

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

DETERMINACIÓN DE LA OCURRENCIA DE ENEMIGOS  
NATURALES (PARASITOIDES) NATIVOS DE LA PALOMILLA  
DORSO DE DIAMANTE, *Plutella xylostella* L, EN EL CULTIVO DE  
REPOLLO, *Brassica oleracea* var. *capitata*, EN BOQUETE,  
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

POR

FRANCISCO ANTONIO PERALTA NUÑEZ.

4-763-416

YABELYS DEL CARMEN SANTAMARIA OTERO.

4-772-521

DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ  
2016

DETERMINACIÓN DE LA OCURRENCIA DE ENEMIGOS  
NATURALES (PARASITOIDES) NATIVOS DE LA PALOMILLA  
DORSO DE DIAMANTE, *Plutella xylostella* L., EN EL CULTIVO DE  
REPOLLO, *Brassica oleracea* var. *capitata*, EN BOQUETE,  
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS  
TROPICALES

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O  
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

JAVIER ALMILLÁTEGUI C., M.Sc.

---

Director

JOSÉ CARLOS URETA R. M.Sc.

---

Asesor

JUAN BERNAL V., Ph. D

---

Asesor

DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ  
2016

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecemos a Dios, nuestro Padre Celestial, por la sabiduría y la fortaleza brindada, las que nos permitieron culminar exitosamente este trabajo de grado.

Agradecemos a nuestro director de tesis, Ing. *Javier Almillategui*, por la oportunidad, confianza, dedicación y ayuda en la realización de esta investigación. De igual manera agradecemos a nuestros asesores, Ing. *José C. Ureta* y Dr. *Juan Bernal*, por la asistencia, apoyo y orientación en dicha investigación.

Agradecemos a nuestros padres y familiares por la motivación, lucha por nuestro bienestar, progreso y desarrollo profesional.

A todos los productores y ciudadanos del distrito de Boquete, quienes nos permitieron realizar los muestreos necesarios en sus fincas y hogares para culminar satisfactoriamente el proceso investigativo de campo.

Y por último, agradecemos a nuestra Universidad por la colaboración brindada en todas las etapas de esta investigación, a todas aquellas personas, amigos y compañeros que contribuyeron para la realización de dicho trabajo de grado.

*Francisco Peralta & Yabelys Santamaría*

## DEDICATORIAS

Hoy al culminar mis estudios universitarios, dedico este esfuerzo a los seres más importantes en mi vida. Principalmente a *DIOS* por ser mi guía espiritual y darme la bendición de culminar una meta más. Seguidamente, dedico esta tesis a mis padres *ESTELA NUÑEZ & JESÚS PERALTA* quienes me dieron la vida, educación y apoyo. De la misma manera, agradezco a mis hermanos: *ILIANA PERALTA & ESTEBAN PERALTA* y a mi abuelo *FRANCISCO PERALTA* por su ayuda incondicional durante toda mi vida.

*Francisco Antonio Peralta N.*

## DEDICATORIAS

Dedico primeramente a *DIOS TODOPODEROSO*, quien me ha permitido la bendición de alcanzar una meta más en mi vida y por ser mi sustento espiritual.

En segundo lugar, a mis padres: *JOSÉ ANGEL SANTAMARÍA & MARÍA EUGENIA OTERO*, por darme la vida, velar por mi bienestar y educación durante todos estos años, así como también por sus esfuerzos constantes para que lograra alcanzar la culminación de mis estudios y el título en Ingeniería Agronómica en Cultivos Tropicales, a ellos se la dedico con todo amor y agradecimiento.

*Yabelys Del C. Santamaría O.*

## RESUMEN

PERALTA, F. & Y, SANTAMARÍA. 2016. Determinación de la ocurrencia de enemigos naturales (parasitoides) nativos de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* L., en el cultivo de repollo, *Brassica oleracea* var. *capitata*, en Boquete, provincia de Chiriquí, República de Panamá. Tesis. Ingeniería Agronómica en Cultivos Tropicales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

La determinación de la ocurrencia de enemigos naturales en el cultivo de repollo en el distrito de Boquete, se realizó mediante el muestreo de 14 puntos de colectas distribuido en diferentes localidades del distrito de Boquete: Los Naranjos, Alto Boquete, Alto Quiel, El Salto, Alto Lino, etc. durante la estación lluviosa del año 2014 y la estación seca del año 2015. Obteniendo como resultados del muestreo de la estación lluviosa 101 pupas, de las cuales emergieron 50 adultos de *Plutella xylostella*; pero no hubo la ocurrencia de ningún parasitoide en dicho periodo. Mientras que, en la estación seca se obtuvo 848 pupas, de las cuales eclosionaron 490 adultos de *Plutella xylostella* y 175 especímenes del parasitoide *Diadegma insulare*, perteneciente al Orden Himenóptera: *Ichneumonidae*. Determinando la ocurrencia del parasitoide *D. insulare* como biocontrolador de *P. xylostella* en el distrito de Boquete.

Palabras claves: muestreo de parasitoides, repollo, biocontrol, *Plutella xylostella*, *Diadegma insulare*.

## ABSTRACT

PERALTA, F. & Y, SANTAMARÍA. 2016. Determination of the occurrence of native natural enemies (parasitoids) to the Diamondback moth, *Plutella xylostella* L., in cabbage crops, *Brassica oleracea* var. *capitata*, at Boquete, province of Chiriquí, Republic of Panama. Thesis. Agronomic Engineering in Tropical Crops. Faculty of Agricultural Sciences, University of Panama.

The determination of the occurrence of natural enemies in cabbage crops in the district of Boquete was held by sampling 14 points of collections distributed in different locations of the district of Boquete as follow Los Naranjos, El Salto, Alto Boquete, Alto Quiel, Alto Lino, etc. during the rainy season of the year 2014 and the dry season of the year 2015. From the samplings of the rainy season there were obtained 101 pupae, of which emerged 50 adults of *Plutella xylostella*; but there was not any occurrence of a parasitoid in this period. While in the dry season were detected 848 pupae, from which hatched 490 adults of *Plutella xylostella* and 175 specimens of the parasitoid *Diadegma insulare*, belonging to the order Hymenoptera: *Ichneumonidae*. Determining the occurrence of the parasitoid *D. insulare* as a biocontrol of *P. xylostella* in the district of Boquete.

Key words: sampling of parasitoids, cabbage, biocontrol, *Plutella xylostella*, *Diadegma insulare*.

## INDICE DE CONTENIDO

No.	DESCRIPCIÓN	PÁGINAS
	PORTADA	i
	PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
	AGRADECIMIENTOS	iii
	DEDICATORIAS	iv
	RESUMEN	vi
	ABSTRACT	vii
	INDICE DE CONTENIDO	viii
	INDICE DE CUADROS	xii
	INDICE DE FIGURAS	xv
<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1	Planteamiento del problema a investigar	3
1.2	Antecedentes	4
1.3	Justificación	5
1.4	Objetivos	6
1.4.1	Objetivo general	6
1.4.2	Objetivos específicos	6
1.5	Hipótesis	6
1.6	Alcances y limitaciones del estudio	7

II	REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1	Situación del cultivo de repollo en Panamá	8
2.2	Biología de <i>Plutella xylostella</i> (L.)	11
2.2.1	Estado de Huevo	12
2.2.2	Larva	13
2.2.3	Pupa	16
2.2.4	Adulto	17
2.3	Caracterización del daño generado por <i>P. xylostella</i>	20
2.4	¿Por qué <i>Plutella xylostella</i> es considerada una plaga seria?	23
2.5	Principios de control para <i>Plutella xylostella</i>	25
2.5.1	Prácticas agronómicas	26
2.5.2	Control químico	27
2.5.3	Control biológico	29
2.6	Biología de los parasitoides de <i>Plutella xylostella</i>	31
2.6.1	2.6.1. <i>Cotesia plutellae</i> (Kurdjumov) (Hymenoptera: Braconidae)	31
2.6.2	<i>Diadegma semiclausum</i> (Hellén) (Hymenoptera: Ichneumonidae)	32
2.6.3	<i>Oomyzus sokolowskii</i> (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae)	34

2.6.4	<i>Microplitis plutellae</i> (Muesebeck)	36
	(Hymenoptera: Braconidae)	
2.6.5	<i>Diadromus collaris</i> (Gravenhorst)	36
	(Hymenoptera: Ichneumonidae)	
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>38</b>
3.1	Metodología	38
3.1.1	Ubicación geográfica del estudio	38
3.1.2	Recuperación de larvas de <i>P. xylostella</i> parasitada	43
3.1.2.1	Primera Metodología: Uso de plantas de repollo desarrolladas en el invernadero	43
A.	Primer objetivo para el desarrollo de plantas de repollo	43
B.	Segundo objetivo para el desarrollo de plantas de repollo bajo condiciones de invernadero	48
3.1.2.2	Segunda metodología: Colecta directa de plantas de repollo en parcelas comerciales de productores	48

<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>56</b>
4.1	Ocurrencia de <i>Plutella xylostella</i> en la época de invierno	56
4.2	Ocurrencia de <i>Plutella xylostella</i> en la época de verano	64
4.3	Determinación del parasitoide <i>Diadegma insulare</i>	71
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>78</b>
<b>VII</b>	<b>REFERENCIAS CITADAS</b>	<b>80</b>

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
I	DATOS DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE REPOLLO EN PANAMÁ, DÉCADA DE 1992-1998.	9
II	ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE REPOLLO EN PANAMÁ, DÉCADA DE 2002-2014.	10
III	NÚMERO DE ADULTOS DE <i>PLUTELLA XYLOSTELLA</i> CAPTURADOS EN CINCO TRAMPA DE AGUA CEBADAS CON FEROMONA EN DOS MUNICIPIOS PRODUCTORES DE REPOLLO DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO.	21
IV	PUNTOS GEO-REFERENCIADOS ESCOGIDOS PARA EL MUESTREO DE LARVAS DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (DBM), EN EL DISTRITO DE BOQUETE, DURANTE LA ESTACIÓN LLUVIOSA.	39
V	GEORREFERENCIACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE ENEMIGOS NATURALES DE LA	42

PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE, EN EL DISTRITO DE BOQUETE, DURANTE LA ESTACIÓN SECA.

