spinosad	Spinosin	5.88
		Presa 10 OD	IUPAC	5.88

El porcentaje de uso de cada insecticida se determinó, analizando la frecuencia con la que este se aplica y que valor representa este del total de aplicaciones e insecticidas que se utilizan.

Para el control de trips se cuenta con Spinosad, un insecticida de origen natural producido por la fermentación de una bacteria llamada (*Saccharopolyspora*), al ser de origen biológico no daña a otras especies que podrían ser depredadoras naturales de algunas plagas, no daña a las abejas que se utilizan para la polinización ya que el uso de madurantes no es muy efectivo al generar malformación en los frutos, Presa es un insecticida que no afecta a la fauna benéfica que se pueda encontrar en las plantaciones se aplica cuando las infestaciones de la plaga son bajas ya que presenta una mejor eficacia.

Para el control de mosca blanca uno de los productos utilizados es, Confidor 70 WG (Imidacloprid) y Plural 20 OD (Imidacloprid), ambos insecticidas son pertenecientes al grupo de los neocotinoides que tienen un efecto adverso sobre las abejas ya que disminuye el número que se puede observar en las plantaciones, también tiene un efecto de control sobre larvas de lepidópteros, pero debido al daño a las abejas su uso se ve limitado únicamente a las etapas más tempranas de la planta previas a la floración, si se llegara a presentar infestaciones en etapas de floración se cuenta con otra alternativa, Sivanto prime 20 SL que es un insecticida cuyo ingrediente activo Flupyradifurone, actúa de manera tras laminar sobre la plaga y tiene un largo efecto residual, este no presenta daños sobre los polinizadores y presenta un control sobre áfidos.

Para el control de larvas de lepidópteros se cuenta con varias alternativas como Exalt 6 SC (Spinoteram) que es un insecticida de origen natural proveniente de la fermentación de la bacteria (*Sacharopolyspora spinosa*), que tiene un efecto de control sobre (*Diaphania spp*), y un efecto sobre el control de trips, Coragen 20 SC (clorontraniliprol) y Takumi 20 WG (Flubendiamide) son los productos que más se utilizan debido a que uno de los principales daños que ocasionan las larvas de lepidópteros es foliar y ambos insecticidas por su mecanismo de acción buscan cesar de manera inmediata la alimentación de la plaga para que el daño foliar en los cultivos sea el menor.

los insecticidas utilizados buscan atender una necesidad, tratando de ser aplicados en el momento preciso y evitar pérdidas o daños mayores, una de las principales actividades que

se buscan es reducir al mínimo el uso de los neocotinoides ya que estos tienen un efecto adverso sobre los polinizadores y otras especies benéficas por lo cual el uso de estos productos actualmente se ve limitado a etapas previas a la floración del cultivo para tratar de reducir el daño sobre los polinizadores, buscando alternativas viables para su utilización en la época de floración como el uso de Sivanto prime 20 SL (Flupyradifurone) para control de mosca blanca y áfidos, que no tiene efectos negativos en los polinizadores, también se cuentan con insecticidas que tienen un espectro de control un poco amplios controlado más de una plaga.

1.5.3 Plagas de mayor importancia económica que afectan la producción de sandía

Cuadro 1.3 Plagas de mayor importancia económica en el cultivo de sandía.

Plaga	Parte afectada del cultivo	Daño económico	Daño
<i>Spodoptera exigua</i>	Hojas Tallos(guías) Fruto Flores	Las larvas se alimentan del follaje y las frutas de las plantas, y pueden defoliar completamente a las pequeñas. Las larvas más pequeñas devoran el parénquima de las hojas, por lo que todo lo que queda es la delgada epidermis y las venas. Las larvas también atacan los brotes y el nuevo crecimiento en las plantas, evitando que las flores se abran, las hojas nuevas broten y las frutas se desarrollen. Lo que hace que el producto no se pueda comercializar, también lo dañan superficialmente.	15 % a 20 % Por lacra dura de frutos 20 % por defoliación
<i>Diaphania nitidalis</i> <i>Diaphania hyalinata</i>	Hojas Tallos(guías) Fruto	se alimentan de las hojas, flores y frutas, pueden causar defoliación, minan los tallos causando la muerte de la porción distal se pueden alimentar de las flores o minar las frutas causando su caída o pudrición y pérdida de valor comercial, la larva se alimenta de la superficie del fruto y eventualmente se introduce en él, produciendo cicatrices en la superficie del fruto.	3 % a 5 % Por perforación de frutos 5 % por defoliación

La larva de gusano soldado (*Spodoptera exigua*), es la plaga que mayor daño económico genera en la plantación, de un 15 % a un 20 % por lacra dura de frutos y un 20 % por defoliación lo cual se traduce en un aproximado de (6,000 kg/ha a 8,000 kg/ha), en la producción bruta, por lo cual es necesario contar con un mayor número de alternativas que permitan control sobre la plaga considerando las limitante de uso que existen como el efecto que este tenga sobre los polinizadores ya que Los principales productos que se utilizan para su control debido al uso intensivo que sufren generan resistencia en la plaga lo cual conlleva a que cada vez la dosis de producto se aumente para intentar controlar la población y mantenerla por debajo de un nivel significativo.



Figura 1.7 Daño superficial en fruto de sandía por gusano soldado.



Figura 1.8 Perforación de fruto por gusano soldado.

1.6 CONCLUSIONES

1. Entre las principales plagas agrícolas que afectan la producción de sandía están, los trips (*Frankliniella occidentalis*), que ocasionan un daño en pérdida de flores de 1 % a 3 %, la mosca blanca (*Bemisia spp*), siendo la principal transmisora de virus atacando a la planta en las etapas más tempranas, ocasionando una pérdida de plantas de 1 % a 5 %, y el complejo de larvas de lepidópteros conformado por (*Diaphania spp* y *Spodoptera exigua*), ocasionando daños a la principal fuente de comercialización que es el fruto ya sea por lacra dura o por perforación, en el caso de lacra dura llegando alcanzar valores de 15 % a 20 % y en defoliación de un 20 %.
2. Los principales insecticidas utilizados, son Spinosin para el control de trips usándose un 5.88 %, Imidacloprid para el control de mosca blanca utilizándose hasta un 5.88 %, Spinoteran y Flubendiamide, para el control de larvas de lepidópteros, utilizándose un 11.76 % estos son utilizados en base a la presencia de la plaga que se desea controlar y las limitaciones que se tienen de su uso, como el daño en los polinizadores o el uso excesivo para minimizar la resistencia en las plagas.
3. Las principales plagas que afectan la producción de sandía de manera económica son las larvas de *Spodoptera exigua* ocasionando un daño de 15 % a 20 % por lacra dura de frutos y un 20 % por defoliación lo cual se traduce en una pérdida aproximada de (6,000 kg/ha a 8,000 kg/ha). Y las larvas de lepidópteros, (*Diaphania spp.*), con perforación de frutos ocasionando de un 3 % a un 5 %, y 5 % por defoliación.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Capinera, JL. 2000. Melonworm, *Diaphania hyalinata* Linnaeus Insecta: Lepidoptera: Pyralidae, (en línea). Florida, U.S. University of Florida. 4 p. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN32000.pdf>
2. Casados Mérida, JC. 2005. Evaluación de cuatro periodos de cobertura, con una cubierta de polipropileno, para prevenir la virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller.), en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Bárcenas, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 128 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2172.pdf
3. Cásseres, E. 1980. Producción de hortalizas. 3 ed. Costa Rica, IICA. p. 125-128. Consultado 15 mar. 2018. Disponible en <https://www.worldcat.org/title/producciondehortalizas/oclc/15558843/viewport>
4. De la Cruz S, RJ. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 1982. Diccionario geográfico nacional: Municipio de Chiquimulilla. Guatemala. Consultado 19 abr. 2018. Disponible en <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=25438>
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala) 2000. IGN: Diccionario Geografico Nacional en línea. Consultado el 3 mar. 2018. Disponible en <http://www.ign.gob.gt/>
7. Landaverde, E. 2018. Manejo de plagas, muestreo, incidencia, intervalo de días en el cultivo de sandía en la Finca San Diego, municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala (entrevista). Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala, Finca San Diego, Encargado de Manejo de Plagas en el Cultivo de Sandía.
8. Lechuga, M. 2018. Plan de manejo agronómico en el cultivo de sandía (entrevista). Taxisco, Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala, Finca Agroportales, Encargado de Manejo de Plagas en el Cultivo de Sandía.
9. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2003. Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la

república de Guatemala, a escala 1:250,000 (memoria técnica). Ed. por H. Tobías y E. Lira. Guatemala, PAFG / INAB. 50 p.

10. Muñes Barillas, JM. 2013. Efecto de un extracto de algas marinas sobre el rendimiento y calidad de sandía (*Citrullus lanatus*), variedad Mickey Lee, La Gomera Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 73 p. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/04/Nunez-Jose.pdf>
11. Porres Bonilla, WB. 2013. Diagnóstico, investigación y servicios profesionales realizados en el proyecto de adquisición local de alimentos para Santa Rosa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2725/1/Trabajo%20de%20graduacion%20Wilfido%20Bosbely%20Porres%20Bonilla%20Agronomia%20%281%29.pdf>
12. Saunders, JL; Coto, DT; King, A. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 305 p. Consultado 6 mar. 2018. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3346>
13. Zamora J., CJ. 2009. Diagrama bioclimático de zonas de vida del sistema Holdridge, adaptado a la geografía local. Perú, Ministerio de Ambiente, Sistema Nacional de Información Ambiental. 1 p. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagrama-bioclimatico-zonas-vida-sistema-holdridge-2009>

1.8 ANEXOS



Figura 1.9A Pilones cubiertos con agríbon, para evitar ataque de plagas chupadoras.



Figura 1.10A Presencia de malezas en el casco de la finca que interfieren en el desarrollo del cultivo.



Figura 1.11A Presencia de plástico para control de malezas.



Figura 1.12A Presencia de riego por goteo en el cultivo.



Figura 1.13A Presencia de plagas en malezas hospederas.



Figura 1.14A Presencia de daño en frutos por plagas.



Figura 1.15A Presencia de daño en frutos por laca dura.



Figura 1.16A Presencia de colmenas para polinización de plantas.

Cuadro 1.4A Aspectos generales del casco de la finca y fase de entrevista.

Actividad	Observación
Agricultores presentes	
Cultivos observados	
Área destinada a producción	
Uso de la tierra	
Localización del área de producción	
Tipo de producción	
Tipo de riego	
Control de malezas	
Control de enfermedades	

Cuadro 1.5A Principales plagas, enfermedades y malezas que afectan los cultivos agrícolas.

Nombre común	Nombre científico	Practica Cultural

Cuadro 1.6A Principales productos para el control de plagas, enfermedades y malezas.

Nombre común	Nombre científico	Control químico	
		Nombre Comercial	Ingrediente activo

Cuadro 1.7A Principales problemas que afectan la producción agrícola.

Descripción	Especies	Prácticas culturales	Productos para su control	Total	Prioridad
Plagas					

Cuadro 1.8A Principales plagas que afectan el cultivo de sandía.

Plaga	Parte afectada del cultivo	Daño Económico



**CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL FLUBENDIAMIDE,
PARA EL CONTROL DEL GUSANO SOLDADO (*Spodoptera exigua*), EN EL
CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA,
GUATEMALA.**

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) (Valdes, 1991), es una planta de origen africano actualmente se encuentra distribuida en las zonas tropicales, Para Guatemala las principales zonas productoras del país se encuentran en el sur, siendo los departamentos de Santa Rosa y Zacapa los principales productores (MAGA, 2017), para el Departamento de Santa rosa es uno de los cultivos de mayor importancia económica ya que el 56 % de la PEA (población económicamente activa) trabaja en el agro siendo los cultivos más importantes, la caña de azúcar, granos básicos (maíz y frijol) y frutas tropicales dentro de las cuales se encuentra el cultivo de sandía (SEGEPLAN, 2003).

Entre las principales plagas que afectan al cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), se encuentra el complejo de larvas conformado por: (*Diaphania nitidalis*, *Diaphania hyalinata*), ocasionando daño por perforación de frutos, y (*Spodoptera sunia* y *Spodoptera exigua*), ocasionando daño por lacra dura de frutos, siendo esta última, la que mayor presencia tiene en el área de estudio.

El daño ocasionado ha alcanzado de un 15 % a un 20 %, (6,000 kg/ha a 8,000 kg/ha), (Landa verde, 2018), ya que el uso de insecticidas en frutos para la exportación es muy regulado, y la aplicación de productos regulados es de mayor costo.

El uso intensivo de productos químicos genera resistencia en la plaga lo cual conlleva a que cada vez la dosis de producto se incremente para intentar controlar la población y mantenerla por debajo de un nivel significativo, así como una alteración a los insectos benéficos que se puedan encontrar en las plantaciones además de incrementar los gastos en producción debido a pocas alternativas disponibles para alternar en el control de larvas de lepidópteros.

En el presente trabajo se sometieron a evaluación, un testigo absoluto y distintos productos comerciales, (Spinetoram 6 SC), a 0.25 l/ha, (Flubendiamide 20 WG), a 0.15 kg/ha, y (Flubendiamide 48 SC), a 0.1 l/ha y 0.125 l/ha, con la finalidad de determinar el producto y dosis que presente mayor eficacia en el control de larvas de gusano soldado, al final de la

investigación se determinó que, el mejor producto para el control de larvas de gusano soldado (*Spodoptera exigua*) fue Flubendiamide 48 SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide 48 SC 0.10 l/ha, presentando una mayor tasa marginal, la menor dosis la cual fue de 17.62 %, en cuanto a la fito toxicidad, ninguno de los productos y dosis evaluados para el control de larvas de (*Spodoptera exigua*), presento síntomas de (amarilla miento, clorosis, quemaduras) de fito toxicidad en el cultivo, que indicaran una disminución en el rendimiento.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

A. Generalidades del cultivo de la sandía

La sandía es una planta originaria de África, que desde hace mucho tiempo es conocida en el área mediterránea, actualmente las regiones cálidas de Europa y América son los lugares donde se encuentra en mayores cantidades (Fernández, 1996).

La sandía es originaria de África en donde aún hoy en día crece de manera silvestre, siendo en este país un fruto consumido generalmente como postre de forma cruda, ya que es considerada una fruta bastante fresca que contiene un 90 % de agua, lo cual la hace una fruta bastante refrescante en verano.

Actualmente se encuentra distribuida en las zonas tropicales, en toda América y en otras regiones del mundo donde las condiciones climáticas hacen factible este cultivo. En Europa su área de distribución ha sido casi exclusivamente mediterránea siendo los países de Grecia, Italia y España los principales países productores, para el caso de España su producción ha pasado de ser para consumo interno a exportar el 50 % de su producción, lo que ha ocasionado que sea un producto habitual en mercados Europeos (Gazques, 2015).

El cultivo de la sandía se adapta muy bien a alturas comprendidas entre los 0 m a 900 m s.n.m. Aunque su desarrollo se obtiene mejor cuando se cultiva entre los 25 m a 150 m s.n.m. La mejor época de siembra se sitúa en los meses cuando hay menos humedad relativa, siendo estos fuera de la estación lluviosa, octubre a enero, ya que el cultivo no tolera los encharcamientos, por ser susceptible

B. Clasificación taxonómica del cultivo de la sandía

En el siguiente cuadro, se presenta la clasificación taxonómica para el cultivo de sandía, según Valdés, 1991.

Cuadro 2.1 Clasificación taxonómica del cultivo de sandía.

División	Embriophyta
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Género	<i>Citrullus</i>
Especie	<i>C. lanatus</i>

Fuente: Valdés, 1991.

C. Características botánicas

Es una planta herbácea anual, de hábito rastrero o trepador compuesta por, un sistema radical, tallo, hojas, flores y frutos, como se describe a continuación.

a. Sistema radical

Una de las principales características de las raíces de la sandía es que son muy ramificadas, con alta probabilidad de desarrollarse en profundidad y diámetro de acuerdo al tipo de suelo en que se encuentre. En suelos profundos, con buena textura y buen nivel de fertilidad puede alcanzar hasta 0.80 m o más de profundidad y 2 m o más de diámetro, llegando a formar un diámetro radical de aproximadamente 4 m, sin embargo en suelos de poca profundidad, las raíces se sitúan mayormente en la capa superficial (Valdés, 1991).

La raíz principal puede lograr profundizar hasta 1 m y las secundarias pueden llegar alcanzar un crecimiento lateral de hasta 2 m, (PROMOSTA, 2005). Las raíces se distribuyen a una profundidad comprendida entre 40 cm y 50 cm, la capacidad de extracción de las raicillas

de las semillas germinadas de la sandía es de 10.1 atm, lo que da a la planta su gran resistencia a la sequía (Valdés, 1991).

b. Tallo

Durante los primeros 25 días y 30 días después de la germinación, el tallo es erecto y posee generalmente de 3 hojas a 5 hojas verdaderas. Luego se hace decumbente o rastrero. La longitud del tallo puede ser de 2 m a 4 m o más, con 5 aristas, cubierto de bellos blanquecinos y con cirros abundantes. Al igual que el melón, del tallo principal se forman ramas de primera clase, sobre estas de segunda clase, las cuales adquieren tal desarrollo que llegan a igualarlo (Valdés, 1991).

El tallo es verde de forma prismática o cilíndrica, trepadora, rastrera, con una longitud de 2.9 m a 4 m, y en ocasiones con vellosidades suaves (PROMOSTA, 2005).

c. Hojas

Peciolada, pinnado-partida, dividida en 3 lóbulos a 5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados, presentando profundas entalladuras que no llegan al nervio principal. Tienen la característica de que el envés es áspero al tacto y el haz suave (PROMOSTA, 2005).

d. Flores

En las axilas de las hojas nacen unas yemas que están protegidas por pequeñas hojas colocadas en forma imbricada. Estas yemas son floríferas y dan lugar a flores masculinas y femeninas. Las flores de la sandía son de color amarillo solitarias, pedunculadas y axilares; atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas). La flor de la sandía puede ser masculina o esta minada y femenina o pistilada, es decir, los dos sexos coexisten en una misma planta monoica, pero en flores distintas, o sea, unisexuales monoicas (PROMOSTA, 2005).

e. Fruto

El fruto tiene forma oblonga o lobular de tamaño y color variable. Su peso oscila entre los 2 kg y los 20 kg, la porción comestible del fruto se constituye por tejido placentario de sabor dulce y de color rosado claro hasta rojo intenso, además es donde se encuentran las semillas (PROMOSTA, 2005).

Es una de las frutas de mayor tamaño ya que puede sobrepasar los 20 kg y desarrollar un diámetro de 30 cm, no obstante, las nuevas exigencias de los consumidores hacen que las sandías cultivadas posean pesos comprendidos entre 3 kg a 8 kg, tendiendo a reducirlo hasta llegar a frutos de 2 kg o menos. La pulpa o pericarpio (no existe diferencia apreciable entre endocarpio y mesocarpio), comestible que contiene muchas semillas aplanadas de colores variables, puede ser más o menos dulce, de textura crocante y no harinosa, el sabor de la sandía es una combinación entre acuoso-refrescante y jugoso-dulce, por lo que resulta una fruta muy atractiva (INIA, 2017).

El fruto, presenta forma redondeada, aunque también existen ovalados, cilíndricos achatados por los extremos y, gracias a las técnicas de cultivo, incluso cuadrados. Muestra una corteza dura y lisa, de 0.5 cm a 4 cm de grosor (INIA, 2017).

f. Semillas

Distribuidas por la pulpa, al contrario del melón, que están reunidas en una cavidad central, son generalmente de longitud menor que el doble de la anchura, aplastadas, ovoides, duras, de peso y colores también variables (blancas, marrones, amarillas, negras, etc.), moteadas unas, otras no; con expansiones alares en los extremos más agudos (MAPA).

D. Etapas fenológicas

En el siguiente cuadro se presentan cada una de las etapas fenológicas para el cultivo de sandía.

Cuadro 2.2 Etapas fenológicas del cultivo de sandía.

Etapa	Días
Germinación	5 – 6
Inicio de emisión de guías	18 – 23
Inicio de floración	25 - 28
Plena flor	35 - 40
Inicio de cosecha	71 - 90
Término de cosecha	92 - 100

Fuente: PROMOSTA, 2005.

E. Variedades de sandía

Actualmente se reconocen dos tipos de sandía: las americanas, de frutos largos, grandes y con cáscara gruesa y las variedades japonesas de frutos redondos, pequeños y de cáscara delgada. En el grupo de las variedades americanas destaca la 'Charleston Gray', que se cultivó mucho en Costa Rica y las variedades japonesas, 'Crismon Sweet', 'Sugar Baby' y 'Myckylee', que es la variedad más cultivada actualmente (Bolaños, 1998).

a. Charleston gray

Son variedades de polinización abierta poseen un período de siembra a cosecha de 80 días a 90 días, son tolerantes a Antracnosis y tolerancia moderada a Fusarium. Se adapta a climas áridos y tropicales, los frutos son alargados con extremos redondeados, la epidermis es grisácea con un reticulado fino de color verde, la pulpa es roja brillante dulce y de buen sabor, las semillas son oscuras, el peso oscila entre 28 lb a 35 lb. Es resistente al transporte (PROMOSTA, 2005).

b. Crimson sweet

Variedades con fruto oblongos de tamaños y pesos medianos, el color de la cáscara es verde claro, con venas verde oscuro; la pulpa es de color rojo con escasas semillas. Este tipo tiene gran demanda en el mercado norteamericano por las características del tamaño del fruto. De este tipo se han derivado las variedades híbridas Mirage y Oasis (PROMOSTA, 2005).

c. Sugar baby

Variedades de frutos redondos, de 7 in a 8 in de diámetro con un peso promedio de 8 lb a 10 lb, su cáscara es de color verde muy oscuro, delgada, dura y firme; la pulpa es de color rojo mediano, firme, dulce y de textura fina con relativamente pocas semillas muy pequeñas y muy oscuras. Bajo las condiciones locales, se comporta como un cultivar precoz, con poco desarrollo de área foliar, situación que puede provocar manchas de sol en los frutos. Estos híbridos producen de 4 frutos a 6 frutos por planta. La variedad Perola es vigorosa y productiva pero posee una cáscara muy delgada por lo que se daña con facilidad al transportarla (PROMOSTA, 2005).

d. Mickylee

Esta variedad es muy fácil de transportar, tiene un peso promedio de 1.8 kg a 3.1 kg y su ciclo de maduración es de 82 días. Tiene una cáscara color verde pálido-gris con algunas estrías y una pulpa roja intensa.

Polinizador precoz con ciclo de 82 días; producción de polen constante desde que comienzan a aparecer las flores femeninas de la sandía triploide. Planta fuerte con maduración precoz, con frutos en forma redonda-ovalada, de (1.8 kg a 3.1kg) cáscara firme con algunas estrías y pulpa rojo intenso de fácil identificación en la cosecha (SEMINIS, 2018).

F. Clasificación taxonómica de (*Spodoptera exigua*)

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación taxonómica del gusano soldado.

Cuadro 2.3 Clasificación taxonómica de *Spodoptera exigua*.

Clase	Insecta
Orden	Lepidoptera
Familia	Noctuidae
Genero	Spodoptera
Especie	<i>S. exigua</i> Hubner

Fuente: Capinera, 2004.

G. Biología de (*Spodoptera exigua*)

Posee un ciclo de vida completo (holometábola), pasa por cuatro etapas en todo su ciclo (huevo, larva, pupa y adulto), su ciclo puede completarse en 24 días (Capinera, 2004), como se detalla a continuación.

a. Huevo

Son ovipositados en grupos de 50 a 100 por masa, una hembra puede ovipositar de 300 huevos a 600 huevos, son usualmente puestos en el envés de la hoja y frecuentemente cerca de los botones o puntas de ramas, son circulares cuando son vistos desde la parte superior, de lado son ligeramente punteados de color blanco o verdoso, estos eclosionan en dos o tres días en temperaturas cálidas (Capinera, 2004).

b. Larva

Normalmente pasa por cinco instares la duración en condiciones cálidas se reporta de 2.3 días, 2.2 días, 1.9 días, 1 día, y 3.1 días, cada una (Capinera, 2004).

Las anchuras de la capsula cefálica son de 0.25 mm, 0.45 mm, 0.70 mm, 1.12 mm, y 1.80 mm, respectivamente, son de color verde pálido o amarillo durante el primer y segundo

instar, líneas pálidas en el tercer instar, durante el cuarto instar las larvas son más oscuras, durante el quinto instar son de color variable, poseen espiráculos blancos con un borde negro estrecho, el gusano soldado ocasionalmente tienen manchas laterales en el mesotórax (Delgado, 2008).

Se alimenta del follaje de las plantas y puede comer completamente a las pequeñas. Las larvas más pequeñas devoran el parénquima de las hojas, de manera que todo lo que queda es una fina epidermis y venas. Las larvas más grandes tienden a abrir agujeros a través de áreas más gruesas de las plantas (Capinera, 2004).

c. Pupa

La pupación ocurre en el suelo la cámara es construida con arena y partículas de suelo unidas con una secreción oral que se endurece cuando se seca, la pupa es de color café brillante y mide de 15 mm a 20 mm de longitud la duración es de seis a siete días en condiciones cálidas.

d. Adultos

Las palomillas son de tamaño moderado, la expansión de las alas es de 25 mm a 30 mm, las alas anteriores son de color gris y café moteadas con un patrón irregular, las alas posteriores son de color gris o blanco más uniforme con una línea oscura en el margen.

H. Daños ocasionados

El daño lo causan en estado larval ya que se alimentan del follaje y de las frutas de los cultivos, el daño puede ser severo cuando existen grandes densidades. A veces actúan como cortadores y más a menudo en las regiones secas (Saunders, 1998). Para el departamento de Jutiapa se registró un daño del 50 % en el número de frutos de la producción de sandía (*Citrullus lanatus*), (Solis, 2018).

Para la finca San Diego, el daño que se ha llegado a registrar es de 15 % a 20 % por (*Spodoptera exigua*), (6,000 kg/ha a 8,000 kg/ha, fruto con daño de larva) un 1 % a 3 % por (*Diaphania spp*), (Landaverde, 2018).

Las especies (*Spodoptera exigua*) y, (*Spodoptera sunia*), constituyen serias plagas en varios cultivos como el algodón, sandía, melón, okra y tomate en la costa sur de Guatemala. Además, afectan a las crucíferas y cultivos de ornamentales en las áreas del altiplano. Solamente en el cultivo del algodón se estima que como mínimo se invirtió la cantidad de Q.100 por mz en las 51,000 mz, que se sembraron durante la temporada 1,991 y 1,992 lo que da un estimado de Q.5,100,000/año, en costos de control del complejo (*Spodoptera spp*). (US 1\$ = Q. 5) por mz.

En los cultivos de exportación los daños ocasionados por dichas plagas son cuantiosos ya que dañan cosméticamente a los productos y estos ya no pueden entrar en el mercado de exportación por no llenar las características de presentación exigidas. Además, la presencia de residuos de plaguicidas químicos utilizados para el control del gusano soldado (*Spodoptera exigua*), en los productos agrícolas de exportación, es también motivo de rechazo con las pérdidas consiguientes tanto para los agricultores, como para los exportadores (Estrada).

I. Fito toxicidad

La fito toxicidad es la capacidad de un compuesto (tal como un plaguicida) de provocar un daño temporal o permanente en la planta (COMIECO, 2004).

La fito toxicidad se registra de la siguiente manera, si el efecto puede ser contado o medido, puede expresarse en términos absolutos, en otros casos, pueden estimarse la frecuencia e intensidad del daño. Esto puede hacerse de dos maneras; cada parcela es cuantificada para fito toxicidad usando una escala que debe ser registrada, o cada parcela tratada es comparada con la no tratada y el porcentaje de fito toxicidad es estimado.

En todos los casos, los síntomas de daño deben ser descritos al detalle (enanismo, clorosis, deformaciones, etc.) (COMIECO, 2004).

J. Principios generales para la evaluación de la fito toxicidad

El consejo de ministros de integración economía de Centro América, (COMIECO) establece en su protocolo patrón que todos los ensayos de eficacia biológica de plaguicidas para uso agrícola debe contener una evaluación de fito toxicidad como elemento indispensable y esencial en su contenido (COMIECO, 2004).

K. Evaluación de la fito toxicidad

La evaluación de la fito toxicidad es un elemento esencial en la evaluación de eficacia biológica de un plaguicida. Los principios básicos de la evaluación de la fito toxicidad son el mismo para los diferentes tipos de plaguicidas. Las diferencias recaen no en el método de evaluación sino en el diseño experimental (COMIECO, 2004).

En la práctica, la evaluación de la fito toxicidad es relativamente sencilla, puesto que los efectos sobre las plantas son con frecuencia, inexistentes o raros. Sin embargo, si tales efectos son evidentes, estos deben ser cuidadosamente evaluados y registrados.

L. Síntomas de fito toxicidad

Los efectos de fito toxicidad pueden observarse en el cultivo, durante la emergencia, el crecimiento o puede ser expresada en la cosecha. Pueden ser temporales o prolongados.

Los síntomas pueden afectar a toda la planta o a parte de ella (raíces, tallos, hojas, flores, frutos) y deben ser cuidadosamente descritos (si es posible, es útil incluir fotografías) (COMIECO, 2004).

a. Modificaciones en el ciclo de desarrollo

Bajo este subtítulo se incluye cualquier inhibición o retraso en la emergencia de un cultivo, y toda la modificación fenológica, particularmente retrasos en la floración, fructificación, maduración, etc. o la no aparición de ciertos órganos (hojas, flores, frutos, yemas, etc.) (COMIECO, 2004).

b. Raleado

Pérdida de todas las plantas, por falla en la emergencia, o el crecimiento posterior al trasplante o por desaparición de la planta después de la emergencia (COMIECO, 2004).

c. Modificaciones en la coloración

Cuando ocurre la decoloración de parte de la planta o de toda la planta: clorosis, blanqueado, cambios en la intensidad del color (más claro o más oscuro), marrón y rojiza en tejidos vegetales no destruidos. La decoloración puede ser localizada (manchas internas o externas) (COMIECO, 2004), en la siguiente figura se pueden observar síntomas de modificación en la coloración de la lámina foliar de una planta adulta de soja por aplicación de glufosinato de amonio.



Fuente. Pérez, 2018.

Figura 2.1 Fito toxicidad por glufosinato de amonio en variedad de soja.

d. Necrosis

Necrosis es la muerte localizada de tejidos u órganos, que generalmente se inicia con una decoloración. Eventualmente las manchas necrosis en las hojas pueden desaparecer dejando perforaciones (COMIECO, 2004), en la siguiente figura se pueden observar síntomas de necrosis causado por la aplicación de herbicida.



Fuente: Carmona.

Figura 2.2 Fito toxicidad en soja por aplicación de herbicida

e. Deformaciones

Este término incluye cualquier modificación morfológica de la planta o parte de ella, que se desvíe de la normal. Esto incluye el encrespamiento, enrollamiento, acaparamiento, elongación, cambio en el tamaño o volumen (esto último referido en términos de vigor). Efectos tales como el marchitamiento pueden ser incluidos bajo esta denominación (COMIECO, 2004).

f. Efectos sobre la cantidad y calidad en cosecha

Los efectos fito tóxicos pueden ser evidentes en el producto cosechado o como resultado de un análisis cualitativo y cuantitativo del rendimiento (COMIECO, 2004).

M. Análisis económico

a. Análisis marginal

Este tipo de análisis se basa en el concepto de la utilidad que genera la última unidad producida, para esto es necesario saber el costo de la última unidad producida y el ingreso que es generado por ésta (Samayoa, 1992). Dicho análisis normalmente es empleado cuando se quieren hacer recomendaciones al agricultor y se utiliza cuando las fuentes de variación (alternativa de producción), en el experimento se enfocan hacia cantidades de insumos y/o mano de obra; por ejemplo distintas cantidades de insecticidas, fungicidas, fertilizantes y densidades de población, etc. Este análisis es recomendado, siempre que sea respaldado por un análisis estadístico (Samayoa, 1992).

b. Presupuesto parcial

El presupuesto parcial se utiliza para ordenar datos experimentales tales como las medias de rendimiento de cada tratamiento, así como el precio del producto, el cual multiplicado por el rendimiento promedio dará el beneficio bruto. Además debe aparecer el costo variable, el cual está integrado por lo que se gasta en insumos o mano de obra y la suma de ambos será el costo variable total. El presupuesto parcial finaliza sacando la diferencia entre el beneficio bruto y el costo variable total, lo que dará el beneficio neto (Samayoa, 1992).

c. Análisis de dominancia

Toda vez obtenido el beneficio neto se procede a ordenar los tratamientos colocando los beneficios netos de mayor a menor con su respectivo costo variable, luego se procede a comparar cada una de las alternativas tomando como comparador el costo variable, procediendo a aceptar todas aquellas alternativas con un menor costo variable y eliminando aquellas con un costo variable igual o mayor. La comparación dará como resultado obtener alternativas dominadas y no dominadas. Serán dominadas (*D*) las alternativas eliminadas

por tener un costo variable igual o mayor y las no dominadas (*ND*) pasaran al análisis marginal para calcular la tasa marginal de retorno (Samayoa, 1992).

d. Tasa marginal de retorno (TMR)

Para calcular la TMR se procede a ordenar las alternativas no dominadas resultante del análisis de dominancia, tal y como se colocaron en el análisis anterior, o sea, de mayor a menor beneficio neto con su respectivo costo variable, luego se procede a calcular el incremento en costo variable (CV) y en beneficio neto (BN), finalmente se procede a dividir el incremento en beneficio neto entre el incremento en costo variable y se multiplica por cien (Samayoa, 1992).

$$TMR = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} \times 100$$

2.2.2 Marco referencial

A. Localización

El municipio de Chiquimulilla se encuentra ubicado en la parte sur del Departamento de Santa Rosa, en la región IV (región Sur-Oriente), a una altitud de 294 m s.n.m. se localiza en las coordenadas: latitud 14°05'13" Norte y longitud 90°22'48" Oeste, la investigación se realizó en la Finca San Diego, perteneciente al Municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, con coordenadas latitud 14°02'11.4" Norte longitud 90° 22' 11.88" Oeste, una distancia de 7 km de la cabecera Municipal accediendo por la carretera número 6 (DGN, 1982).

B. Suelo y fertilidad

La topografía de Chiquimulilla es muy diversa comenzando desde 0 m s.n.m. hasta los 1,800 m s.n.m. se cultivan productos tanto de clima cálido como de clima templado (MAGA, 2003). El área de estudio se encuentra conformada por un suelo arcillo limoso, según el mapa de intensidad de uso de la tierra del MAGA.

C. Condiciones climáticas

El clima predominante es Cálido, las temperaturas promedios se encuentran desde los 25 °C hasta los 38 °C, con una precipitación anual de 1,660 mm con una dirección del viento de norte a sur (Zamora, 2009).

D. Zonas de vida

Según la clasificación propuesta por Holdridge en 1,978 el área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida bs – S = Bosque Seco Subtropical (De la Cruz, 1982).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

Evaluar la eficacia biológica del insecticida Belt 48 SC (Flubendiamide), en aplicación foliar para el control de gusano soldado (*Spodoptera exigua*), en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en Chiquimulilla, Santa Rosa.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar la dinámica poblacional de las larvas de (*Spodoptera exigua*), para establecer los momentos de mayor presión de larvas durante el ciclo del cultivo.
2. Determinar el grado de fito toxicidad de cada uno de las dosis evaluadas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*).
3. Realizar un análisis económico sobre la tasa marginal de retorno y establecer la mejor dosis evaluada para el control de larvas de (*Spodoptera exigua*).

2.4 HIPOTESIS

La aplicación de una de las dosis de Belt 48 SC tendrá un mejor control sobre las larvas de gusano soldado (*Spodoptera exigua*), presentando una menor población, reduciendo el daño foliar en la planta y acumulando la menor cantidad de frutos dañados con lacra dura, aumentando la calidad en la producción, en el Municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Material experimental

A. Belt 48 SC (Flubendiamide SC)

Penetra al interior de la hoja, dejando un reservorio de ingrediente activo en su cutícula, que le brinda resistencia al lavado por lluvias y larga residualidad, mientras otra parte del ingrediente activo viaja hacia el envés de la hoja, desarrollando su efecto de control tras laminar, tiene una acción neuromuscular, con una excelente actividad contra larvas. Actúa por ingestión en forma rápida, con una prolongada actividad residual. Después de una aplicación de Belt, las larvas pierden el control de los músculos, cesando inmediatamente su alimentación, siendo inmovilizadas posteriormente. Se puede observar control de las larvas a las 24 horas o 48 horas, de la aplicación la larva se contrae a la mitad de su tamaño normal, demostrando un efecto de volteo tan rápido como el de los piretroides, lo que colabora a minimizar el daño foliar (Bayer, 2017).

B. Exalt 6 SC (Spinetoram SC)

Bueno para el control de larvas de lepidópteros, trips y minadores. Presenta actividad por ingestión, contacto y tras laminar. Actúa sobre los receptores nicotínicos de la acetilcolina, excitando el sistema nervioso por alteraciones en la función nicotínica y los canales iónicos del GABA (Dow Agrosience, 2018).

C. Takumi 20 WG (Flubendiamide WG)

Es un insecticida que combate selectivamente la plaga y es respetuoso con el medio ambiente y los animales benéficos, el nuevo mecanismo de acción bioquímica constituye el punto de partida de una nueva clase de insecticida, se acopla a una proteína en las células de los insectos que no se había visto afectado por otro plaguicida actúa de forma sumamente selectiva solo contra insectos y no tiene ningún efecto sobre los vertebrados. En el caso de las diamidas del ácido ftálico, sustancia a la que pertenece flubendiamide el

cual se acopla al aceptor de rianodina, que desempeña un importante papel en las contracciones musculares de los insectos (DROKASA).

D. Variedad de sandía MICKYLEE

Esta variedad es muy fácil de transportar, tiene un peso promedio de 1.8 kg a 3.1 kg y su ciclo de maduración es de 82 días. Tiene una cáscara color verde pálido-gris con algunas estrías y una pulpa roja intensa, es un polinizador precoz con ciclo de 82 días; producción de polen constante desde que comienzan a aparecer las flores femeninas de la sandía triploide, planta fuerte con maduración precoz, cáscara firme con algunas estrías y pulpa rojo intenso de fácil identificación en la cosecha (SEMINIS, 2018).

E. Materiales y equipo

- Bomba de mochila capacidad de 25 l.
- Boquilla de cono hueco.
- Guantes de látex (resistentes).
- Traje de protección.
- Lentes de protección.
- Jeringas de 3 ml, 5 ml y 10 ml.
- Cronometro.
- Insecticidas (productos).
- Probetas (500 ml y 1,000 ml).
- Papel tornasol o papel pH.
- Dosificador de 25 ml.
- Cubetas.

En el siguiente cuadro se presenta la descripción de cada uno de los productos comerciales que fueron evaluados durante la presente investigación.

Cuadro 2.4 Descripción de productos utilizados en Chiquimulilla, Santa Rosa.

Nombre comercial	Formulación	Ingrediente activo	Dosis	Observación
Belt 48 SC	SC Suspensión Concentrada	Flubendiamide	0.10 l/ha 0.15 l/ha	Producto a evaluar
Takumi 20 WG	Granulado dispersable en agua (WG)	Flubendiamide	0.15 kg/ha	Testigo comercial
Exalt 6 SC	SC Suspensión Concentrada	Spinetoram	0.25 l/ha	Testigo comercial

Fuente: Bayer, 2018. Down Agrosience, 2018. Drokasa, 2018.

El producto evaluado fue Flubendiamide 48 SC, comparado con un testigo comercial, productos que se utilizan actualmente para el control de larvas, Espinetoram 6 SC y Flubendiamide 20 WG, comparados con un testigo absoluto (parcela sin aplicación de producto alguno).

En el siguiente cuadro se presenta la descripción de cada uno de los tratamientos utilizados durante la evaluación de la eficacia biológica para el control del gusano soldado.

Cuadro 2.5 Descripción de tratamientos utilizados en Chiquimulilla, Santa Rosa.

Tratamiento		Nombre comercial	Dosis	Justificación
T-1	Testigo absoluto	Testigo absoluto		
T-2	Spinetoram SC	EXALT 6 SC + Break	0.25 l/ha 0.50 cm ³ /l	Recomendación de casa formuladora
T-3	Flubendiamide WG	TAKUMI 20 WG + Break	0.15 kg/ha 0.50 cm ³ /l	Recomendación de casa formuladora
T-4	Flubendiamide SC	Belt 48 SC + Break	0.10 l/ha 0.50 cm ³ /l	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)
T-5	Flubendiamide SC	Belt 48 SC + Break	0.125 l/ha 0.50 cm ³ /l	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)

Fuente: elaboración propia, 2018.

- Tratamiento 1. Se definió como el testigo absoluto el cual no presentara aplicación de ningún producto.
- Tratamiento 2. Exalt (Spinetoram) a (0.25 l/ha) en aplicación foliar. (testigo comercial).
- Tratamiento 3. Takumi (Flubendiamide) a (0.15 kg/ha) en aplicación foliar (testigo comercial).
- Tratamiento 4. Belt (Flubendiamide) a (0.10 l/ha) en aplicación foliar.
- Tratamiento 5. Belt (Flubendiamide) a (0.125 l/ha) en aplicación foliar.

2.5.2 Descripción de la parcela de estudio

En el siguiente cuadro se puede observar la distribución espacial de los tratamientos arreglados en un diseño de bloques completos al azar.

Cuadro 2.6 Distribución espacial de tratamientos utilizados en Chiquimulilla, Santa Rosa, diseño de bloques completos al azar.

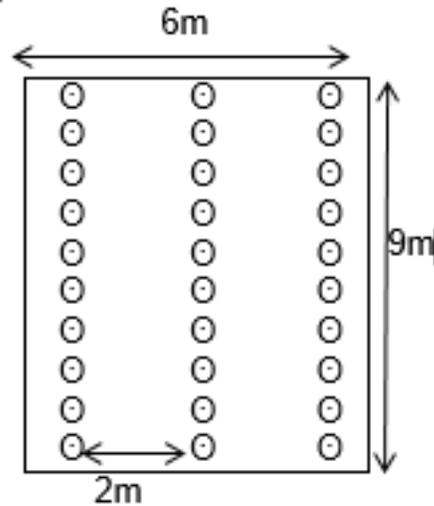
T-3	T-2	T-4	T-5
T-2	T-1	T-5	T-3
T-5	T-4	T-3	T-1
T-1	T-5	T-2	T-2
T-4	T-3	T-1	T-4
BIV	BIII	BII	BI

Fuente: elaboración propia, 2018.

El área de estudio se conformó de tres surcos por bloque, con un total de cinco tratamientos, al comienzo y final de cada bloque se dejó 1 m de distanciamiento, entre bloques se dejaron dos surcos de borde, cada unidad experimental se conformó de tres surcos de 9 m de longitud con 10 plantas por surco, un total de 30 plantas por unidad experimental.

2.5.3 Unidad experimental

En la siguiente figura se puede observar las dimensiones de la unidad experimental compuesta por tres surcos de siembra.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 2.3 Dimensiones de la unidad experimental.

La unidad experimental se conformó de un área 54 m², 6 m de ancho por 9 m de longitud, en donde se ubicaron 3 surcos con un distanciamiento de 2 m, entre cada uno de ellos, 10 plantas en cada uno a una distancia de 0.9 m entre planta, la unidad de muestreo se definió como el surco central con 10 plantas.

2.5.4 Modelo estadístico

Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar, ya que en la parcela experimental, únicamente existe la variante de la pendiente del terreno.

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

La variable respuesta Y_{ij} está en función de la media general del efecto del i -ésimo tratamiento a evaluar, del efecto del j -ésimo bloque y del error experimental asociado a la i - j ésima unidad experimental de 30 plantas de sandía, parcela neta, dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta.

M = Media general.

T_i = Efecto de i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental asociado a la i -ésima observación.

2.5.5 Factores a evaluar

- Se evaluaron cinco tratamientos, en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), para determinar el de mayor eficacia para el control de larvas de (*Spodoptera exigua*), en aplicación foliar.
- Se determinó el grado de fito toxicidad en el cultivo de cada uno de las dosis evaluadas, para el control de larvas de (*Spodoptera exigua*).
- Se determinó el porcentaje de daño foliar causado por larvas de (*Spodoptera exigua*).
- Se determinó el porcentaje de frutos con presencia de daño (lacrada) de larva de (*Spodoptera exigua*).
- Se evaluaron cada una de las tasas marginales de retorno, para determinar el producto con mejor rentabilidad para el control de larvas de (*Spodoptera exigua*).

2.5.6 Variables de respuesta

A. Número de larvas por unidad experimental

Se realizó un conteo, para determinar el número de larvas por unidad experimental, muestreando 20 frutos en un total de 10 plantas que conformaron la unidad de muestreo, estos muestreos se realizaron al momento de establecida la investigación y en los siguientes muestreos planificados, (0-4-8-13-18-27-40 días).

B. Porcentaje de frutos dañados por larvas, por hectárea

Se realizó un conteo de 20 frutos por unidad de muestreo, de los cuales se determinó el número de frutos con daño de larva, luego se realizó una estimación del número de frutos dañados por ha.

C. Daño foliar en porcentaje

En el siguiente cuadro se puede observar la escala de daño foliar utilizada para cuantificar el daño foliar registrado en la investigación.

Cuadro 2.7 Escala para determinar el grado de daño foliar.

Grado	Observación	Porcentaje (%)
0	Sin daño	0
1	Muy poco daño	>1 5 <
2	Poco daño	>6 10<
3	Daño aceptable	>11 15<
4	Daño común (advertencia)	>16 20<
5	Daño significativo	>21 25<
6	Daño fuerte	>26 30<
7	Daño fuerte (nivel de daño económico)	>31 40<
8	Daño muy fuerte	>41 50<
9	Daño ocasionando perdida de la planta	>50

Fuente: elaboración propia, 2018.

D. Grado de fito toxicidad

Para el muestreo de fito toxicidad, se observaron tres líneas guías por planta, en donde se buscó de identificar síntomas de clorosis, quemaduras, amarilla miento en los márgenes de las hojas, comparando los síntomas hallados con la parcela del testigo absoluto, se clasificaron en base a la escala presentada en el cuadro siguiente.

Cuadro 2.8 Escala para determinar del grado de fito toxicidad.

Grado	Descripción	Categoría
1	Ausencia de síntomas	Sin daño
2	Síntomas leves pero claramente apreciables (amarilla miento en los bordes)	Daño muy leve
3	Síntomas muy leves amurallamientos y ligera quemadura en los bordes	Daño aun aceptable
4	Síntomas más fuertes (clorosis, quemadura), que no repercuten sobre la cosecha	El Daño generalmente no es aceptable
5	Fuerte clorosis y/o atrofobia, afectando la cosecha	Daño inaceptable
6	Daño creciente hasta la muerte de las hojas	Daño total del cultivo

Fuente: Bayer Croapscience, 2018.

a. Escala gráfica de fito toxicidad

En las siguientes figuras se observan los síntomas de fito toxicidad manifestados en la lámina foliar de acuerdo a la escala diagramática planteada por Bayer Croap science, con la cual se compararon los posibles síntomas de fito toxicidad identificados durante la presente investigación.

Cada una de las figuras antes que se presentan, se utilizaron como guías para determinar si los síntomas encontrados durante la investigación correspondían a los ocasionados por una toxicidad por lo cual se comparaban los posibles síntomas con la parcela del testigo absoluto (parcela sin aplicación de producto, para el control de larvas).



Fuente: Solis, 2018.

Figura 2.4 Grado 1 de fito toxicidad, no se observan síntomas de toxicidad en la lámina foliar.



Fuente: Solis, 2018.

Figura 2.5 Grado 2 de fito toxicidad, se observan síntomas muy leves pero claramente apreciables de amarilla miento en los bordes de la lámina foliar, en hojas viejas



Fuente: Solis, 2018.

Figura 2.6 Grado 3 de fito toxicidad, se observan síntomas muy leves pero claramente apreciables de amarilla miento en los bordes de la lámina foliar, en hojas nuevas.



Fuente: Solis, 2018.

Figura 2.7 Grado 4 de fito toxicidad, se observa quemadura y clorosis de mayor intensidad en la lámina foliar, en hojas nuevas.



Fuente: Solis, 2018.

Figura 2.8 Grado 5 de fito toxicidad se observa quemadura y clorosis de mayor intensidad en la lámina foliar, en hojas viejas.



Fuente: Solis, 2018.

Figura 2.9 Grado 6 de fito toxicidad, se observa quemadura creciente extendiéndose a toda la lámina foliar hojas nuevas y viejas.

2.5.7 Tasa marginal de retorno

Para identificar el producto de mayor beneficio económico se obtuvieron las siguientes variables.

- Costo de cada insecticida por ha.
- Número de aplicaciones.
- Costo de aplicación.
- Rendimiento comercial en kilogramo/hectárea.
- Precio por kilogramo.
- Porcentaje frutos dañados.

2.5.8 Análisis de la información

Para el análisis de dinámica poblacional de larvas de (*Spodoptera exigua*), grado de fito toxicidad y comportamiento de daño foliar, se realizaron gráficas en (Excel, 2010), considerando el número de larvas por tratamiento versus tiempo, grado de fito toxicidad versus tiempo y porcentaje de daño foliar versus tiempo.

2.5.9 Análisis estadístico

El análisis ANDEVA se realizó en el software infostat, así como la comprobación de los supuestos normalidad y homocedasticidad, para establecer si era necesario realizar una transformación de datos en cada una de las variables.

Para la variable número de larvas por unidad experimental, daño foliar en porcentaje, numero de frutos dañados, se realizó una prueba de LSD-fisher (infostat).

2.5.10 Análisis económico

Para el análisis marginal primero se realizó un análisis de presupuestos parciales, de la siguiente manera, el (beneficio bruto Q./ha), se obtuvo de multiplicar el (rendimiento promedio kg/ha), por el (precio de kg) en el mercado, el (costo variable total) se obtuvo de la suma de (costo de insecticida/ha, costo de aplicación/ha y costos de producción/ha), para el (costo de producción), se manejó un promedio del costo de manejo agronómico de una hectárea, en donde se incluye gastos de siembra, pilones, riego, fertilización, manejo de malezas, polinización etc. El costo total se obtuvo de la suma de los anteriormente mencionados, para el (beneficio neto), se restó del (beneficio bruto Q./ha), el (costo total/ha), para la rentabilidad, se dividió el (beneficio neto/costo total), posterior a esto se realizó un análisis de dominancia.

Para el análisis de dominancia se ordenó cada uno de los tratamientos de menor a mayor costo variable, con su respectivo beneficio neto, luego se procedió a establecer los tratamientos dominados (D) y los no dominados (ND), el criterio para la selección fue tomar los tratamientos o alternativas con el menor costo variable o igual, descartando como D, los tratamientos con mayores costos variables, para este caso los tratamientos no dominados fueron el testigo absoluto y Flubendiamide SC 0.1 l/ha, por lo cual se procedió a realizar un análisis de la tasa marginal de retorno para estos. La tasa marginal de retorno se determinó estableciendo la diferencia entre los costos variables (CV), y el beneficio neto (BN), luego se dividió esta diferencia.

2.5.11 Manejo del experimento

A. Delimitación del área de trabajo

Para la delimitación del área de estudio se identificaron las zonas en donde se tenía mayor registro de presencia de la plaga, posteriormente se realizaron monitoreo durante 10 días para establecer el momento de aplicación de los productos, una vez establecida la zona de trabajo se realizó la distribución de las parcelas y la aleatorización de los tratamientos.

B. Muestreo de campo

Este se realizó, muestreando tres líneas guías por planta, y 20 frutos presentes en 10 plantas a los 0-4-8-13-18-27-40 días.

Se realizó de la siguiente manera.

- Al momento de la aplicación se contaron los frutos presentes por unidad experimental, y el número de larvas presentes superficialmente por fruto.
- Luego a los 4 días de realizada la primera aplicación se realizó el segundo muestreo observando si existe presencia de larvas por fruto y por unidad experimental.
- La frecuencia de los muestreos siguientes fue a los 8-13-18-27-40 días.

Para observar el número de larvas por fruto se tomó un fruto sin arrancarlo y se analizó toda su circunferencia en busca de larvas.

C. Aplicación

Las aplicación se realizó con una bomba de mochila Maruyama twing nui-flow modelo BE230 de 25 l, con un volumen de agua como lo indico la calibración la cual fue por tiempo, midiendo un área conocida y determinando el tiempo que el aplicador se demora en aplicar esta área, luego se realizaron los cálculos para cada área experimental.

D. Preparación del suelo

Esta se realizó 25 días antes de la siembra de forma mecanizada con tractor, primero con un paso de arado o subsolador a una profundidad de 35 cm a 40 cm, con el fin de roturar y romper las primeras capas de suelo compactadas buscando una mejora en la aireación y porosidad del suelo pasándose dos veces de forma cruzada. Posteriormente se realizaron labores secundarias con el paso de subsolador y rastra pulidora, para mullir y desmenuzar los terrones de mayor tamaño que pudieran quedar en la superficie del suelo; el paso de subsolador se realizó con un ángulo invertido con un borde para eliminar cualquier residuo inorgánico que pudiera quedar en el suelo como mangueras, plásticos o malezas.

Por último se realizó una nivelación en el suelo por medio del paso de la rastra en el sentido que se orientan los surcos de siembra; ya nivelado el terreno y elaborados los surcos se procede a colocar la manguera para aplicar riego por goteo, y encima colocar el mulch, abriendo agujeros para colocar el pilón.

E. Siembra

Se realizó por medio de pilón los cuales tenían 22 días de germinados, luego de realizado el trasplante se cubrió con agribon cada uno de los surcos utilizando marcos de hierro a una distancia de 1 m entre cada uno y posteriormente se cubrieron con tierra las orillas de los surcos para no permitir la entrada de alguna plaga o agente dañino, esto se mantuvo por 20 días, con el fin de evitar que la planta sea atacada durante su etapa susceptible por vectores de virus los cuales puedan disminuir su rendimiento.

F. Riego

En el siguiente cuadro se observa la frecuencia e intensidad de riego aplicado al cultivo durante la investigación.

Cuadro 2.9 Aplicación de riego en el cultivo de sandía.

Actividad	Tiempo (horas)	Intensidad (mm)
Pre trasplante	8	140
Trasplante	3	52
10 días del trasplante	3	52
10 días de la anterior	3	52
6 días del anterior	5	87
Intervalos de 2 días hasta la madures	2	35

Fuente: elaboración propia, 2018.

Para el caso del riego se realizó como se observa en el cuadro anterior, siendo el primero el denominado pre-trasplante, para el cual se realizó un riego durante 3 horas previas a realizar el trasplante para que el suelo llegara a la humedad necesaria para mejorar las posibilidades del pilón, luego a los 10 días de realizado el trasplante se realizó un segundo riego el cual consiste en regar por 3 horas, a los 10 días de realizado este último se volvió a realizar otro riego con el mismo tiempo de 3 horas luego a los 5 días de este se realizó uno de 5 horas y al finalizar este se realizaron riegos de dos horas diarias en intervalos de 2 días hasta el momento de la cosecha.

G. Polinización

Para la polinización se emplearon abejas (*Apis mellífera*), con un promedio de 1.39 colmenas/ha, no se utilizaron madurantes ya que estos están sujetos a generar malformaciones en frutos.

H. Control de malezas

El control de malezas se realizó con aplicación de productos químicos post-emergentes, antes de la siembra, aplicando gramínicidas con aguilón, una vez ya establecida la plantación se realizó un control manual arrancando las malezas que se encontraban en los agujeros del mulch y con azadón las que se encontraban entre surcos (calle), incluyendo algunas aplicaciones manuales con bomba.

I. Fertilización

Esta se realizó de la siguiente manera al momento del trasplante se realizó una aplicación de triple 15 (15-15-15) a razón de 400 kg/ha, luego se realizó por fertirriego utilizando una formula recomendada por casa comercial, luego de realizar un análisis de suelo, dos veces por semana.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Comprobación de los supuestos del ANOVA para cada una de las variables

En el siguiente cuadro se observan los resultados para cada uno de los supuestos de ANOVA de cada una de las variables analizadas durante la investigación.

Cuadro 2.10 Resumen del análisis de normalidad y homocedasticidad para cada una de las variables.

Variable	Prueba		(P-valor)
Larvas vivas	Shapiro-Wilks	Normalidad	0.1920
	levene	Homocedasticidad	0.6472
Daño foliar	Shapiro-Wilks	Normalidad	0.5612
	levene	Homocedasticidad	0.1079
Frutos dañados	Shapiro-Wilks	Normalidad	0.8977
	levene	Homocedasticidad	0.4798

Las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks y el test de homocedasticidad de Levene, nos permite establecer y determinar si nuestros datos cumplen con los supuestos del ANOVA, tomando como indicador que el (p-valor) observado debe ser mayor al nivel de significancia establecido (0.05).

Para las variables; larvas vivas, porcentaje de daño foliar, frutos con daño por lacra dura, el valor observado en cada prueba (Shapiro-Wilks y Levene), es mayor al nivel de significancia (0.05), como se observa en el cuadro anterior, con lo cual se cumplen los supuestos de normalidad y homocedasticidad para cada una de las variables, indicando que no es necesaria una transformación de datos, los cuadros de resultados completos se presentan en los anexos.

Una vez establecidos los supuestos del análisis ANOVA, se determinó que la prueba estadística realizada posterior al análisis de varianza, a cada una de las variables seria la prueba de LSD-Fisher, debido a que es más exacta cuando los cambios en las medias de los datos observados son menores y discrimina mejor estas variaciones.

2.6.2 Dinámica de la población insectil de larvas vivas por planta de (*Spodoptera exigua*), en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

A continuación se puede observar los resultados para la variable dinámica de la población insectil de larvas vivas de (*Spodoptera exigua*) por planta.

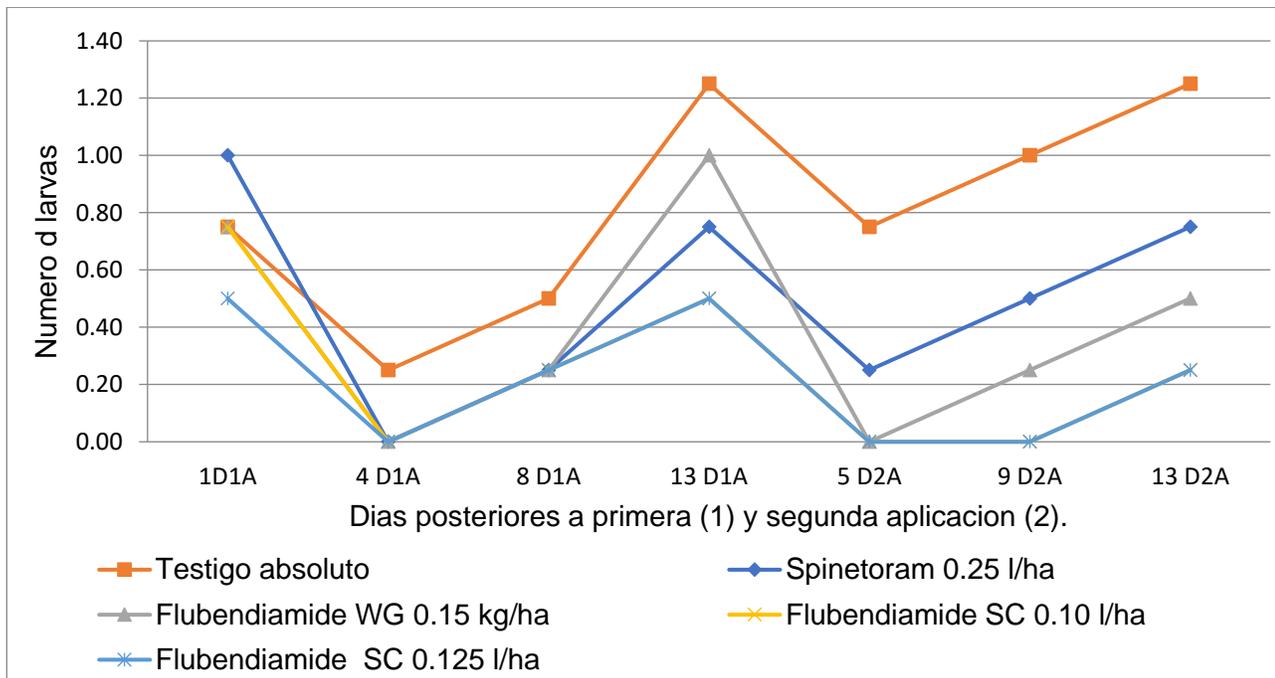


Figura 2.10 Dinámica de la población de larvas vivas de (*Spodoptera exigua*), en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*).

En la figura anterior se puede observar la dinámica poblacional de larvas de (*Spodoptera exigua*) durante la investigación, para el día uno el número de larvas promedio presentes era de 0.5 a 1 por planta, siendo Spinetoram SC 0.25 l/ha, el que mayor presión de larvas presento una por planta, Flubendiamide SC 0.125 l/ha, el que menor presión de plaga presentaba 0.5 larvas por planta, al observar el segundo muestreo realizado cuatro días posteriores a la primera aplicación (4D1A), se observa que la tendencia de todos los productos incluyendo el testigo fue disminuir, llegando a cero en Spinetoram SC 0.25 l/ha, Flubendiamide SC 0.10 l/ha, Flubendiamide SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide WG 0.15 kg/ha, para el caso del testigo absoluto a 0.30 larvas por planta.

Indicando de manera general que existió control sobre las larvas en cada una de las parcelas tratadas, para el tercer y cuarto muestreo 8D1A y 13D1A, la tendencia en todos los productos incluyendo el testigo absoluto fue ascendente alcanzándose la mayor cantidad de larvas durante la investigación, en el testigo de 1.20 larvas por planta, Flubendiamide WG 0.15 kg/ha, una larva, 0.80 larvas en Spinetoram SC 0.25 l/ha, y 0.5 larvas para Flubendiamide SC 0.10 l/ha y Flubendiamide SC 0.125 l/ha, respectivamente.

Realizada la segunda aplicación a los 13 días (13D2A), la tendencia en los tres muestreos siguientes, (5D2A, 9D2A, 13D2A) se repite nuevamente disminuyendo para el primer muestreo, y con la tendencia ascendente en los siguientes, finalizando con una presencia de 0.20 larvas por planta en Flubendiamide SC 0.10 l/ha, y Flubendiamide SC 0.125 l/ha, 0.50 larvas para Flubendiamide WG 0.15 kg/ha, y 0.80 larvas para Spinetoram SC 0.25 l/ha.

De manera general se puede establecer que todos los productos mostraron un control sobre las larvas ya que la cantidad registrada en el testigo absoluto siempre fue mayor, al comparar los resultados entre los productos, todos mostraron valores muy similares diferenciándose únicamente al final en donde las poblaciones variaron, esto debido a que los ingredientes activos evaluados ejercen un control de manera tras laminar lo cual aumenta su eficacia, ya que aplicarlos al envés de la hoja es más complicado, debido a que la planta es de tipo rastrera.

Para establecer si la diferencia observada en la figura anterior es estadísticamente significativa se procedió a realizar un análisis de varianza como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.11 Análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable larvas vivas por planta, en Chiquimulilla Santa Rosa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.23	7	0.18	2.62	0.0684
BLOQUE	0.27	3	0.09	1.36	0.3027
TRATAMIENTO	0.96	4	0.24	3.57	0.0386
Error	0.80	12	0.07		
Total	2.03	19			

El análisis de varianza, de la variable larvas por planta, muestra que para la interacción entre bloques no existió diferencia significativa ya que el (p-valor) es mayor a nuestro nivel de significancia (0.05), para la interacción entre tratamientos el (p-valor), fue menor al nivel de significancia, lo que indica que existe diferencia significativa en el control de larvas ocasionado por al menos uno de los productos, y que la diferencia en el control observada en la figura de dinámica poblacional es significativa, por lo que se procedió a realizar una prueba de LSD-Fisher, para establecer el mejor producto como se muestra en el cuadro a continuación.

Cuadro 2.12. Clasificación de tratamientos de acuerdo a la prueba de LSD Fisher, para la variable larvas vivas en Chiquimulilla, Santa Rosa.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
Testigo absoluto	0.82	4	0.13	A	
Spinetoram SC 0.25 l/ha	0.50	4	0.13	A	B
Flubendiamide WG 0.15 kg/ha	0.39	4	0.13		B
Flubendiamide SC 0.10 l/ha	0.25	4	0.13		B
Flubendiamide SC 0.125 l/ha	0.22	4	0.13		B

La prueba de LSD-Fisher indica que, el testigo absoluto se diferencia estadísticamente del resto ya que posee una media de (0.82), siendo la mayor, y un nivel (A), para Flubendiamide SC 0.125 l/ha, Flubendiamide SC 0.10 l/ha, y Flubendiamide WG 0.15 kg/ha, poseen medias de (0.22, 0.25 y 0.39) respectivamente, con un nivel y grupo definido (B), por lo cual los productos antes mencionados, son los mejores para el control de larvas, pero si se ve desde un punto de vista económico únicamente Flubendiamide SC 0.10 l/ha, sería mejor, ya que la aplicación de Flubendiamide SC 0.125 l/ha, implicaría un mayor costo.

Para Spinetoram SC 0.25 l/ha, se observa que posee una media de (0.50), compartiendo nivel con el testigo absoluto (A-B), por lo cual puede ser tan bueno como Flubendiamide SC 0.10 l/ha, y Flubendiamide WG 0.15 kg/ha, o presentar resultados como el testigo absoluto, ya que no tiene un nivel definido y aunque los valores observados en la figura de dinámica poblacional sean menores al testigo absoluto no podemos concluir en que estos sean mejores, se observa que los valores de larvas en los productos con el ingrediente activo Flubendiamide son menores, ya que este posee un efecto de control tras laminar y llega de manera más precisa a los lugares en donde la larva usualmente se encuentra en el envés.

En el siguiente cuadro se observan los resultados del análisis de regresión lineal para cada uno de los productos evaluados.

Cuadro 2.13. Análisis de regresión, para la variable larvas vivas.

Modelo	Coefficiente R ²	Tratamiento
$y = 0.6071+0.8571x$	R ² = 0.9697	Testigo absoluto
$y = 0.25+0.4286x$	R ² = 0.9474	Spinetoram 0.25 l/ha
$y = 0.2143+0.3571x$	R ² = 0.9259	Flubendiamide WG 0.15 kg/ha
$y = 0.5357 +0.1786x$	R ² = 0.8929	Flubendiamide SC 0.10 l/ha
$y = 0.2857+0.1786x$	R ² = 0.8929	Flubendiamide SC 0.125 l/ha

En el cuadro anterior se observa cada uno de los coeficientes de determinación ó R², el cual nos indica que tan cercano son los datos que nuestro modelo matemático estima para el número de larvas en comparación con los datos observados en la realidad, también se observan los modelos matemáticos de regresión lineal para cada uno de los productos evaluados así como el testigo absoluto en donde:

$Y=a \pm b(x)$ (modelo de regresión lineal simple).

Y= Número de larvas.

a= Pendiente de la recta.

b= Incremento promedio en el número de larvas.

x= Días.

Al analizar cada uno de los componentes de los distintos modelos matemáticos calculados, se observa que; el testigo absoluto posee la mayor pendiente dicho de otra manera, es

donde se observa el mayor cambio en el número de larvas por día ya que el valor es de (0.6071), también observamos que tiene el valor más alto en el incremento promedio del número de larvas (0.8571). Lo cual indica que por cada unidad que incremente x (cada día que pase para realizar un muestreo), el número promedio de larvas registrado será de 0.8571 larvas, lo cual podemos decir que son datos que se obtendrían con un 96 % de confianza (R^2).

Para Spinetoram 0.25 l/ha, se observa que posee el menor valor de pendiente entre los productos (0.25), pero al analizar el incremento promedio de larvas este valor es de (0.4286) lo que indica que aunque posee un menor pendiente en comparación a los otros productos, el incremento en el número de larvas por cada día será mayor al registrado en los tratamientos de Flubendiamide WG 0.15 kg/ha, Flubendiamide SC 0.10 l/ha y Flubendiamide SC 0.125 l/ha.

En el siguiente cuadro se observan los coeficientes de regresión para cada uno de los productos evaluados durante la investigación.

Cuadro 2.14. Coeficiente de regresión para cada uno de los tratamientos.

Coeficiente de regresión	Tratamiento
0.8571	Testigo absoluto
0.4286	Spinetoram 0.25 l/ha
0.3571	Flubendiamide WG 0.15 kg/ha
0.1786	Flubendiamide SC 0.1 l/ha
0.1786	Flubendiamide SC 0.125 l/ha

En el cuadro anterior se observan los valores de Incremento promedio en el número de larvas (b), para cada uno de los distintos productos evaluados y el testigo absoluto, se observa que el mayor incremento en promedio se encuentra en el testigo absoluto (0.8571) que es casi el doble del observado en el producto más cercano Spinetoram 0.250 l/ha con (0.4286), considerando el valor (b) como un indicador de la capacidad del producto de controlar la población insectil no permitiendo su aumento se observa que los mejores productos son Flubendiamide SC 0.10 l/ha y Flubendiamide SC 0.125 l/ha.

Ambos poseen un valor promedio de (0.1786), lo cual indica que por cada día que pase, el numero promedio de larvas aumentara la cantidad de (0.1786), en ambos productos, pero al analizar la dosis se recomienda utilizar Flubendiamide SC 0.10 l/ha ya que utilización de este producto genera un menor costo de aplicación como se observa en el cuadro de presupuestos parciales para la aplicación de cada uno de los productos.

2.6.3 Comportamiento del daño foliar de la población insectil de larvas vivas de (*Spodoptera exigua*), en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

A continuación se puede observar los resultados para la variable daño foliar de la población de larvas vivas por planta.

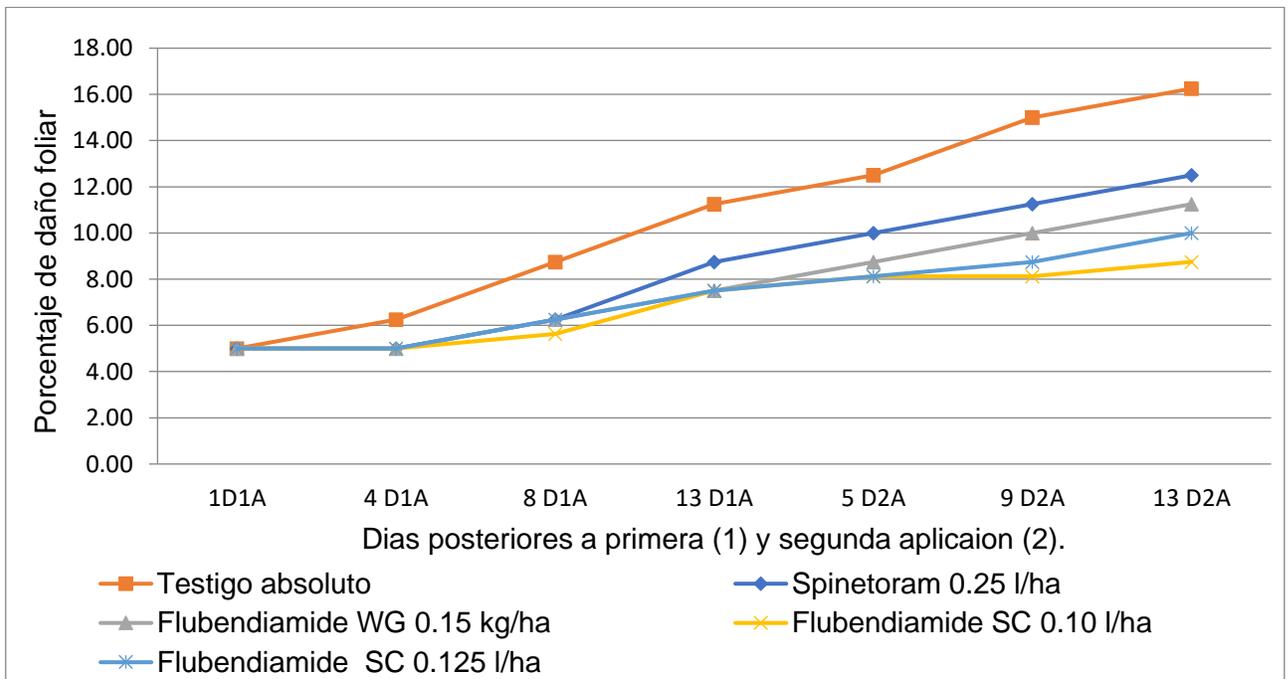


Figura 2.11 Progreso de daño foliar causado por larvas de (*Spodoptera exigua*), en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*).

En la figura anterior se puede observar el comportamiento de daño foliar ocasionado por larvas de (*Spodoptera exigua*) en el cultivo de sandía, para el primer muestreo y establecimiento de la investigación el daño registrado se encontraba con un valor inicial de

5 % (muy poco daño, para nuestra escala utilizada), observándose que el daño incremento de manera constante en las parcelas tratadas y en el testigo absoluto aunque en mayor proporción en este último, no se observó una relación entre los mayores momentos de presión, con un aumento más fuerte en el daño foliar registrado, ya que el daño foliar aumento casi de manera constante sin importar los momentos de mayor presión.