- |             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>VI</b>   | DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN DE <i>PLUTELLA XYLOSTELLA</i> Y PARASITOIDES DURANTE LA ESTACIÓN LLUVIOSA EN EL DISTRITO DE BOQUETE.    | <b>57</b> |
| <b>VII</b>  | TOTAL DE LA POBLACIÓN MUESTREADA DE <i>PLUTELLA XYLOSTELLA</i> Y PARASITOIDES DURANTE LA ESTACIÓN LLUVIOSA EN EL DISTRITO DE BOQUETE. | <b>58</b> |
| <b>VIII</b> | PRECIPITACIÓN ANUAL DURANTE EL AÑO 2014 EN EL DISTRITO DE BOQUETE.  | <b>60</b> |
| <b>IX</b>   | TEMPERATURA ANUAL DURANTE EL AÑO 2014 EN EL DISTRITO DE BOQUETE.  | <b>62</b> |
| <b>X</b>    | DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN DE <i>PLUTELLA XYLOSTELLA</i> Y PARASITOIDES DURANTE LA ESTACIÓN SECA EN EL DISTRITO DE BOQUETE.        | <b>65</b> |

<b>XI</b>	TOTAL DE LA POBLACIÓN MUESTREADA DE <i>PLUTELLA XYLOSTELLA</i> Y PARASITOIDES DURANTE LA ESTACIÓN SECA EN EL DISTRITO DE BOQUETE.	<b>66</b>
<b>XII</b>	PRECIPITACIÓN ANUAL DURANTE EL AÑO 2015 EN EL DISTRITO DE BOQUETE.	<b>67</b>
<b>XIII</b>	TEMPERATURA ANUAL DURANTE EL AÑO 2015 EN EL DISTRITO DE BOQUETE.	<b>69</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1</b>	Huevos de <i>Plutella xylostella</i> .	<b>13</b>
<b>2</b>	Larva de la palomilla dorso de diamante, <i>Plutella xylostella</i> .	<b>14</b>
<b>3</b>	Lesiones causadas por las larvas de <i>Plutella xylostella</i> , a una planta de repollo.	<b>15</b>
<b>4</b>	Pupas de la palomilla dorso de diamante, <i>Plutella xylostella</i> .	<b>16</b>
<b>5</b>	Adulto de <i>Plutella xylostella</i> sobre repollo.	<b>18</b>
<b>6</b>	Adulto de <i>Plutella xylostella</i> con las alas extendidas.	<b>19</b>
<b>7</b>	Vista panorámica de la ruta muestreada en la estación lluviosa.	<b>40</b>
<b>8</b>	Vista panorámica de la ruta muestreo en la estación seca.	<b>41</b>
<b>9</b>	Invernadero del departamento de protección vegetal, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la	<b>44</b>

Universidad de Panamá, ubicado a 40 msnm, en el corregimiento de Chiriquí.

- |           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>10</b> | Plantas de repollo producidas en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en el corregimiento de Chiriquí.                                  | <b>45</b> |
| <b>11</b> | Plantas de repollo en potes que fueron colocadas en campo para que sean infestadas con la DBM.  | <b>46</b> |
| <b>12</b> | Revisión minuciosa plantas desarrolladas en el invernadero y dejadas en campo para su infestación por la <i>Plutella xylostella</i> .                       | <b>47</b> |
| <b>13</b> | Recolección directa en campo de plantas de repollo con signos de afecciones por la larva de la <i>Plutella xylostella</i> .                                 | <b>49</b> |
| <b>14</b> | Revisión minuciosa de cabezas de repollo colectadas directamente en campo para la recuperación de larvas de <i>Plutella xylostella</i> .                    | <b>50</b> |
| <b>15</b> | Introducción de potes con plantas de repollo desarrolladas en el invernadero sobre las cuales se han transferido las larvas de <i>Plutella xylostella</i> . | <b>51</b> |

<b>16</b>	Colocación de pupas en frascos de vidrio de 4 oz. De capacidad, con tapa roscada y ventana de ventilación cubierta con malla agronet.	<b>52</b>
<b>17</b>	Obtención de especímenes de <i>Plutella xylostella</i> y/o parasitoides de esta plaga en jaulas de recuperación.	<b>53</b>
<b>18</b>	Preservación de cocones en frascos de vidrio para su posterior verificación.	<b>54</b>
<b>19</b>	Representación gráfica de la precipitación durante el año 2014 en el distrito de Boquete.	<b>61</b>
<b>20</b>	Representación gráfica de la temperatura durante el año 2014 en el distrito de Boquete.	<b>63</b>
<b>21</b>	Representación gráfica de la precipitación durante el año 2015 en el distrito de Boquete.	<b>68</b>
<b>22</b>	Representación gráfica de la temperatura durante el año 2015 en el distrito de Boquete.	<b>70</b>
<b>23</b>	Adulto de <i>Diadegma insulare</i> recuperado a partir de larvas parasitadas naturalmente en campo.	<b>72</b>
<b>24</b>	Adulto hembra de la micro-avispa <i>Diadegma insulare</i> parasitoide del ii y iii instar larvario de <i>Plutella</i>	<b>73</b>

*xylostella*.

<b>25</b>	Adulto macho de la micro-avispa <i>Diadegma insulare</i> .	<b>73</b>
<b>26</b>	Larva de <i>Plutella xylostella</i> Linnaeus parasitada por <i>D. insulare</i> (Cresson).	<b>74</b>
<b>27</b>	Pupa de <i>Diadegma insulare</i> .	<b>75</b>
<b>28</b>	Adultos de <i>Diadegma insulare</i> recuperados.	<b>75</b>

## I. INTRODUCCIÓN

Las tierras altas de la provincia de Chiriquí producen tradicionalmente el 90 por ciento del repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), cultivado en la República de Panamá. Producto de las condiciones agroclimáticas imperantes en esta región, la planta de repollo puede alcanzar calidad y rendimientos aceptables. Los repollos están disponibles en varias tonalidades que van desde el verde, al rojo o púrpura; de éstos, el repollo verde se produce en mayor cantidad.

Dentro de las labores hortícolas realizadas por los productores en estas zonas geográficas de la provincia de Chiriquí, el cultivo de repollo es desarrollado a través de los 12 meses del año (REDCAHOR, 1999), como un cultivo secundario debido a que los cultivos de corto período de desarrollo como éste permiten mantener la mano de obra ocupada sin lapsos de carencia, evitando a su vez que se den deserciones o migraciones, y a la vez se generen ingresos adicionales entre periodos de cultivo de rubros más importantes (desde un punto de vista económico) y/o de más largo período vegetativo como resultan ser la papa (*Solanum tuberosum*) y la cebolla (*Allium cepa*). Sin embargo, y a pesar de que se están empleando variedades mejoradas, el potencial productivo de este cultivo se ve influenciado por la ocurrencia de algunas

plagas y enfermedades; especialmente por el ataque de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidóptera: Yponomeutidae).

La palomilla dorso de diamante, reconocida como DBM (por sus siglas en inglés) o *P. xylostella*, es la plaga más seria de las crucíferas a nivel mundial (Honda, 1990; Talekar & Shelton, 1993). Tradicionalmente, el uso de insecticidas ha sido la primera línea de defensa para el manejo de poblaciones nocivas de *P. xylostella* en el cultivo de repollo y en salvaguardar los intereses económicos del productor.

Su estatus de plaga excepcional se debe en gran medida a la diversidad y abundancia de sus hospederos, pero más comúnmente se debe a la interrupción de las comunidades de sus enemigos naturales por la aplicación de insecticidas de amplio espectro, al alto potencial reproductivo y a la plasticidad genética de este insecto, lo que da como resultado un rápido desarrollo de resistencia a los plaguicidas (Kahuthia-Gathu, 2011).

Según Muckenfuss *et al.* (1990) en algunas áreas del Trópico, mezclas de insecticidas son aplicadas cada día contra esta plaga sin lograr controles satisfactorios; lo que no solamente ha exacerbado el problema con *P. xylostella*, sino también la necesidad de desarrollar e implementar medidas más amigables con el medio ambiente que resulten sostenibles en el tiempo. Entre las posibles medidas resalta el control biológico de esta plaga, mediante

la liberación y acción de sus enemigos naturales, sean estos depredadores y/o parasitoides.

### **1.1 Planteamiento del problema**

En Panamá, el cultivo de la mayoría de los vegetales hortícolas es intensivo en las zonas de Tierras Altas. Estas zonas están distantes de los centros urbanos más poblados, especialmente la ciudad capital; pero a pesar de ello, éstas suplen a diario de productos hortícolas a la población en general.

Estos productos crucíferos son afectados por *P. xylostella*, siendo ésta capaz de provocar enormes daños que van en detrimento no solo de la calidad y valor económico, sino también del rendimiento de este grupo de plantas, especialmente del cultivo de repollo. Talekar & Lin (1998) señalan que el clima ideal y la disponibilidad de plantas huéspedes durante todo el año, ayuda a que se den hasta 20 generaciones de esta plaga por año. Mientras que por la ausencia de medidas alternativas de manejo, su control ha dependido exclusivamente del uso de insecticidas. Así, Talekar & Lin (1998) señalan que debido a la ausencia o la mala ejecución de las ya escasas restricciones sobre el uso de plaguicidas, los insecticidas registrados para el arroz terminan empleándose sobre vegetales, lo que ha facilitado la selección de cepas resistentes de *P. xylostella*.

En unos cuantos países, tales como en Malasia, Indonesia e Islas Caribeñas se han realizado esfuerzos a través de la introducción de parasitoides (Talekar & Lin, 1998). Pero esta medida de introducción de enemigos naturales de *P. xylostella* tiene sus detractores, quienes señalan que la introducción de enemigos naturales exóticos puede conducir al desplazamiento o desaparición de los enemigos naturales nativos, lo que creará problemas ecológicos aún mayores.

Por ello, la determinación de enemigos naturales nativos de *P. xylostella* y su efectividad en controlarla representaría una alternativa viable, para la implementación de técnicas de manejo integrado de la plaga, promoviendo así el equilibrio en el agroecosistema y disminuyendo las pérdidas en los rendimientos, así como también el uso excesivo de plaguicidas para su control.

## **1.2 Antecedentes**

Actualmente existe una clara evidencia que en los agroecosistemas modernos, conforme ha progresado la modernización agrícola, se han ignorado o desestimado continuamente los principios ecológicos que regulan su balance y en consecuencia, los cuales se han tornado inestables. Los desequilibrios se han manifestado como brotes recurrentes de plagas y enfermedades, en la salinización y erosión del suelo, contaminación de aguas y otros problemas

ambientales. Esto es un signo claro de que la estrategia del control de plagas y enfermedades basada en la utilización de plaguicidas ha llegado a su límite.

### **1.3 Justificación**

Es necesaria una estrategia alternativa que se base en el uso de los principios ecológicos para aprovechar al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura. Por esta razón, en la actualidad el control biológico de plagas se considera una pieza fundamental e indispensable en cualquier estrategia de agricultura sostenible con base agroecológica. Esta estrategia requiere conocer de la existencia u ocurrencia de enemigos naturales nativos y de ellos, la relación intrínseca de su comunidad, densidades y efectividad en la regulación de las poblaciones dañinas de la plaga, factores que limitan entre otras, su efectividad.

En Panamá no existe ninguna investigación conocida que afirme la presencia de algún enemigo natural nativo para el control de *P. xylostella*, es por ello que surgió el interés de los autores para la realización de esta investigación.

A través de este trabajo se pretende determinar la ocurrencia de enemigos naturales (parasitoides) de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), en el distrito de Boquete y cuál de estos enemigos naturales presenta la posibilidad de crianza, multiplicación y liberación para el control de dicha plaga.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la ocurrencia de enemigos naturales (parasitoides) nativos de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* L., en el cultivo de repollo *Brassica oleracea* var. *capitata* en Boquete, provincia de Chiriquí.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar los enemigos naturales nativos de *P. xylostella* presentes en las plantaciones comerciales de repollo.
- Determinar el porcentaje de parasitismo de cada uno de los enemigos naturales nativos de *P. xylostella*.
- Describir el comportamiento específico de los enemigos naturales (parasitoides) de *P. xylostella*.

## **1.5 Hipótesis**

Ha: En el área de Boquete existe la ocurrencia de enemigos naturales nativos de *P. xylostella*.

H0: En el área de Boquete no existe la ocurrencia de enemigos naturales nativos de *P. xylostella*.

## **1.6 Alcances y limitaciones del estudio**

### **1.6.1 Alcances**

Con esta investigación se ofrece una alternativa de control a los productores de Tierras Altas, quienes que se dedican a la explotación agrícola del cultivo del repollo, basado en el control biológico de *P. xylostella* con enemigos naturales nativos. Como complemento del manejo integrado de plagas (MIP) promoviendo así, la concientización sobre los efectos negativos que provoca el uso indebido de plaguicidas al ambiente y a la salud humana.

### **1.6.2 Limitaciones**

En el período de realización del muestreo de los enemigos naturales de *P. xylostella* se pudo constatar del escaso conocimiento técnico y la poca colaboración de los funcionarios del Ministerio de Desarrollo Agropecuario para contactar a los productores del área y lograr el acceso a sus producciones, para poder realizar el muestreo, circunstancias que hicieron más difícil esta labor.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Situación del cultivo de repollo en Panamá

El noventa por ciento de la producción nacional del cultivo de repollo se lleva a cabo en las Tierras Altas (Cerro Punta y Boquete) de la provincia de Chiriquí, mientras que el resto de la producción se desarrolla en otras localidades como Santa Fe, en la provincia de Veraguas y el Valle de Antón, en la provincia de Coclé; supliéndose con ella en gran medida las necesidades de las grandes urbes; p. ej., ciudad de Panamá, etc., desde que esta hortaliza es cultivada los 12 meses del año.

La producción de crucíferas, especialmente de repollo, entre otras, es una fuente importante de ingreso económico adicional para los productores hortícolas de estas áreas y entre cultivos de más largo período vegetativo como la papa y la cebolla.

La Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (REDCAHOR, 1999) presentó un análisis del sistema de producción y consumo de hortalizas en Panamá, basada en datos de la producción de repollo en la década de 1990,

suministrados por el Departamento de Planificación y Estadística del Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA) (ver Cuadro I).

**CUADRO I. DATOS DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE REPOLLO EN PANAMÁ, DÉCADA DE 1992-1998.**

Año	Has Cultivadas	Producción TM	Rendimiento TM/HA	Valor B/.
1992-93	162	3,127.2	19.3	690,732
1993-94	170	3,280.1	19.3	647,293
1994-95	175	3,375.4	19.3	613,099
1995-96	176	3,396.5	19.3	892,940
1996-97	105	2,033.6	19.4	371,789
1997-98	119	2,300 (E)	19.3	603,152
Tendencia Interanual	- 11,69	- 224.41	0.01	-28,131

Fuente: REDCAHOR. 1999. Análisis del Sistema Producción Consumo de Hortalizas en Panamá. Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (REDCAHOR) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA. Pág. 9.

En términos generales, durante la década del 90 el cultivo de repollo tuvo una tendencia decreciente, se dio una disminución marginal de las áreas cultivables y de la producción; mientras que los rendimientos se mantuvieron relativamente constantes. En cuanto a los precios, éstos no variaron mucho en

el período analizado, sino más bien tendieron a aumentar levemente. Sin embargo, la Dirección de Planificación del Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA) determinó otro panorama de la producción de repollo, durante el período comprendido entre el 2002 al 2014 (ver Cuadro II).

**CUADRO II. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE REPOLLO EN PANAMÁ, DÉCADA DE 2002-2014.**

<b>Año</b>	<b>Has Cultivadas</b>	<b>Producción TM</b>	<b>Rendimientos TM/HA</b>	<b>Valor B/.</b>
2002-2003	121.17	4,835	39.90	759.30
2003-2004	99.75	4,657.8	46.69	848.36
2004-2005	105.88	5,320	50.24	861.11
2005-2006	112	5,728.7	51.15	913.03
2006-2007	13.80	741	53.69	1,013.67
2007-2008	121	8,770	72.45	1,741.70
2008-2009	128	5,130	40.08	966.33
2009-2010	65.50	4,164	63.57	1,612.77
2010-2011	48.05	3,143.8	65.43	1,989.73
2011-2012	104.43	6,351.1	60.82	1,935.90
2012-2013	88.82	5,997.1	67.52	2,310.53
2013-2014	129.54	5, 927.2	45.75	1,685.89
Tendencia Interanual	-0.61	235,59	1.38	130.35

Fuente: Departamento de Planificación y Estadística del Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA R-1), COOHMER. Precio Promedio Anual pagado al Productor.

En el Cuadro II se aprecia un patrón fluctuante en cuanto al número de hectáreas explotadas de año a año, mientras que el rendimiento en toneladas métricas/Ha se mantuvo con un índice positivo (1.38 TM/Ha), lo que va en contraposición a lo observado en la década del 90; mientras que los precios tendieron a aumentar durante este período en beneficio del productor.

Actualmente, la producción de repollo se ve limitada por el ataque de *P. xylostella*, constituyendo una continua amenaza para las explotaciones comerciales de repollo en las principales zonas productoras del mundo (Muckenfuss, Shepard & Ferrer, 1990). Los daños ocasionados por *P. xylostella* se han incrementado en forma acelerada en los últimos años debido al desarrollo de la resistencia a los insecticidas (Ohno, Asayama & Ichikawa, 1990) lo que provoca las constantes aplicaciones de forma irracional.

Producto de los daños causados por la plaga y la importancia del cultivo, se hace necesario estudiar los aspectos básicos de la biología del insecto con la finalidad de establecer estrategias efectivas para el manejo de la plaga.

## **2.2 Biología de *Plutella xylostella* L.**

La palomilla dorso de diamante es un microlepidóptero de la familia Yponomeutidae, la cual se encuentra distribuida en todo el mundo y ataca principalmente a las especies de crucíferas como: repollo, coliflor, brócoli,

rábano, etc. Según Heather & Hassan (2011) el rol de los metabolitos secundarios presentes en las plantas son muy importantes en dos vías, una de éstas vías puede resultar en pistas químicas para ubicar al hospedero y/o en otras contribución al control de plagas de insectos. En relación a esta última, se cree que los productos químicos del aceite de mostaza son la causa de la afinidad y la dependencia de la *P. xylostella* a las crucíferas (Talekar & Lin, 1998). Dicha plaga tiene un ciclo de vida de aproximadamente 19 a 28 días.

Brenes (2000) indicó algunas de las características más relevantes de cada estado de desarrollo de esta plaga, las cuales se muestran a continuación:

### **2.2.1 Estado de huevo**

Los huevos recién puestos por las hembras de *P. xylostella* son de color verde aceituno-claro, de forma esférica, con una parte plana y tamaño aproximado de 0.5 mm (ver Figura 1) (Brenes, 2000). De Paz (1991) señala que éstos a medida que el tiempo transcurre, se van tornando de color verde más intenso y en la medida que se acercan al momento en que se da la eclosión, se tornan de color blanco con un punto negro, que resulta ser la cabeza de la futura larva.



**Figura 1. Huevos de *Plutella xylostella*.**

### **2.2.2 Larva**

El cuerpo de la larva es verde y cabeza color marrón (ver Figura 2). Esta pasa por cuatro estadios larvales, pero Brenes (2000) indicó que hay discrepancia entre investigadores en relación al número de estadios larvales de *P. xylostella*. Patil & Pokharka (1971) señalan haber observado cinco estadios larvales, mientras que Jagarathnam (1977), citado por Celliah & Srinivasan (1986), indican solo tres de los cuatro instares. La larva madura mide 10 mm de largo y 1.4 mm de ancho.