El daño foliar que se ha llegado a registrar en la zona de estudio ha llegado al 20 % lo cual se considera un daño foliar considerable, como se puede observar al final de la investigación el testigo absoluto finalizo con la mayor cantidad de daño foliar (16 %), luego Spinetoram SC 0.25 l/ha (12 %), Flubendiamide WG 0.15 kg/ha (11 %), Flubendiamide SC 0.125 l/ha (10 %), y con el menor valor Flubendiamide SC 0.10 l/ha (8 %).

Se observa que las menores cantidades de daño foliar se encuentran en los productos cuyo ingrediente activo es Flubendiamide, debido a que una de las principales características de Flubendiamide es que ejerce un rápido control sobre la alimentación de las larvas a lo cual puede deberse que los productos con este ingrediente activo acumularan un menor daño foliar, para determinar si lo antes mencionado es correcto y existe una diferencia estadística significativa en la variable daño foliar se procedió a realizar una análisis de varianza y posteriormente una prueba de LSD-Fisher, como se muestra a continuación,

Cuadro 2.15 Análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable daño foliar en Chiquimulilla, Santa Rosa.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	67.45	7	9.64	9.31	0.0005
BLOQUE	30.11	3	10.04	9.70	0.0016
TRATAMIENTO	37.34	4	9.33	9.02	0.0013
Error	12.42	12	1.03		
Total	79.87	19			

En el análisis de varianza, de la variable daño foliar, se observa que para la interacción entre tratamientos el (p-valor), fue menor al nivel de significancia, lo que indica que existe diferencia significativa en el control de daño foliar, ocasionado por al menos uno de los productos, y que la diferencia percibida en el daño registrado en el testigo absoluto y las

parcelas tratadas en la figura de progreso de daño foliar es significativo, por lo que se procedió a realizar una prueba de LSD-Fisher, para establecer el mejor producto, como se muestra en el cuadro a continuación.

Cuadro 2.16 Clasificación de tratamientos de acuerdo a la prueba de LSD Fisher, para la variable daño foliar en Chiquimulilla, Santa Rosa.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
Testigo absoluto	10.72	4	0.51	A
Spinetoram SC 0.25 l/ha	8.39	4	0.51	B
Flubendiamide WG 0.15 kg/ha	7.68	4	0.51	B
Flubendiamide SC 0.125 l/ha	7.23	4	0.51	B
Flubendiamide SC 0.10 l/ha	6.88	4	0.51	B

Para la prueba de medias LSD-Fisher, el testigo absoluto se diferencia del resto ya que posee la mayor media (5.61), y un único nivel (A), para Spinetoram SC 0.25 l/ha, Flubendiamide WG 0.15 kg/ha, Flubendiamide SC 0.10 l/ha, y Flubendiamide SC 0.125 l/ha se observa que se encuentran en un mismo nivel definido (B), sin diferencia estadística entre ellos, por lo cual no existe diferencia significativa por la aplicación de alguno de los productos, sobre el control de daño foliar, pero si del testigo absoluto.

Aunque una de las principales características de Flubendiamide, es cesar la alimentación de las larvas, la variable daño foliar indicó que no existe diferencia significativa en la aplicación de alguno de los de los ingredientes activos evaluados (Spinetoram o Flubendiamide), por lo cual se podría utilizar el que sea más viable económicamente (la menor dosis para el caso de Flubendiamide SC) o bien alternar los dos ingredientes activos en las aplicaciones para evitar generar resistencia en la plaga.

En el siguiente cuadro se observan los resultados del análisis de regresión lineal para cada uno de las parcelas analizadas.

Cuadro 2.17. Análisis de regresión para la variable daño foliar.

Modelo	Coefficiente R	Tratamiento
$y = - 3.0918+0.2236x$	$R^2 = 0.9676$	Testigo absoluto
$y = - 3.2021+0.188x$	$R^2 = 0.9586$	Spinetoram 0.25 l/ha
$y = - 3.173+0.1605x$	$R^2 = 0.9798$	Flubendiamide WG 0.15 kg/ha
$y = - 3.0925+0.1155x$	$R^2 = 0.9039$	Flubendiamide SC 0.10 l/ha
$y = - 3.1144 +0.133x$	$R^2 = 0.9666$	Flubendiamide SC 0.125 l/ha

En el cuadro anterior se observa cada uno de los coeficientes de determinación ó R^2 , el cual nos indica que tan cercano son los datos que nuestro modelo matemático estima para el daño foliar causado por larvas, comparados con los datos observados en la realidad, también se observan los modelos matemáticos de regresión lineal para cada uno de los productos evaluados así como el testigo absoluto en donde:

$Y=a \pm b(x)$ (modelo de regresión lineal simple).

Y= Daño foliar

a= Pendiente de la recta.

b= Incremento promedio en el daño foliar.

x= Días.

Al analizar cada uno de los componentes de los distintos modelos matemáticos calculados, se observa; en el testigo absoluto el valor más alto en el incremento promedio de daño foliar (0.2236). Lo cual indica que por cada unidad que incremente x (cada día que pase para realizar un muestreo), el promedio de daño foliar por larvas registrado será de 0.2236, lo cual podemos decir que son datos que se obtendrían con un 96 % de confianza (R^2), Para Spinetoram 0.25 l/ha, se observa que posee el mayor valor de los productos (0.188) lo que indica que por cada unidad que incremente x (cada día que pase para realizar un muestreo), el incremento de dalo foliar promedio será de (0.188).

En el siguiente cuadro se observan los coeficientes de regresión para cada uno de los productos evaluados durante la investigación.

Cuadro 2.18. Coeficiente de regresión para cada uno de los tratamientos.

Coeficiente de regresión	Tratamiento
0.2236	Testigo absoluto
0.188	Spinetoram 0.25 l/ha
0.1605	Flubendiamide WG 0.15 kg/ha
0.115	Flubendiamide SC 0.10 l/ha
0.133	Flubendiamide SC 0.125 l/ha

En el cuadro anterior se observan los valores de Incremento promedio en el daño foliar ocasionado por larvas (b), para cada uno de los distintos productos evaluados y el testigo absoluto, se observa que el mayor incremento en promedio se encuentra en el testigo absoluto (0.2236) aunque muy cercano a el producto Spinetoram 0.25 l/ha con (0.188), considerando el valor (b) como un indicador de la capacidad del producto de controlar la población insectil no permitiendo el incremento de daño foliar, el mejor producto es Flubendiamide SC 0.10 l/ha, con un valor promedio de (0.115), lo cual indica que por cada día que pase, el daño foliar registrado en número aumentara la cantidad de (0.115) unidades.

2.1 Daño en frutos por la población insectil de larvas vivas de (*Spodoptera exigua*), en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

A continuación se puede observar los resultados para la variable frutos dañados por la población de larvas vivas y en la siguiente figura se puede observar la dinámica de frutos dañados por larvas vivas de (*Spodoptera exigua*), durante el tiempo que duro la investigación.

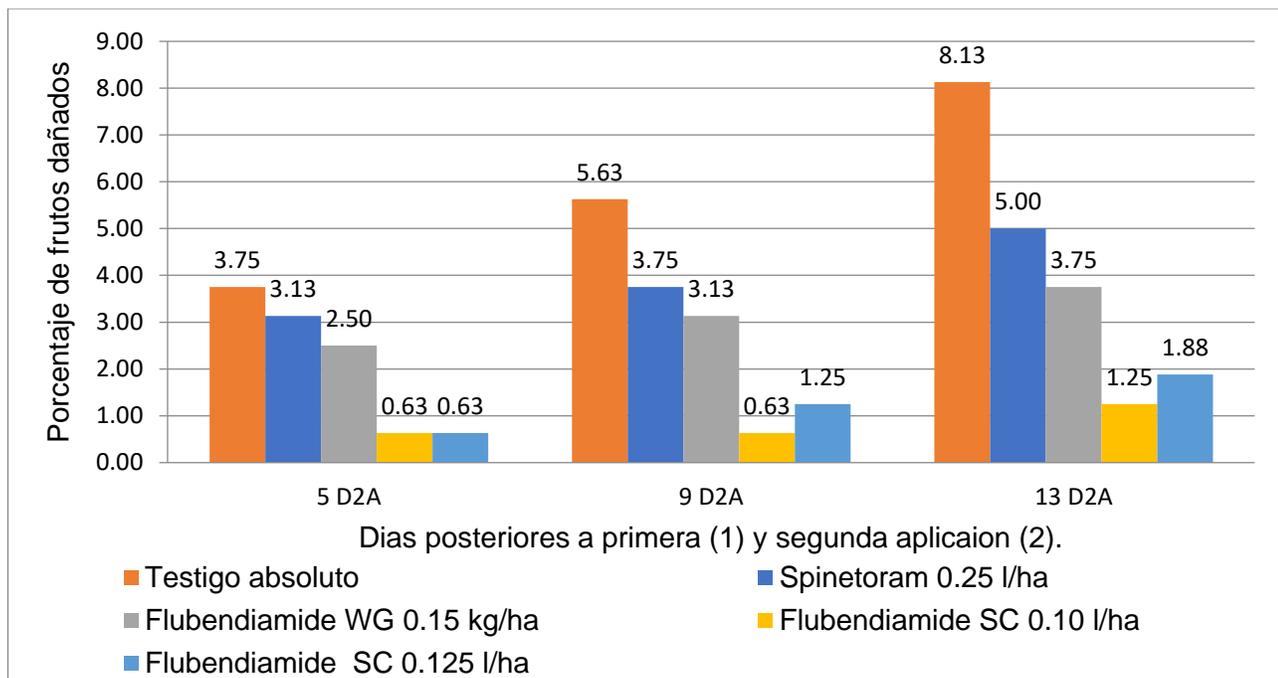


Figura 2.12 Porcentaje de frutos de sandía (*Citrullus lanatus*), dañados por larvas de (*Spodoptera exigua*).

En la figura anterior se muestra el porcentaje de frutos dañados por larvas de (*Spodoptera exigua*), se observa que para el primer muestreo 5 días posteriores a la segunda aplicación, el porcentaje de frutos dañados era de; 3.75 % en el testigo absoluto, 3.13 % en Spinetoram SC 0.25 l/ha, 2.50 % en Flubendiamide WG 0.15 kg/ha, y 0.63 % en ambas dosis de Flubendiamide SC 0.125 l/ha y 0.10 l/ha, a partir de este muestreo se observa que el porcentaje de frutos dañados incremento en todas las parcelas, finalizando la investigación con el mayor porcentaje en el testigo absoluto 8.13 %, Spinetoram SC 0.25 l/ha 5 %,

Flubendiamide WG 0.15 kg/ha 3.75 %, Flubendiamide SC 0.125 l/ha 1.88 %, y Flubendiamide SC 0.10 l/ha con 1.25 % de frutos dañados.

Observándose de manera general que en las parcelas tratadas con alguno de los productos el porcentaje de frutos dañados por lacra dura fue menor al del testigo absoluto, por lo cual se realizó un análisis de varianza para establecer si existe o no diferencia, como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.19 Análisis de la varianza (SC tipo III), para la variable número de frutos dañados en Chiquimulilla, Santa Rosa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.47	7	0.50	7.80	0.0011
BLOQUE	0.26	3	0.09	1.36	0.3015
TRATAMIENTO	3.21	4	0.80	12.62	0.0003
Error	0.76	12	0.06		
Total	4.24	19			

Para el análisis de varianza, de la variable frutos dañados se observa que, para la interacción entre tratamientos el (p-valor), fue menor al nivel de significancia, lo que indica que existe diferencia significativa el número de frutos con daño, ocasionado por al menos uno de los productos, por lo que se procedió a realizar una prueba de LSD-Fisher, como se presenta a continuación para determinar el mejor producto y dosis.

Cuadro 2.20. Clasificación de tratamientos de acuerdo a la prueba de LSD-Fisher, para la variable frutos dañados en Chiquimulilla, Santa Rosa.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
Testigo absoluto	1.34	4	0.13	A	
Spinetoram SC 0.25 l/ha	0.97	4	0.13	A	B
FlubendiamideWG0.15 kg/ha	0.75	4	0.13		B
Flubendiamide SC 0.125 l/ha	0.35	4	0.13		C
Flubendiamide SC 0.10 l/ha	0.25	4	0.13		C

La prueba de LSD-Fisher, indica que el testigo absoluto se diferencia del resto de parcelas con único grupo y nivel definido (A), en cuanto a los productos, Spinetoram SC 0.25 l/ha no se encuentra con un nivel definido ya que comparte grupo con el testigo en un estado de

transición y aunque en la figura de porcentaje de frutos dañados este acumulo un menor porcentaje, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, para Flubendiamide SC 0.125 l/ha y 0.10 l/ha, se observa que se encuentran con un grupo (C), siendo los mejores para el control de frutos dañados por lacra dura de *Spdoptera exigua*.

De ambos productos se definiría a Flubendiamide SC 0.10 l/ha, como el mejor ya que al agregar una menor cantidad de ingrediente activo se corre un menor riesgo de generar resistencia en la plaga y económicamente su aplicación genera un menor costo.

2.6.4 Prueba de fito toxicidad en el cultivo de sandía

En la siguiente figura se puede observar los resultados obtenidos para el grado de fito toxicidad en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*).

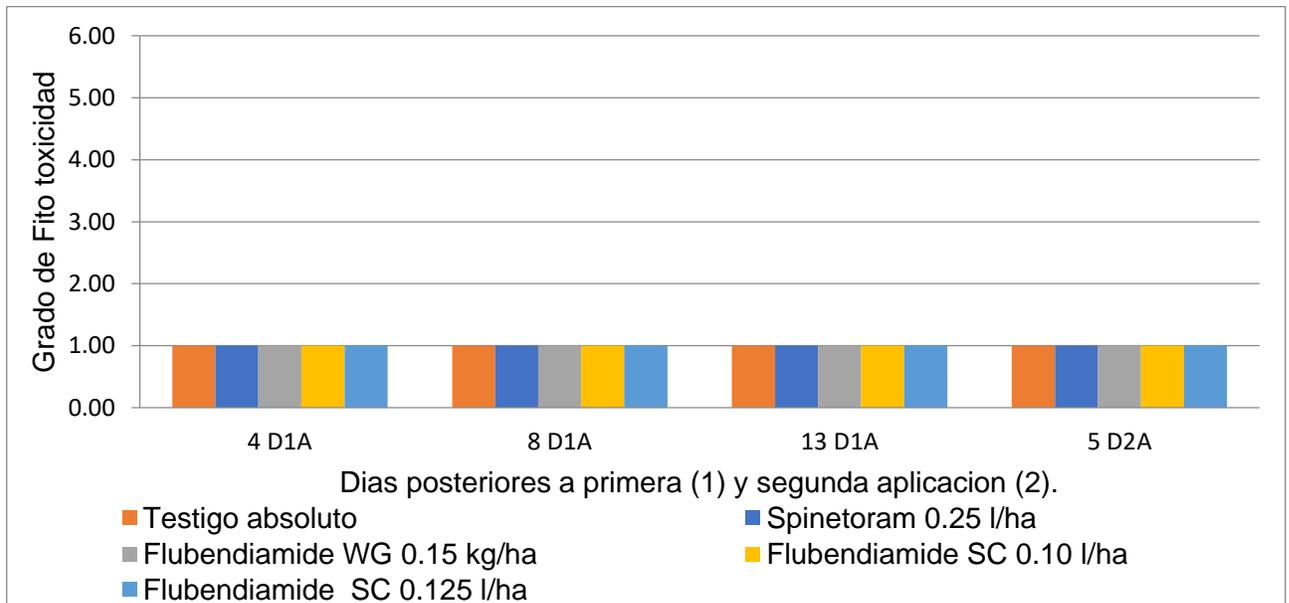


Figura 2.13 Prueba de fito toxicidad en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*).

Para la escala propuesta por (Bayer Croapsience), definiendo como grado uno la ausencia de síntomas (sin daño) indicando el valor mínimo, y como grado seis (daño creciente hasta la muerte de las hojas, daño total del cultivo), como valor más alto, no se observó síntomas de amarilla miento, quemadura y clorosis, en la lámina foliar tanto en hojas nuevas como en hojas viejas, esto se comprobó utilizando la escala gráfica y comparando los posibles síntomas observados en las parcelas tratadas con la parcela no tratada, para corroborar que si existía presencia de síntomas que indicaran fito toxicidad estos fueran por la aplicación del producto y no por parte del manejo agronómico.

2.6.5 Análisis económico

A. Costo de producción y rentabilidad

En el siguiente cuadro se observan los presupuestos parciales para cada uno de los productos evaluados durante la investigación.

Cuadro 2.21 Análisis de presupuesto parcial para los diferentes tratamientos evaluados en Chiquimulilla, Santa Rosa.

Concepto	Testigo	Spinetoram SC 0.25 l/ha	Flubendiamide WG 15 kg/ha	Flubendiamide SC 0.10 l/ha	Flubendiamide SC 0.125 l/ha
Rendimiento Promedio (kg/ha)	35,553.69	36,765	38,490.37	39,277.81	39,027.23
Precio (Q./ kg)	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
Beneficio Bruto (Q/ha)	58,663.58	60,662.25	63,509.11	64,808.39	64,394.92
Costo Insecticida (Q./ha)	0	400	525	180	225
Costo de Aplicación (Q./ha)	0	150	150	150	150
Costo Variable total (Q./ha)	0	550	675	330	375
Costo producción (Q./ha)	38,155.00	38,155.00	38,155.00	38,155.00	38,155.00
Costo total/ha	38,155	38,705	38,830	38,485	38,530
Beneficio Neto (Q./ha)	20,508.59	21,957.25	24,679.12	26,323.39	25,864.93
Rentabilidad	0.54	0.57	0.64	0.68	0.67

En el cuadro anterior, se observa una diferencia en el beneficio bruto Q/ha, y el costo variable total; las rentabilidades obtenidas positivas.

Se observó que (Flubendiamide SC 0.10 l/ha), posee la mayor rentabilidad 68 %, luego (Flubendiamide SC 0.125 l/ha), con una rentabilidad de 67 %, la menor rentabilidad se

obtuvo en el testigo absoluto con 54 %, si se considera un valor de mercado de rentabilidad base de 20 % como aceptable, todos los productos son aceptables incluyendo el testigo absoluto, pero si se desea maximizar las ganancias y obtener un mayor ingreso la aplicación de (Flubendiamide SC 0.10 l/ha), es la mejor opción.

Cabe resaltar que el daño que se ha llegado a cuantificar en la finca, ha sido de un 15 % a 20 %, en la producción bruta, pero al analizar el daño que se logró cuantificar en la presente investigación fue de 8.33 % en la producción bruta, esto provoco que en el testigo absoluto, la ausencia de la aplicación no mostrara perdidas muy cuantiosas, únicamente permitió concluir que la aplicación de uno de los productos permite un mayor ingreso.

B. Análisis de dominancia para cada producto evaluado

En el siguiente cuadro se observa el análisis de dominancia para cada uno de los productos evaluados.

Cuadro 2.22. Análisis de dominancia para los diferentes tratamientos evaluados en Chiquimulilla, Santa Rosa.

Tratamiento	Costo variable. (Q.)	Beneficio neto. (Q.)	Clasificación
Testigo	0.00	20,508.59	ND
Flubendiamide SC 0.10 l/ha	330.00	26,323.39	ND
Flubendiamide SC 0.125 l/ha	375.00	25,864.93	D
Spinetoram 0.125 l/ha	550.00	21,957.25	D
Flubendiamide WG 0.15 kg/ha	675.00	24,679.12	D

Para continuar con el análisis los tratamientos se ordenaron de menor a mayor costo variable, permitiendo observar que el tratamiento de testigo absoluto y Flubendiamide SC 0.10 l/ha, fueran los no dominados por lo cual se procedió a realizar el análisis de la tasa marginal de retorno.

2.1.1 Determinación de la tasa marginal de retorno

En el siguiente cuadro se puede observar la tasa marginal calculada para los tratamientos no dominados.

Cuadro 2.23. Análisis de tasa marginal de retorno para los tratamientos evaluados en Chiquimulilla, Santa Rosa.

Tratamiento	Benéfico neto (Q.)	Costo variable (Q.)	Δ Benéfico neto (Q.)	Δ Costo variable (Q.)	TMR
Testigo	20,508.59	0	-----	-----	-----
Flubendiamide SC 0.10 l/ha	26,323.39	330.00	5,814.80	330.00	17.62

La tasa marginal obtenida fue de 17.62 %, para el tratamiento de Flubendiamide SC 0.10 l/ha, lo cual indica que el agricultor luego de invertir Q. 100.00 recuperar su inversión inicial y obtendría Q. 17.62. Adicionales.

2.7 CONCLUSIONES

1. Para la dinámica poblacional se observó que las mayores densidades de larvas de (*Spodoptera exigua*) en el cultivo de sandía, se encontraron en el testigo absoluto, a los 13 días de realizada la primera aplicación alcanzando un valor de 1.20 larvas por planta.
2. Se determinó que la efectividad del producto, Flubendiamide SC 0.10 l/ha y Flubendiamide SC 0.125 l/ha fue superior al resto, para el control de larvas de (*Spodoptera exigua*), y porcentaje de frutos dañados por lacra dura, para el control de daño foliar no hubo diferencia estadística entre los productos evaluados únicamente se diferenciaron del testigo absoluto.
3. Ninguno de los insecticidas y dosis que fueron evaluados presentaron síntomas de amarilla miento, clorosis y quemaduras que indicaran algún efecto fito tóxico por la aplicación sobre el cultivo de sandía, (*Citrullus lanatus*).
4. La mayor tasa marginal de retorno fue para Flubendiamide SC 0.10 l/ha, con un valor de 17.62 % lo que indica que por cada Q. 100.00 que el agricultor invierta, recuperara eso más una cantidad adicional de Q. 17.62.

2.8 RECOMENDACION

Flubendiamide 48 SC en su dosis 0.10 l/ha y 0.125 l/ha mostraron ser las mejores para el control de larvas de gusano soldado (*Spodoptera exigua*), resultando Flubendiamide 48 SC en su dosis 0.10 l/ha con una tasa marginal mayor y un costo de aplicación menor, por lo cual se recomienda para el control de larvas de (*spdoptera exigua*), y evaluarlo para tener otra alternativa en el control de un mayor número de larvas de lepidópteros.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Bolaños, A. 1998. Introducción a la oleicultura. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal
2. CAD (Central América Data, Guatemala). 2016. Información de negocios (en línea). Consultado 8 mar. 2018. Disponible en https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Centroamrica_Exportacin_de_sanda_crece_17
3. Capinera, JL. 2004. Beet aemyworn, *Spodoptera exigua* hubner (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae) (en línea). Florida, US, University of Florida. 4 p. Consultado 12 mayo 2018. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.528.2620&rep=rep1&type=pdf>
4. Carmona, M; Gassen, D; Scandiani, M. s.f. Síntomas de fitotoxicidad en soja: Conocerlos para evitar confusiones. Consultado 20 mayo 2018. Disponible en <http://www.elganadosa.com/site/articles/problemas-de-fitototoxicidad-ensoja.pdf>
5. COMIECO (Consejo de Ministerios de Economía de Centroamérica, Guatemala). 2004. Protocolo patrón para ensayos de eficacia biológica de plaguicidas de uso agrícola; resolución no.118-2004, anexo 5. Guatemala. 25 p. Consultado 21 mayo 2018. Disponible en http://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/pdfs/res_1182004_insumos_agropecuarios_agroquimicos.pdf
6. CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Guatemala). 2015. Amenazas por deslizamientos e inundaciones, departamento de Santa Rosa, municipio de Chiquimulilla; Proyección GTM, Guatemala. Consultado 23 jun. 2018. Disponible en https://conred.gob.gt/site/mapas/municipales_ameindes/SANTA%20ROSA/CHIQUIMULILLA/SANTA%20ROSA%20608.pdf
7. Crop Science Bayer. 2017. Productos (en línea). Consultado 12 mayo 2018. Disponible en www.cropscience.bayer.cl/upfiles/folletos/BEL.pdf
8. De la Cruz S, RJ. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

9. Delgado Munguia, JG. Valerio Hernández, H. 2008. Evaluación del comportamiento de la especie *Spodoptera sunia* (Lepidóptera:Noctuidae), utilizando fécula de maíz como gelificante en la dieta semi-artificial, para la producción masiva del Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN), laboratorio de cría de insectos Noctuidos. Tesis Ing. Agr. Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnologías. 68 p. Consultado 2 abr. 2018. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/1120/1/208281.pdf>
10. Dow Agrosience. 2018. Exalt insecticida, una herramienta clave en el manejo integrado de plagas. Consultado 20 mayo 2018. Disponible en: <http://www.dowagro.com/es-mx/latamnorte/productos/proteccion-de-cultivos/insecticida/exal-60sc>
11. Drokasa. s.f. Ficha técnica, productos inhibidores, Takumi 20 wg, flubendiamide. Consultado 19 mayo 2018. Disponible en <http://studylib.es/doc/3612591/ficha-tecnica-takumi>
12. Estrada Hurtarte, RE. s.f. Producción masiva de *Spodoptera sunia* y *Spodoptera frugiperda*. Consultado 15 abr. 2018. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3761/1/18.pdf>
13. Fernández Arbizú, IA. 1996. Estudio de la regulación de la producción de sandía (*Citrullus lanatus*) mediante aplicación de tres sistemas de podas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
14. Gazques Carrido, JC. 2015. Técnicas de cultivo y comercialización de la sandía. España, Cajamar Caja Rural, Serie Agricultura. 332 p. Consultado 15 mayo 2018. Disponible en <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/agricultura/tecnicas-de-cultivo-y-comercializacion.pdf>
15. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 1982. Diccionario geográfico nacional: Municipio de Chiquimulilla. Guatemala. Consultado 19 abr. 2018. Disponible en <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=25438>
16. INIA (Instituto de Nacional Investigaciones Agropecuarias, Chile). 2017. Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía, *Citrullus lanatus*. Boletín INIA no. 02. Consultado 28 mayo 2018. Disponible en: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/02%20Manual%20Sandia.pdf>
17. Landaverde, E. 2018. Manejo de plagas, muestreo, incidencia, intervalo de días en el cultivo de sandía en la Finca San Diego, municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala (entrevista). Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala, Finca San Diego, Encargado de Manejo de Plagas en el cultivo de Sandía.

18. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2003. Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala, a escala 1:250,000 (memoria técnica). Ed. por H. Tobías y E. Lira. Guatemala, PAFG / INAB. 50 p.
19. _____. 2017. Información del sector de mercado, fichas de mercado (en línea). Consultado 7 mar. 2018. Disponible en http://web.maga.gob.gt/diplan/download/informacion_del_sector/fichasdemercado/Sand%C3%ADa%20Redonda%20de%20Primera%20Mayorista.pdf
20. Marmol, JR. s.f. Cultivo intensivo de la sandía. Madrid, España, MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 48 p. Consultado 15 mayo 2018. Disponible en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2000_2106.pdf
21. Nuñez Barillas, JM. 2013. Efecto de un extracto de algas marinas sobre el rendimiento y calidad de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Mickey Lee, La Gomera, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 73 p. Consultado 21 jun. 2018. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/04/Nunez-Jose.pdf>
22. Pérez Hernández, O; Sauta, F. 2018. Fitotoxicidad por glufosinato de amonio en variedad de soja resistente al GA (Liberty Link). Maryville, Missouri, US, Herbario Virtual. Consultado 7 jul. 2018. Disponible en http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=5865
23. PROMOSTA (Proyecto de Modernización de los Servicios de Transferencia de Tecnología Agrícola, El Salvador); DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, El Salvador). 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales: el cultivo de la sandía *Citrullus lanatus* (en línea). p. 2-8. Consultado 15 mayo 2018. Disponible en <https://es.scribd.com/document/338328501/Sandia-2005-pdf>
24. Samayoa, E. 1992. Análisis de rentabilidad y tasa marginal de retorno. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, AGRO Boletín Informativo no. 4:4-5.
25. Saunders, JL; Coto, DT; King, A. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 305 p. Consultado 11 mayo 2018. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3346>
26. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2003. Estrategia para la reducción de la pobreza regional: Región IV. Guatemala. 79 p. Consultado 3 mayo 2018. Disponible en <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/component/search/?searchword=santa%20rosa&searchphrase=all&Itemid=1001>

27. SEMINIS. 2018. Catálogo de variedades de sandía, semillas (en línea). Consultado 7 jul. 2018. Disponible en: <http://www.seminis.mx/summerslice-sandias/>
28. Solís, CE. 2013. Producción hortícola de Guatemala, principales plagas del cultivo de cucurbitáceas en el oriente del país (entrevista). Guatemala, Bayer, Departamento de Desarrollo Agronómico.
29. Valdés, VS. 1991. Cultivo de hortalizas en trópicos y subtrópicos. Santo Domingo, República Dominicana, Carripio. 622 p
30. Zamora J., CJ. 2009. Diagrama bioclimático de zonas de vida del sistema Holdridge, adaptado a la geografía local. Perú, Ministerio de Ambiente, Sistema Nacional de Información Ambiental. 1 p. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagrama-bioclimatico-zonas-vida-sistema-holdridge-2009>

2.10 ANEXOS



Figura 2.14A Selección y delimitación preliminar del área de estudio.



Figura 2.15A. Monitoreo de larvas de (*Spodoptera exigua*) en flores.



Figura 2.17A. Monitoreo de posturas de (*Spodoptera exigua*).



Figura 2.18A. Monitoreo de huevecillos de (*Spodoptera exigua*) en tallos guías.



Figura 2.19A. Delimitación final del área de trabajo.



Figura 2.20A. Aplicación de los tratamientos.

Cuadro 2.24A. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la variable larvas vivas.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LARVAS	20	0.00	0.24	0.91	0.1920

Cuadro 2.25A. Prueba de Homocedasticidad (Levene), para la variable larvas vivas.

Variable	n	R ²	R ² Aj	CV
RABS LARVAS	20	0.14	0.00	69.92

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.05	4	0.01	0.63	0.6472
TRATAMIENTO	0.05	4	0.01	0.63	0.6472
Error	0.28	15	0.02		
Total	0.32	19			

Cuadro 2.26A. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la variable daño foliar.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO D. FOLIAR	20	0.00	0.81	0.95	0.5612

Cuadro 2.27A. Prueba de Homocedasticidad (Levene), para la variable daño foliar.

Variable	n	R ²	R ² Aj	CV
RABS D. FOLIAR	20	0.52	0.24	70.82

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.48	7	0.35	1.85	0.1675
TRATAMIENTO	1.84	4	0.46	2.40	0.1079
BLOQUE	0.64	3	0.21	1.11	0.3843
Error	2.30	12	0.19		
Total	4.78	19			

Cuadro 2.28A. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la variable frutos dañados.

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO D. FRUTOS	20	0.00	1.02	0.97	0.8977

Cuadro 2.29A. Prueba de Homocedasticidad (Levene), para la variable frutos dañados.

Variable	n	R ²	R ² Aj	CV
RABS D. FRUTOS	20	0.40	0.05	84.06

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.28	7	0.47	1.16	0.3929
TRATAMIENTO	1.50	4	0.38	0.93	0.4798
BLOQUE	1.78	3	0.59	1.46	0.2743
Error	4.86	12	0.41		
Total	8.14	19			



CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO DE BAYER S, A.

- 3.1 Servicio 1: Evaluación del insecticida Sivanto prime 20 SL (Flupyradifurone) para el control de mosca blanca (*Bemisia spp.*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), en el Municipio de San Raymundo, Departamento de Guatemala.



3.1.1 PRESENTACIÒN

La mosca blanca es una de las plagas que más daño causa a los cultivos de las solanáceas y cucurbitáceas principalmente en sandía, melón y pepino, debido a que tiene un ciclo de vida bastante corto y es favorecida por las altas temperaturas permitiéndole alcanzar umbrales de daño bastante altos, posee una gran variedad de hospederos alternos, el principal problema ocasionado es la transmisión de virus en las plantas, la cual se da cuando estas se alimentan de la savia de las hojas, causando pérdida en el vigor y la capacidad de la planta a resistir otras plagas y enfermedades ocasionando que el rendimiento no sea el esperado.

Para la presente investigación se evaluaron cuatro productos Sulfoxaflor 0.4 l/ha, Cyantraniliprole 0.75 l/ha, Imidacloprid 0.75 l/ha y Flupyradifurone en tres distintas dosis 0.5 l/ha, 0.75 l/ha y 1.0 l/ha, con un total de siete tratamientos y cuatro repeticiones en un diseño de bloques completos al azar, para determinar la dinámica poblacional de la plaga, el producto con mayor eficacia para el control de mosca blanca, y la dosis con el menor efecto fito tóxico en el cultivo de pepino.

Se observaron las mayores cantidades de adultos en el testigo absoluto a los dos días y 21 días de establecida la investigación, según se observó en los resultados del análisis estadístico para la prueba de Tukey realizada, el mejor producto para el control de huevos, ninfas y adultos fue Flupyradifurone 0.75 l/ha y Flupyradifurone 1.0 l/ha, en cuanto a la prueba de toxicidad ninguno de los productos y dosis evaluados durante la investigación mostró síntomas de toxicidad en el cultivo de pepino que pudieran afectar el rendimiento.

3.1.2 OBJETIVOS

A. Objetivo general

Evaluar la eficacia biológica de Flupyradifurone, para el control de mosca blanca (*Bemisia spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), en el Municipio de San Raymundo, Departamento de Guatemala.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la eficacia biológica de cada una de las dosis de Flupyradifurone, para el control de mosca blanca (*Bemisia spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).
2. Determinar la dinámica poblacional de mosca blanca (*Bemisia spp.*), para establecer los momentos de mayor presión, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).
3. Determinar el grado de fito toxicidad de cada uno de las dosis evaluadas, para el control de mosca blanca (*Bemisia spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

3.1.3 MARCO CONCEPTUAL

A. Generalidades del cultivo de pepino

El pepino (*Cucumis sativus L.*), es una hortaliza herbácea anual, de la familia de las Cucurbitáceas, de crecimiento rastrero o trepador, sus tallos son blandos, flexibles, largos, huecos y algo espinosos (Allen, 2006).

a. Clasificación taxonómica del cultivo de pepino

En el siguiente cuadro se puede observar la clasificación taxonómica para el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Cuadro 3.1 Clasificación taxonómica del pepino.

Reino	Plantea
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Violales
Familia	<i>Cucurbitaceae</i>
Género	<i>Cucumis</i>
Especie	<i>C. sativus L.</i>
Nombre común	Pepino

Fuente: Infoagro, 2009.

El pepino es una de las plantas de cucurbitáceas más importante en todo el mundo no solo por su valor económico sino también nutricional, esta planta está constituida por. El sistema radicular que consiste en una fuerte raíz principal que alcanza de 1.0 m a 1.20 m de largo, ramificándose en todas las direcciones principalmente entre los primeros 25 cm a 30 cm del suelo. Sus tallos, que son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 cm y 30 cm, son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 m en condiciones normales (Bionica, 2010).

En el siguiente cuadro se puede observar cada una de las etapas fenológicas del cultivo de pepino días posteriores a la siembra.

Cuadro 3.2 Etapas fenológicas de *C. sativus* L

Estado fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	4-5
Inicio de formación de guías	15-24
Floración	27-34
Cosecha	43-50
Fin de cosecha	75-90

Fuente: Guadalupe, 2004.

En el siguiente cuadro se puede observar las principales plagas agrícolas que atacan el cultivo de pepino en Guatemala.

Cuadro 3.3 Principales plagas del cultivo de *C. sativus* L.

Nombre común	Nombre científico	Daño que ocasiona	Control químico (I.A)
Mosca blanca Áfidos	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Trialeurodes vaporarium</i> , <i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>	Transmisión de virus	Aceite agrícola, Thiamethoxam, Pymetrozine, Imidacloprid, Carbufuran
Lépidopteros	Varias especies	Daño mecánico al follaje y fruto	Spinosad, Emmamectin, Bacillus thurigiensis
Minador	<i>Liriomyza spp.</i>	Tuneles en el follaje	Acetamiprid, Clorfenapir, Bifentrin, Cypemetrina,
Gallina ciega, Gusano alambre, sinfilido y nematodos	<i>Phyllophaga spp</i> , <i>Scutigerella immaculata</i>	Se alimentan del bulbo, raíces y pelos absorbentes	Beauveria bassiana, Bifentrin, Diazinon, Carbofuran e Imidacloprid
Trips	<i>Thrips tabaci</i>	Se alimentan del follaje y están en las axilas	Thiamethoxam, Cypermentrina, Fenpropathrin, Delametrina

Fuente: Allen, 2006.

B. Mosca blanca

La mosca blanca es la plaga más común. Hay dos especies de mosca blanca que son un problema en los cultivos de cucurbitáceas, (*Trialeuroides vaporariorum* y *Bemisia tabaci*). Las hembras adultas ponen sus huevos en el envés de las hojas que emergen en unos 10 días, pueden dañar la planta al succionar la savia de las hojas. Grandes infestaciones pueden causar amarilla miento de las hojas y una disminución del crecimiento general de la planta.