**Figura 2. Larva de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella*.**

A través del centro, la larva presenta una sección capsular redonda y un cuerpo de 13 segmentos cortos. Cada uno de los tres segmentos torácicos tiene un par de patas. Monroy, 1997 señala que la coloración varía desde amarillo recién eclosionada hasta verde oscuro cuando está madura.

Este insecto en este estadio causa defoliación o minas en las hojas. Las larvas de primer instar se alimentan del tejido esponjoso en la superficie de la hoja, formando minas superficiales que aparecen como numerosas marcas blancas.

Principalmente se alimentan sobre el envés de las hojas haciendo agujeros pequeños, dando un efecto de “tiro de munición” en todas las hojas (ver Figura 3). Todo el tejido de la hoja lo consume excepto las nervaduras. El último instar larvario es la fase más voraz y causa más daño que los primeros instares. Al crecer la larva, consume brotes tiernos e inflorescencias. Cuando las larvas son molestadas se retuercen y se dejan caer de un hilo de seda. Al pasar el peligro regresan a su lugar de alimentación por este mismo medio (Monroy, 1997).



**Figura 3. Lesiones causadas por las larvas de *Plutella xylostella*, a una planta de repollo.**

### 2.2.3 Pupa

Previo a pasar a este estado, la larva teje un capullo de trama abierta y color blanco que adhieren a la hoja (Montero *et al*, 2007) (ver Figura 4).



**Figura 4. Pupas de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella*.**

Talekar & Lin (1998) señalan que la larva de *P. xylostella* pupa sobre la superficie de las hojas de las crucíferas. Dicha pupa inicialmente es verde y a medida que el insecto va realizando los cambios en su interior para tornarse en

palomilla, pero lentamente llega a cambiar a un color marrón recién formada, la pupa es obtecta, de unos 6 mm de largo, de color verde brillante, luego pasa a blanco y sobre el final del estado adquiere una coloración castaño oscuro (Montero *et al.*, 2007).

El cocón de la pupa es aproximadamente 1 cm de largo y 0.4 cm de ancho. La pupa se sitúa en las hojas de la planta de repollo, en el mismo lugar donde la larva del cuarto instar se alimenta (Atta & Sivapragasam, 1992; citado por Brenes, 2000).

#### **2.2.4 Adulto**

El adulto de *P. xylostella* es una pequeña palomilla de color gris, que presenta un diseño de diamante en la parte dorsal (Scholaen, 1977) (ver Figura 5). Monroy, 1997 indica que los adultos descansan durante el día debajo de las hojas de las plantas y al atardecer y durante la noche son muy activos, lo que les permite buscar pareja para la cópula (la cual dura una hora), y las feromonas producidas por la hembra atraen al macho.

Tanto la hembra como el macho se alimentan del néctar de las flores de las plantas de la familia Brassicaceae y debido al pequeño tamaño que poseen, el viento los puede transportar a grandes distancias y caer en cultivos o plantas silvestres. El adulto puede desplazarse hasta 3 m en forma horizontal sin

corrientes de aire y su sitio de descanso no es más alto a 1,5 m del piso. También se ha observado que, el adulto está asociado con ciclos lunares, donde los picos de actividad de vuelo son después de la luna nueva y alrededor de la luna llena (Monroy, 1997).



**Figura 5. Adulto de *Plutella xylostella* sobre repollo.**

Fuente: Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development Global Crop Pest.



**Figura 6. Adulto de *Plutella xylostella* con las alas extendidas.**

Fuente: <http://mothphotographersgroup.msstate.edu>

La hembra a los dos o tres días post apareamiento oviposita entre 18 a 245 huevecillos, de uno en uno (Monroy, 1997) o en pequeños grupos de ocho a diez (Brenes, 2000), en el envés de las hojas a lo largo de los bordes de las venas. La incubación dura de dos a ocho días.

Este insecto presenta un ciclo de vida corto, alrededor de 18 días y sus poblaciones pueden incrementarse hasta 60 veces de una generación a la otra.

Otros estudios indican que las polillas pueden permanecer en vuelos continuos por varios días, cubriendo distancias hasta los 1000 Km/día.

### **2.3 Caracterización del daño generado por *P. xylostella***

Londoño & Jaramillo (s/f) en un intento por estimar infestaciones tempranas de *P. xylostella* y el daño causado por sus larvas indicaron mayor número de larvas y pupas en los bordes más que en el mismo centro de la parcela. Puntos en los que se ha notado que la incidencia de *P. xylostella* aumenta en proporción directa con el desarrollo del cultivo durante los períodos de baja precipitación y cuando no se llevan a cabo prácticas de control.

Al inicio del cultivo la población de *P. xylostella* es baja, pero en la etapa de formación de copa y de cabeza ocurre una multiplicación rápida de la plaga, alcanzando picos poblacionales al final del cultivo.

Álvarez & Rojas (1997) informaron que en un estudio en el cual se contabilizó los números de adultos capturados semanalmente, en 10 trampas, durante cuatro ciclos de siembra consecutivos del cultivo de repollo, se pudo apreciar que la población de la palomilla resultó ser fluctuante a través del ciclo del cultivo, pero ésta tiende a incrementar su densidad hacia el final del cultivo, como también resultó notorio que las siembras escalonadas, favorecen la

permanencia de *P. xylostella* en los lotes, como aparece en el ciclo cuarto (ver Cuadro III).

**CUADRO III. NÚMERO DE ADULTOS DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE, *Plutella xylostella*, CAPTURADOS EN CINCO TRAMPAS DE AGUA CEBADAS CON FEROMONA, EN DOS MUNICIPIOS PRODUCTORES DE REPOLLO DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO.**

Semanas	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
<b>6</b>	323	195	112	141
<b>7</b>	122	208	146	246
<b>8</b>	237	41	181	257
<b>9</b>	92	78	43	155
<b>10</b>	73	88	80	201
<b>11</b>	89	153	82	277
<b>12</b>	-	-	-	317

De forma concluyente, Álvarez & Rojas (1997) señalaron que los productores deben tener presente que la población de plagas en crucíferas se incrementa con el desarrollo del cultivo; por lo cual resulta importante identificar bien las fases fenológicas de cada una de las crucíferas y aprender a manejar esta información, de forma que se puedan tomar decisiones acertadas en cuanto al

momento de ejercer medidas de control de las plagas que aquejan a este cultivo. Entonces, se considera que un producto biológico dirigido al control de *Plutella xylostella*, debe ser colocado en el cogollo de la planta, al momento de formación de copa. De este modo se protege la planta contra infestaciones presentes y futuras.

Se identifican las siguientes cuatro fases fenológicas de las crucíferas (CATIE, 1990 & Bujanos *et al.*, 1993) las cuales son importantes en el manejo de poblaciones de *P. xylostella*:

- Etapa 1: *Plántula o fase vegetativa*. Entre la fecha de trasplante y los 30 a 45 días después; cuando la planta tiene de tres a 10 hojas verdaderas.
- Etapa 2: *Establecimiento o desarrollo*: Desde los 45 días, posterior a la décima hoja, hasta el inicio del cierre del cogollo.
- Etapa 3: *Desde el cierre del cogollo o formación de copa*, hasta que la cabeza alcance una pulgada de diámetro.
- Etapa 4: *Formación de cabeza o cabeceo*: Desde que la cabeza tenga una pulgada de diámetro hasta la cosecha; aproximadamente 12 semanas.

Dándose el cierre del cogollo entre la quinta y la sexta semana después del trasplante en el campo. De esto se puede inferir que un producto biológico

dirigido al control de poblaciones nocivas de *P. xylostella*, que ataque en la formación de copa o cabeza, debe ser aplicado entre la cuarta y quinta semana del cultivo, para que el producto biológico quede dentro del cogollo y permita el control eficiente de esta plaga (Álvarez *et al.*, 1995).

#### **2.4 ¿Por qué *Plutella xylostella* es considerada una plaga seria?**

Según Talekar & Lin (1998) si se considera la biología y naturaleza del daño que ocasiona *P. xylostella* a la planta de repollo, ésta pareciera ser una de las plagas más fáciles de controlar, debido a que este insecto deposita sus huevos sobre la superficie de la planta de repollo y no dentro del tejido como en otras plagas (p.ej., thrips); resultando los huevos susceptibles al ataque de parásitos de huevos o ser lavados por efecto de la lluvia.

Además, excepto por un período breve en el primer instar, la larva de *P. xylostella* pasa enteramente su período larval sobre la superficie de la hoja, a diferencia de muchas otras plagas que perforan hacia el interior de partes de la planta. Así que las larvas quedan sujetas a las fuerzas ambientales de regulación denso-dependientes (tales como la depredación y/o parasitismo) o factores reguladores independientes de la densidad poblacional (tales como vientos fuertes y lluvia, entre otros). Éstos últimos causan que las larvas sean expelidas fuera de la planta hospedera o ahogadas en el suelo.

Por su parte las larvas de *P. xylostella* pupan sobre la superficie de las hojas y no en el suelo o restos de plantas, como es el caso de otras plagas de importancia económica (Talekar & Lin, 1998). Según estos autores, la pupa de *P. xylostella* es encerrada en una especie de un envoltorio flojo y reticulado, constituido de fibra y no en un cocón endurecido como comúnmente lo hacen otras plagas lepidópteras. Así que las pupas de *P. xylostella* están sujetas a las mismas fuerzas ambientales que afectan a la larva.

Por su lado, el adulto de *P. xylostella*, a diferencia a otras palomillas lepidópteras, son vistas en el campo durante el día yendo de planta en planta y no en durante la noche cuando no podrían ser vistas por los depredadores (*p. ej.* aves), como es el caso de otras plagas lepidópteras. Talekar & Lin (1998) señalan que debido a ello, los adultos están sujetos a las mismas fuerzas reguladoras de su población a la que están expuestas las larvas y las pupas.