La principal importancia de la mosca blanca es la transmisión de virus TMV. La mosca blanca puede controlarse de forma biológica y química. Para el control biológico se utiliza (*Eretmocerus sp.* y *Encarsia Formosa*) y en el control químico se recomienda Jabón potásico, Spiromesifen, Imidacloprid, Spirotetramat, Azadiractina, Tiacloprid, Buprofezin (Montenegro, 2013) citado por Pérez (2010).

En el siguiente cuadro se puede observar la clasificación taxonómica para mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Cuadro 3.4 Clasificación taxonómica de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Reino	Animal
Phyllum	Artrópoda
Clase	Insecta
Orden	Homóptera
Familia	Aleyrodidae
Genero	<i>Bemisia</i>
Especie	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius.

Fuente: Casados, 2005.

Hasta la fecha se han descrito cerca de 1,200 especies de Aleyrodidae y se ha determinado que en América y el Caribe hay por lo menos 30 especies entre las cuales *B. tabaci* es una de las más importantes en términos económicos. Se le encuentra entre los 0 m s.n.m. a los 1,000 m s.n.m. aunque en Guatemala, Costa Rica y Panamá se ha registrado en altitudes mayores. Ataca muchos cultivos, sobre todo de las familias Cucurbitácea, Fabácea,

Malvácea y Solanácea, y es el único vector de geminivirus de la familia Aleyrodida (Casados, 2005).

C. Ciclo de vida de mosca blanca

Los adultos, revestidos de una secreción cerosa pulverulenta blanca, tienen los ojos de color rojo oscuro, con dos grupos de omatidios unidos en el centro por uno o dos de ellos, miden cerca de 1 mm de longitud y las hembras son algo más grandes que los machos. En reposo las alas se pliegan sobre el dorso formando una especie de tejado casi rectangular y mantienen los lados paralelos.

El estado ninfa dura aproximadamente un mes, las ninfas son ovaladas, aplanadas, de color blanco amarillento y translúcido, la parte dorsal es lisa, plana o levemente convexa con hasta seis pares de setas, la forma varía según la planta hospedera, aunque por lo general son elípticas más anchas en la parte medio anterior, si la ninfa se desarrolla sobre hojas glabras o desnudas, transcurridas las cuatro semanas emerge el adulto de la pseudopupa (Hilje, 1996).

D. Distribución de mosca blanca en Guatemala

La mosca blanca se encuentra ampliamente distribuida en Guatemala, según (Palmieri, 1998) en tres zonas geográficas (sur, oriente y nororiente de Guatemala). En la región sur, *B. tabaci*, predomina en todas las épocas. En la región oriental es muy importante y alcanza altas densidades en la época antes del inicio de las lluvias y en la época seca.

Para (Palmieri, 1998), es más común entre los 0 m s.n.m. hasta los 400 m s.n.m. aunque es posible encontrarla hasta 1,200 m s.n.m en cuanto a la abundancia de las ninfas, *B. tabaci*, prefiere las cucurbitáceas y solanáceas más que otros cultivos.

E. Daños ocasionados por mosca blanca

a. Directos

Producidos por la succión de savia, en este proceso se inyectan toxinas a través de la saliva lo que ocasiona el debilitamiento de la planta y a veces manchas cloróticas. En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, detención del crecimiento y disminución del crecimiento.

b. Indirectos

Producidos por la secreción de melaza y posterior asentamiento de neegrilla (fumagina) en hojas, flores y frutos; lo que provoca asfixia vegetal, dificultad en la fotosíntesis, disminución en la calidad de la cosecha, mayores gastos de comercialización y dificultad en la penetración de productos fitosanitarios.

c. Transmisión de virus

B. tabaci es capaz de transmitir gran cantidad de virosis, de las cuales un buen número afectan al tomate. Se conoce su eficacia en la transmisión de enfermedades, en la siguiente figura se observa el arrocetamiento como consecuencia de daño de virus en hojas.



Figura 3.1 Arrocetamiento en hojas de pepino por síntomas de virus transmitidos por mosca blanca.

En la siguiente figura se puede observar síntomas de moteado clorótico y amarilla miento en hojas y nervios.



Figura 3.2 Moteado clorótico en hojas y amarilla miento de nervios de hojas ocasionados por el virus de las venas amarillas del pepino).

En la siguiente figura se puede observar síntomas de virus y venas amarillas en láminas foliares de pepino.



Figura 3.3 Hoja con síntomas de virus de las venas amarillas del pepino.

F. Eficacia

Según CIBA-GEIGY (1981), señala que para expresar el efecto de un tratamiento se utiliza el método porcentaje de eficacia, es decir si queremos establecer o determinar si un tratamiento es bueno para el control de alguna plaga en comparación a otro, para el cálculo de la eficacia se pueden utilizar la formula Abbott o Henderson-Tildon, esto dependerá de las condiciones de infestación la plaga antes de la aplicación de los tratamientos.

Si la infestación es homogénea antes del tratamiento, la fórmula de Henderson-Tildon no ofrece ninguna ventaja. Por el contrario, las fluctuaciones coincidentes de los conteos antes del tratamiento aumentan la desviación de los valores de eficacia y hacen más difícil la interpretación de los resultados.

Si además del normal error muestral hay diferencias reales de infestación entre varias parcelas, el procedimiento habitual (que ciertamente, no siempre es correcto) da por hecho que el efecto de un tratamiento es de por sí independiente de la infestación inicial; en otras palabras, un tratamiento tendrá la misma eficacia (90 % p.e.) independientemente de si la infestación es grave o leve. Bajo este supuesto, la fórmula de Henderson-tildón corrige aritméticamente los diferentes valores iniciales de infestación sin separar los errores de muestreo de las auténticas diferencias de infestación.

a. Eficacia Herderson-Tildon

Esta fórmula se utilizará si la infestación de la plaga, antes de la aplicación no es uniforme en las parcelas a tratar.

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(1 - \frac{Ca}{Ta}\right) \times \left(\frac{Td}{Cd}\right) \times 100$$

Dónde:

Ta = Infestación antes del tratamiento.

Td = Infestación después del tratamiento.

Ca = Infestación del testigo antes del tratamiento.

Cd = Infestación del testigo después del tratamiento.

b. Eficacia Abbott

Esta fórmula se utilizará cuando la infestación de la plaga, antes de la aplicación sea uniforme en las parcelas a tratar.

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(1 - \frac{Td}{Cd}\right) \times 100$$

Dónde:

Td = Infestación después del tratamiento.

Cd = Infestación del testigo después del tratamiento

G. Fito toxicidad

La fito toxicidad es la capacidad de un compuesto (tal como un plaguicida) de provocar un daño temporal o permanente en la planta (COMIECO, 2004).

La fito toxicidad se registra de la siguiente manera, si el efecto puede ser contado o medido, puede expresarse en términos absolutos, en otros casos, pueden estimarse la frecuencia e intensidad del daño. Esto puede hacerse de dos maneras; cada parcela es cuantificada para fito toxicidad usando una escala que debe ser registrada, o cada parcela tratada es comparada con la no tratada y el porcentaje de fito toxicidad es estimado.

En todos los casos, los síntomas de daño deben ser descritos al detalle (enanismo, clorosis, deformaciones, etc.) (COMIECO, 2004).

H. Principios generales para la evaluación de la fito toxicidad

El consejo de ministros de integración economía de Centro América, (COMIECO) establece en su protocolo patrón que todos los ensayos de eficacia biológica de plaguicidas para uso agrícola debe contener una evaluación de fito toxicidad como elemento indispensable y esencial en su contenido (COMIECO, 2004).

I. Evaluación de la fito toxicidad

La evaluación de la fito toxicidad es un elemento esencial en la evaluación de eficacia biológica de un plaguicida. Los principios básicos de la evaluación de la fito toxicidad son el mismo para los diferentes tipos de plaguicidas. Las diferencias recaen no en el método de evaluación sino en el diseño experimental (COMIECO, 2004).

En la práctica, la evaluación de la fito toxicidad es relativamente sencilla, puesto que los efectos sobre las plantas son con frecuencia, inexistentes o raros. Sin embargo, si tales efectos son evidentes, estos deben ser cuidadosamente evaluados y registrados.

J. Síntomas de fito toxicidad

Los efectos de fito toxicidad pueden observarse en el cultivo, durante la emergencia, el crecimiento o puede ser expresada en la cosecha. Pueden ser temporales o prolongados.

Los síntomas pueden afectar a toda la planta o a parte de ella (raíces, tallos, hojas, flores, frutos) y deben ser cuidadosamente descritos (si es posible, es útil incluir fotografías) (COMIECO, 2004).

a. Modificaciones en el ciclo de desarrollo

Bajo este subtítulo se incluye cualquier inhibición o retraso en la emergencia de un cultivo, y toda la modificación fenológica, particularmente retrasos en la floración, fructificación, maduración, etc. o la no aparición de ciertos órganos (hojas, flores, frutos, yemas, etc.) (COMIECO, 2004).

b. Raleado

Pérdida de todas las plantas, por falla en la emergencia, o el crecimiento posterior al trasplante o por desaparición de la planta después de la emergencia (COMIECO, 2004).

c. Modificaciones en la coloración

Cuando ocurre la decoloración de parte de la planta o de toda la planta: clorosis, blanqueado, cambios en la intensidad del color (más claro o más oscuro), marrón y rojiza en tejidos vegetales no destruidos. La decoloración puede ser localizada (manchas internas o externas) (COMIECO, 2004).

d. Necrosis

Necrosis es la muerte localizada de tejidos u órganos, que generalmente se inicia con una decoloración. Eventualmente las manchas de necrosis en las hojas pueden desaparecer dejando perforaciones (COMIECO, 2004).

e. Deformaciones

Este término incluye cualquier modificación morfológica de la planta o parte de ella, que se desvíe de lo normal. Esto incluye el encrespamiento, enrollamiento, acaparamiento, elongación, cambio en el tamaño o volumen (esto último referido en términos de vigor). Efectos tales como el marchitamiento pueden ser incluidos bajo esta denominación (COMIECO, 2004).

f. Efectos sobre la cantidad y calidad en cosecha

Los efectos fito tóxicos pueden ser evidentes en el producto cosechado o como resultado de un análisis cualitativo y cuantitativo del rendimiento (COMIECO, 2004).

3.1.4 METODOLOGÍA

A. Material experimental

a. Target 24 SC (Sulfoxaflor)

Efectivo insecticida de nueva tecnología para el control de plagas chupadoras como: mosca blanca, áfidos y otras plagas de importancia económica. Que actúa por contacto e ingestión sobre el sistema nervioso central del insecto sin presentar resistencia cruzada, tiene acción sistémica y tras laminar logrando ubicarse en los sitios donde los insectos plaga chupadores penetran con su aparato bucal para alimentarse, ejerciendo control sobre las plagas en el haz y el envés de las hojas, protegiendo principalmente los brotes nuevos (Dow Agrosience, 2018).

b. Preza 10 OD (Cyantraniliprole)

Es un insecticida perteneciente al grupo químico de las diamidas, para ser aplicado en aspersión foliar, actúa principalmente por ingestión pero también actúa por contacto es más eficaz cuando se aplica antes de tener infestaciones Fuertes de la plaga mejor durante los estadios juveniles, el IA, interfiere en la liberación de calcio el cual es regulada por los receptores de ryanoldina que se encuentra en la célula de los músculos de los insectos generando una parálisis en el insecto (DUPONT, 2018).

c. Plural 20 OD (Imidacloprid)

Insecticida sistémico con excelente efecto de choque y conveniente efecto residual, para el control de las principales plagas chupadoras que causan daños a los cultivos de importancia económica (Tomate, Chile, Papa, Sandía, Melón y Pepino) con una formulación especial OD con tecnología O-teq. Insecticida con acción sistémica y residual, con actividad de contacto e ingestión. Es absorbido por vía radicular y foliar. Activa y bloquea los impulsos

nerviosos en los receptores. En la planta el producto tiene un efecto sistémico acropetal (Bayer, 2017).

d. Sivanto prime 20 SL (Flupyradifurone)

Actúa sobre el sistema nervioso central de los insectos como agonista del receptor nicotínico de la acetilcolina (nAChR) en las plagas objetivo. El ingrediente activo flupyradifurone imita al neurotransmisor natural pero, al contrario que la acetilcolina, no puede inactivarse mediante la acetilcolinesterasa. El efecto duradero del producto da como resultado la alteración del sistema nervioso del insecto y su posterior colapso (Bayer, 2017).

B. Materiales y equipo

- Bomba de mochila capacidad de 25 l.
- Boquilla de cono hueco.
- Guantes de látex (resistentes).
- Traje de protección.
- Lentes de protección.
- Jeringas de 3 ml, 5 ml y 10 ml.
- Cronometro.
- Insecticidas (productos).
- Probetas (500 ml y 1,000 ml).
- Papel tornasol o papel pH.
- Dosificador de 25 ml.
- Cubetas.

C. Descripción de tratamientos

En el siguiente cuadro se presenta la descripción de cada uno de los tratamientos utilizados durante la evaluación de la eficacia biológica para el control de mosca blanca.

Cuadro 3.5 Descripción de tratamientos utilizados, en San Raymundo, Guatemala.

	Tratamiento	Nombre comercial	Dosis	Justificación
T-1	Testigo absoluto	Testigo absoluto	Sin aplicación	Sin aplicación
T-2	Sulfoxaflor	Target 24 SC	0.4 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-3	Cyantraniliprole	Preza 10 OD	0.75 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-4	Imidacloprid	Plural 20 OD	0.6 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-5	Flupyradifurone	Sivanto Prime 20 SL	0.5 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)
T-6	Flupyradifurone	Sivanto Prime 20 SL	0.75 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)
T-7	Flupyradifurone	Sivanto Prime 20 SL	1 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)

D. Descripción de la parcela de estudio

En el siguiente cuadro se puede observar la distribución de parcelas para cada producto evaluado en un diseño de bloques completos al azar.

Cuadro 3.6 Distribución espacial de tratamientos utilizados, en un diseño de bloques completos al azar.

T-7	T-1	T-6	T-7
T-5	T-2	T-4	T-6
T-3	T-5	T-2	T-3
T-4	T-6	T-1	T-2
T-2	T-7	T-3	T-4
BIV	BIII	BII	BI

El área de estudio se encontraba conformada por un total de siete tratamientos y cuatro repeticiones, ordenados en un diseño de bloques completos al azar, dispuestos en sentido contrario a la gradiente (pendiente), con 4 m de largo por unidad experimental y tres surcos con distanciamiento de 1 m.

E. Factores a evaluar

- Se evaluaron siete tratamientos, en el cultivo de pepino, para determinar la eficacia biológica de cada uno de ellos, para el control de mosca blanca, en aplicación foliar.
- Se determinó el grado de fito toxicidad en el cultivo, para cada uno de los tratamientos evaluados, en el control de mosca blanca.

F. Variables de respuesta

a. Número de adultos por hoja

Para el número de adultos por hoja se contabilizaron un total de 10 hojas, una por planta ubicando la tercera a partir de la parte superior hacia la inferior, volteándola lentamente y contabilizando el número de adultos por hoja, esto se realizó para establecer la dinámica poblacional de la plaga y la eficacia Abbott.

b. Número de huevos por pulgada cuadrada por hoja

Para el número de huevos por pulgada cuadrada se recolectaron 10 hojas de la unidad experimental, luego se colocaron en papel húmedo y se guardaron en una hielera, posteriormente se realizó el traslado al área en donde se contabilizó el número de huevos por pulgada cuadrada con la ayuda de un estereoscopio.

c. Número de ninfas por pulgada cuadrada por hoja

Para el número de ninfas por pulgada cuadrada se recolectaron 10 hojas de la unidad experimental, luego se colocaron en papel húmedo y se guardaron en una hielera, posteriormente se realizó el traslado al área en donde se contabilizó el número de ninfas por pulgada cuadrada con la ayuda de un estereoscopio.

d. Grado de fito toxicidad

Para el muestreo de fito toxicidad se observaron tres líneas guías por planta, en donde se buscó de identificar síntomas de clorosis, quemaduras y amarilla miento en los márgenes de las hojas, comparando los síntomas hallados con la parcela del testigo absoluto, utilizando como guía la escala que se presenta a continuación.

Cuadro 3.7 Escala para determinar el grado de fito toxicidad.

Grado	Descripción	Categoría
1	Ausencia de síntomas	Sin daño
2	Síntomas leves pero claramente apreciables (amarilla miento en los bordes)	Daño muy leve
3	Síntomas muy leves amurallamientos y ligera quemadura en los bordes	Daño aun aceptable
4	Síntomas más fuertes (clorosis, quemadura), que no repercuten sobre la cosecha	El Daño generalmente no es aceptable
5	Fuerte clorosis y/o atrofia, afectando la cosecha	Daño inaceptable
6	Daño creciente hasta la muerte de las hojas	Daño total del cultivo

Fuente: Bayer Croapsience, 2018.

G. Aplicación

La aplicación se realizó con una bomba de mochila Maruyama de 16 l, con un volumen de agua como lo indico la calibración por tiempo (1.5 l x tratamiento). Se realizaron dos aplicaciones con un intervalo de 10 días entre cada una de ellas, siendo estas realizadas al follaje.

H. Muestreo

Adultos. Para el muestreo de adultos se contabilizo el número de moscas presentes por hoja siendo la numero tres de la parte superior para la inferior la seleccionada en un total de 10 plantas con una hoja por planta.

Días posteriores a la primera aplicación	0	2	7	10
Días posteriores a la segunda aplicación	5	11	15	-----

Ninfas y Huevos. Para el conteo de huevos y ninfas se cortaron 10 hojas por unidad experimental contabilizando la tercera de abajo hacia arriba y la tercera de arriba hacia abajo, luego se realizó el conteo con la ayuda de un estereoscopio, determinando el número de huevos y ninfas por pulgada cuadrada.

Días posteriores a la primera aplicación	0	2	7	10
Días posteriores a la segunda aplicación	5	11	15	---

3.1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Dinámica de la población insectil de adultos de mosca blanca en el cultivo de pepino.

En la siguiente figura se observa la dinámica poblacional de adultos de mosca blanca (*Bemisia spp*), a través del tiempo.

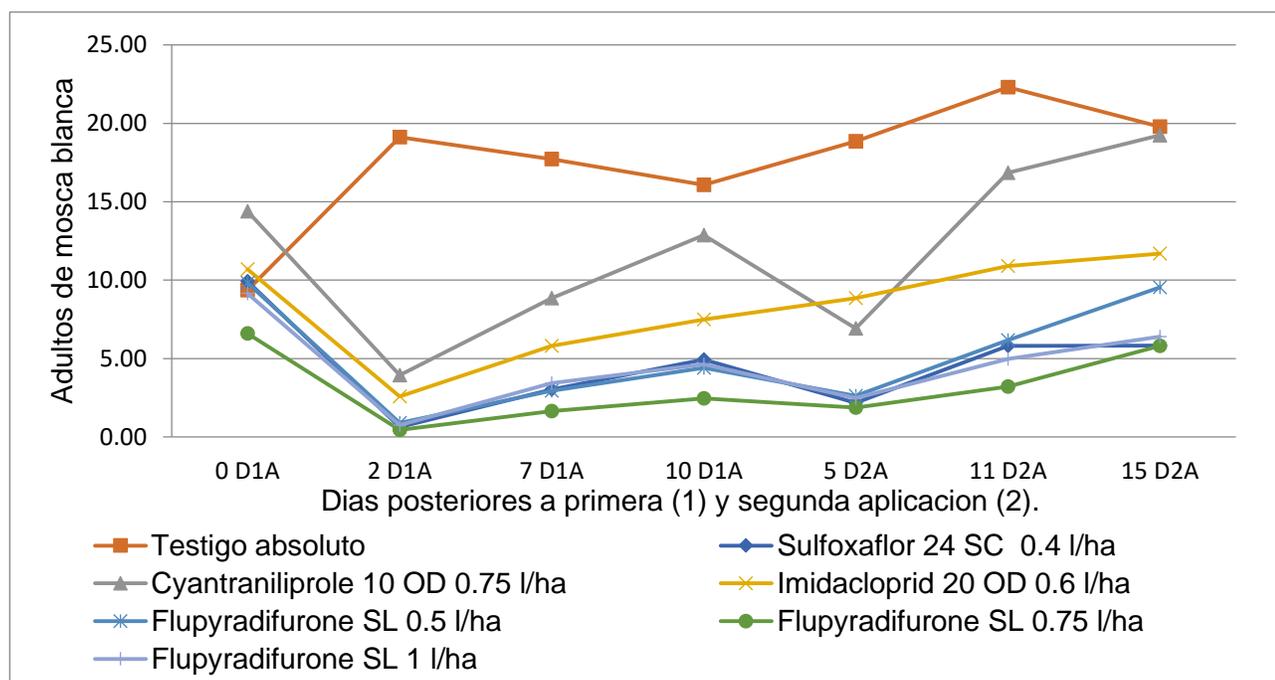


Figura 3.4 Progreso de la población de adultos vivos de mosca blanca (*Bemisia spp.*), por hoja, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Al momento de realizarse el establecimiento de la investigación, el número de adultos promedio por hoja era de 5 a 15, realizada la primera aplicación se observó que la población de adultos disminuyó en todas las parcelas tratadas con productos, ya que para el segundo muestreo (2D1A) dos días posteriores a la primera aplicación, el promedio de adultos vivos fue de 0 a 5, mientras que en el testigo absoluto el número se incrementó de 10 a 20 adultos vivos por hoja.

Para el tercer muestreo realizado a los (7D1A), siete días posteriores a la primera aplicación el número de adultos vivos aumento en todas las parcelas tratadas con productos observándose en mayor cantidad en, Cyantraniliprole 0.75 l/ha y Imidacloprid 0.6 l/ha, y en menor número en Sulfoxaflor 0.4 l/ha y Flupyradifurone 0.75 l/ha, para el muestreo realizado a los (10D1A), diez días posteriores a la primera aplicación la tendencia observada en el muestreo anterior se mantuvo ya que en todas las parcelas se incrementó el número de adultos vivos.

La segunda aplicación se realizó 10 días posteriores a la primera, donde se observó nuevamente que en las parcelas tratadas el número de individuos disminuyo con excepción de Imidacloprid 0.6 l/ha, registrándose al final de la investigación la menor cantidad de individuos en (Flupyradifurone 0.75 l/ha, Flupyradifurone 1.0 l/ha, Sulfoxaflor 0.4 l/ha), lo cual nos indica que de manera general estos tres mostraron un mejor control sobre la población de adultos de (*Bemisia spp*).

Se observaron las mayores cantidades de adultos en el testigo absoluto a los dos días de establecida la investigación y a los 21 días, posterior a este último se observa que el número de individuos disminuye debido a que el estado de la planta se vio dañado por la cantidad de moscas que poseía, ya que los adultos buscan nuevos hospederos para ovipositar.

Se observó que en los tratamientos de Sulfoxaflor 0.4 l/ha y Flupyradifurone en sus tres dosis el número promedio de adultos en cada muestreo era menor a los que se encontraban en Imidacloprid 0.6 l/ha y Cyantraniliprole 0.75 l/ha, siendo este último en donde se encontraba el mayor número de adultos, debido a que actúa principalmente por ingestión y presenta una mayor eficacia cuando las infestaciones de la plaga son menores y preferiblemente en estado juveniles (huevos o ninfas), al compararlo con Imidacloprid 0.6 l/ha, este tiene un menor número de adultos debido a que es un producto que actúa principalmente por efecto de choque (control casi inmediato de la plaga).

Para Sulfoxaflor 0.4 l/ha, presento un mejor control que los dos productos mencionados anteriormente debido a que tiene un efecto tras laminar (al aplicarse en el haz de la hoja

parte del ingrediente activo viaja hacia el envés), lo que permite un mejor control, ya que la ubicación de la plaga es en el envés y dependiendo de la densidad de siembra y tamaño de la planta muchas veces es difícil lograr una buena cobertura, al tener un efecto tras laminar se logra un control de la plaga tanto en el haz como en el envés, protegiendo principalmente los brotes nuevos, Flupyradifurone presento las menores cantidades de adultos debido a que es un producto sistémico dando como resultado un mayor control, ya que los adultos de la mosca se alimentan de la savia de la planta hospedera, teniendo un mayor efecto residual.

De manera general se puede observar que todos los productos mostraron control sobre la población de adultos de mosca blanca ya que la cantidad de individuos registrada en el testigo absoluto siempre fue mayor, al comparar los productos todos presentaron valores muy similares en los muestreos realizados posteriores a ambas aplicaciones, diferenciándose en la cantidad de días que la población se mantuvo baja antes de comenzar a incrementarse, para determinar el mejor producto para el control de adultos de mosca blanca se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey, cuyos resultados podemos observar a continuación.

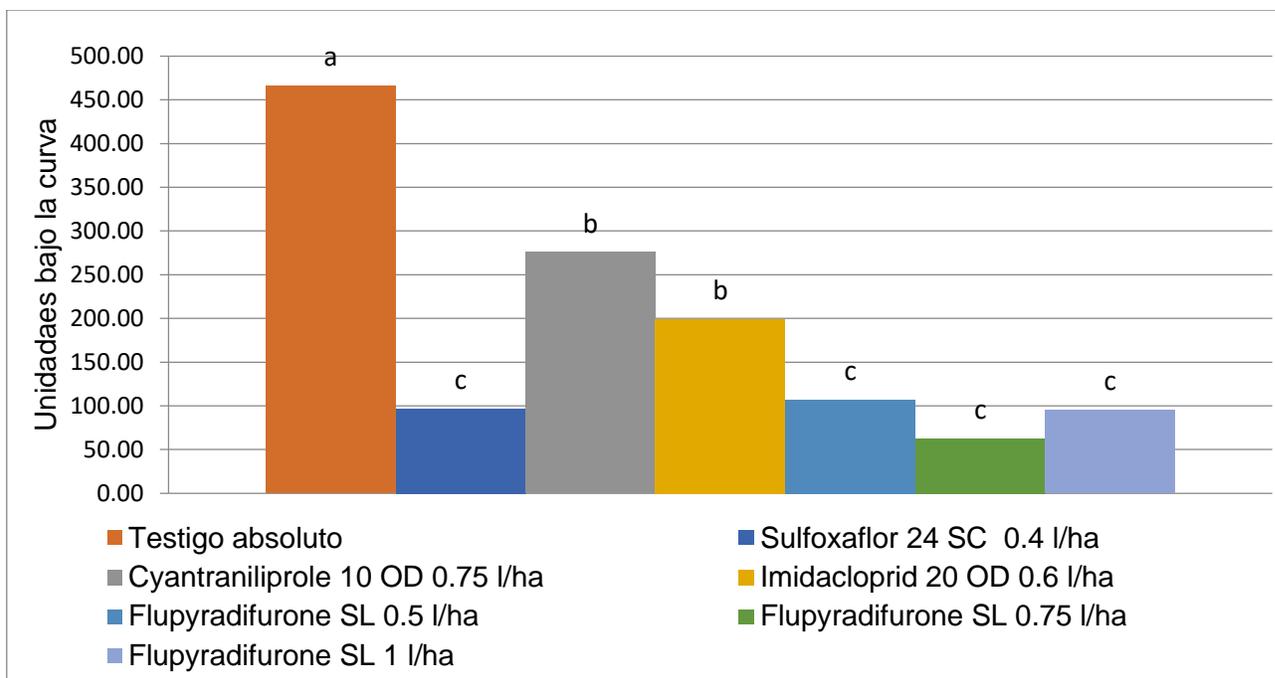


Figura 3.5 Prueba de Tukey para el área bajo la curva de la población de adultos vivos de mosca blanca (*Bemisia spp.*) En el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

La prueba de comparación múltiple de medias Tukey con un valor de (0.05 %) de significancia, indica que la diferencia percibida en la figura anterior en cuanto al número de individuos registrados es estadísticamente significativa ya que el testigo absoluto se diferencia del resto de parcelas con un único grupo de Tukey (A) y un nivel definido.

Luego se encuentran (Sulfoxaflor 0.4 l/ha, Flupyradifurone 0.5 l/ha, Flupyradifurone 0.75 l/ha y Flupyradifurone 1 l/ha) en el mismo grupo de tukey (C), con 100 unidades bajo la curva, lo cual nos indica que son los mejores productos para el control de adultos de mosca blanca y que es factible la aplicación de cualquiera de ellos, para el caso de Flupyradifurone se establecería la menor dosis (Flupyradifurone 0.75 l/ha) ya que esta incurre en menor gasto económico, para los productos (Imidacloprid 0.6 l/ha y Cyantraniliprole 0.75 l/ha) se encuentran en el mismo grupo y nivel (B), con 200 y 250 unidades bajo la curva siendo ligeramente mejores al testigo absoluto e inferiores a los del grupo (C).

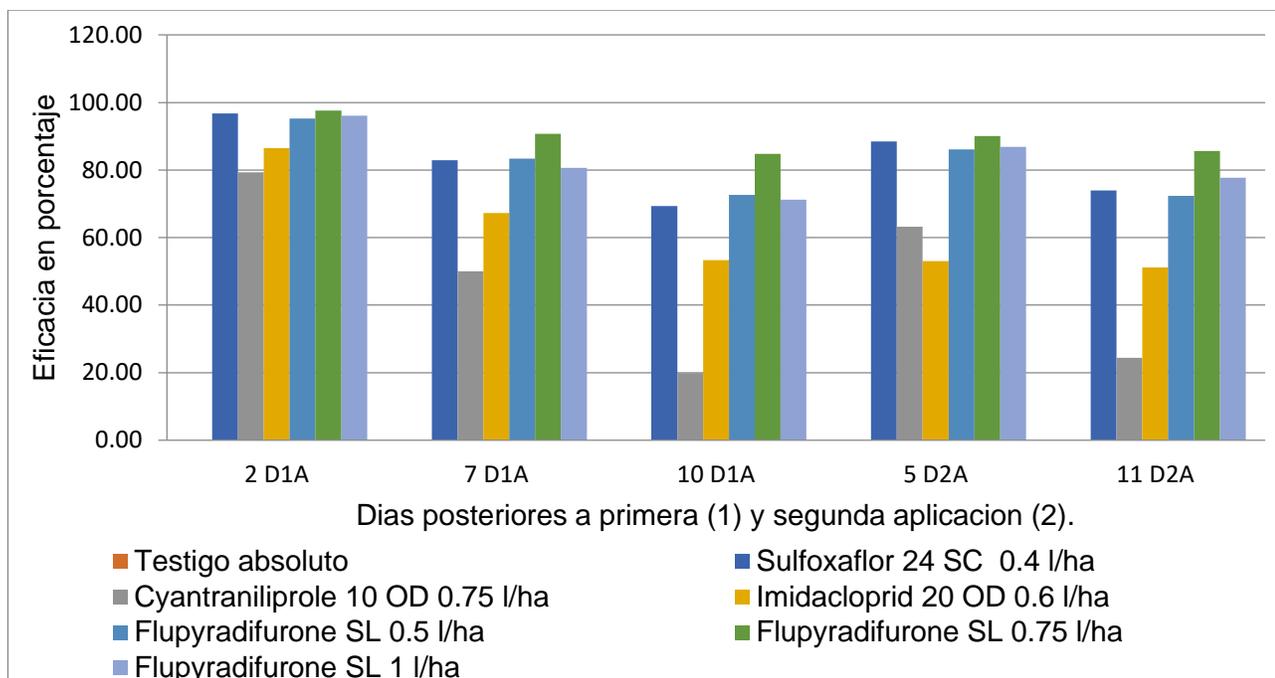


Figura 3.6 Prueba de eficacia Abbott para la población de adultos vivos de mosca blanca (*Bemisia spp.*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

En la figura anterior se puede observar los resultados de la prueba de eficacia Abbott para cada uno de los muestreos realizados posterior a la primera y segunda aplicación.

Al analizar los resultados del primer muestreo (2D1A) dos días posteriores a la primera aplicación se observa que los productos de Sulfoxaflor 0.4 l/ha, Flupyradifurone 0.5 l/ha, Flupyradifurone 0.75 l/ha y Flupyradifurone 1 l/ha, presentaron el mayor porcentaje de eficacia sobre individuos de mosca blanca presentando valores mayores al 90 %, lo que nos indica que estos productos fueron los mejores para el control de adultos de mosca blanca, lo cual se ve respaldado por la prueba múltiple de medias de Tukey.

Posteriormente se encuentran los productos de Imidacloprid 0.6 l/ha y Cyantranilprole 0.75 l/ha con una eficacia del 80 % a 85 %, para el segundo muestreo a los (7D1A), siete días posteriores a la primera aplicación Flupyradifurone 0.75 l/ha presentó la mayor eficacia con un 90 %, posteriormente se encuentran Sulfoxaflor 0.4 l/ha, Flupyradifurone 0.5 l/ha, y Flupyradifurone 1 l/ha, por lo cual podemos decir que el producto que tiene el mayor días

control, después de la aplicación es Flupyradifurone 0.75 l/ha logrando mantener el mayor efecto de control sobre los adultos durante 5 días.

B. Dinámica de la población insectil de ninfas de mosca blanca en el cultivo de pepino.

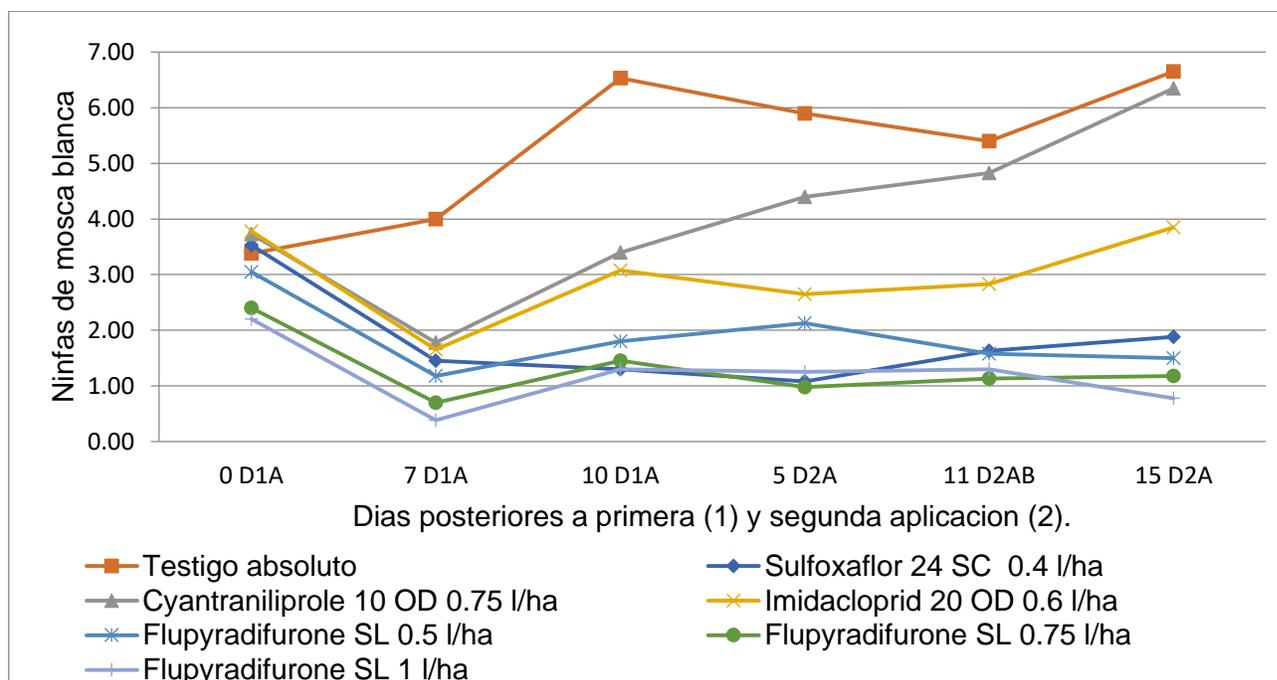


Figura 3.7 Progreso de la población de ninfas vivas de mosca blanca (*Bemisia spp.*) por pulgada cuadrada, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

En la figura anterior se observa la dinámica poblacional de ninfas vivas de mosca blanca, al igual que en la figura de adultos vivos, para el segundo muestreo se observa que la cantidad de individuos vivos disminuyó en las parcelas tratadas con producto, mientras que en el testigo absoluto la cantidad de individuos incrementó, registrándose las mayores cantidades de ninfas a los 10 y 25 días de establecida la investigación, del día 7 al día 10 se observa que la población en las parcelas tratadas incrementa nuevamente indicando que los productos perdieron un efecto significativo para el control a partir del séptimo día, unos en mayor proporción como se observa con Cyantraniliprole 0.75 l/ha y Imidacloprid 0.6 l/ha,

(mayor crecimiento en la población), y en menor proporción en Flupyradifurone y Sulfoxaflor 0.4 l/ha.