A pesar de todo lo señalado anteriormente su control en el cultivo de crucíferas en el Trópico no resulta ser fácil. En el Trópico, a diferencia de las zonas templadas de Europa, acorde con algunos autores (Jansson, 1990; Talekar & Lin, 1998; Tanaka, 1990), *P. xylostella* se ha convertido probablemente en el insecto de más difícil control debido a la disponibilidad muy baja de parasitoides que eliminen o regulen las poblaciones de esta plaga. A pesar de la existencia de grandes números de depredadores polífagos que atacan otras plagas y que podrían mantener a *P. xylostella* en números poblacionales más

bajos. Sin embargo, estos enemigos naturales no mantienen a esta plaga bajo control.

Tarde en 1950 y tempranamente en 1960, *P. xylostella* no era considerada una plaga seria en países del Trópico. La seriedad de su estatus coincidió con el uso amplio de insecticidas químicos de amplio espectro, los cuales inicialmente la controlaban, pero éstos también eliminaban y posiblemente erradicaron numerosas especies de depredadores y parasitoides inocentes que entraron en contacto con las aplicaciones o consumían *P. xylostella* que fueron tratadas o caminaban sobre plantas tratadas con insecticidas. En la medida que el uso de insecticidas se hizo más popular que *P. xylostella* desarrollaba resistencia a los insecticidas (Talekar & Lin, 1998).

## **2.5 Principios de control para *Plutella xylostella***

Montero *et al.*, (2007) señalan una serie de factores que contribuyen a que este insecto alcance la condición de plaga, como resulta ser su adaptación a distintas condiciones climáticas, su presencia durante todo el año, su ubicación protegida en la planta, la rápida resistencia a los principios activos y la baja acción de enemigos naturales cuando sus poblaciones tienen bajas densidades. Por lo que Dangelo & Taborra (2007) presumen que el Manejo Integrado de la Plaga (MIP), puede constituir la mejor solución al problema; pero para lograrlo se necesita conocer las principales características del ciclo

biológico de la plaga, el ciclo del cultivo, las épocas en que ocurren sus picos poblacionales, los umbrales de daño y la identificación de los enemigos naturales que actúan sobre la plaga.

Algunas de las estrategias recomendadas son las prácticas agronómicas, el control químico y el control biológico, y que su accionar conjunto crean un enfoque de manejo integrado de dicha plaga. A continuación se destacarán algunas características de cada una de estas estrategias.

### **2.5.1 Prácticas agronómicas**

Dangelo & Taborra (2007) señalaron una serie de prácticas agronómicas de seguimiento necesario para minimizar el desarrollo de las poblaciones nocivas de esta plaga y de sus efectos.

- Escogencia de fechas de siembra durante la estación lluviosa, ya que las poblaciones de *P. xylostella* decrecen por las lluvias.
- El riego aéreo por microaspersores reducen el número de larvas y adultos sobre el follaje en el campo.
- Evitar los residuos de la cosecha en el campo, ya que sirven como reservorios para la plaga.

- El cultivo debe sembrarse en dirección contraria al viento para dificultar el vuelo de los adultos de *P. xylostella*.
- Eliminar las malezas aledañas al cultivo, ya que funcionan como hospederos de la plaga.

### **2.5.2 Control químico**

El control de *P. xylostella* se realiza comúnmente con insecticidas de acción de contacto y estomacal, cuya elección depende del efecto residual, costo, período de carencia y cercanías a la cosecha (Castillo, 1973; Arretz & Araya, 1979). Apablaza (1990) indica que se debe recurrir al uso de insecticidas únicamente cuando los enemigos naturales no logren reducir la población de esta plaga desde que *P. xylostella* presenta una notable capacidad para aumentar su tolerancia a diversos plaguicidas (Liu *et al*, 1982; Tabashnik *et al*, 1987; Tabashnik, *et al*, 1988), y ésta ya ha desarrollado resistencia a un gran número de compuestos utilizados en forma intensiva a casi todos los grupos de insecticidas disponibles, incluyendo el *Bacillus thuringiensis*.

Según Georghiou (1991), *P. xylostella* es resistente a 36 insecticidas en 14 países tropicales. Su resistencia cruzada hace que muchos insecticidas convencionales deban usarse en rotaciones, secuencias y combinaciones para

disminuir el desarrollo de resistencia (Tabashnik *et al*, 1987; Apablaza, 1990; Leibee & Savage, 1992).

Es importante considerar la rotación de insecticidas de estructura molecular y modo de acción diferentes, como una práctica indispensable de manejo para prevenir el desarrollo de resistencia de una plaga y prolongar la vida útil del insecticida (Metcalf, 1989).

En algunos casos, la reducción parcial de la resistencia a insecticidas de *P. xylostella* ocurre bajo ausencia de aplicaciones de plaguicidas por períodos prolongados (Leibee & Savage, 1992). Esto sucede especialmente en el caso de insecticidas fosforados, a los que éstos presentan una resistencia más inestable; en contraste a lo mostrado contra los piretroides, a los cuales la resistencia no declina tan rápidamente (Sun *et al.*, 1978).

Desde hace muchos años, *P. xylostella* ha presentado resistencia a los insecticidas (organofosforados, piretroides,  $B_i$ , etc.) alrededor del mundo, esto es un punto crítico para el control de la misma y, es por ello que se recomienda establecer programas de integrados de Manejo de la Plaga (MIP).

El MIP no excluye el uso de insecticidas, pero para ello se requiere urgentemente de la identificación de insecticidas selectivos. Producto de que los insecticidas sintéticos pueden ser dañinos a los enemigos naturales y

porque los insectos plagas como *P. xylostella* desarrolla resistencia a ellos. Debido a esto, Talekar & Lin (1998) señalan que el agricultor al encontrarse frente a un problema de resistencia, éste aumenta la dosis del insecticida y a menudo realiza mezclas de varias sustancias químicas y riega con más frecuencia; a veces, una vez cada dos días.

### **2.5.3 Control biológico**

Debido a que el control de *P. xylostella* resulta ser difícil, se propone el uso del control biológico, como la técnica más viable dentro del plan de manejo integrado de plagas, el cual consiste en la regulación de las densidades poblacionales de insectos plagas por medio de la liberación de enemigos naturales, ya sean estos parasitoides, depredadores y patógenos. Como un control aplicado que incluye la manipulación por parte del hombre de esos agentes naturales, a través de la multiplicación masiva en laboratorio y/o la conservación de éstos para reducir las densidades poblacionales de la plaga y las pérdidas en la explotación agrícola.

El uso de parasitoides constituye una excelente alternativa, desde que la acción de éstos, no genera resistencia en la plaga; por lo tanto, si se protegen y promueven con el uso adecuado de los insecticidas, se puede lograr reducir significativamente las poblaciones de *P. xylostella*.

Son muchos los reportes donde se informa de los buenos resultados que se han obtenido con el empleo de enemigos naturales como *Cotesia plutellae*, *Diadegma insulare*, *Diadegma semiclausum*, *Diadromus collares*, *Micropolitis plutellae*, *Conura sp.* y *Oomyzus sokolowkii*.

Estos parasitoides pueden lograr mortalidades superiores al 60% en algunos casos, de manera que si a esto le complementamos un oportuno y adecuado uso de insecticidas selectivos podremos lograr buenos resultados en el cultivo de repollo, protegiendo a su vez el medio ambiente (Montero *et al.*, 2007).

En estudios realizados por Mustata (1990) indicaron que de 16,981 especímenes larvales de *P. xylostella* recolectados de 1967 a 1972, cerca de 10,670 especímenes emergieron en adultos parasitoides (63% de efectividad). Estos pertenecen a 28 especies. Entre los cuales mostraron ocurrencia tanto de parasitoides primarios así como secundarios. A pesar de que la acción de parasitoides secundarios limita la eficiencia de los parasitoides primarios en controlar las poblaciones de *P. xylostella*. Sin embargo, su presencia es insignificante y no tiene ningún impacto económico significativo. Además, la relación entre las especies de parasitoides varió de muestra a muestra, de tiempo a tiempo durante el año, de año a año en la misma localidad.

## **2.6 Biología de los parasitoides de *Plutella xylostella***

Inicialmente se hizo mención que la producción de la mayor parte de las crucíferas, entre estas el repollo, se realiza en las Tierras Altas, debido que son vegetales que crecen mejor a altitudes de 1200 msnm y más, áreas donde la temperatura oscila entre los 10°C y 26°C y a éstas temperaturas se requiere hacer una selección apropiada de especies de parasitoides que pueden sobrevivir a estas condiciones y dar un buen control. Talekar & Lin (1998) indican que para lograr esto, se requiere el conocimiento de la biología de los parasitoides disponibles.

### **2.6.1 *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Braconidae)**

Talekar & Lin (1998) señalan que *Cotesia plutellae* (también conocida en el pasado como *Apanteles plutellae*), es el parasitoide de *P. xylostella* más ampliamente distribuido en las tierras bajas de Asia. Su ocurrencia en todos los países del Pacífico, el Caribe o Centro y Sur América resulta ser natural o introducida intencionalmente. No obstante, este parasitoide aunque generalmente es incapaz por sí solo, de proveer control completo de *P. xylostella*, contribuye sustancialmente a la supresión de *P. xylostella*. Más aún, éste al actuar en conjunto con otros enemigos naturales puede proveer control adecuado de *P. xylostella* en la mayoría de los lugares. Por lo tanto, la conservación de este parasitoide es crucial para el control de *P. xylostella*.

*C. plutellae* es un parasitoide larval y prefiere el 2do y/o tempranamente el 3er estadio larval de *P. xylostella* para ovipositar. Su ciclo de vida va de 10 – 15 días y está sincronizado con su hospedero de *P. xylostella*. La temperatura ideal para su multiplicación y parasitismo es de 25°C a 35°C; una vez que el parasitoidismo disminuye cuando la temperatura cae debajo de los 25°C. Este parasitoide no es apropiado para las tierras altas, donde la temperatura tiende a ser menor de 25°C. Este parasitoide, al igual que otros parasitoides de *P. xylostella*, es altamente susceptible a todos los insecticidas químicos (Talekar & Lin, 1998).

### **2.6.2 *Diadegma semiclausum* (Hellén) (Hymenoptera: Ichneumonidae)**

Talekar & Lin (1998) se señalan que *Diadegma semiclausum* (también reconocida anteriormente como *D. cerophaga*, *D. eucerophaga*, *Angitia cerphaga*) es probablemente uno de los parásitos más efectivos de *P. xylostella* que ha sido introducido específicamente para el control de esta plaga en varios países. Este insecto de origen europeo sobrevive mejor en climas templados y en el trópico, únicamente en las tierras altas, donde la temperatura raramente excede los 27°C por más de dos semanas. *D. semiclausum* ha llegado a ser un parasitoide popular para liberaciones inoculativas. A través de estas introducciones, este parasitoide ha llegado a establecerse prácticamente en todas las principales áreas productoras de vegetales de Indonesia (Lembang), Taiwán (Tierras altas centrales), India (Kodaikanal, Ooty), entre otras. Donde

sea que estos parasitoides se hayan establecido, estos controlan *P. xylostella* y disminuyen significativamente el uso de plaguicidas químicos. Este parasitoide puede sobrevivir a bajas temperaturas cercanas a los 0°C por un tiempo determinado, pero no a altas temperaturas que excedan los 27°C, por más de dos semanas.

*D. semiclausum* es un parasitoide específico de *P. xylostella* y no ataca cualquier otra plaga o insecto benéfico tal como el gusano de seda, abejas melíferas u otras especies. Este parasitoide es apropiado para áreas donde la temperatura oscila entre 15°C a 25°C durante la época de cultivo de las crucíferas. Este parasitoide no puede controlar la *P. xylostella* en áreas donde la temperatura excede más de los 27°C por más de dos semanas. Su ciclo de vida dura cerca de 22 días, el cual está sincronizado con las generaciones de *P. xylostella*, en las frías Tierras Altas (Talekar & Lin, 1998).

Talekar & Lin (1998) indican que a pesar de su pequeño tamaño, éste es un insecto volador poderoso, que busca activamente las larvas de *P. xylostella*. Lo que lo hace ser efectivo tanto en áreas de infestaciones altas como bajas. Una vez que se ha establecido, mantiene la población de *P. xylostella* tan bajas que no se requiere utilizar insecticidas para la regulación de esta plaga; pero debido a las condiciones particulares para su desarrollo en temperaturas templadas este parasitoide no es apropiado para Tierras Bajas.

*D. semiclausum* es altamente susceptible a los insecticidas químicos, su efectividad cae drásticamente en aquellos lugares donde son usados insecticidas. Pero debido a que *D. semiclausum* es un parasitoide específico de *P. xylostella*, raramente sale de los campos de crucíferas infestados. Por lo tanto, el uso de cualquier plaguicida sobre otros cultivos presentes en la vecindad a los campos de crucíferas infestadas con *P. xylostella* no afecta la eficacia de *D. semiclausum* para controlar la plaga en crucíferas. (Talekar & Lin, 1998).

### **2.6.3 *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae)**

Según Talekar & Lin (1998), *Oomyzus sokolowskii* es un parasitoide gregario, que ataca el 3<sup>ro</sup> y 4<sup>to</sup> instar larval de *P. xylostella*. Desde que este parasitoide igualmente ataca tardíamente el 4<sup>to</sup>, este parasitoide sale de la pupa de *P. xylostella*, por lo que a menudo es identificado erróneamente como parasitoide pupal o larvo-pupal de la *P. xylostella*. Algunos investigadores ocasionalmente han colectado este parasitoide desde pupas de *Cotesia plutellae* y han concluido que este es un hiperparasitoide de *P. xylostella*. *O. sokolowskii* nunca ataca larvas completamente desarrolladas de *C. plutellae* que se alimentan dentro de la *P. xylostella*. Sin embargo, en ocasiones, durante un breve periodo, cuando la larva de *C. plutellae* deja la larva de *P. xylostella* hospedera para pupar fuera de ésta, el adulto de *O. sokolowskii*, si está presente en grandes números, este deposita los huevos en la larva de *C.*

*plutellae* y se desarrolla dentro larva y pupa de este braconido. En tal caso *O. sokolowskii* en lugar de *C. plutellae* emerge de la pupa del parasitoide. Dentro de esta rara ocasión, *O. sokolowskii* puede ser considerado como un hiperparasitoide de *P. xylostella*. En los lugares en que *O. sokolowskii* se ha establecido, como en las islas de Cabo Verde, en la occidental de África, éste ha dado control satisfactorio de la *P. xylostella*, lado a lado con *C. plutellae*.

Talekar & Lin (1998) indican que existe muy poca información sobre la biología de este parasitoide. Pronto, después de la emergencia de la pupa, el adulto de *O. sokolowskii* empieza a copular y depositar huevos dentro del 3<sup>ro</sup> o 4<sup>to</sup> instar de la larva de la *P. xylostella*. El primer día oviposita casi el 50% de la cantidad de 127 – 135 huevos depositados por una sola hembra. Varias hembras pueden ovipositar una misma larva de la *P. xylostella*. Los huevos eclosionan en menos de dos días. La larva del parasitoide se alimenta en el interior del último instar larval de la *P. xylostella*. *O. sokolowskii* continúa alimentándose y desarrollándose en el interior de la pupa de la *P. xylostella* cuando la larva hospedera pasa al estado de pupa. El estado de huevo y larval juntos duran de 5 a 8 días. La formación de pupa del parasitoide toma lugar dentro de la pupa de la *P. xylostella* y dura de 5 – 8 días. Después de 13 – 19 días de la ovoposición, varios pequeños adultos de *O. sokolowskii* en lugar de uno emergen de la pupa de la *P. xylostella*.

El parasitoidismo se da dentro del rango de 10°C a 35°C. Mientras más alta es la temperatura dentro de este rango de temperatura es el parasitismo (Talekar & Lin, 1998).

#### **2.6.4 *Microplitis plutellae* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae)**

De acuerdo con Talekar & Lin (1998) este parasitoide es encontrado principalmente en las áreas subtropicales y templadas del mundo. Sin embargo, estudios recientes en AVRDC indican que este parasitoide puede sobrevivir y multiplicar normalmente a temperaturas de 25°C a 35°C. Entonces este parasitoide es apropiado para controlar la *P. xylostella* en tierras bajas del Trópico.

Los adultos de *M. plutellae* prefieren ovipositar en la larva de la *P. xylostella* del 2<sup>do</sup> y 3<sup>rd</sup> instar. La hembra de este parasitoide puede ovipositar cerca de 230 huevos en toda su vida. El periodo larval dura de 15 – 20 días y el periodo de pupa de 10 – 12 días a 26°C – 28°C. En climas templados *M. plutellae* sufre diapausa. En el Trópico, este parasitoide se multiplica continuamente.

#### **2.6.5 *Diadromus collaris* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae)**

*Diadromus collaris* es un parasitoide pupal de la *P. xylostella*. Este ichneumonido no compite con ninguno de los parasitoides descritos anteriormente, sino complementa el control de la *P. xylostella* y es activo a

bajas temperaturas; lo que lo hace apropiado para controlar la *P. xylostella* en Tierras Altas del Trópico (Talekar & Lin, 1998).

Este deposita sus huevos en la prepupa o pupas frescas de la *P. xylostella*. Cada hembra puede parasitar arriba de 134 pupas de la *P. xylostella*, pero el número de adultos parasitoides que emergen raramente excede el 50%. La larva de *D. collaris* se alimenta dentro de la pupa de *P. xylostella*, o sea la pupa de *D. collaris* dentro de la pupa de la *P. xylostella*. Hacia el final de su periodo pupal, *D. collaris* pupa se torna de color marrón oscuro, mientras que la pupa de la *P. xylostella* permanece de un color marrón claro. Después de un total de 15 días del período de huevo, larval y pupal, *D. collaris* adulto emerge de la pupa de la *P. xylostella*. Únicamente un adulto parasitoide emerge de una sola pupa de la *P. xylostella* parasitada (Talekar & Lin, 1998).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Metodología

##### 3.1.1 Ubicación geográfica del estudio

Este estudio fue realizado en la localidad de Boquete, una de las áreas tradicionalmente hortícolas de las Tierras Altas de la provincia de Chiriquí. Se ideó una ruta de muestreo que se siguió tanto en la época lluviosa (invierno) (ver Figura 7) como seca (verano) (ver Figura 8). Cada punto de muestreo se geo-referenció (ver Cuadro IV), con el apoyo de un equipo de determinación del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