De manera general se puede observar que todos los productos mostraron control sobre la población de ninfas de mosca blanca ya que la cantidad de individuos registrada en el testigo absoluto siempre fue mayor, al comparar los productos todos presentaron valores muy similares en los muestreos realizados posteriores a ambas aplicaciones, con excepción de Cyantraniliprole 0.75 l/ha, para determinar el mejor producto para el control de ninfas de mosca blanca se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey, la cual se observa a continuación.

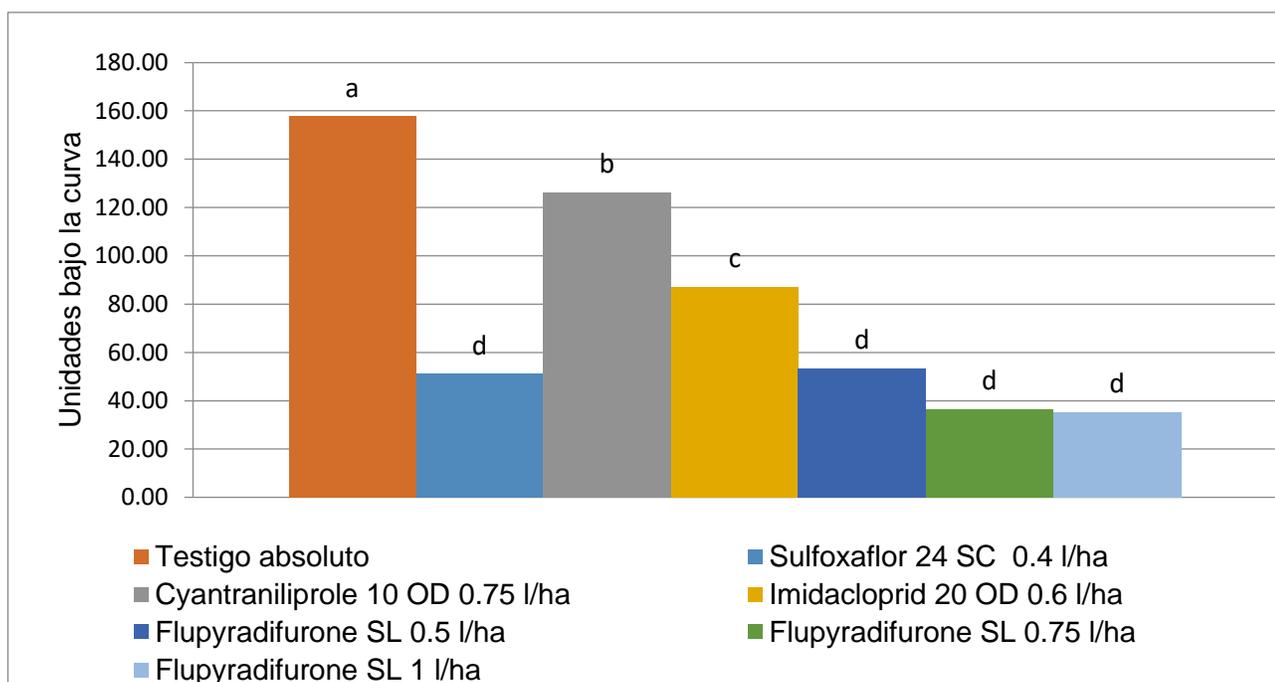


Figura 3.8 Prueba de Tukey para el área bajo la curva de la población de ninfas vivas de mosca blanca (*Bemisia spp.*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

La prueba de comparación múltiple de medias Tukey con un valor de (0.05 %) de significancia, indica que la diferencia percibida en la figura anterior en cuanto al número de individuos registrados es estadísticamente significativa ya que el testigo absoluto se diferencia del resto de parcelas con un único grupo de tukey (A) y 160 unidades bajo la curva, luego se encuentra Cyantraniliprole 0.75 l/ha en el grupo (B), Imidacloprid 0.6 l/ha

con el grupo (C), Flupyradifurone en sus distintas dosis, y Sulfoxaflor 0.4 l/ha en el grupo (D), mostrando que entre estos no hubo diferencia estadística, al igual que para el control de adultos, para Flupyradifurone se recomienda el empleo de la menor dosis ya que esta incurre en un menor costo económico.

En la siguiente figura se pueden observar los resultados de la prueba de eficacia para la variable ninfas de mosca blanca.

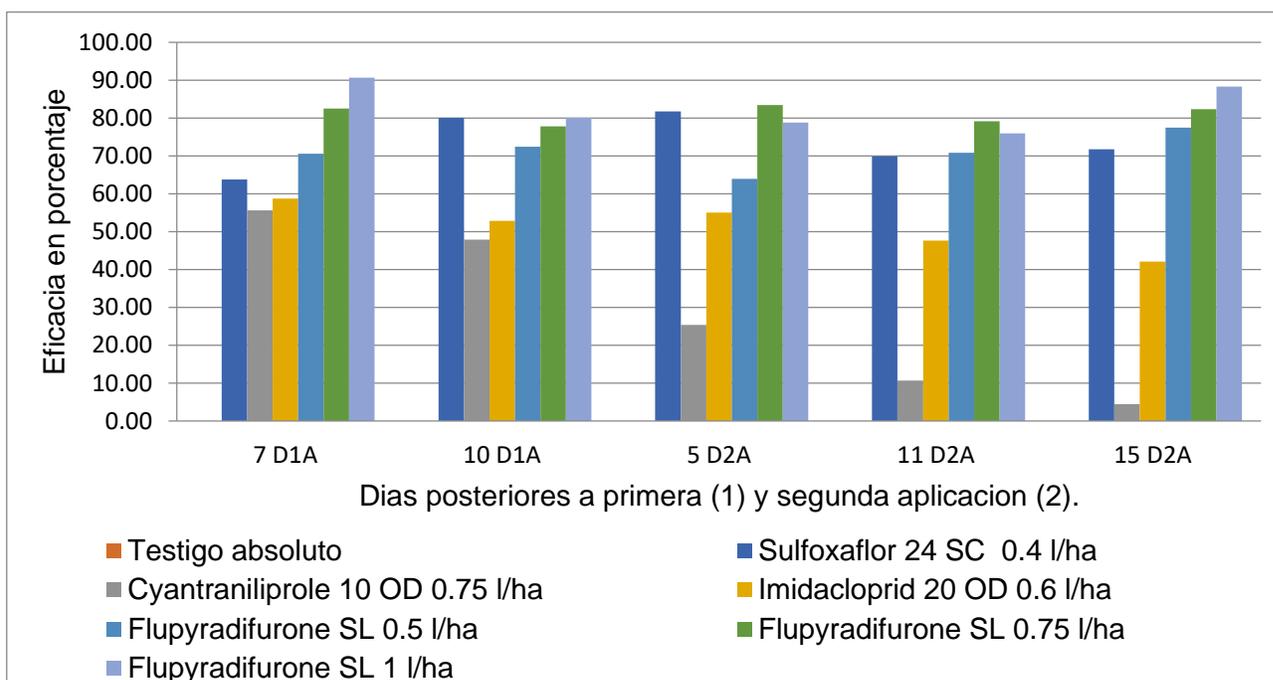


Figura 3.9 Prueba de eficacia Abbott para la población de ninfas vivas de mosca blanca (*Bemisia spp.*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

A los 7 días después de la primera aplicación (7D1A), siete días posteriores a la primera aplicación se observa que la mayor eficacia la presenta Flupyradifurone 1 l/ha con 90 %, luego Flupyradifurone 0.75 l/ha con 85 %, Flupyradifurone 0.5 l/ha, 60 % y Sulfoxaflor 0.4 l/ha con 70 %, para el día (10D1A), diez días posteriores a la primera aplicación se observa que la eficacia para de Sulfoxaflor 0.4 l/ha aumenta a un 80 %, lo que indica que el producto tiene un largo efecto residual, las dosis de Flupyradifurone disminuyen a un 80 %, luego 75 % y finaliza con 70 %, siendo los cuatro mejores para el control de ninfas.

C. Dinámica de la población insectil de huevos de mosca blanca en el cultivo de pepino

En la siguiente figura se puede observar la dinámica poblacional de huevos de mosca blanca a lo largo del tiempo que duro la investigación.

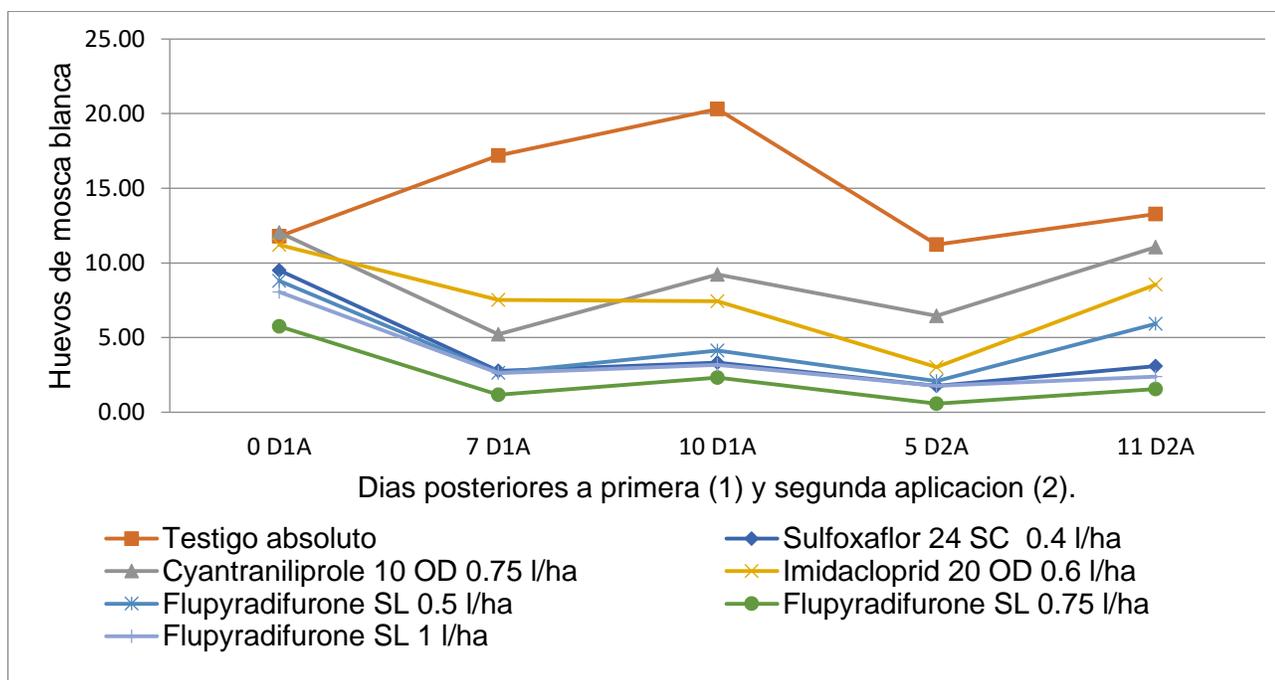


Figura 3.10 Progreso de la población de huevos vivos de mosca blanca (*Bemisia spp.*), por pulgada cuadrada, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Al igual que las figuras de adultos y ninfas la tendencia en la dinámica de huevos posterior a la primera aplicación (7D1A), siete días posteriores a la primera aplicación fue disminuir demostrando que hubo un efecto de forma directa, o indirecta al controlar adultos, evitando que estos siguieran ovipositando mas huevecillos, del día 7D1A al día 10D1A, se observa que el número se mantuvo constante en Flupyradifurone y Sulfoxaflor 0.4 l/ha, ligeramente en Imidacloprid 0.6 l/ha y en cuanto a Cyantraniliprole 0.75 l/ha la tendencia fue similar indicando que fue el primer producto en perder la capacidad de controlar, al realizar la segunda aplicación (10D1A), diez días posteriores a la primera aplicación y muestrear posteriormente (5D2A), cinco días posteriores a la segunda aplicación se observa que el comportamiento en los individuos es el mismo que en la primera aplicación, el número de

individuos presentes disminuye en un lapso de 5 días, luego a los 11 días la tendencia es incrementar, con mayor proporción en Cyantranilprole 0.75 l/ha, Imidacloprid 0.6 l/ha y Flupyradifurone 0.5 l/ha, y en menor proporción en Flupyradifurone 0.75 l/ha, Flupyradifurone 1 l/ha y Sulfoxaflor 0.4 l/ha, demostrando que el control de estos fue mayor, por un lapso de tiempo más prolongado debido al efecto residual.

De manera general se puede observar que todos los productos mostraron control sobre la población de huevos de mosca blanca ya que la cantidad de individuos registrada en el testigo absoluto siempre fue mayor, para determinar el mejor producto para el control de ninfas de mosca blanca se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey, que se observa a continuación.

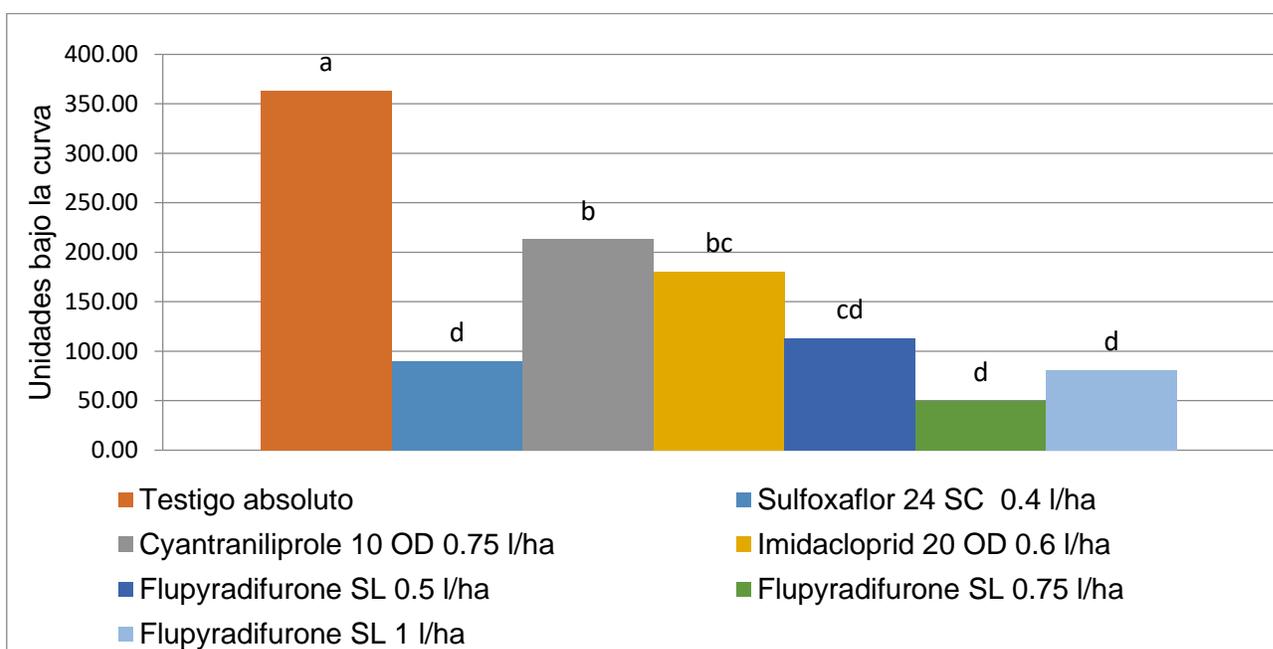


Figura 3.11 Prueba de Tukey para área bajo la curva de la población de huevos de mosca blanca (*Bemisia spp.*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

En la figura anterior se observa la prueba de Tukey para la variable huevos, al igual que en las variables anteriores adultos y ninfas, el testigo absoluto se diferencia estadísticamente con 350 unidades bajo la curva y un grupo de Tukey A (único), luego se encuentra Cyantranilprole 0.75 l/ha con 200 unidades bajo la curva y grupo de tukey B, Imidacloprid

0.6 l/ha con 150 unidades bajo la curva y grupo de tukey B y C, Flupyradifurone 0.5 l/ha con grupo de tukey C y D, lo cual indica que estos productos pueden ser tan buenos como los que se encuentran en el grupo D, o como los del grupo C, para Flupyradifurone 0.75 l/ha, Flupyradifurone 0.1 l/ha y Sulfoxaflor 0.4 l/ha, se clasificaron como un grupo D definido, siendo los mejores para el control de huevos de mosca blanca.

En la siguiente figura se pueden observar los resultados de la prueba de eficacia para la variable huevos de mosca blanca.

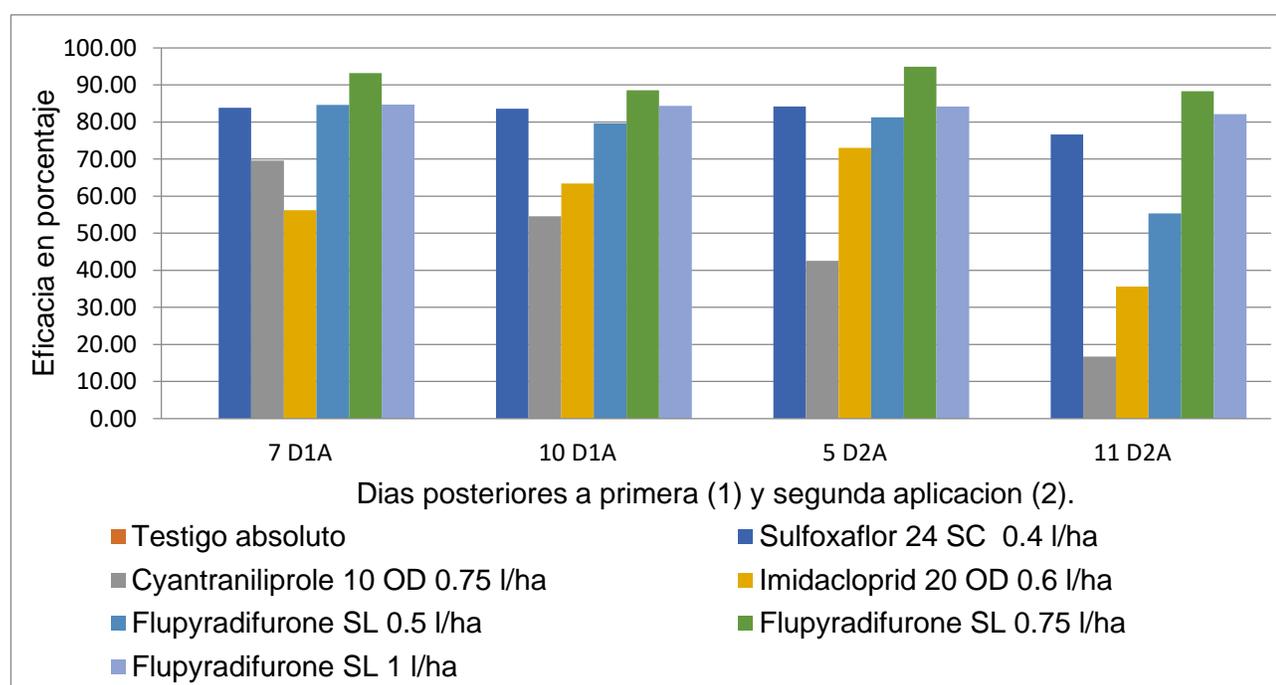


Figura 3.12 Prueba de eficacia Abbott para la población de huevos de mosca blanca (*Bemisia spp.*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Para la eficacia Abbott en huevos, a los (7D1A), siete días posteriores a la primera aplicación, Flupyradifurone 0.75 l/ha fue el mejor, seguido de Flupyradifurone 0.5 l/ha, Flupyradifurone 1 l/ha y Sulfoxaflor 0.4 l/ha. a los (10 D1A), diez días posteriores a la primera aplicación se observa que esta tendencia se mantiene, para la segunda aplicación, (5D2A), cinco días posteriores a la segunda aplicación se observa que la tendencia de la primera aplicación se mantiene ya que el mejor es Flupyradifurone 0.75 l/ha, seguido de Flupyradifurone 0.5 l/ha, 1 l/ha y Sulfoxaflor 0.4 l/ha, a los (11D2A), once días posteriores a

la segunda aplicación esta tendencia cambia ya que la eficacia de Flupyradifurone 0.5 l/ha disminuye considerablemente, a lo largo del intervalo de días de ambas aplicaciones los cuatro productos antes mencionados tienen un mayor control en huevos de mosca blanca. Al analizar y comparar los resultados obtenidos de las figuras de dinámica poblacional para huevos, ninfas y adultos, pruebas de Tukey para área ajo la curva y eficacia Abbott, existe una relación en los datos obtenidos, para el control de adultos y huevos el mejor producto posterior a ambas aplicaciones fue Flupyradifurone 0.75 l/ha, esto debido a que este es un producto que tiene un efecto duradero que se puede observar en la figura de eficacia Abbott, manteniendo la mayor eficacia, Flupyradifurone 0.75 l/ha y Flupyradifurone 1 l/ha, fueron los que mayor eficacia biológica tuvieron por un lapso de tiempo mayor.

Para el producto Sulfoxaflor 0.4 l/ha fue el segundo debido a que tiene una capacidad de control tras laminar protegiendo el haz y el envés de la hoja y sobre todo los brotes nuevos, esto último se pudo ver reflejado en la variable ninfas en eficacia Abbott ya que posterior a ambas aplicaciones mientras el número de días posterior a la aplicación aumentaba la eficacia también lo hacía, para Cyantraniliprole 0.75 l/ha se observó que presentó un mejor control sobre adultos llegando alcanzar un 80 % de eficacia luego en huevos con un 70 % y en ninfas un 55 %, siendo un producto que se debe aplicar cuando los niveles de infestación sean bajas llegando actuar casi de forma preventiva, y actuando mejor en estadios juveniles de la plaga.

Para Imidacloprid 0.6 l/ha que se considera un producto de efecto de choque (controla la plaga a los pocos momentos de ser aplicado, pero con efecto residual menor), esto se pudo comprobar en la eficacia presentada, ya que se observa un mejor control en los adultos alcanzando un 80 %, y un menor control para los huevos y ninfas de mosca.

D. Prueba de fito toxicidad en el cultivo de pepino

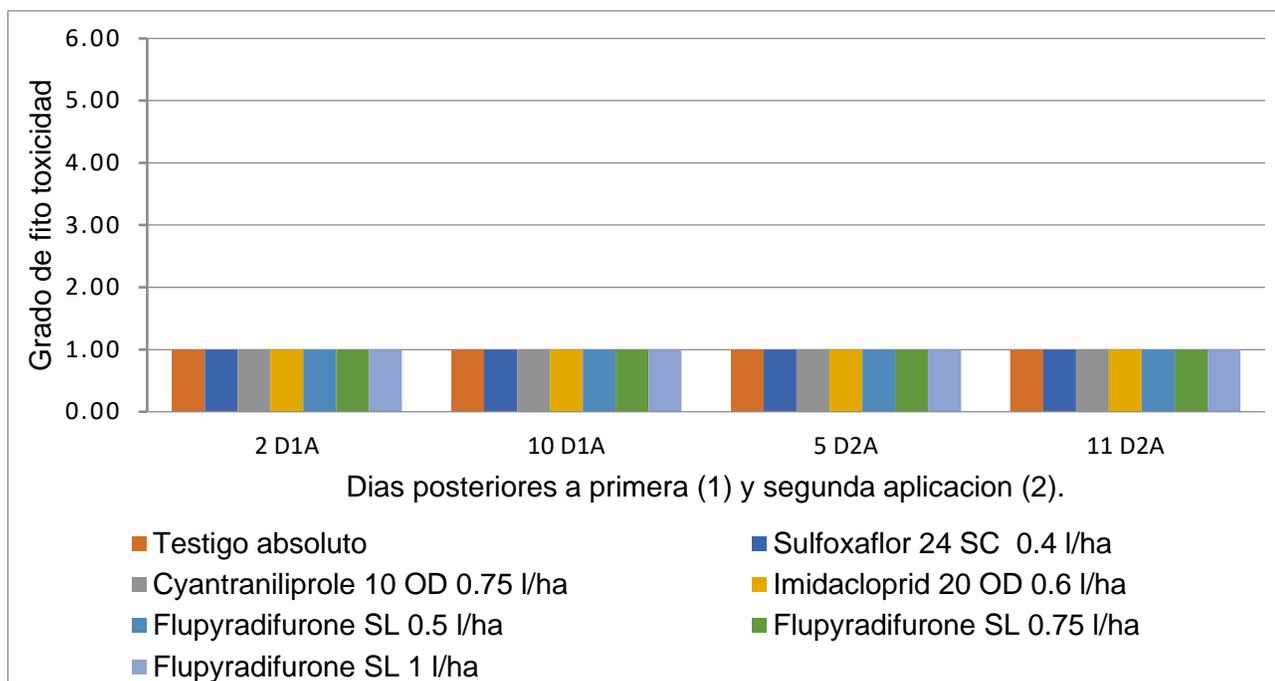


Figura 3.13 Prueba de toxicidad para los productos evaluados en el control de mosca blanca (*Bemisia spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

En la figura anterior se observan los resultados obtenidos para la prueba de toxicidad en el cultivo de pepino, considerando un valor mínimo de 1 como ausencia de síntomas y un valor máximo de 6 como daño creciente hasta la muerte de la planta, ninguno de los productos y dosis evaluadas durante la presente investigación presento síntomas visibles (amarillamiento, clorosis, quemadura) de fito toxicidad en el cultivo que pudieran presentar problemas no solo para el control de la plaga sino que también afectara el rendimiento del cultivo.

A los cinco días posteriores a la primera aplicación se pudo observar que la tendencia en la población insectil en todas las parcelas tratadas fue negativa, mientras que en la parcela no tratada la tendencia fue ascendente, por lo cual todos los insecticidas aplicados demostraron un control sobre la población insectil, en el caso de Flupyradifurone

3.1.6 CONCLUSIONES

1. Se determinó que la mayor presión de adultos se presentó a los dos y 21 días de establecida la investigación, para la población de huevos a los días 7 y 10, y para la población de ninfas a los días 10 y 25, esto en la parcela de testigo absoluto, observando una relación con el ciclo de la plaga (adultos huevos y ninfas) luego de los 21 días se observó que el cultivo entro en una etapa de senencia por lo que los adultos buscaban hospederos alternativos como malezas.
2. Se determinó que Flupyradifurone 0.75 l/ha, en aplicación foliar fue mejor para el control de adultos y huevos, Flupyradifurone 1 l/ha, para el control de ninfas, ya que este producto tiene un efecto de control sistémico y tras laminar, viéndose reflejado en el mayor control de ninfas, y adultos, siendo el mejor producto para el control de mosca blanca.
3. Ninguno de los productos evaluados presento fito toxicidad en el cultivo de pepino, ya que no se observaron síntomas de (amarilla miento, clorosis, quemadura), lo cual indica que Flupyradifurone en cualquiera de las dosis evaluadas en este documento no afectara el rendimiento del cultivo.

3.1.7 EVALUACIÓN

La empresa Bayer S, A. tiene como una de sus principales actividades, proporcionar insecticidas de alta calidad al agricultor para el control de plagas en los diferentes cultivos que a los cuales se dedican, para que esto pueda suceder los productos tienen que ser sometidos a una serie de análisis y pruebas que deben cumplir para que este pueda ser comercializado y generar una fuente de ingresos a la empresa.

El insecticida Flypyradifurone demostró ser una excelente alternativa para ser utilizado en el control integrado de mosca blanca (*Bemisia spp.*), ya que tuvo el mejor control en los estados de huevo, ninfa y adulto, demostrando un efecto en todo el ciclo biológico de la

plaga, permitiendo ser utilizado como una herramienta preventiva y curativa en el manejo integrado de esta plaga.

Al analizar los datos obtenidos de los diferentes muestreos realizados durante la investigación, se observó que Flupyradifurine en sus distintas dosis, fue superior en el control de adultos, huevos y ninfas a partir de los dos días de realizada la primera aplicación, siendo su mayor espectro de control las ninfas, ya que es un producto que actúa de manera tras laminar y que aplicado al suelo puede ser sistémico, factor que es determinante al controlar plagas chupadoras como la mosca blanca, ninguna de las tres dosis evaluadas de este insecticida mostro síntomas de toxicidad en la planta que afectara su desarrollo y rendimiento.

Este insecticida será una gran herramienta de control para las zonas productoras de pepino en la zona centro de Guatemala, de igual manera para el pequeño agricultor ya que contarán con una nueva opción para alternar y controlar los huevos, ninfas y adulto de mosca blanca.

- 3.2 Servicio 2: Evaluación del insecticida Belt 48 SC (Flubendiamide), para el control de larvas perforadoras de (*Diaphania spp.*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), en Bárcenas, Villa Nueva, Departamento de Guatemala.



3.2.1 PRESENTACIÓN

Las larvas perforadoras, de *Diaphania spp*, son consideradas una de las principales y más importante plagas de lepidópteros en la familia de las Cucurbitáceas, debido a que genera daño por defoliación a la planta y por cicatrices o perforación en frutos, en los primeros estadios la larva se alimentan de las hojas y flores, lo cual no permite la formación del fruto, al alimentarse de las hojas disminuye la actividad fotosintética de la planta, y en tiempo de fructificación la larva ya en estado de desarrollo mayor se traslada hacia los frutos de los cuales se alimenta hasta el momento de en pupar, el daño ocasionado puede ser por cicatrices en la superficie ocasionando que el valor del fruto se reduzca, o incluso perforándolo y echándolo a perder no permitiendo su comercialización.

Para la presente investigación se evaluaron tres productos Spinetoram 0.25 l/ha, Flubendiamide WG 0.25 Kg/ha, y Flubendiamide SC en tres dosis 0.1 l/ha, 0.125 l/ha, y 0.15 l/ha, con un total de seis tratamientos y cuatro repeticiones en un diseño de bloques completos al azar, para determinar la dinámica poblacional de la plaga, el producto con mayor eficacia para el control de larvas, y la dosis con el menor efecto fito toxico en el cultivo de pepino.

Para la dinámica poblacional de la plaga como se esperaba, las mayores infestaciones se presentaron en la parcela del testigo absoluto indicando que si existe una diferencia significativa al aplicar cualquiera de los productos, para la prueba de Tukey realizada el mejor producto fue Flubendiamide SC 0.15 l/ha, presentando también el menor daño foliar acumulado en plantas, para la prueba de fito toxicidad, ninguno de los productos y dosis evaluadas presento síntomas que indicaran que el producto no fuera compatible con el cultivo.

3.2.2 OBJETIVOS

A. Objetivo general

Evaluar la eficacia biológica del insecticida Flubendiamide, para el control de larvas perforadoras de (*Diaphania spp.*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), en Bárcenas, Villa Nueva.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la dinámica poblacional de las larvas de (*Diaphania spp*), para establecer los momentos de mayor presión, en el cultivo de pepino (*Cucumissativus*).
2. Determinar la eficacia biológica de cada una de las dosis de Flubendiamide, para el control de larvas de (*Diaphania spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).
3. Determinar el grado de fito toxicidad de cada una de las dosis evaluadas, para el control de larvas de (*Diaphania spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

3.2.3 MARCO CONCEPTUAL

A. Generalidades del cultivo de pepino

El pepino (*Cucumis sativus L.*), es una hortaliza herbácea anual, de la familia de las cucurbitáceas, de crecimiento rastrero o trepador, sus tallos son blandos, flexibles, largos, huecos y algo espinosos (Allen, 2006).

a. Clasificación taxonómica de la planta de pepino

Cuadro 3.8 Clasificación taxonómica del pepino.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Violales
Familia	<i>Cucurbitaceae</i>
Género	<i>Cucumis</i>
Especie	<i>C. sativus L.</i>
N. común	Pepino

Fuente: (Infoagro, 2009)

El pepino es una de las plantas de cucurbitáceas más importante en todo el mundo no solo por su valor económico sino también nutricional, esta planta está constituida por. El sistema radicular que consiste en una fuerte raíz principal que alcanza de 1.0 m a 1.20 m de largo, ramificándose en todas las direcciones principalmente entre los primeros 25 cm a los 30 cm del suelo. Un tallo, que son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 cm y los 30 cm. Son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 m en condiciones normales (Bionica, 2010).

Cuadro 3.9 Etapas fenológicas de *C. sativus* L

Estado fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	4 a 5
Inicio de formación de guías	15 a 24
Floración	27 a 34
Cosecha	43 a 50
Fin de cosecha	75 a 90

Fuente: (Guadalupe, 2004)

Entre las principales enfermedades que atacan al cultivo de pepino están el mildiú veloso, *Pseudoperonospora cubensis*, sus síntomas son manchas de color amarillo claro limitadas por las nervaduras de la hoja, en el envés de la hoja se observan las estructuras del hongo de apariencia algodonosa. Cuando el ataque es severo las plantas se desfolian y la producción se ve reducida considerablemente, pudrición de la raíz y el tallo, *Fusarium solani*, la base del tallo se observa una lesión oscura que ahorca a la planta. Antracnosis, *Colletotrichum orbiculare*, se observan manchas húmedas en el follaje que se expanden por la lámina de la hoja de color marrón, puede atacar tanto al follaje como a los frutos. En el follaje los síntomas pueden observarse en el tejido joven (PROMOSTA, 2005).

Los pepinos se cosechan en diversos estados de desarrollo, cortando el fruto con tijeras en lugar de arrancarlo. El período entre floración y cosecha puede ser de 55 días a 60 días, dependiendo del cultivar y de la temperatura. Generalmente, los frutos se cosechan en un estado ligeramente inmaduro, próximos a su tamaño final, pero antes de que las semillas completen su crecimiento y se endurezcan. La firmeza y el brillo externo son también indicadores del estado prematuro deseado. En el estado apropiado de cosecha un material gelatinoso comienza a formarse en la cavidad que aloja a las semillas (PROMOSTA,2005).

B. Clasificación taxonómica de (*Diaphania spp.*)

a. Taxonomía

Para los gusanos de las cucúrbitas Dubón (2006), adjudica la siguiente clasificación taxonómica.

Cuadro 3.10 Clasificación taxonómica de *Diaphania spp.*

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Mandibulata
Superclase	Insecta
Clase	Euetomata
Subclase	Pterygogenea
Super orden	Oligoneoptera
Orden	Lepidoptera
Suborden	Glossata
Super familia	Pyraloidea
Familia	Pyralidae
Subfamilia	Pyraustinae
Genero	<i>Diaphania</i>
Especies	<i>D. hyalinata linnaeus, D. nitidalis stoll.</i>

Fuente: (Dubon, 2006)

b. Ciclo de vida

Los gusanos de las cucúrbitas y perforadores del fruto son insectos de metamorfosis completa, pasando por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. Para el caso de las especies de *Diaphania* pueden completar su ciclo de vida en treinta días (Dubón, 2006).

C. Clasificación taxonómica de (*Diaphania nitidales stoll*)

a. Huevo

Según (Capinera, Citado por Rodenzo, 2007), estos son pequeños, midiendo alrededor de 0.4 mm a 0.6 mm de ancho y 0.8 mm de largo; la forma varía de esféricos a aplastados; su color es blanco inicialmente, pero cambia a amarillo después de 24 horas aproximadamente,

son distribuidos en pequeños grupos, usualmente dos o tres por grupo; son depositados principalmente sobre yemas, flores y otras partes de crecimiento activo de la planta.

La eclosión ocurre cerca de los cuatro días la producción de huevos estimada puede ser de 300 a 400 por hembra (Capinera, citado por Rodenzo, 2007).

b. Larva

Según (Saunders, 1998), este estado tiene una duración de 14 a 21 días, pasa por cinco estadíos, mide de 20 mm a 25 mm de largo cuando está madura, coloración amarillo pálido a blanco-verdoso con manchas negras conspicuas hasta el cuarto estadío, verde pálidas sin manchas, se vuelven rosadas inmediatamente antes de en pupar.

c. Pupa

Empupan dentro de un capullo de seda flojo, entre las hojas o en la hojarasca en el suelo (Saunders, 1998). La pupa es alargada, midiendo cerca de 13 mm de longitud y 4 mm de ancho, es de color café ligero a café oscuro, con aguzamientos en ambos extremos. La pupación usualmente finaliza cerca de los ocho a nueve días (Capinera, 2000).

d. Adulto

Envergadura de 25 mm a 30 mm, alas anteriores y posteriores con una banda ancha marginal pardo claro con brillo púrpura y una mancha crema grande central elongada que se extiende por la mayor parte de las alas traseras y parte de las delanteras, abdomen con un mechón expandible de escamas oscuras y largas (Saunders, 1998).

Las polillas emergidas vuelan mucho durante las horas de la tarde, pero su mayor vuelo ocurre tres a cuatro horas después de la puesta del sol, con sus mayores picos de vuelo aproximadamente a medianoche. Las hembras producen una feromona que atrae a los

machos, con mayor producción de cinco a las siete horas después de la puesta del sol (Rodenzo, 2007).

Las polillas no son encontradas en el campo durante el día y probablemente estén dispersas en la vegetación adyacente. Las polillas no producen huevos hasta que tengan varios días de edad (Capinera, 2000).

D. Clasificación taxonómica de (*Diaphania hyalinata linnaeus*)

a. Huevo

Con una duración de (4 días a 5 días), deprimidos, puestos individualmente o en pequeños grupos sobre las hojas, flores y frutos (Ibañez, 2002).

b. Larva

(14 días a 21 días), pasa por 5 estadios, alcanza los 20 mm de longitud cuando está madura, es verde pálido con dos líneas dorsales blancas, se alimenta principalmente en las hojas que entreteje con seda, minando los tallos, pudiendo atacar también flores y frutos (Ibañez, 2002).

c. Pupa

De (5 días a 10 días), de color marrón, ubicada dentro de un capullo entre las hojas, o más comúnmente en la hojarasca (Ibañez, 2002).

d. Adulto

De 23 mm a 30 mm, de longitud, alas de color blanco con una banda negra marginal, excepto, en el borde interior de sus alas traseras; el último segmento abdominal y el mechón anal son negros (Ibañez, 2002).

E. Daños ocasionados por larvas perforadoras en frutos de cucurbitáceas

Las larvas de *Diaphania hyalinata* Linnaeus se alimentan de las hojas, pueden causar defoliación, minan los tallos causando la muerte de la porción distal, se pueden alimentar de las flores o minar los frutos causando su caída o pudrición (Ibañez, 2002).

Diaphania hyalinata se alimenta principalmente del follaje, comúnmente las nervaduras de las hojas quedan intactas (Capinera, 2000), también pueden atacar levemente yemas, brotes, flores, tallos y frutos (Saunders et al. 1998), pero esta especie tiende a alimentarse primero del follaje y yemas terminales antes de atacar a los frutos (Trabaninom, 1997).

Si el follaje es acabado o la planta es una de las especies poco preferida, entonces la larva puede alimentarse en la superficie del fruto e incluso perforarlo (Capinera, 2000).

En un estudio hecho por McSorley y Waddill, citados por Capinera (2000) sobre los daños potenciales de *D. hyalinata* en calabazas en el sur de Florida, Estados Unidos, este insecto causó un 23 % de pérdidas en el rendimiento, debido a daños al follaje (perdida indirecta) y un 9 % a 10 % de reducción del rendimiento, debido a daños a frutos (daños directos).

Para *Diaphania nitidalis* la flor es el sitio preferido para la alimentación, especialmente para larvas jóvenes en plantas con flores grandes como de la calabaza; las larvas pueden completar su desarrollo sin perforar la fruta, también pueden moverse de flor en flor, alimentándose y destruyendo la capacidad de producir de la planta. Sin embargo, después la larva entra a los frutos, los cuales son marcados por un pequeño agujero. La presencia de marcas de los insectos en los frutos los hacen invendibles y enfermedades fúngicas o bacteria se desarrollan a menudo, una vez que la penetración ha ocurrido.

Cuando todas las flores y frutas han sido destruidas, las larvas pueden atacar las guías, especialmente el meristemo apical. El melón no es un hospedero preferido y las larvas a

menudo parecen renuentes a perforar los frutos, entonces ellas se alimentan de la superficie o “piel” causando cicatrices (Capinera, 2000).

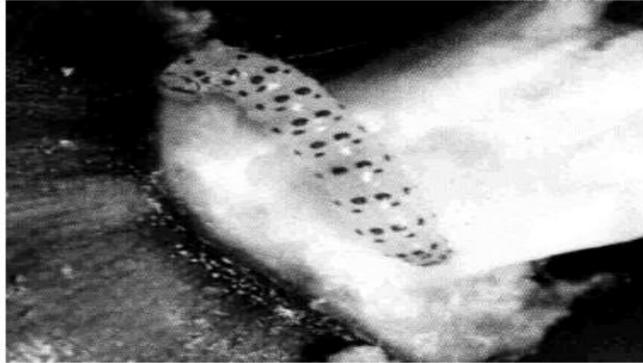


Figura 3.14 Larva de (*Diphania nitidalis*).

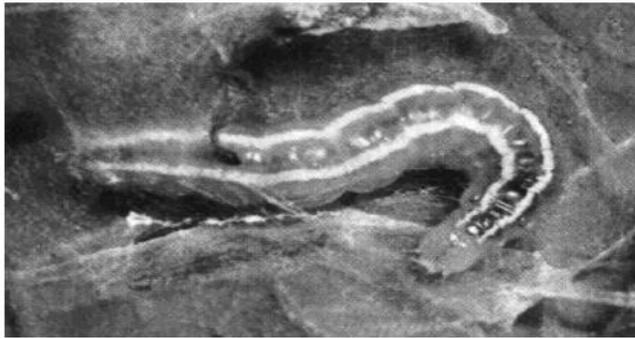


Figura 3.15 Larva de (*Diphania hyalinata*).

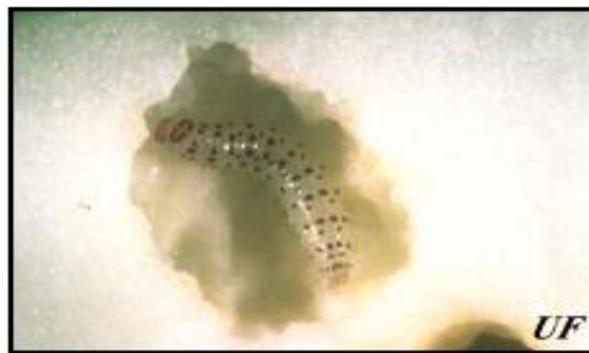


Figura 3.16 Larva de (*Diphania nitidalis*), alimentándose de un fruto de cucurbitáceas.



Figura 3.17 Larva de (*Diphania nitidalis*), madura.

F. Eficacia

Según CIBA-GEIGY (1981), señala que para expresar el efecto de un tratamiento se utiliza el método porcentaje de eficacia, es decir si queremos establecer o determinar si un tratamiento es bueno para el control de alguna plaga en comparación a otro, para el cálculo de la eficacia se pueden utilizar la formula Abbott o Henderson-Tildon, esto dependerá de las condiciones de infestación la plaga antes de la aplicación de los tratamientos.

Si la infestación es homogénea antes del tratamiento, la fórmula de Henderson-Tildon no ofrece ninguna ventaja. Por el contrario, las fluctuaciones coincidentes de los conteos antes del tratamiento aumentan la desviación de los valores de eficacia y hacen más difícil la interpretación de los resultados.

Si además del normal error muestral hay diferencias reales de infestación entre varias parcelas, el procedimiento habitual (que ciertamente, no siempre es correcto) da por hecho que el efecto de un tratamiento es de por si independiente de la infestación inicial; en otras palabras, un tratamiento tendrá la misma eficacia (90 % p.e.) independientemente de si la infestación es grave o leve. Bajo este supuesto, la fórmula de Henderson-tildón corrige aritméticamente los diferentes valores iniciales de infestación sin separar los errores de muestreo de las auténticas diferencias de infestación.

a. Eficacia herderson-tildon

Esta fórmula se utilizará si la infestación de la plaga, antes de la aplicación no es uniforme en las parcelas a tratar.

Dónde:

Ta = Infestación antes del tratamiento.

Td = Infestación después del tratamiento.

Ca = Infestación del testigo antes del tratamiento.

Cd = Infestación del testigo después del tratamiento.

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(1 - \left(\frac{Ca}{Ta}\right) \times \left(\frac{Td}{Cd}\right)\right) \times 100$$

b. Eficacia abbott

Esta fórmula se utilizará cuando la infestación de la plaga, antes de la aplicación sea uniforme en las parcelas a tratar.

Dónde:

Td = Infestación después del tratamiento.

Cd = Infestación del testigo después del tratamiento

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(1 - \left(\frac{Td}{Cd}\right)\right) \times 100$$

G. Fito toxicidad

La fito toxicidad es la capacidad de un compuesto (tal como un plaguicida) de provocar un daño temporal o permanente en la planta (COMIECO, 2004).

La fito toxicidad se registra de la siguiente manera, si el efecto puede ser contado o medido, puede expresarse en términos absolutos, en otros casos, pueden estimarse la frecuencia e intensidad del daño. Esto puede hacerse de dos maneras; cada parcela es cuantificada para fito toxicidad usando una escala que debe ser registrada, o cada parcela tratada es comparada con la no tratada y el porcentaje de fito toxicidad es estimado.

En todos los casos, los síntomas de daño deben ser descritos al detalle (enanismo, clorosis, deformaciones, etc.) (COMIECO, 2004).

H. Principios generales para la evaluación de la fito toxicidad

El consejo de ministros de integración economía de Centro América, (COMIECO) establece en su protocolo patrón que todos los ensayos de eficacia biológica de plaguicidas para uso agrícola debe contener una evaluación de fito toxicidad como elemento indispensable y esencial en su contenido (COMIECO, 2004).

I. Evaluación de la fito toxicidad

La evaluación de la fito toxicidad es un elemento esencial en la evaluación de eficacia biológica de un plaguicida. Los principios básicos de la evaluación de la fito toxicidad son el mismo para los diferentes tipos de plaguicidas. Las diferencias recaen no en el método de evaluación sino en el diseño experimental (COMIECO, 2004).

En la práctica, la evaluación de la fito toxicidad es relativamente sencilla, puesto que los efectos sobre las plantas son con frecuencia, inexistentes o raros. Sin embargo, si tales efectos son evidentes, estos deben ser cuidadosamente evaluados y registrados.

J. Síntomas de fito toxicidad

Los efectos de fito toxicidad pueden observarse en el cultivo, durante la emergencia, el crecimiento o puede ser expresada en la cosecha. Pueden ser temporales o prolongados.

Los síntomas pueden afectar a toda la planta o a parte de ella (raíces, tallos, hojas, flores, frutos) y deben ser cuidadosamente descritos (si es posible, es útil incluir fotografías) (COMIECO, 2004).

a. Modificaciones en el ciclo de desarrollo

Bajo este subtítulo se incluye cualquier inhibición o retraso en la emergencia de un cultivo, y toda la modificación fenológica, particularmente retrasos en la floración, fructificación, maduración, etc. o la no aparición de ciertos órganos (hojas, flores, frutos, yemas, etc.) (COMIECO, 2004).

b. Raleado

Pérdida de todas las plantas, por falla en la emergencia, o el crecimiento posterior al trasplante o por desaparición de la planta después de la emergencia (COMIECO, 2004).

c. Modificaciones en la coloración

Cuando ocurre la decoloración de parte de la planta o de toda la planta: clorosis, blanqueado, cambios en la intensidad del color (más claro o más oscuro), marrón y rojiza en tejidos vegetales no destruidos. La decoloración puede ser localizada (manchas internas o externas) (COMIECO, 2004).

d. Necrosis

Necrosis es la muerte localizada de tejidos u órganos, que generalmente se inicia con una decoloración. Eventualmente las manchas necrosis en las hojas pueden desaparecer dejando perforaciones (COMIECO, 2004).

e. Deformaciones

Este término incluye cualquier modificación morfológica de la planta o parte de ella, que se desvíe de la normal. Esto incluye el encrespamiento, enrollamiento, acaparamiento, elongación, cambio en el tamaño o volumen (esto último referido en términos de vigor). Efectos tales como el marchitamiento pueden ser incluidos bajo esta denominación (COMIECO, 2004).

f. Efectos sobre la cantidad y calidad en cosecha

Los efectos fito tóxicos pueden ser evidentes en el producto cosechado o como resultado de un análisis cualitativo y cuantitativo del rendimiento (COMIECO, 2004).

3.2.4 METODOLOGÍA

A. Material experimental

a. Exalt 6 SC (Spinetoram)

Controla larvas de Lepidópteros, Trips y Minadores. Presenta actividad por Ingestión, Contacto y Traslaminar. Actúa sobre los receptores nicotínicos de la acetilcolina, excitando el sistema nervioso por alteraciones en la función nicotínica y los canales iónicos del GABA (Dow Agrosience, 2018)

b. Takumi 20 WG (Flubendiamide)

Es un insecticida con un nuevo mecanismo de acción innovador, combate selectivamente la plaga y es respetuoso con el medio ambiente y los animales benéficos, el nuevo mecanismo de acción bioquímica constituye el punto de partida de una nueva clase de insecticida, se acopla a una proteína en las células de los insectos que no se había visto afectado por otro plaguicida actúa de forma sumamente selectiva solo contra insectos y no tiene ningún efecto sobre los vertebrados, entre los que se encuentra el ser humano. En el caso de las diamidas del ácido ftálico, sustancia a la que pertenece flubendiamide el cual se acopla al aceptor de rianodina, que desempeña un importante papel en las contracciones musculares de los insectos (DROKASA).

c. Belt 48 SC (Flubendiamide)

Penetra al interior de la hoja, dejando un reservorio de ingrediente activo en su cutícula, que le brinda resistencia al lavado por lluvias y larga residualidad, mientras otra parte del ingrediente activo viaja hacia el envés de la hoja, desarrollando su efecto de control tras laminar (Bayer, 2017).

Tiene una acción neuromuscular, con una excelente actividad contra larvas. Actúa por ingestión en forma rápida, con una prolongada actividad residual. Después de una aplicación de BELT, las larvas pierden el control de los músculos, cesando inmediatamente su alimentación, siendo inmovilizadas posteriormente. Se puede observar control de las larvas a las 24 o 48 horas de la aplicación la larva se contrae a la mitad de su tamaño normal (Bayer, 2017).

B. Materiales y equipo

- Bomba de mochila capacidad de 25 l.
- Boquilla de cono hueco.
- Guantes de látex (resistentes).
- Traje de protección.
- Lentes de protección.
- Jeringas de 3 ml, 5 ml y 10 ml.
- Cronometro.
- Insecticidas (productos).
- Probetas (500 ml y 1,000 ml).
- Papel tornasol o papel pH.
- Dosificador de 25 ml.
- Cubetas.

C. Descripción de tratamientos

En el siguiente cuadro, se presenta la descripción de cada uno de los tratamientos utilizados durante la evaluación de la eficacia biológica para el control de *Diaphania spp.*

Cuadro 3.11 Descripción de tratamientos utilizados, en Bárcenas Villa Nueva.

	Tratamiento	Nombre comercial	Dosis	Justificación
T-1	Testigo absoluto	Testigo absoluto	Sin aplicación	Sin aplicación
T-2	Spinetoram	Exalt 6 SC	0.25 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-3	Flubendiamide WG	Takumi 20 WG	0.25 kg/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-4	Flubendiamide SC	Belt 48 SC	0.1 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-5	Flubendiamide SC	Belt 48 SC	0.125 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)
T-6	Flubendiamide SC	Belt SC	0.150 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)

D. Descripción de la parcela de estudio

El área de estudio se dividió de la siguiente manera.

Cuadro 3.12 Distribución espacial de Tratamientos utilizados, en un diseño de bloques completos al azar.

T-2	T-3	T-5	T-1
T-3	T-2	T-4	T-3
T-6	T-5	T-3	T-2
T-1	T-6	T-1	T-5
T-4	T-4	T-2	T-4
T-5	T-1	T-6	T-6
BIV	BIII	BII	BI

El área de estudio se encontraba conformada por un total de seis tratamientos y cuatro repeticiones, ordenados en un diseño de bloques completos al azar, dispuestos en sentido contrario a la gradiente (pendiente), con cuatro metros de largo por unidad experimental y tres surcos a un distanciamiento de dos metros.

E. Factores a evaluar

Se evaluaron seis tratamientos, en el cultivo de pepino, para determinar la eficacia biológica de cada uno, para el control de larvas de *Diaphania spp.*

F. Variables de respuesta

a. Numero de larvas por planta

Para el número de larvas por planta se contabilizo un total de diez plantas por unidad experimental, localizando la parte superior de la guía ya que es donde se encuentran las larvas, se tomaron cinco líneas guías por planta.

b. Porcentaje de daño foliar

Se visualizaron diez plantas por unidad experimental, y se asignó un valor al grado de daño observado, según se observa en el siguiente cuadro con la escala para determinar el grado de daño foliar.

Cuadro 3.13 Escala para determinar el grado de daño foliar.

Grado	Observación	Porcentaje (%)
0	Sin daño	0
1	Muy poco daño	>1 5<
2	Poco daño	>6 10<
3	Daño aceptable	>11 15<
4	Daño común (advertencia)	>16 20<
5	Daño significativo	>21 25<
6	Daño fuerte	>26 30<
7	Daño fuerte (nivel de daño económico)	>31 40<
8	Daño muy fuerte	>41 50<
9	Daño ocasionando pérdida de la planta	>50

Fuente: elaboración propia, 2018.

c. Grado de fito toxicidad

Para el muestreo de fito toxicidad se observaron tres líneas guías por planta, en donde se buscó de identificar síntomas de clorosis, quemaduras, amarilla miento en los márgenes de las hojas, comparando los síntomas hallados con la parcela del testigo absoluto, como se observa en el siguiente cuadro, escala para determinar el grado de fito toxicidad.

Cuadro 3.14 Escala para determinar el grado de fito toxicidad.

Grado	Descripción	Categoría
1	Ausencia de síntomas	Sin daño
2	Síntomas leves pero claramente apreciables (amarilla miento en los bordes)	Daño muy leve
3	Síntomas muy leves amurallamientos y ligera quemadura en los bordes	Daño aun aceptable
4	Síntomas más fuertes (clorosis, quemadura), que no repercuten sobre la cosecha	El Daño generalmente no es aceptable
5	Fuerte clorosis y/o atrofia, afectando la cosecha	Daño inaceptable
6	Daño creciente hasta la muerte de las hojas	Daño total del cultivo

Fuente: Bayer Croapsience, 2018.

G. Aplicación de los tratamientos

La aplicación se realizó con una bomba de mochila Matavi de 16 l, con un volumen de agua como lo indico la calibración por tiempo (2 l x tratamiento para la primera aplicación y 3 l x tratamiento para la segunda). Se realizaron dos aplicaciones con un intervalo de 13 días entre cada una de ellas, siendo estas aplicadas al follaje.

H. Muestreo

a. Larvas y Daño foliar

Para el muestreo de larvas se contabilizo el número de larvas presentes por planta tomando un total de 10 plantas por unidad experimental, al igual que para el daño foliar.

Días posteriores a la primera aplicación	0	4	7	12	17
Días posteriores a la segunda aplicación	4	9	14	19	-----

3.2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Dinámica de la población insectil de larvas de (*Diaphania spp.*) en el cultivo de pepino

En la siguiente figura se puede observar el comportamiento poblacional de las larvas perforadoras durante la investigación.

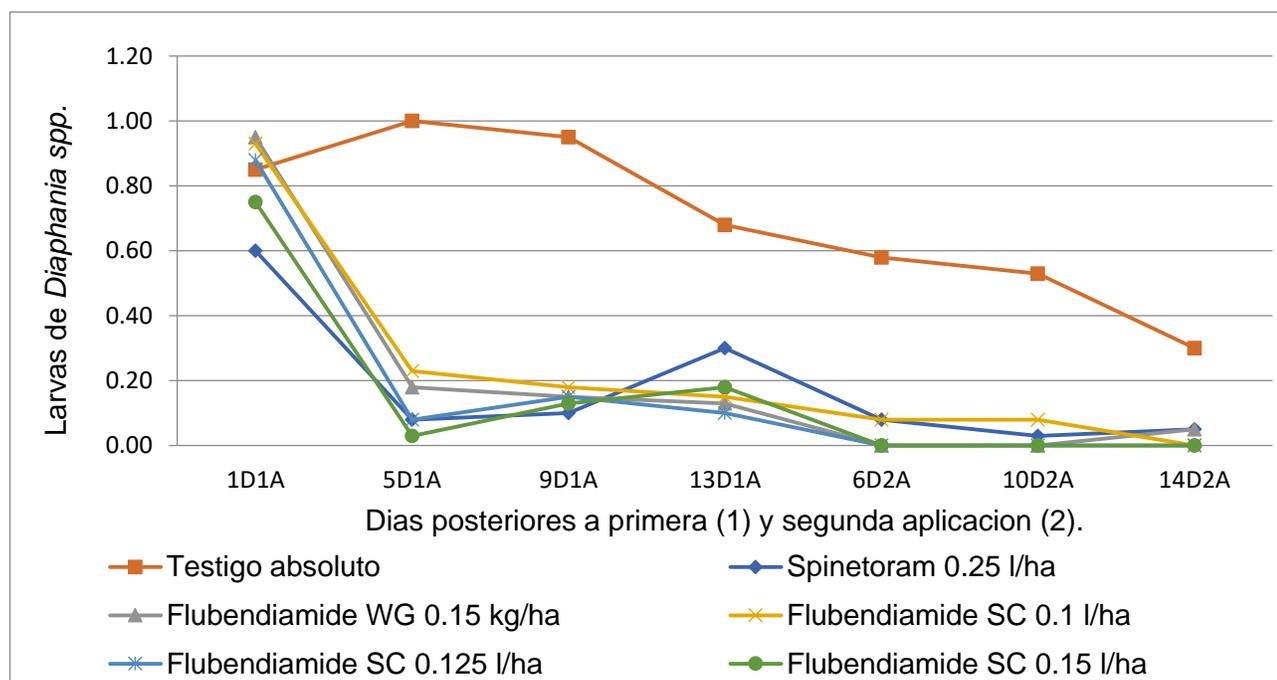


Figura 3.18 Progreso de la población de larvas de (*Diaphania spp.*), por planta en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Al analizar la figura de dinámica poblacional de larvas de *Diaphania spp.*, en el cultivo de pepino, se observa que al momento de establecida la investigación, el número de larvas promedio por planta era de una, observándose las mayores cantidades a los 5 días y 9 días posteriores a la primera aplicación en el testigo absoluto, debido a que como indican (Rodenzo, 2007) y (Ibañez, 2002), la oviposición de los huevos de larvas de *Diaphania spp.* se da principalmente sobre líneas guías, y flores, siendo su principal fuente de alimento durante sus primeros estadios larvarios, lo cual correspondiente a la etapa de floración en el cultivo (emisión de líneas guías para posturas de huevos y floración).

Del día uno al día cinco se observa que en todas las parcelas tratadas el número de larvas presentes por planta disminuyó, indicando de manera general que los productos tuvieron un efecto de control sobre las larvas el cual se observa que se mantuvo durante los siguientes cuatro días posteriores antes de observarse un incremento en el número de larvas, siendo Spinetoram 0.25 l/ha, el primero en presentar el mayor número de larvas a los 13 días, posteriormente se observa que Flubendiamide SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide SC 0.1 l/ha, presentaron menor número de larvas al momento de la segunda aplicación, (13D1A) trece días posteriores a la primera aplicación

Posterior a la segunda aplicación se observa que la tendencia poblacional de larvas en el testigo absoluto disminuye debido que como indica (Guadalupe, 2004), se está entrando a etapa de cosecha y esta plaga es principalmente perforadora de frutos, por lo cual se da un traslado de las larvas en busca de frutos, de manera general se puede observar que todos los productos mostraron control sobre la población de larvas de *Diaphania spp.* ya que el número de larvas registradas en el testigo absoluto siempre fue superior al registrado en las parcelas tratadas, para establecer si la diferencia que se puede observar en la figura anterior es significativa, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias Tukey, la cual se observa a continuación.

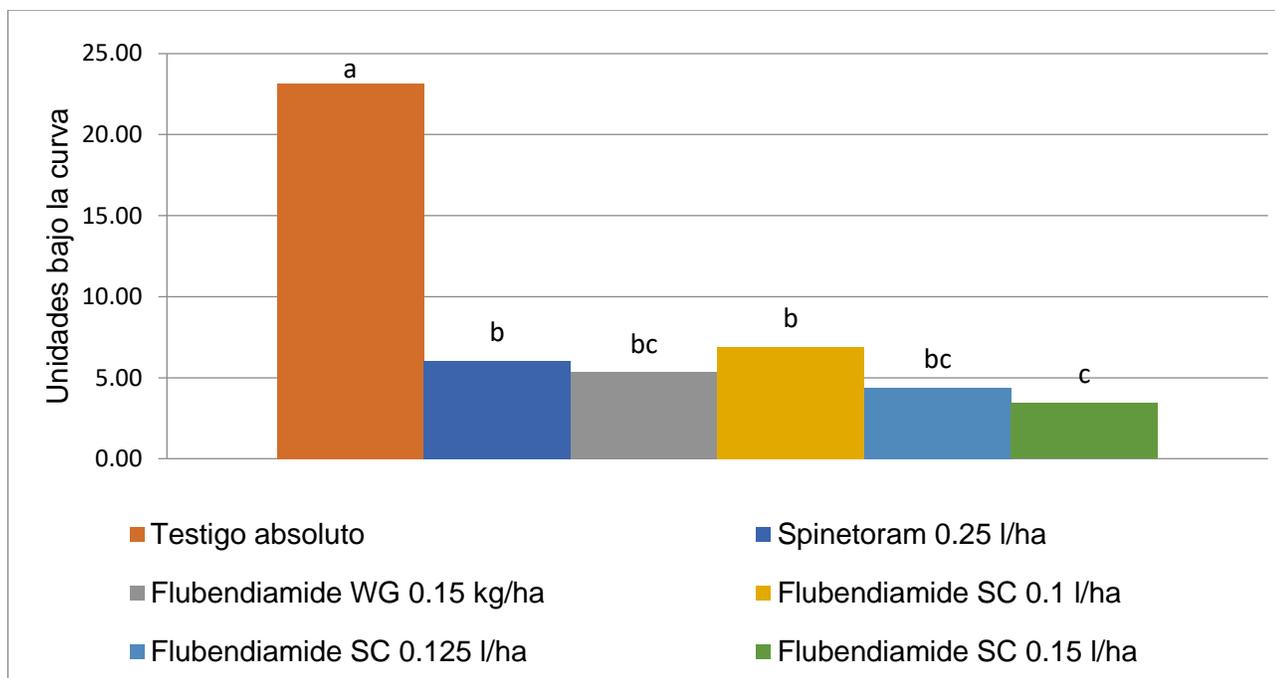


Figura 3.19 Prueba de Tukey para el área bajo la curva de la población larvas de (*Diphania spp.*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Al analizar los resultados para la prueba de Tukey de la variable larvas de *Diphania spp.* con un nivel de significancia del 5 %, se observa que el testigo absoluto se diferencia estadísticamente de todos los productos evaluados ya que posee un único grupo (A), y un total de 23 unidades bajo la curva, de los cinco productos evaluados, Flubendiamide SC 0.15 l/ha, fue el mejor para el control de larvas ya que se diferencia estadísticamente del resto y posee un grupo y nivel definido (C), luego se encuentran Flubendiamide WG 0.25 kg/ha, y Flubendiamide SC 0.125 l/ha, los cuales no tiene un nivel y grupo definido (BC), llegando a ser tan buenos como Flubendiamide SC 0.15 l/ha, del grupo (C) o como Spinetoram 0.25 l/ha, y Flubendiamide SC 0.1 l/ha, que poseen un grupo (B).

A continuación se observan los resultados para la prueba de eficacia Abbott de la población larvas vivas.

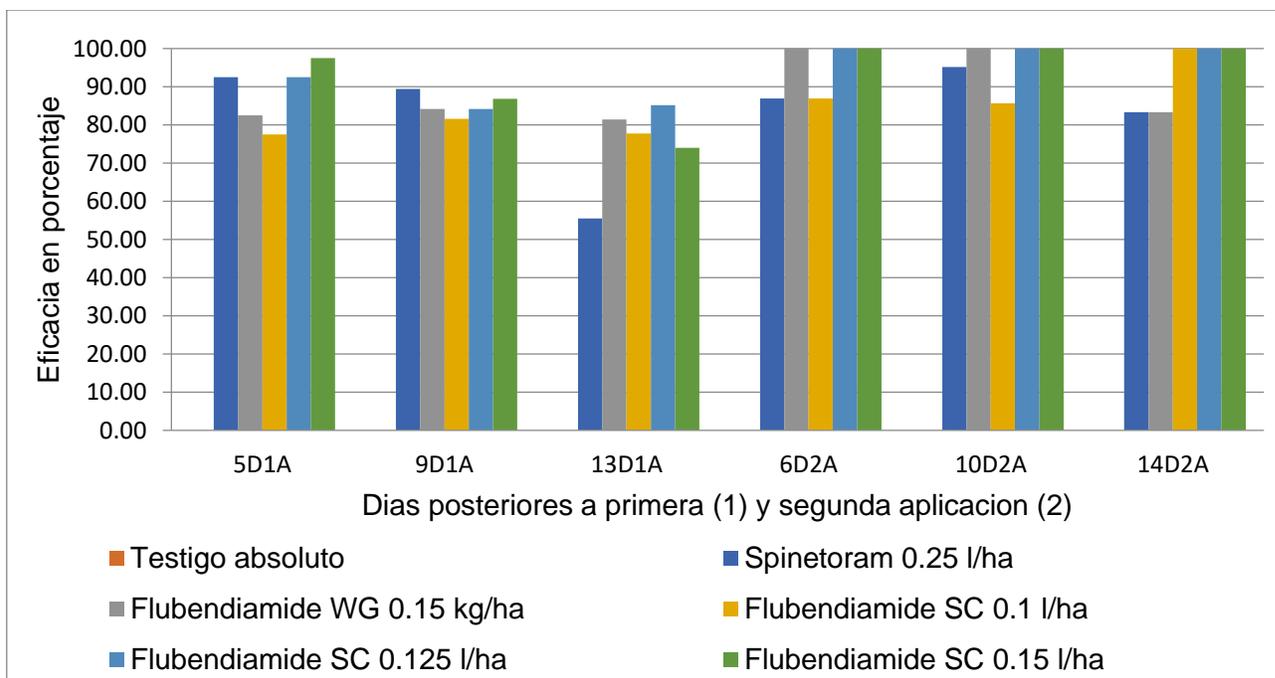


Figura 3.20 Prueba de eficacia Abbott para la población de larvas de (*Diphania spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

En la figura anterior se observa los resultados de la prueba de eficacia Abbott la cual nos sirve como un comparador entre productos evaluados indicando cuál de estos es mejor, mientras mayor sea la eficacia, mayor control sobre la plaga tendrá el producto, al analizar los datos de la prueba se observa que a los cinco días posteriores a la primera aplicación, Flubendiamide SC 0.15 l/ha, fue el producto que mayor eficacia obtuvo 97 % (lo cual se observa también en la figura de dinámica poblacional ya que es la parcela donde se observa la menor cantidad de larvas), seguido de Spinetoram 0.25 l/ha, 92 % y Flubendiamide SC 0.125 l/ha, 91 %, siendo los mejores, a los nueve días posteriores a la primera aplicación, Spinetoram 0.25 l/ha, fue el mejor seguido de Flubendiamide SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide SC 0.15 l/ha, pero al analizar los datos del tercer muestreo a los 13 días se observa que el mejor fue Flubendiamide SC 0.125 l/ha, por lo cual se observa que posee una mayor residualidad y proporciona una mayor número de días control sobre la plaga.

Para la segunda aplicación a los seis días posteriores realizado el muestreo se observó que los Flubendiamide SC 0.125 l/ha, Flubendiamide SC 0.15 l/ha y Flubendiamide WG 0.25 kg/ha, fueron los mejores ya que mantuvieron la eficacia de 100 % durante 10 días proporcionando

un lapso mayor de control al proporcionado en la primera aplicación, luego para el tercer muestreo a los 14 días de realizada la aplicación Flubendiamide SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide SC 0.15 l/ha, presentaron la misma eficacia que en la lectura anterior por lo cual proporcionan un total de 14 días de control sobre la plaga, al igual que con las figuras anteriores, prueba de Tukey y dinámica poblacional, los productos de Flubendiamide SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide SC 0.15 l/ha, fueron superiores al resto de productos evaluados.

B. Progreso del daño foliar causado por la población insectil de larvas de (*Diaphania spp.*) en el cultivo de pepino.

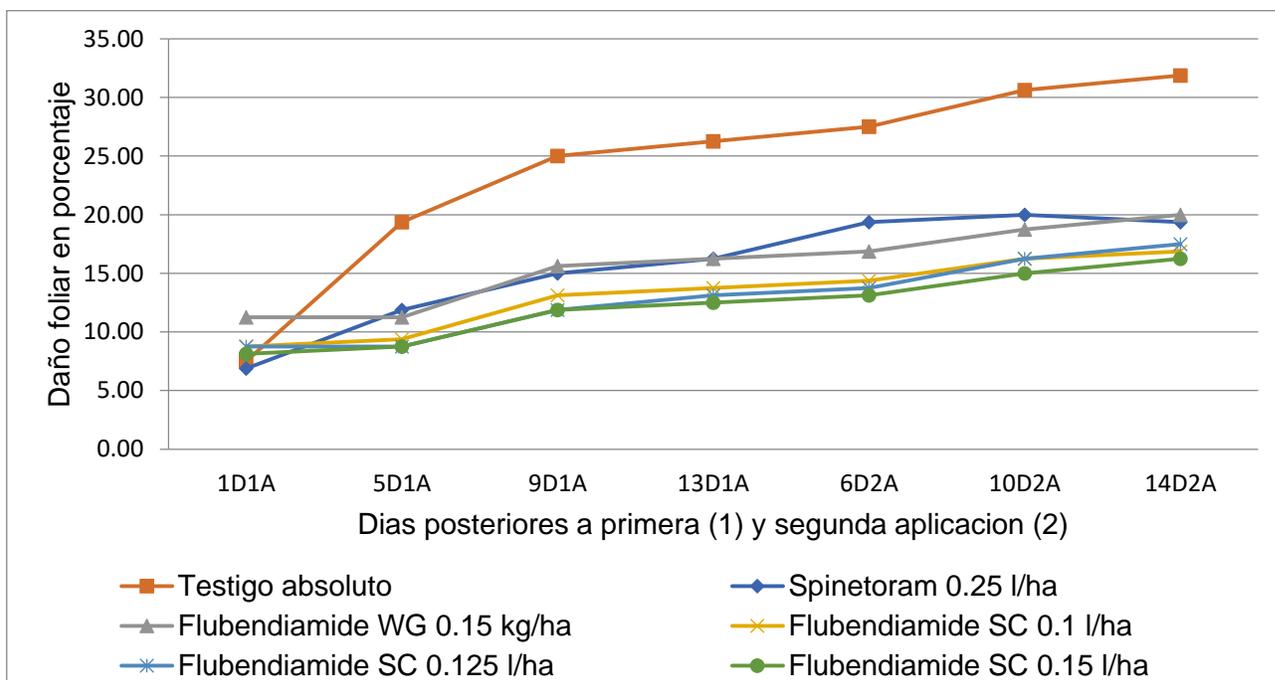


Figura 3.21 Progreso de daño foliar en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), causado por larvas de (*Diaphania spp.*).

En la figura anterior se observa el progreso de daño foliar en el cultivo de pepino, generado por larvas de *Diaphania spp*, al momento de establecida la investigación el daño registrado en promedio por planta era 5 % a 10 %, (Muy poco daño o poco daño), observándose el mismo comportamiento en el testigo absoluto y los productos evaluados ya que todos aumentan de manera casi constante, el daño máximo registrado se alcanzó en el testigo absoluto 30 %, un grado fuerte de daño o (nivel de daño económico), indicando que la producción resultara afectada por el ataque de la plaga, los valores para los productos evaluados se encuentran en un rango de 15 % a 20 %, lo cual de manera general se califica como (daño aceptable o daño común), de manera más precisa los productos Flubendiamide SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide SC 0.15 l/ha, fueron los que menor daño registraron un 16 %, esto debido a que una de las características de este producto es cesar de manera casi inmediata la alimentación de las larvas disminuyendo el ataque al área foliar de la planta, debido a que

tiene un efecto de control tras laminar lo que permite tener una mayor residualidad, alcanzando de ocho o nueve días como se observa en la figura de dinámica poblacional.