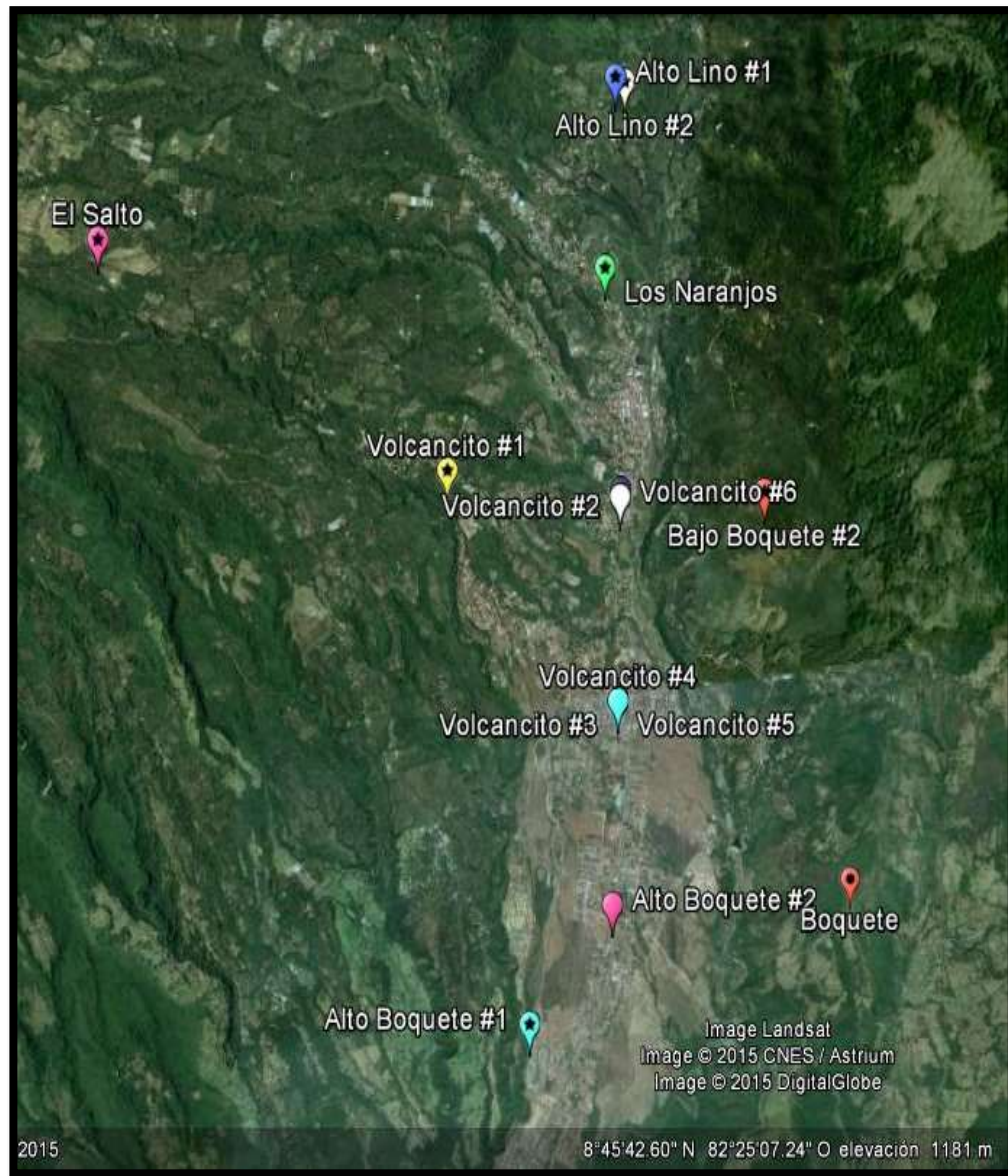
Durante la estación lluviosa se seleccionaron 14 fincas o puntos de colecta de larvas de *Plutella xylostella*, constituyéndose en una ruta de muestreo dentro del distrito de Boquete, iniciando el 4 de agosto hasta el 18 de noviembre de 2014 (ver Figura 7),

En el Cuadro IV se puede observar que dentro de esta primera ruta de muestreo que se realizó durante la época lluviosa se seleccionaron 14 fincas que estaban cultivando el repollo de forma comercial. En ellas se realizaron las prácticas de manejo de las mismas, incluyendo aplicaciones de plaguicidas

para protegerlos contra las plagas y enfermedades. La altitud varió desde los 991 a los 1,701 msnm.

**CUADRO IV. PUNTOS GEO-REFERENCIADOS ESCOGIDOS PARA EL MUESTREO DE LARVAS DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (DBM), EN EL DISTRITO DE BOQUETE, DURANTE LA ESTACIÓN LLUVIOSA.**

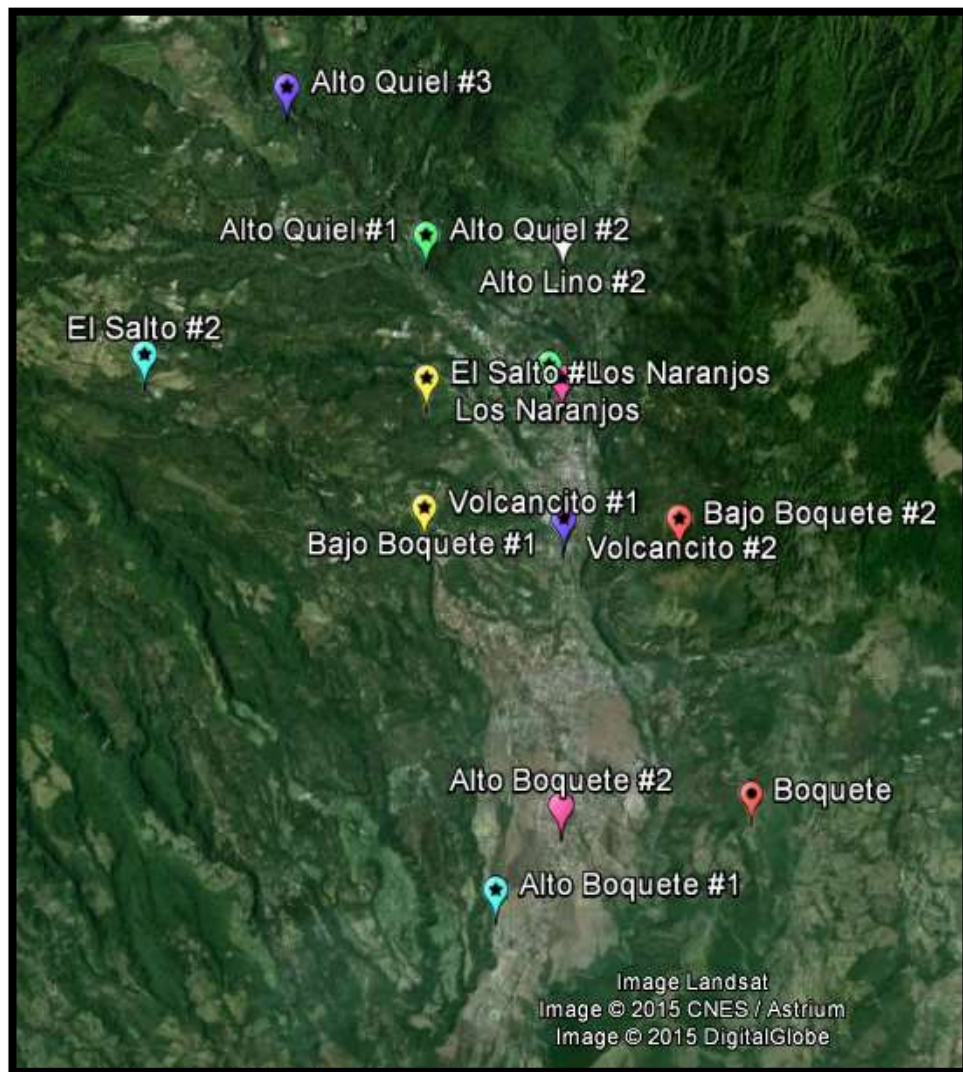
Lugares	Propietario	Coordenadas		Altitud msnm
		N	W	
Alto Lino	Flia. Ureta	08°48'12.2"	082°26'35.3"	1,325
Los Naranjos	Flia. Lay	08°47'6.55"	082°26'6.72"	1,231
Alto Boquete	MIDA	08°43'025"	082°26'31"	991
El Salto	Guillermo Bell	08°47'9.27'	082°29'08.4"	1,701
Volcancito Arriba	Flia. Córdoba	08°46'6.56"	082°27'12.8"	1,478
Bajo Boquete	Flia. Boutet	08°46'19.7"	082°26'036"	1,078
Bajo Boquete	Mair González	08°46'19.8"	082°26'15.7"	1,116
Alto Boquete	Flia. González	08°44'07.2"	082°26'15.7"	1,134
Alto Lino	Manuel Pittí	08°48'002"	082°26'6.19"	1,295
Volcancito Abajo	Angie González	08°46'017"	082°26'06.7"	1,267
Volcancito P1	Francisco Dejud	08°45'05.8"	082°26'028"	1,187
Volcancito P2	Francisco Dejud	08°45'05.8"	082°26'029"	1,174
Volcancito P3	Francisco Dejud	08°45'06.6"	082°26'042"	1,200
Volcancito P4	Francisco Dejud	08°46'013"	082°26'050"	1,265



**Figura 7. Vista panorámica de la ruta muestreada en la estación lluviosa.**  
Fuente: Google Earth (2015).

En la época seca se muestrearon otros 14 puntos, correspondientes a diversas localidades dentro del distrito de Boquete, en el periodo estipulado del 30 de

enero hasta el 26 febrero del 2015 (ver Figura 8). A continuación se presenta una imagen de la ruta recorrida durante este período.



**Figura 8. Vista panorámica de la ruta muestreo en la estación seca.**  
Fuente: Google Earth (2015).

De igual manera, durante la estación seca se geo-referenciaron cada uno de los puntos de muestreo recorridos con la herramienta de GPS, en el cuadro V se presenta la información de cada localidad.

**CUADRO V. GEORREFERENCIACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE ENEMIGOS NATURALES DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE, EN EL DISTRITO DE BOQUETE, DURANTE LA ESTACIÓN SECA.**

Lugares	Propietario	Coordenadas		Altitud msnm
		N	W	
Volcancito	Francisco Dejud	08°46'0.18"	082°26'06.8"	1,200
El Salto	Francisco Dejud	08°47'0.51"	082°27'027"	1,383
El Salto	Guillermo Bell	08°47'9.27"	082°29'08.4"	1,701
Los Naranjos	Carlos Sabin	08°47'08.3'	082°26'09.7"	1,235
Alto Quiel	Mamerto Quiel	08°48'033"	082°27'07.1"	1484
Alto Quiel	Elvis González	08°48'036"	082°27'08.4"	1,497
Alto Quiel	Porfirio De Gracia	08°49'052"	082°28'06.8"	1,724
Bajo Boquete	Flia. Boutet	08°46'19.7"	082°26'03.6"	1,078
Bajo Boquete	Mair González	08°46'19.8"	082°25'8.88"	1,116
Alto Boquete	Flia. González	08°44'07.2"	082°26'15.7"	1,134
Alto Boquete	MIDA	08°43'25"	082°26'31"	991
Alto Lino	Manuel Pittí	08°48'002"	082°26'019"	1,295
Volcancito Arriba	Flia Córdoba	08°46'6.56"	082°27'12.8"	1,478
Los Naranjos	Flia. Lay	08°47'6.55"	082°26'6.72"	1,231

En el Cuadro V se aprecia que las recolectas de campo en los puntos seleccionados en las explotaciones comerciales de repollo durante la época seca se desarrollaron en altitudes que variaron entre los 991 a los 1,701 msnm.