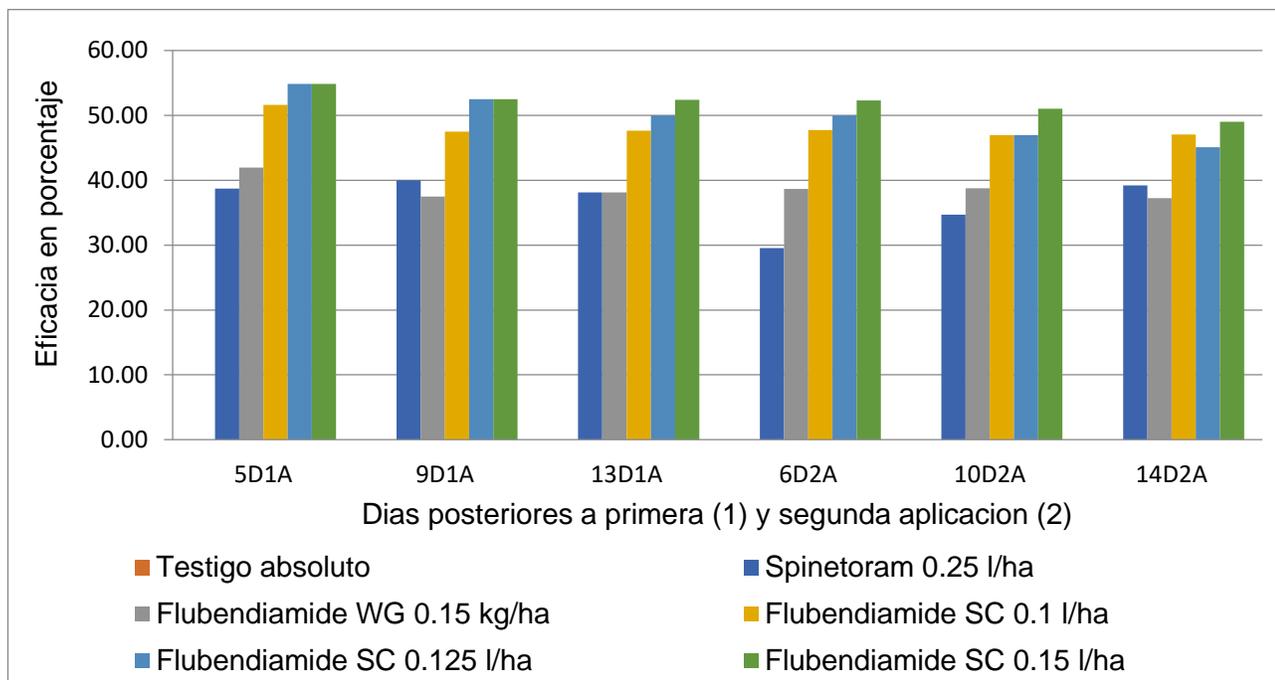


Figura 3.22 Prueba de eficacia Abbott para el daño foliar registrado en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), por larvas vivas de (*Diaphania spp*).

Para la eficacia en daño foliar, se observa que las tres lecturas en el intervalo de 13 días entre la primera y segunda aplicación, Flubendiamide SC 0.15 l/ha, Flubendiamide SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide SC 0.1 l/ha, fueron los mejores productos manteniendo una eficacia entre 45 % y 50 %, esto debido a que una de las principales características de este producto es la acción que ejerce sobre la larva al cesar inmediatamente su alimentación, tener un efecto residual y tras lamiar al momento de ser aplicado.

C. Prueba de fito toxicidad en el cultivo de pepino

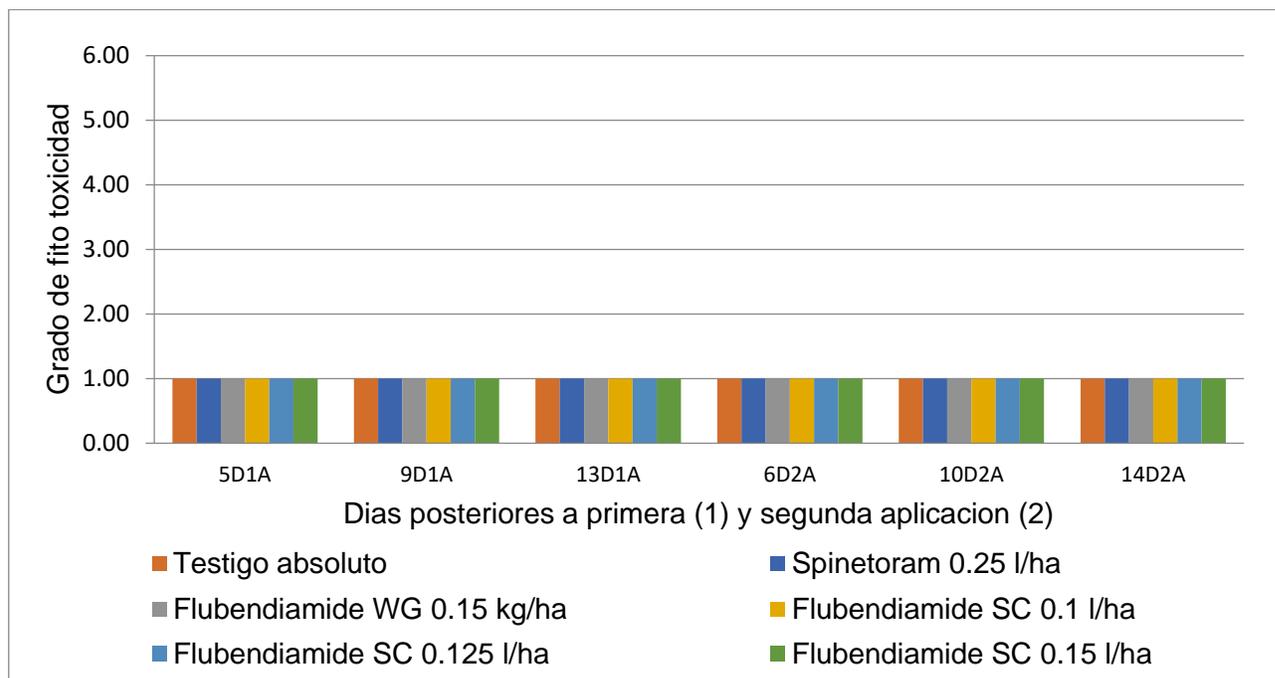


Figura 3.23 Prueba de toxicidad para los productos evaluados en el control de larvas perforadoras de (*Diaphania spp*), en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

En la figura anterior se observan los resultados obtenidos para la prueba de toxicidad en el cultivo de pepino, considerando un valor mínimo de 1 como ausencia de síntomas y un valor máximo de 6 como daño creciente hasta la muerte de la planta, ninguno de los productos presento síntomas visibles (amarilla miento, clorosis, quemadura) de fito toxicidad en el cultivo que pudieran presentar problemas no solo para el control de la plaga sino que también afectara el rendimiento del cultivo.

3.2.6 CONCLUSIONES

1. La mayor cantidad de larvas de *Diaphania spp*, se encontraron en la parcela del testigo absoluto siendo la etapa de floración la que mayor ataque de plaga presento a los 5 y nueve días de establecida la investigación con valores de una larva por planta, para el daño foliar acumulado en el testigo absoluto se alcanzó un valor de 30 % siendo el mayor registrado correspondiente a un (daño económica).
2. De las tres dosis evaluada del insecticida Flubendiamide SC, fue la dosis de Flubendiamide SC 0.15 l/ha, la que presento la mayor eficacia biológica para el control de larvas de *Diphania spp*, dando en la segunda aplicación un tiempo de 12 días de control para las larvas, en la prueba de Tukey fue el único que se diferenció del resto con un nivel definido, para el daño foliar, Flubendiamide SC 0.125 l/ha, y Flubendiamide SC 0.15 l/ha, fueron los que menor daño registraron un 16 %.
3. Considerando un valor mínimo de 1 como ausencia de síntomas y un valor máximo de 6 como daño creciente hasta la muerte de la planta, ninguno de los productos y dosis evaluadas presento síntomas visibles (amarilla miento, clorosis, quemadura) de fitotoxicidad con el cultivo.

3.2.7 EVALUACIÓN

La empresa Bayer S, A. tiene como una de sus principales actividades, proporcionar insecticidas de alta calidad al agricultor para el control de plagas en los diferentes cultivos que a los cuales se dedican, para que esto pueda suceder los productos tienen que ser sometidos a una serie de análisis y pruebas que deben cumplir para que este pueda ser comercializado y generar una fuente de ingresos a la empresa.

El insecticida Flubendiamide demostró ser una excelente alternativa para ser utilizado en el control de larvas de lepidópteros, permitiendo ser utilizado como una herramienta preventiva y curativa en el manejo integrado de esta plaga, en diferentes cultivos.

Al analizar los datos obtenidos de los diferentes muestreos realizados durante la investigación, se observó que Flubendiamide en sus tres distintas dosis fue superior al resto de productos evaluados, presentando las menores densidades poblacionales alcanzando valores de cero larvas por planta, y el mayor número de días libre de plaga llegando a presentar de ocho a doce días libre de larvas, además de ser compatible con una variedad de productos que se utilizan en la agricultura convencional, ninguna de las dosis evaluadas y aplicadas al cultivo de pepino mostro síntomas de toxicidad que afectaran el desarrollo y rendimiento de la planta

Cabe resaltar que debido al habito de la planta (rastrero), es recomendable utilizar un adherente y emulsificante como lo es Break thru o Imbirex, ya que en época de invierno permitirá una mejor residualidad del insecticida en la planta.

Este insecticida será una gran herramienta de control para las zonas productoras de pepino en la zona centro de Guatemala, y la zona de la costa sur que es una fuerte productora de melón y sandía contando con una alternativa para el control de lepidópteros, de igual manera para el pequeño agricultor ya que contarán con una nueva opción para alternar y controlar larvas de lepidópteros.

- 3.3 Servicio 3: Evaluación del insecticida Belt 48 SC (Flubendiamide), para el control de larvas de (*Plutella xylostella*), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), en Patzicia, Chimaltenango. .



3.3.1 PRESENTACIÓN

El brócoli es en uno de los cultivos de exportación de mayor importancia para Guatemala. Esto se debe a que en las últimas décadas los cultivos tradicionales han sido desplazados por hortalizas con demanda en el extranjero (Gómez, 1994), siendo una de sus principales plagas (*Plutella xylostella*), en Guatemala esta se ha identificado como una de las principales plagas del cultivo, sus poblaciones por lo general, no llegan a afectar el rendimiento del cultivo, pero si afectan la calidad del producto final por la presencia de larvas y pupas dentro de la inflorescencia (Rodríguez, 2006).

Para la presente investigación se evaluaron tres productos Chlorantraniliprole 0.2 l/ha, Spinetoram 0.25 l/ha, Flubendiamide 0.075 l/ha, Flubendiamide 0.1 l/ha, y Flubendiamide 0.125 l/ha, con un total de seis tratamientos y cuatro repeticiones en un diseño de bloques completos al azar, para determinar la dinámica poblacional de la plaga, el producto con mayor eficacia para el control de larvas, y la dosis con el menor efecto fito tóxico en el cultivo de brócoli.

Los productos de Flubendiamide 0.075 l/ha, Flubendiamide 0.1 l/ha, y Flubendiamide 0.125 l/ha, presentaron las mayores eficacias, indicando un mejor y mayor control que los restantes, colocándose como el mejor producto para el control de larvas de (*Plutella xylostella*), ninguno de los productos presentó síntomas visibles de fito toxicidad (amarillamiento, clorosis, quemadura) en el cultivo que pudieran presentar problemas no solo para el control de la plaga sino también afectara el rendimiento del cultivo.

3.3.2 OBJETIVOS

A. Objetivo general

Evaluar la eficacia biológica del insecticida Flubendiamide para el control larvas de (*Plutella xylostella*), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), en el Municipio de Patzicia, Departamento de Chimaltenango.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la dinámica poblacional de las larvas de (*Plutella xylostella*) para establecer los momentos de mayor presión, en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*).
2. Determinar la eficacia biológica de cada una de las dosis de Flubendiamide, para el control de larvas de (*Plutella xylostella*), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*).
3. Determinar el grado de fito toxicidad de cada una de las dosis evaluadas, para el control de larvas de (*Plutella xylostella*), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*).

3.3.3 MARCO CONCEPTUAL

A. Generalidades del cultivo de brócoli

El brócoli es en uno de los productos de exportación de mayor importancia para Guatemala. 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. De tal forma ha sido un cultivo que ha incrementado tanto su superficie como su producción en toda la región. A pesar de las pérdidas ocasionadas por plagas, las exigencias del mercado el cultivo de esta hortaliza sigue en aumento, tal como lo indica la Gremial de Exportadores de Guatemala (Gómez, 1994).

B. Clasificación taxonómica del cultivo de brócoli

En el siguiente cuadro se puede observar la clasificación taxonómica para el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*).

Cuadro 3.15 Clasificación taxonómica del brócoli.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Apiales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Brassica</i>
Especie	<i>B. oleracea</i>
Nombre común	<i>Brécoles, Brócoli, Bróculi, Brécol</i>

Fuente: (Gonzales, 2012).

C. Etapas fenológicas del cultivo de brócoli

Para el desarrollo del brócoli se puede considerar las diferentes fases.

a. Crecimiento

La planta desarrolla solamente hojas (Corea, 2007).

b. Inducción floral

Después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta inicia la formación de la flor, al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue frotando hojas de tamaños más pequeños que en la fase de crecimiento (Corea, 2007).

c. Formación de pellas

La planta en la yema terminal desarrollo una pella y, al mismo tiempo en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo en la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que las pellas principales (Corea, 2007).

d. Floración

Los tallos que sustentan las partes de las pellas inician un crecimiento en longitud, con apertura de las hojas (Corea, 2007).

e. Fructificación

El brócoli tiene un valor nutricional y medicinal que radica principalmente en su alto contenido de vitaminas, minerales, carbohidratos y proteínas. Estos ayudan a prevenir algunos tipos de cáncer, retardan el proceso de envejecimiento, mejoran el funcionamiento de los pulmones, disminuyen la aparición de procesos de degeneración muscular, también disminuyen algunas complicaciones relacionadas con la diabetes. Estas razones justifican el creciente interés en su consumo y cultivo, tanto el producto en fresco como congelado, e incluso deshidratado. El brócoli es una planta herbácea de clima templado frío que contiene gran cantidad de fibra y agua, posee un sistema radicular profundo y amplio, brindándole un buen anclaje y capacidad de absorción de nutrimentos (Gonzales, 2012).

D. Principales plagas que afectan el cultivo de brócoli

a. Larvas de (*Plutella xylostella*)

Biología y ciclo de vida

En Guatemala esta se ha identificado como una de las principales plagas del cultivo, sus poblaciones por lo general, no llegan a afectar el rendimiento del cultivo, pero si afectan la calidad del producto final por la presencia de larvas y pupas dentro de la inflorescencia (Rodríguez, 2006).

Los huevos de este insecto son de color crema de forma ovalada y aplanados, miden de 1 mm de largo por 0.5 mm de ancho aproximadamente, por lo que es difícil observarlos a simple vista; la oviposición es en forma individual o en grupos no mayores de 3 huevos por postura; éstos se encuentran en el envés de las hojas las larvas eclosionan del huevo entre 2 días y 10 días después de la ovoposición (Gonzales, 2012).

Las larvas pasan por 4 estadios de desarrollo. Cuando eclosionan del huevo miden 2 mm y al completar su ciclo (Al 4º estadio llegan a medir de 10 mm a 12 mm), y puede durar de 14

días a 21 días, la larva constituye el principal problema en el cultivo, ya que al iniciarse la formación de la inflorescencia tiende a subir y empupar en esta parte de la planta, lo cual viene a dañar la calidad del producto (Gonzales, 2012).

El ciclo total de vida puede durar de 15 días a 45 días, en promedio tarda 20 días, por lo que puede presentar hasta 18 generaciones al año, tomando en cuenta que a temperaturas altas el ciclo es más corto, las poblaciones y daños son mayores cuando no hay lluvias, coincidiendo que los mayores daños se dan entre febrero y abril.

Daños

Las larvas son masticadoras de las hojas, sin embargo su daño recae cuando se introducen en las cabezas, este daño es de importancia económica debido a la apariencia que ocasiona en el producto comercial (Díaz, 2005), los primeros estadios larvarios se alimentan en la superficie inferior de las hojas, dejando ventanas de la epidermis superior intactas, a veces pueden minar el tejido de la hoja, las larvas mayores perforan las hojas haciendo muchos agujeros irregulares, la mayor importancia de éstas se da cuando las larvas penetran en la inflorescencia, las larvas se contorsionan cuando las molestan, y pueden dejarse caer de las plantas sostenidas del extremo de hilos de seda (Saunders, 1998).

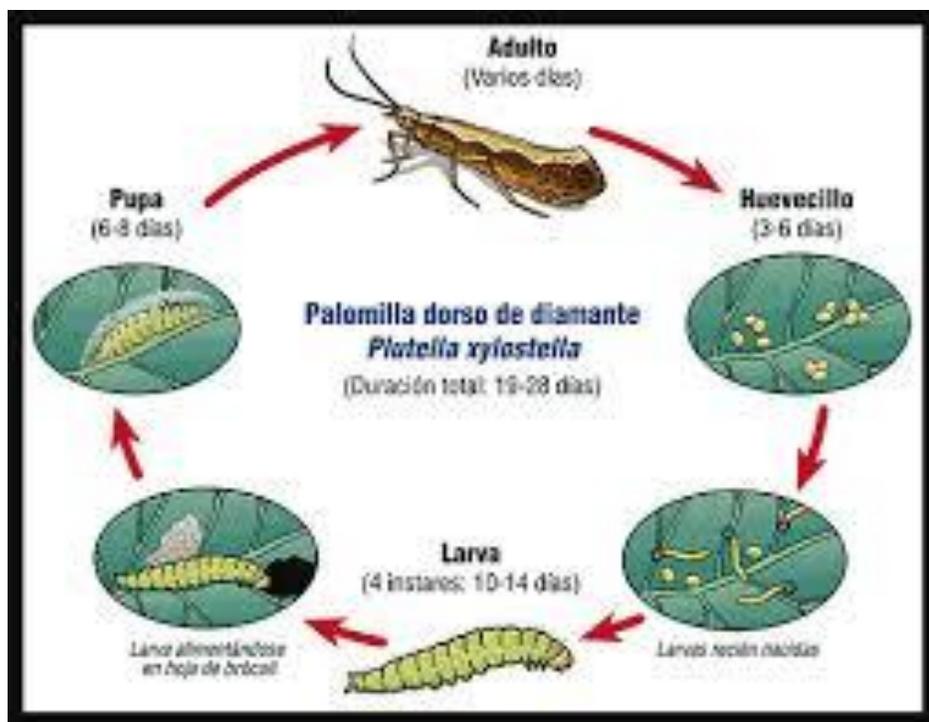


Figura 3.24 Ciclo biológico de (*Plutella xylostella*).

b. Larvas de (*Leptophobia aripa boinduva*)

Biología y ciclo de vida

Las larvas emergen de una masa de huevos anaranjados o amarillos que la mariposa hembra coloca en el envés de las hojas, los huevos duran de 4 días a 5 días, las larvas al emerger tienen un tamaño aproximado de 2 mm y a las semanas pueden llegar a medir hasta 40 mm, la larva es de color amarillo verdoso con muchas rayas azul-celestes sobre la parte dorsal y rayas amarillas transversales que parecen anillos, el estado de larva tarda aproximadamente 14 días a 18 días (Morales, 1995).

Daños

Las larvas se alimentan de las hojas exteriores, a menudo alineadas en grupos, pueden defoliar una planta joven cuando se encuentran en grandes poblaciones, el ciclo de vida es

de 25 días a 40 días, es una plaga esporádica capaz de causar severas defoliaciones, su ataque es más fuerte durante la época seca, causando rechazo del producto por las excreciones que deja (Díaz, 2005).

Las larvas son inicialmente gregarias, a menudo se alimentan una al lado de otra, luego se dispersan sobre la planta alimentándose principalmente en las hojas exteriores, esqueletizándolas antes de destruir la inflorescencia (Saunders, 1998).

c. Larvas de (*Trichoplusia ni*)

Biología y ciclo de vida

El adulto es una mariposa marrón grisáceo de unos 15 mm a 20 mm, con puntos de color plateado en la parte media de las alas anteriores, los huevos son verde claro, semiesféricos, y los pone individualmente o en grupos de 3 a 5, hacia el borde de las hojas.

Las larvas al eclosionar son verde manzana con bandas longitudinales blanquecinas y pueden alcanzar unos 30 mm a 40 mm, devoran las hojas haciendo huecos de bordes irregulares, las larvas son muy voraces, pudiendo defoliar rápidamente los cultivos, pupan en las hojas inferiores, tejiendo un capullo blanquecino, las larvas presentan tres pares de patas carnosas, abdominales y se desplazan arqueándose, presentan 4 a 7 estadios larvarios (Torre, 1990).

Daños

Morales (1995), indica que la larva se alimenta del follaje y acostumbra a introducirse en las inflorescencias ocasionando el rechazo del producto, las larvas son de foliadoras y perforadoras de las cabezas afectando la calidad al contaminarlas con los excrementos, las larvas pequeñas se alimentan en el envés del follaje y las más grandes consumen porciones irregulares del follaje, dejando solamente las nervaduras (Díaz, 2005).

d. Larvas de (*Spodoptera spp.*)

Biología y ciclo de vida

Las larvas de ésta especie varían de 1 mm a 35 mm de largo y generalmente son gris verdoso y a veces casi negro, es una plaga clave como masticador del tejido vegetal, las larvas eclosionan de huevos colocados en masas algodonosas de 50 individuos o más, al inicio las larvas son pequeña pero posteriormente pueden llegar a medir entre 3 cm a 4 cm, también actúan como cortadores, es decir, cortan las plántulas a nivel del suelo durante la noche, estos ataques son muy severos en áreas y períodos secos (Díaz, 2005).

Daños

La larva causa el rechazo al contaminar las cabezas de brócoli con su presencia y excremento, también actúan como cortadores, es decir, cortan las plántulas a nivel del suelo durante la noche, estos ataques son muy severos en áreas y períodos secos (Morales, 1995).

E. Eficacia

Según CIBA-GEIGY (1981), señala que para expresar el efecto de un tratamiento se utiliza el método porcentaje de eficacia, es decir si queremos establecer o determinar si un tratamiento es bueno para el control de alguna plaga en comparación a otro, para el cálculo de la eficacia se pueden utilizar la formula Abbott o Henderson-Tildon, esto dependerá de las condiciones de infestación la plaga antes de la aplicación de los tratamientos.

Si la infestación es homogénea antes del tratamiento, la fórmula de Henderson-Tildon no ofrece ninguna ventaja. Por el contrario, las fluctuaciones coincidentes de los conteos antes del tratamiento aumentan la desviación de los valores de eficacia y hacen más difícil la interpretación de los resultados.

Si además del normal error muestral hay diferencias reales de infestación entre varias parcelas, el procedimiento habitual (que ciertamente, no siempre es correcto) da por hecho que el efecto de un tratamiento es de por sí independiente de la infestación inicial; en otras palabras, un tratamiento tendrá la misma eficacia (90 % p.e.) independientemente de si la infestación es grave o leve. Bajo este supuesto, la fórmula de Henderson-Tildón corrige aritméticamente los diferentes valores iniciales de infestación sin separar los errores de muestreo de las auténticas diferencias de infestación.

a. Eficacia Herderson-Tildon

Esta fórmula se utilizará si la infestación de la plaga, antes de la aplicación no es uniforme en las parcelas a tratar.

Dónde:

Ta = Infestación antes del tratamiento.

Td = Infestación después del tratamiento.

Ca = Infestación del testigo antes del tratamiento.

Cd = Infestación del testigo después del tratamiento.

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(1 - \left(\frac{Ca}{Ta}\right) \times \left(\frac{Td}{Cd}\right)\right) \times 100$$

b. Eficacia Abbott

Esta fórmula se utilizará cuando la infestación de la plaga, antes de la aplicación sea uniforme en las parcelas a tratar.

Dónde:

Td = Infestación después del tratamiento.

Cd = Infestación del testigo después del tratamiento

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(1 - \left(\frac{Td}{Cd}\right)\right) \times 100$$

F. Fito toxicidad

La fito toxicidad es la capacidad de un compuesto (tal como un plaguicida) de provocar un daño temporal o permanente en la planta (COMIECO, 2004).

La fito toxicidad se registra de la siguiente manera, si el efecto puede ser contado o medido, puede expresarse en términos absolutos, en otros casos, pueden estimarse la frecuencia e intensidad del daño. Esto puede hacerse de dos maneras; cada parcela es cuantificada para fito toxicidad usando una escala que debe ser registrada, o cada parcela tratada es comparada con la no tratada y el porcentaje de fito toxicidad es estimado.

En todos los casos, los síntomas de daño deben ser descritos al detalle (enanismo, clorosis, deformaciones, etc.) (COMIECO, 2004).

G. Principios generales para la evaluación de la fito toxicidad

El consejo de ministros de integración economía de Centro América, (COMIECO) establece en su protocolo patrón que todos los ensayos de eficacia biológica de plaguicidas para uso agrícola debe contener una evaluación de fito toxicidad como elemento indispensable y esencial en su contenido (COMIECO, 2004).

H. Evaluación de la fito toxicidad

La evaluación de la fito toxicidad es un elemento esencial en la evaluación de eficacia biológica de un plaguicida. Los principios básicos de la evaluación de la fito toxicidad son el mismo para los diferentes tipos de plaguicidas. Las diferencias recaen no en el método de evaluación sino en el diseño experimental (COMIECO, 2004).

En la práctica, la evaluación de la fito toxicidad es relativamente sencilla, puesto que los efectos sobre las plantas son con frecuencia, inexistentes o raros. Sin embargo, si tales efectos son evidentes, estos deben ser cuidadosamente evaluados y registrados.

I. Síntomas de fito toxicidad

Los efectos de fito toxicidad pueden observarse en el cultivo, durante la emergencia, el crecimiento o puede ser expresada en la cosecha. Pueden ser temporales o prolongados.

Los síntomas pueden afectar a toda la planta o a parte de ella (raíces, tallos, hojas, flores, frutos) y deben ser cuidadosamente descritos (si es posible, es útil incluir fotografías) (COMIECO, 2004).

a. Modificaciones en el ciclo de desarrollo

Bajo este subtítulo se incluye cualquier inhibición o retraso en la emergencia de un cultivo, y toda la modificación fenológica, particularmente retrasos en la floración, fructificación, maduración, etc. o la no aparición de ciertos órganos (hojas, flores, frutos, yemas, etc.) (COMIECO, 2004).

b. Raleado

Pérdida de todas las plantas, por falla en la emergencia, o el crecimiento posterior al trasplante o por desaparición de la planta después de la emergencia (COMIECO, 2004).

c. Modificaciones en la coloración

Cuando ocurre la decoloración de parte de la planta o de toda la planta: clorosis, blanqueado, cambios en la intensidad del color (más claro o más oscuro), marrón y rojiza en tejidos vegetales no destruidos. La decoloración puede ser localizada (manchas internas o externas) (COMIECO, 2004).

d. Necrosis

Necrosis es la muerte localizada de tejidos u órganos, que generalmente se inicia con una decoloración. Eventualmente las manchas necrosis en las hojas pueden desaparecer dejando perforaciones (COMIECO, 2004).

e. Deformaciones

Este término incluye cualquier modificación morfológica de la planta o parte de ella, que se desvíe de la normal. Esto incluye el encrespamiento, enrollamiento, acaparamiento, elongación, cambio en el tamaño o volumen (esto último referido en términos de vigor). Efectos tales como el marchitamiento pueden ser incluidos bajo esta denominación (COMIECO, 2004).

f. Efectos sobre la cantidad y calidad en cosecha

Los efectos fito tóxicos pueden ser evidentes en el producto cosechado o como resultado de un análisis cualitativo y cuantitativo del rendimiento (COMIECO, 2004).

3.3.4 METODOLOGÍA

A. Material experimental

a. Exalt 6 SC (Spinetoram)

Controla larvas de lepidópteros, trips y minadores, presenta actividad por ingestión, contacto y tras laminar. Actúa sobre los receptores nicotínicos de la acetilcolina, excitando el sistema nervioso por alteraciones en la función nicotínica y los canales iónicos del GABA (Dow Agrosience, 2018).

b. Coragen 20 SC (Chlorantraniliprole)

Pertenece al grupo de insecticidas de las diamidas antranílicas, una clase de insecticidas con un novedoso modo de acción que actúa en los receptores de rianodina, también tiene actividad de contacto aunque es más eficaz a través de la ingestión del material tratado. Coragen SC actúa rápidamente sobre el insecto, ocasionando que paren de alimentarse, se paralicen y mueran en un período de 1 a 3 días (Dupont, 2018). Las aplicaciones deberán programarse en el momento más susceptible del insecto, típicamente huevo o larvas recién eclosionadas, antes de que las poblaciones alcancen niveles dañinos (Dupont,2018).

c. Belt 48 SC (Flubendiamide)

Penetra al interior de la hoja, dejando un reservorio de ingrediente activo en su cutícula, que le brinda resistencia al lavado por lluvias y larga residualidad, mientras otra parte del ingrediente activo viaja hacia el envés de la hoja, desarrollando su efecto de control tras laminar (Bayer 2017). Tiene una acción neuromuscular, con una excelente actividad contra larvas, actúa por ingestión en forma rápida, con una prolongada actividad residual, después de una aplicación de Belt, las larvas pierden el control de los músculos, cesando inmediatamente su alimentación, siendo inmovilizadas posteriormente. Se puede observar

control de las larvas a las 24 horas o 48 horas de la aplicación la larva se contrae a la mitad de su tamaño normal (Bayer 2017).

B. Materiales y equipo

- Bomba de mochila capacidad de 25 l.
- Boquilla de cono hueco.
- Guantes de látex (resistentes).
- Traje de protección.
- Lentes de protección.
- Jeringas de 3 ml, 5 ml y 10 ml.
- Cronometro.
- Insecticidas (productos).
- Probetas (500 ml y 1,000 ml).
- Papel tornasol o papel pH.
- Dosificador de 25 ml.
- Cubetas.

En el siguiente cuadro se presenta la descripción de cada uno de los tratamientos utilizados durante la evaluación de la eficacia biológica para el control de larvas.

Cuadro 3.16 Descripción de tratamientos evaluados, en Patzicia, Chimaltenango.

Tratamiento		Descripción	Dosis	Justificación
T-1	Testigo absoluto	Testigo absoluto	Sin aplicación	Sin aplicación
T-2	Chlorantraniliprole	Coragen 20 SC	0.2 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-3	Spinetoram	Exalt 6 SC	0.25 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-4	Flubendiamide	Belt 48 SC	0.075 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Panfleto)
T-5	Flubendiamide	Belt 48 SC	0.1 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)
T-6	Flubendiamide	Belt 48 SC	0.125 l/ha	Recomendación de casa formuladora (Dosis evaluadas en cultivos similares)

C. Descripción de la parcela de estudio

En el siguiente cuadro se puede observar la distribución de parcelas para cada producto evaluado en un diseño de bloques completos al azar.

Cuadro 3.17 Distribución espacial de tratamientos utilizados, en un diseño de bloques completos al azar.

T-5	T-2	T-1	T-3
T-1	T-5	T-4	T-5
T-4	T-6	T-6	T-2
T-6	T-3	T-2	T-4
T-2	T-1	T-3	T-6
T-3	T-4	T-5	T-1
BIV	BIII	BII	BI

El área de estudio se conformó por un total de seis tratamientos y cuatro repeticiones, ordenados en un diseño de bloques completos al azar, dispuestos en sentido contrario a la gradiente (pendiente), con 4 m de largo por unidad experimental y cuatro surcos a un distanciamiento de 0.55 m.

D. Factores a evaluar

- Se evaluaron seis tratamientos, en el cultivo de brócoli, para determinar la eficacia biológica de cada uno, para el control de larvas de (*Plutella xylostella*).
- Se determinó el grado de fito toxicidad en el cultivo, para cada uno de los tratamientos evaluados, en el control de (*Plutella xylostella*).

E. Variables de respuesta

a. Número de larvas por planta

Para el número de larvas por planta se contabilizó un total de diez plantas por unidad experimental, localizando la parte inferior (envés), de la hoja.

b. Porcentaje de daño foliar

En el siguiente cuadro se puede observar la escala de daño foliar utilizada para cuantificar el daño foliar registrado en la investigación.

Cuadro 3.18 Escala para determinar el grado de daño foliar.

Grado	Observación	Porcentaje (%)
0	Sin daño	0
1	Muy poco daño	>1 5 <
2	Poco daño	>6 10<
3	Daño aceptable	>11 15<
4	Daño común (advertencia)	>16 20<
5	Daño significativo	>21 25<
6	Daño fuerte	>26 30<
7	Daño fuerte (nivel de daño económico)	>31 40<
8	Daño muy fuerte	>41 50<
9	Daño ocasionando pérdida de la planta	>50

c. Grado de fito toxicidad

Para el muestreo de fito toxicidad se observaron diez plantas por unidad experimental, en donde se buscó de identificar síntomas de clorosis, quemaduras, amarilla miento en los márgenes de las hojas, comparando los síntomas hallados con la parcela del testigo absoluto, utilizando como guía la escala que se presenta a continuación.

Cuadro 3.19 Escala para determinar el grado de fito toxicidad.

Grado	Descripción	Categoría
1	Ausencia de síntomas	Sin daño
2	Síntomas leves pero claramente apreciables (amarilla miento en los bordes)	Daño muy leve
3	Síntomas muy leves amurallamientos y ligera quemadura en los bordes	Daño aun aceptable
4	Síntomas más fuertes (clorosis, quemadura), que no repercuten sobre la cosecha	El Daño generalmente no es aceptable
5	Fuerte clorosis y/o atrofobia, afectando la cosecha	Daño inaceptable
6	Daño creciente hasta la muerte de las hojas	Daño total del cultivo

Fuente: Bayer Croapsience, 2018.

F. Aplicación

La aplicación se realizó con una bomba de mochila Matavi de 16 l, con un volumen de agua como lo indico la calibración por tiempo (2 l por tratamiento). Se realizaron dos aplicaciones con un intervalo de 17 días entre cada una de ellas, siendo estas realizadas al follaje.

G. Muestreo

Larvas y Daño foliar

Para el muestreo de larvas se contabilizo el número de larvas presentes por planta tomando un total de 10 plantas por unidad experimental, para el daño foliar cuatro líneas guías por planta para estimar el grado daño.

Días posteriores a la primera aplicación	0	4	7	12	17
Días posteriores a la segunda aplicación	4	9	14	19	-----

3.3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Dinámica de la población insectil de larvas de (*Plutella xylostella*) en el cultivo de brócoli

En la siguiente figura se puede observar el comportamiento poblacional de las larvas de (*Plutella xylostella*) durante la investigación.

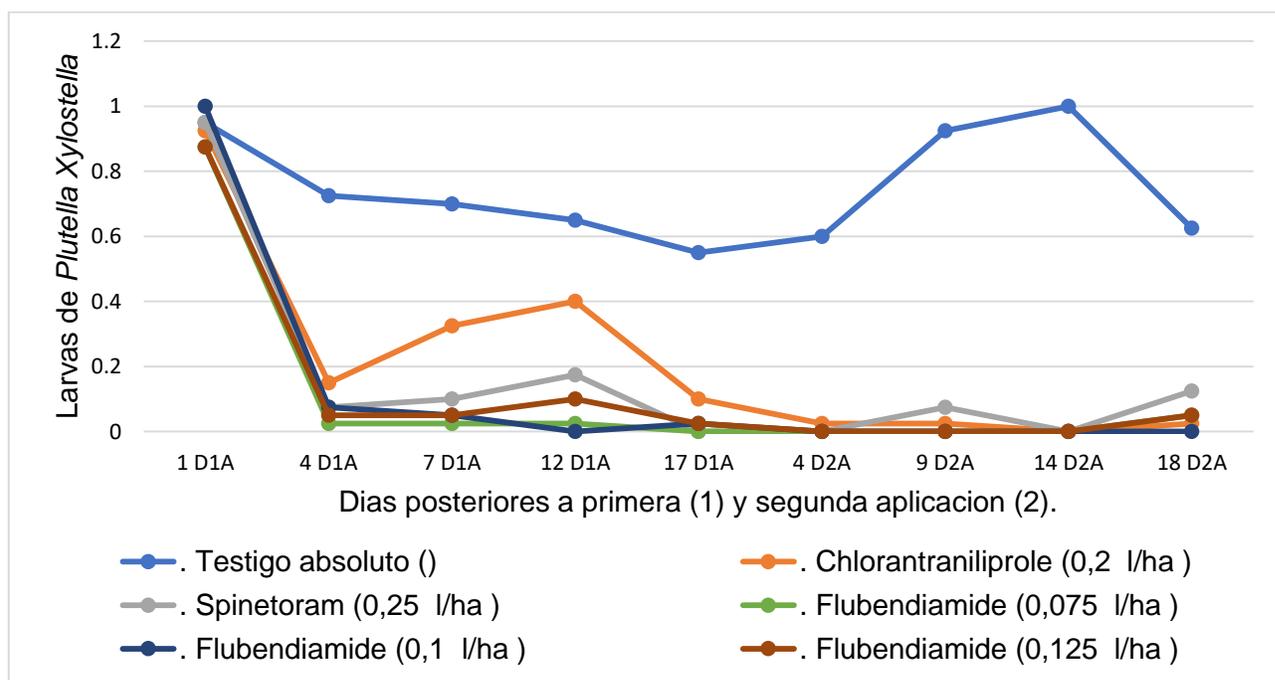


Figura 3.25 Progreso de la población de larvas vivas de (*Plutella xylostella*), por planta en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*).

Al analizar la figura anterior, se observa la dinámica poblacional de larvas por planta a través del tiempo, al momento de establecida la investigación se observa que el número promedio de larvas por planta era de una, registrándose los mayores números en el testigo absoluto a los 9 y 14 días posteriores a la segunda aplicación, llegando a valores de una larva por planta, al observar el número de larvas registradas posterior a la primera aplicación se observa que la cantidad de larvas disminuyó en todas las parcelas tratadas con productos alcanzando valores de cero a 0.2 larvas por planta, también se observa una diferencia entre la cantidad de larvas registradas en el testigo absoluto ya que esta siempre fue superior a

las registradas en las parcelas tratadas lo cual indica de manera general que existió control ocasionado por la aplicación de los productos.

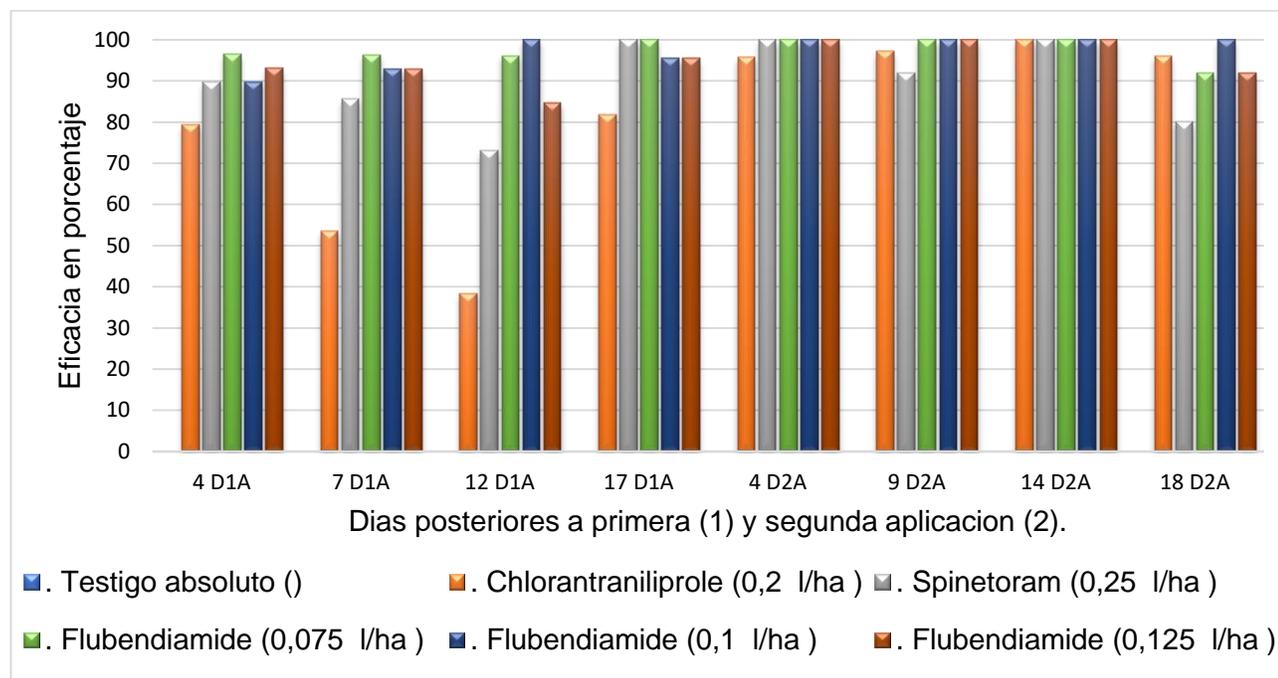


Figura 3.26 Prueba de eficacia Abbott para la población de larvas de (*Plutella xylostella*), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*).

En la figura anterior se pueden observar los resultados de la prueba de eficacia Abbott, para la primera y segunda aplicación, se observa que Flubendiamide 0.075 l/ha, Flubendiamide 0.1 l/ha, y Flubendiamide 0.125 l/ha, presentan las mayores eficacias, indicando un mejor y mayor control que los productos restantes, esto debido a que es un producto que actúa sobre la alimentación de la larva y de manera tras laminar, permitiendo tener una mejor cobertura durante la aplicación, a los siete días la eficacia de estos tres se mantiene, siendo Chlorantraniliprole 0.2 l/ha, el primer producto en disminuir considerablemente su eficacia de un 80 % a un 50 %, lo cual indica que es el primer producto que perdió el efecto de control sobre larvas, en comparación a los demás, al momento del cuarto muestreo a los 12 días su eficacia disminuye a un 40 %.

Al observar los datos de la figura de comportamiento poblacional de larvas, se observó que Flubendiamide en sus tres dosis y Spinetoram 0.25 l/ha, fueron los que menor número de

larvas presentaron lo cual se pudo ver reflejado en esta figura ya que son los productos que mayor eficacia presentaron.

Para la segunda aplicación Flubendiamide y Chlorantraniliprole 0.2 l/ha, mantuvieron una eficacia del 100 % hasta la finalización de la investigación, lo cual se vio reflejado en la figura de comportamiento poblacional observándose una densidad baja y nula de larvas en las plantas, lo cual indica fueron los mejores productos para el control de larvas.

B. Progreso de daño foliar causado por la población insectil de larvas de (*Plutella xylostella*) en el cultivo de brócoli

En la siguiente figura se puede observar el comportamiento del daño foliar ocasionado por la poblacional de las larvas durante la investigación.

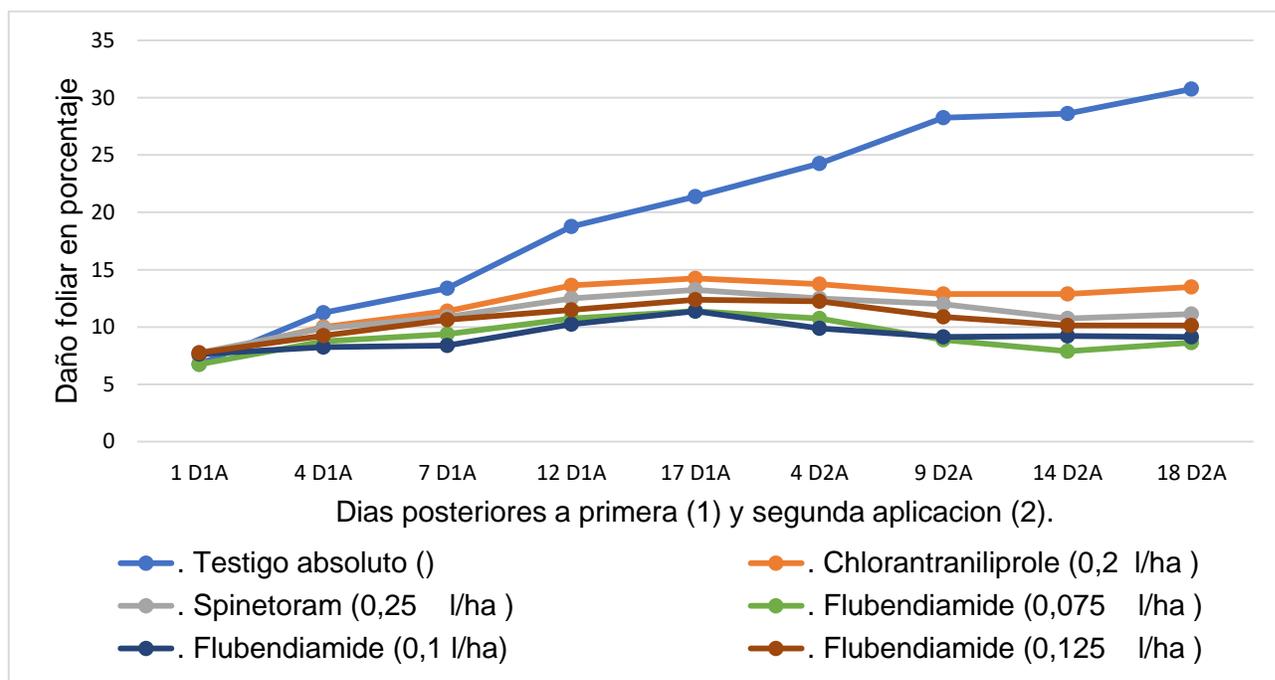


Figura 3.27 Progreso de daño foliar en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), por larvas vivas de (*Plutella xylostella*).

En el daño registrado a través del tiempo se observa al momento de establecida la investigación el daño promedio por planta era de 5 % a 10 % (muy poco daño), una vez

establecida la investigación se observa que en todas las parcelas el daño fue incrementándose de manera casi constante y al llegar al día 17 posterior a la primera aplicación este comportamiento continuo únicamente en el testigo absoluto, observándose que en todos los productos, Spinetoram 0.25 l/ha, Flubendiamide 0.075 l/ha, Flubendiamide 0.1 l/ha, Flubendiamide 0.125 l/ha, Chlorantraniliprole 0.2 l/ha, el daño aumento hasta finalizar en un 15 %, (daño aceptable).

Posteriormente se observa que sigue una tendencia descendente, esto debido a que como se observó en la figura de dinámica poblacional de larvas, a partir de este día el número de larvas se mantuvo bajo por lo que ya no se estaba generando daño y el que ya se había percibido anteriormente disminuyo debido al crecimiento de la planta.

Para el caso del testigo absoluto el daño fue en aumento considerable registrándose los mayores valores a partir del día nueve posterior a la segunda aplicación, debido a que como se observó en la figura de comportamiento poblacional corresponde a las densidades más altas de larvas registradas durante la investigación, el daño registrado al final de la investigación fue de 30 %, lo cual se considera como un daño fuerte en el testigo absoluto.

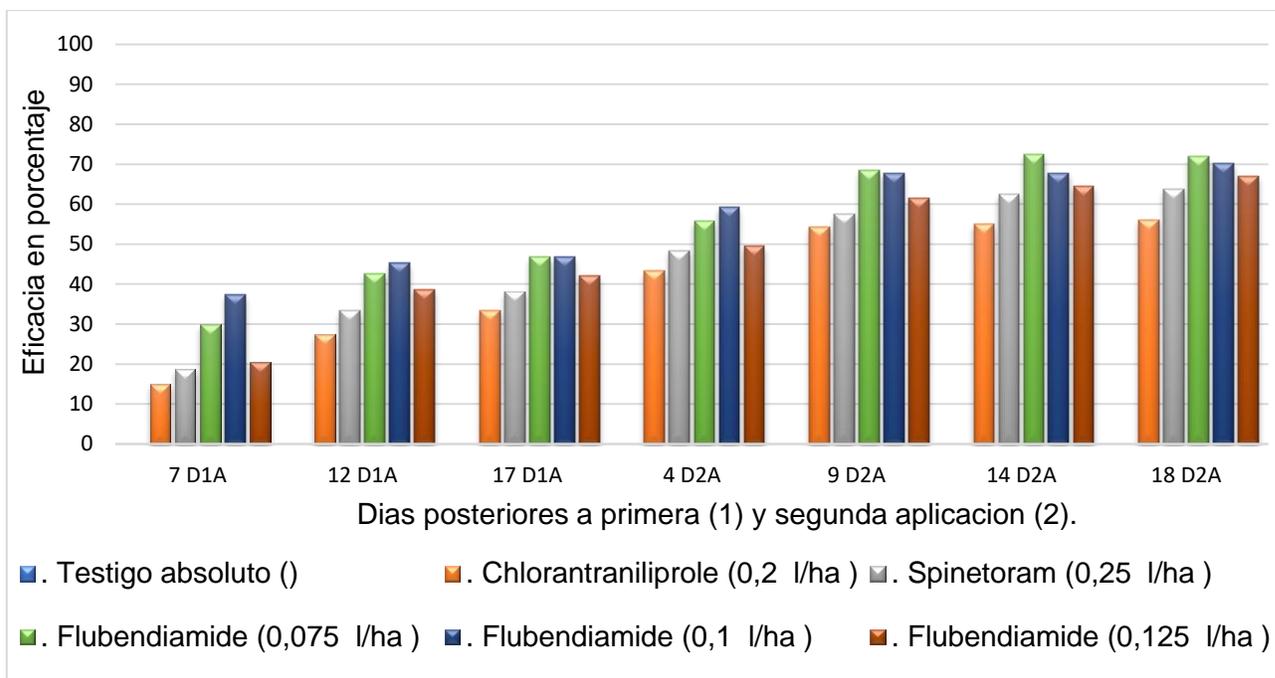


Figura 3.28 Prueba de eficacia Abbott para el daño foliar registrado en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), por larvas vivas de (*Plutella xylostella*).

En la figura anterior se observan los resultados para la prueba de eficacia Abbott de la variable daño foliar, todos los productos poseen una tendencia ascendente a partir de la primera aplicación lo cual se pudo comprobar en el análisis en la figura de comportamiento de daño foliar, ya que a partir del día nueve posterior a la segunda aplicación el daño disminuía y acá se puede observar un aumento de la eficacia para esas mismas fechas.

Los productos que mayor eficacia presentaron para el daño foliar fueron Flubendiamide 0.075 l/ha, y Flubendiamide 0.125 l/ha, esto debido a que una de las principales características de flubendiamide es cesar casi de manera inmediata la alimentación de las larvas, lo cual se observa desde el primer muestreo posterior a la primera aplicación ya que estos se diferencian en gran manera del resto.

C. Prueba de fito toxicidad en el cultivo de brócoli

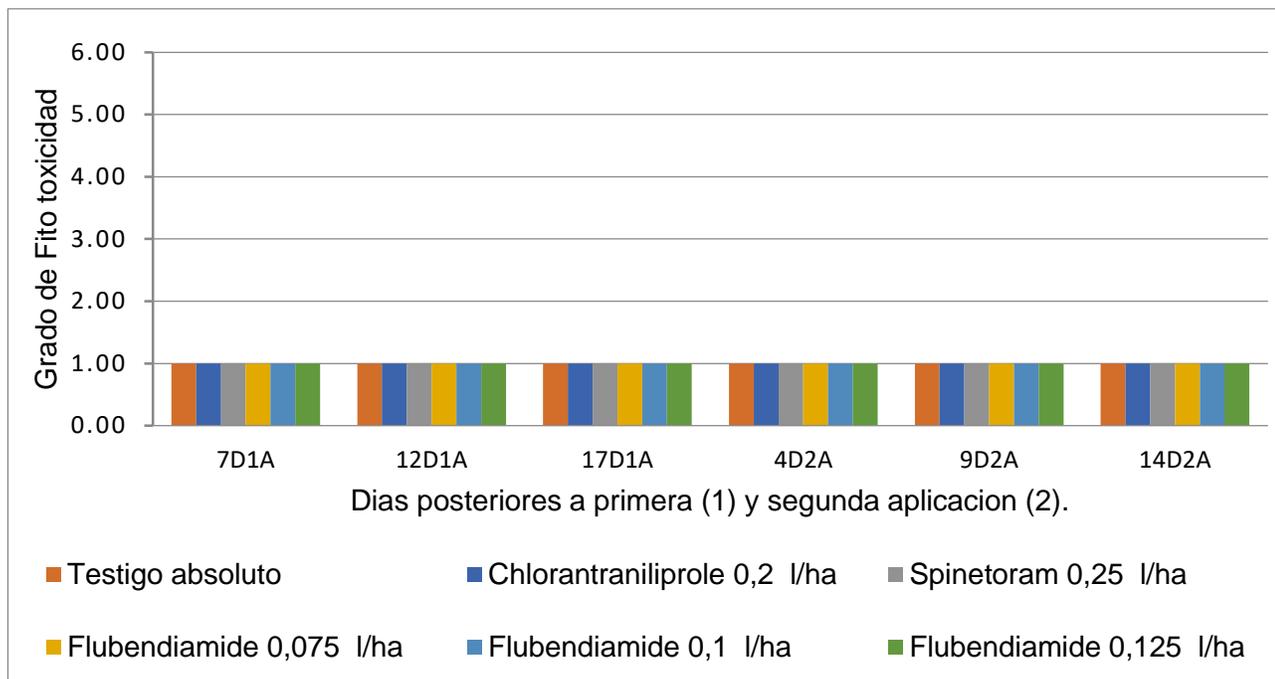


Figura 3.29 Prueba de toxicidad para los productos evaluados para el control de larvas de (*Plutella xylostella*), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*).

En la figura anterior se observan los resultados obtenidos para la prueba de toxicidad en el cultivo de brócoli, considerando un valor mínimo de 1 como ausencia de síntomas y un valor máximo de 6 como daño creciente hasta la muerte de la planta, ninguno de los productos evaluados presento síntomas visibles (amarilla miento, clorosis, quemadura) de fito toxicidad con el cultivo que pudieran presentar problemas no solo para el control de la plaga sino que también afectara el rendimiento del cultivo.

3.3.6 CONCLUSIONES

1. Las mayores densidades poblacionales de larvas de (*Plutella xylostella*) se observaron en el testigo absoluto a los 9 y 14 días posteriores a la segunda aplicación, los valores registrados fueron de una larva por planta, en las parcelas tratadas los valores más altos se registraron al momento de establecida la investigación con valores de una larva por planta, la mayor cantidad de daño foliar se registró en el testigo absoluto al finalizar la investigación 30 % (daño fuerte).
2. Para la primera aplicación los productos de Flubendiamide 0.075 l/ha, Flubendiamide 0.1 l/ha, y Flubendiamide 0.125 l/ha, presentaron las mayores eficacias, indicando un mejor y mayor control que los productos restantes para el control de larvas de (*Plutella xylostella*).
3. Considerando un valor mínimo de 1 como ausencia de síntomas y un valor máximo de 6 como daño creciente hasta la muerte de la planta, ninguno de los productos y dosis evaluadas presento síntomas visibles de fito toxicidad (amarilla miento, clorosis, quemadura) que se manifestaran en el cultivo y que pudieran presentar problemas no solo para el control de la plaga sino que también afectara el rendimiento del cultivo.

3.3.7 EVALUACIÓN

La empresa Bayer S, A. tiene como una de sus principales actividades, proporcionar insecticidas de alta calidad al agricultor para el control de plagas en los diferentes cultivos que a los cuales se dedican, para que esto pueda suceder los productos tienen que ser sometidos a una serie de análisis y pruebas que deben cumplir para que este pueda ser comercializado y generar una fuente de ingresos a la empresa.

El insecticida Flubendiamide demostró ser una excelente alternativa para ser utilizado en el control de larvas de lepidópteros, permitiendo ser utilizado como una herramienta preventiva y curativa en el manejo integrado de esta plaga, en diferentes cultivos.

Al analizar los datos obtenidos de los diferentes muestreos realizados durante la investigación, se observó que Flubendiamide en sus tres distintas dosis fue superior al resto de productos evaluados, presentando las menores densidades poblacionales alcanzando valores de cero larvas por planta, y el mayor número de días libre de plaga llegando a presentar de diez a doce días libre de larvas, además de ser compatible con una variedad de productos que se utilizan en la agricultura convencional, ninguna de las dosis evaluadas y aplicadas al cultivo de pepino mostro síntomas de toxicidad que afectaran el desarrollo y rendimiento de la planta

Cabe resaltar que debido al tipo de inflorescencia de la planta y que posee una hoja gruesa y grande en época de invierno es recomendable utilizar un adherente para que exista una mejor y mayor cobertura de la planta.

Este insecticida será una gran herramienta de control para las zonas productoras de Brócoli en la zona centro de Guatemala específicamente Chimaltenango, ya que es uno de los principales cultivos de la zona no solo por su valor nutricional si no también por la importancia económica para el Departamento, de igual manera para el pequeño agricultor ya que contarán con una nueva opción para alternar y controlar larvas de lepidópteros.

3.3.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, RG; Pereira, LS; Raes, D; Smith, M. 2006. Parte B: Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar. *In* Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia, FAO. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/pdf/009/x0490s/x0490s02.pdf>
2. Andalucía, España. 2014. Red de alerta e información fitosanitaria, protocolo de campo para el seguimiento del cultivo de pepino. España. Consultado 14 jun. 2018. Disponible en <http://www.juntadeandalucia.es/export/cdnmicrositios/documents/71753/92810/Pepino/913e46dd-1572-4409-8de7-7db57268fd25?version=1.0>
3. BIONICA. 2010. Guía técnica del cultivo de pepino. Bionica. Consultado 21 mayo 2018. Disponible en <http://www.bio-nica.info/biblioteca/pepino%20guia%20tecnica.pdf>
4. Capinera, JL. 2000. Melonworm, *Diaphania hyalinata* Linnaeus Insecta: Lepidoptera: Pyralidae, (en línea). Florida, U.S. University of Florida. 4 p. Consultado 8 mayo 2018. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN32000.pdf>
5. Casados Mérida, JC. 2005. Evaluación de cuatro periodos de cobertura, con una cubierta de polipropileno, para prevenir la virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller.), en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Bárcenas, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 128 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2172.pdf
6. CIBA–GEIGY, Suiza. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Suiza, Wener Puntener. 597 p.
7. COMIECO (Consejo de Ministerios de Economía de Centroamérica, Guatemala). 2004. Protocolo patrón para ensayos de eficacia biológica de plaguicidas de uso agrícola; resolución no.118-2004, anexo 5. Guatemala. 25 p.
8. Corea Solorzano, GA; Miranda Arrioliga, EM. 2007. Evaluación de dos variedades de brócoli (Pirata y Green F. sprouting calabrense) y tres dosis de fertilización (18-46-0) en la Comarca Mombachito, Camoapa, Boaco. Tesis Ing. Agr. Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 49 p. Consultado 21 jun. 2018. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/2727/1/tnf30c797.pdf>
9. Crop Science Bayer. 2017. Productos (en línea). Consultado 12 jun. 2018. Disponible en <https://www.bayercropscience-ca.com/Productos/Insecticidas.aspx>
10. Crop Science Bayer. 2017. Productos (en línea). Consultado 12 mar. 2018. Disponible en <https://www.bayercropscience-ca.com/Productos/Insecticidas.aspx>

11. Crop Science Bayer. 2017. Productos (en línea). Consultado 15 jun. 2018. Disponible en <https://www.bayercropscience-ca.com/Productos/Insecticidas.aspx>
12. Díaz Gularte, G. 2005. Manual técnico de producción comercial de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). Guatemala, AGEXPRONT. 42 p.
13. Dow Agrosience, 2018. Exalt insecticida, una herramienta clave en el manejo integrado de plagas. Consultado 20 mayo 2018. Disponible en <http://producecambio.com/home/guatemala/exal>
14. Dow Agrosience. 2018. Target insecticida, una herramienta clave en el manejo integrado de plagas. Consultado 20 abr. 2018. Disponible en <http://producecambio.com/home/guatemala/target>
15. DROKASA s.f. Ficha técnica, productos inhibidores, Takumi 20 wg, flubendiamide. Consultado 19 mayo 2018. Disponible en <http://studylib.es/doc/3612591/ficha-tecnica-takumi>
16. Dubón, R. 2006. Principales plagas del cultivo del melón y sus enemigos naturales: en el valle de La Fragua, Zacapa, Guatemala. (en línea) Consultado el 19 mayo 2018. Disponible en <https://martinurbina.files.wordpress.com/2011/08/melon-plagas.pdf>
17. DUPONT. 2018. Productos DUPONT (en línea). Consultado 20 abr. 2018. Disponible en http://www.dupont.co/content/dam/dupont/products-and-services/crop-protection/documents/es_co/Etiqueta_Preza.pdf
18. DUPONT. 2018. Productos DUPONT (en línea). Consultado 20 mayo 2018. Disponible en http://www.dupont.co/content/dam/dupont/products-and-services/crop-protection/documents/es_co/CORAGEN_FT_CO.pdf
19. Galdámez Portillo, JR. 2015. Evaluación del clorantraniliprol aplicado vía riego por goteo para el control de larvas de *Diaphania spp.* En melón, estanzuela, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 70 p. Disponible en <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/09/Galdamez-Josue.pdf>
20. Gómez, C. 1994. Hormonas vegetales. Madrid, España, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 386 p.
21. Gonzales Celada, EG. 2102. Evaluación de eficacia de ingredientes activos para el control de plagas artrópodos en cultivos hortícolas del altiplano central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 193 p. Consultado 21 jun. 2018. Disponible en http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2764.pdf

22. Guadalupe, MG. 2004. Efecto de N, P, K, Ca y Mg en etapas iniciales de crecimiento de calabaza (*Cucurbita pepo*), chile (*Capsicum annum*), melón (*Cucumis melo*), pepino (*Cucumis sativus*) y sandía (*Citrullus lannatus*). Tesis Ing. Agr. Guadalajara, México, Universidad de Guadalajara. Consultado 18 mayo 2018. Disponible en http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2335/Mata_Garcia_Maria_Guadalupe.pdf?sequence=1ninfo/biblioteca/pepino%20guia%20tecnica.pdf
23. Hilje, L. 1996. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 133 p. (Serie Materiales y Libros de Enseñanza no. 37).
24. Ibañez Ruano, EE; Paiz García, JE; Aguilar Mejía S. 2002. Manejo del hábito de crecimiento del pepino (*Cucumis sativus L.*), y su efecto en la preferencia hospedera de *Diaphania* spp. (Lepidóptera: Pyralidae: Pyraustynae). (en línea) Tesis PDh. Ingeniería. El Salvador, Universidad de El Salvador. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1606/1/13100870.pdf>
25. Infoagro, España 2009. Cultivo del pepino (en línea). España. Consultado 16 mayo 2018. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>
26. Infoagro, España. s.f. Guía práctica para la producción profesional e intensiva del pepino, hortaliza de la familia de las cucurbitáceas; produccion de pepino parte dos, virus de las venas amarillas del pepino (cucumber vein yellowing virus), Consultado 14 jun. 2018. Disponible en http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepino_parte_ii_.asp
27. InfoAgronomo, España. 2017. Ciclo biológico de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) (en línea). España. Consultado 15 mayo 2018. Disponible en <https://www.facebook.com/infoagronomo/photos/a.1015591808572941/1070010596464395/?type=3&theater>
28. Latorre, BA; Vaugham, H; Aguilar, PG.1990. Plagas de las hortalizas: Manual de manejo integrado. Chile, FAO. 350 p.
29. Montenegro, E. 2013. Manejo integrado de plagas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) (comunicación personal). Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala, Popoyán, Departamento de Capacitación.
30. Morales, R. 1995. Manejo integrado de plagas en brócoli. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 40 p.
31. Palmieri, M, 1998. Identificación y monitoreo de mosca blanca y geminivirus en Guatemala. The IPM CRSP. Consultado 20 mar. 2018. Disponible en <http://www.ag.vt.edu/ipmcrsp/meetings/guatemalaresearch/guatre2/varia08.htm>

32. Pérez Trujillo, JC. 2010. Trabajo de graduación realizado en tomate bajo condiciones de invernadero, en la unidad productiva San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 113 p. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7188/1/T-02835.pdf>
33. PROMOSTA (Proyecto de Modernización de los Servicios de Transferencia de Tecnología Agrícola, El Salvador); DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, El Salvador). 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales: el cultivo de pepino *Cucumis sativus* (en línea). p. 2-8. Consultado 15 mayo 2018. Disponible en <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2286/pepino.pdf>
34. Rodezno Rodríguez, DM; Rodríguez Flores, OR. 2007. Incidencia y parasitoidismo de *Diaphania spp.* (Lepidoptera: Pyralidae) en *Cucumis melo*, *Cucumis sativus* y *Cucurbita argyrosperma*, Santa Adelaida, Estelí (en línea). Tesis Ing. Agr. Nicaragua, Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda. 84 p. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Rodezno2007TesisDiaphania.pdf>
35. Rodríguez, S. 2006. Sistematización de las experiencias de los programas fitosanitarios en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) de exportación en Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2284.pdf
36. Saunders, JL; Coto, DT; King, A. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 305 p. Consultado 11 mayo 2018. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3346>
37. Seipasa. 2015. La mosca blanca en el calabacín, pepino, melón y sandía. Consultado 14 jun. 2018. Disponible en: <https://www.seipasa.com/es/blog/mosca-blanca-virus-nueva-delhi-tomate/>
38. Trabanino, R. 1997. Guía para el manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, "El Zamorano". 156 p. Consultado 12 mayo 2018. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4004/1/01.pdf>
39. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. 1995. La mosca blanca *Bemisia tabaci* Gen. características y métodos de control. Ed. por Calderón Bran L. Guatemala. 71 p.

3.3.9 ANEXOS



Figura 3.30A Conteo de adultos vivos en hojas de pepino.

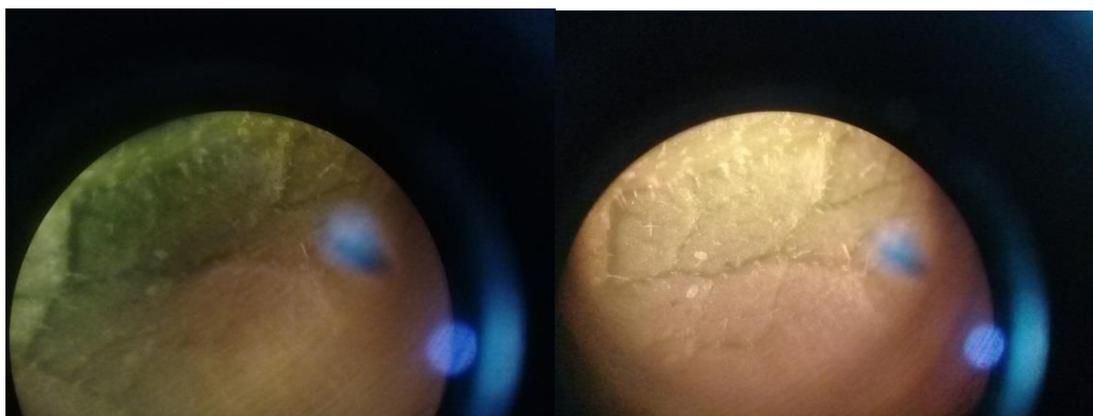


Figura 3.31A Conteo de huevos y ninfas de mosca blanca.



Figura 3.32 Presencia de larvas de (*Diaphania nitidalis*) en el cultivo de pepino.



Figura 3.33 Presencia de larvas de (*Diphania hyalinata*) en el cultivo de pepino.



Figura 3.34 Presencia de daño foliar por larvas de (*Dipahnia spp*), en el cultivo de pepino.



Figura 3.35 Selección y delimitación de las parcelas de estudio de Brocoli (*Brassica oleracea*).



Figura 3.36 Monitoreo de larvas de lepidópteros para establecimiento de la investigación en brocoli (*Brassica oleracea*).



Figura 3.37 Monitoreo de daño foliar por larvas de lepidopteros para establecimiento de la investigación en brocoli (*Brassica oleracea*).



Figura 3.38 Presencia de larvas en cabezas de brócoli, al momento de cosecha



Figura 3.39 Representación gráfica de daño foliar por larvas de lepidópteros en brocoli (*Brassica oleracea*), (a) daño fuerte, (b) daño significativo, (c) daño común, (d) poco daño (e) daño aceptable (f) Muy poco daño.

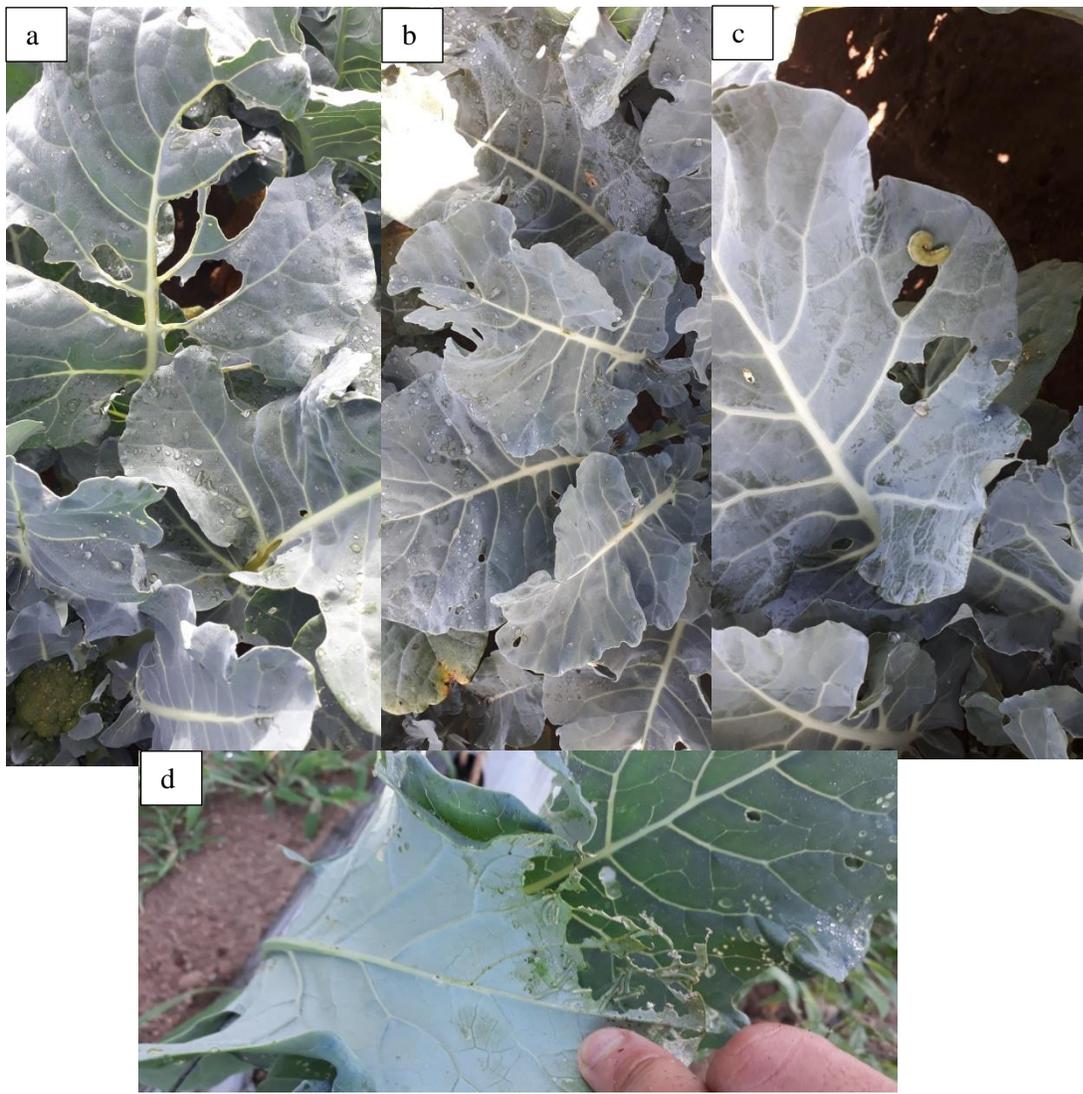


Figura 3.40 Daño foliar por larvas de lepidópteros en brocoli (*Brassica oleracea*), en los distintos productos, Testigo (a), Spinetoram, (b) Flubendiamide, (c) Chlorantraniliprole (d).



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA –FAUSAC–
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES –IIA–



REF. Sem. 45/2019

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL FLUBENDIAMIDE, PARA EL CONTROL DEL GUSANO SOLDADO (*Spodoptera exigua*), EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.”

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE:

VICTOR LEONEL
CAZALI ALONZO

CARNE:

201400577

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
Ing. Agr. Alvaro Hernández
Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

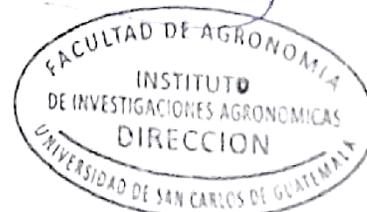
Ing. Agr. Álvaro Hernández
ASESOR ESPECÍFICO

Alvaro Gustavo Hernández Dávila
Ingeniero Agrónomo M. Sc.
Colegiado 602

Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez
DOCENTE ASESOR EPS

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA

WNR/nm
c.c. Archivo





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA, SUBAREA DE EPS

Ref. 2-133-2020

Guatemala, 18 de septiembre de 2020

ING. AGR. WALDEMAR NUFIO
DECANO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

LICDA. ASTRID TOJIN
SECRETARIA DE DECANATURA

Por este medio me permito enviar el documento integrado del estudiante Victor Leonel Cazali Alonzo, carné estudiantil 2014 00577 de la carrera de Sistemas de Producción Agrícola, quien realizó su EPS en BAYER S. A. en el municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa.

A criterio de esta coordinación dicho documento está con la calidad necesaria para trasladarlo a la Decanatura para la revisión final previo a recibir el Imprimase final.

Sin otro particular es grato suscribirme de usted,

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



ING. AGR. M. A. PEDRO PELÁEZ REYES
Coordinador Área Integrada – EPSA

cc.archivo
PPR/azud

No. 28-2020

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL FLUBENDIAMIDE, PARA EL CONTROL DEL GUSANO SOLDADO (*Spodoptera exigua*), EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN CHIQUIMULLA, SANTA ROSA, GUATEMALA. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN BAYER S.A, GUATEMALA, C. A."

Estudiante: **Victor Leonel Cazali Alonzo**

Carné: 201400577

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