### **3.1.2 Recuperación de larvas de *P. xylostella* parasitada**

Se ensayaron dos metodologías para la recuperación de larvas de la DBP. Estas metodologías se describen a continuación:

#### **3.1.2.1 Primera Metodología: Uso de plantas de repollo desarrolladas en el invernadero**

Esta metodología del uso de plantas de repollo desarrolladas en el invernadero tuvo dos objetivos iniciales:

##### **A. Primer objetivo para el desarrollo de plantas de repollo**

El primero de los objetivos consistió en hacer crecer plantas de repollo para climas templados, del cultivar Escazú en potes y desarrolladas en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA/UP), en el corregimiento de Chiriquí, a una altitud cerca de los 40 msnm (ver Figura 9 y 10). Debido a que las condiciones climáticas de la FCA/UP no son las óptimas para dicho cultivar, el mismo no repolló, pero fue viable para nuestro estudio, ya que nuestro interés estaba reflejado en la producción de suficiente área

foliar para la cría de larvas de *P. xylostella* y recuperación de los parasitoides de dicha plaga.



**Figura 9. Invernadero del Departamento de Protección Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad de Panamá, ubicado a 40 msnm, en el corregimiento de Chiriquí.**



**Figura 10. Plantas de repollo producidas en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en el corregimiento de Chiriquí.**

Estas plantas de repollo, en sus potes donde se desarrollaron, fueron distribuir las en las diversas fincas y/o puntos seleccionados (ver Figura 11), para que las hembras adultas de la *P. xylostella* depositaran sus huevos sobre éstas y, posteriormente recuperar larvas en desarrollo de esta plaga.



**Figura 11. Plantas de repollo en potes que fueron colocadas en campo para que sean infestadas con la *Plutella xylostella*.**

Los potes con plantas se dejaban en el campo por 15 días, tiempo que permitiría la oviposición, encubación y eclosión de los huevos de las hembras de *P. xylostella* y que las larvas jóvenes alcanzarán el segundo o tercer instar, de forma que estuviesen en el estadio apropiado para ser parasitadas por sus enemigos naturales.

Al final de este paso, los potes con plantas de repollo se recolectaron y llevaron al laboratorio de Entomología, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad de Panamá para su revisión minuciosa (ver Figura 12).



**Figura 12. Revisión minuciosa plantas desarrolladas en el invernadero y dejadas en campo para su infestación por la *Plutella xylostella*.**

## **B. Segundo objetivo para el desarrollo de plantas de repollo bajo condiciones de invernadero**

El segundo objetivo de cultivar plantas de repollo en potes y bajo condiciones de invernadero fue el que éstas plantas sirvieran para sustentarán las larvas de la *P. xylostella* recuperadas del material colectado en campo.

En este proceso se separaban las hojas de plantas infestadas con larvas de la *P. xylostella* y se colocaban sobre el follaje de las plantas en potes y desarrolladas en el invernadero, para que las larvas presentes se movieran a las plantas sanas y continuarán alimentándose, hasta que de éstas emergiera algún parasitoide (si lo hubiera) o recuperar adultos de *P. xylostella*.

### **3.1.2.2 La segunda metodología: Colecta directa de plantas de repollo en parcelas comerciales de productores**

Esta metodología requirió contactar directamente a los productores de repollo, a quienes se les explicó la razón de esta investigación de grado y se les solicitó su anuencia para que cada 15 días permitieran hacer recolectas en sus plantaciones, se retiraran 4 repollos que mostrasen daños por *Plutella xylostella* y que completaría una muestra (ver Figura 13).

Las cabezas de repollos se introducían en bolsas transparentes y se rotulaban identificándola con las coordenadas, nombre de productor, fecha y lugar de

colecta. Las muestras fueron introducidas al vehículo 4x4, con el acondicionador de aire encendido para mantener un ambiente fresco y transportadas hasta el laboratorio, evitando que las larvas de la *P. xylostella* sufrieran estrés por calor y muriesen.



**Figura 13. Recolección directa en campo de plantas de repollo con signos de afecciones por la larva de la *Plutella xylostella*.**

Las muestras fueron llevadas lo más pronto posible al Laboratorio de Entomología, donde se recuperaban las larvas de la *P. xylostella* (ver Figura 14), se registraban sus números por sitio de muestreo, se revisaban rápidamente para determinar el parasitoidismo, y una vez hecho esta labor, las larvas se colocaban sobre plantas crecidas en el invernadero; las cuales están libre de plaguicidas para evitar mortalidades en las poblaciones larvales de *P. xylostella* parasitoidada.



**Figura 14.** Revisión minuciosa de cabezas de repollo colectadas directamente en campo para la recuperación de larvas de *Plutella xylostella*.

Una vez hecha la transferencia, estas plantas en sus potes se introdujeron en jaulas 50 cm x 50 cm x 50 cm (ver Figura 15), hechas de madera y recubiertas en sus costados con mallas agronet para evitar que escapen los enemigos naturales de *P. xylostella* al emerger de estas o excluir la entrada de individuos extraños al estudio, que puedan poner en peligro los enemigos naturales atacándolos para devorarlos o parasitar en éstos, situaciones que pudiesen alterar la información real y conducir a una información equívoca.



**Figura 15. Introducción de potes con plantas de repollo desarrolladas en el invernadero sobre las cuales se han transferido las larvas de *Plutella xylostella*.**

Si en la revisión se encontraba una larva o una pupa de *P. xylostella* sospechosa de estar parasitoidada, esta larva se introducía (junto con restos de hoja de repollo fresco) dentro de un frasco de vidrio estéril y preparado para este fin (con tapa roscada y ventana cubierta con una malla agronet (ver Figura 16); para la recuperación de parasitoides a partir de éstos.



**Figura 16. Colocación de pupas en frascos de vidrio de 240 ml (8 oz.) de capacidad, con tapa roscada y ventana de ventilación cubierta con malla agronet.**

Luego de la revisión, se procedió al conteo de larvas de *P. xylostella* encontradas, de allí se colocaron en plantas de repollo guardadas en jaulas de recuperación en el invernadero para permitirles completar el ciclo de vida y la posible emergencia de parasitoides. La verificación de las jaulas de recuperación se realizó cada dos días, los especímenes recolectados, como en el caso de los cocones, fueron guardados en frascos de vidrios de ocho onzas (240 mL) para permitir la verificación posterior de los especímenes adultos (ver Figura 17).



**Figura 17.** Obtención de especímenes de *Plutella xylostella* y/o parasitoides de esta plaga en jaulas de recuperación.

Los cocones de *P. xylostella* sanos y parasitados fueron contabilizados y guardados en frascos de vidrio de ocho onzas (240 mL), los cuales fueron etiquetados por localidad, nombre de la finca y fecha, y de esta forma permitir la posterior verificación de los especímenes.



**Figura 18. Preservación de cocones en frascos de vidrio para su posterior verificación.**

La verificación de los frascos se realizó cada dos días, en donde se contaron e identificaron los especímenes emergidos y se registró de qué localidad había sido extraída la muestra; como también, cada uno de los especímenes recuperados fueron preservados en viales para su posterior identificación.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las localidades de Tierras Altas de la provincia de Chiriquí, Boquete es una de las regiones que presenta una mayor bio-diversidad debido a la alternancia de áreas cultivadas con áreas boscosas o montañosas, a diferencia de Cerro Punta cuyas áreas cultivadas o parcelas de producción están más cercanas unas de otras sin la existencia de áreas boscosas entre ellas. Debido a ello se propuso esta investigación en el área de Boquete.

Sin embargo, no se pudo obtener de los agricultores un historial del cultivo, especialmente del uso de insecticidas, grupo químico de éstos y frecuencia de aplicación, con el objeto de conocer la intensidad de la presión ejercida no solo la palomilla dorso de diamante, sino también sobre sus enemigos naturales que regulan sus poblaciones.

### **4.1 Ocurrencia de *Plutella xylostella* en la época de invierno**

El Cuadro VI muestra los resultados del muestreo realizado durante la estación lluviosa o de invierno en el área de Boquete. Por lo corto del ciclo de desarrollo del repollo solo se pudieron realizar cinco muestreos. Inicialmente a intervalos de 15 días entre sí, las fechas de estos muestreos fueron: 4 de septiembre, 20 de septiembre, 4 de octubre, 11 de octubre y 18 de noviembre de 2014.



**CUADRO VII. TOTAL DE LA POBLACION MUESTREADA DE *Plutella xylostella* Y PARASITOIDES DURANTE LA ESTACIÓN LLUVIOSA EN EL DISTRITO DE BOQUETE.**

Fechas de muestreo	Población muestreada					
	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas
4/9/14	0	0	0	0	0	0
20/9/14	0	0	0	0	0	0
4/10/14	2	0	4	2	10	6
11/10/14	8	0	31	23	49	18
18/11/14	40	0	66	26	93	27
<b>Totales</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>101</b>	<b>51</b>	<b>152</b>	<b>51</b>

$$\% \text{ Parasitoidismo} = \frac{\# \text{ de pupas del parasitoide}}{\# \text{ de pupas} + \# \text{ de } P. \text{ xylostella}} \times 100$$

$$\% \text{ Parasitoidismo} = \frac{0}{101 + 50} \times 100$$

$$\% \text{ Parasitoidismo} = 0 / 151 \times 100$$

% Parasitoidismo= 0%.

Durante la época lluviosa se observó que la incidencia de *Plutella xylostella* fue relativamente muy baja, en 3 de 5 fechas de muestreo de la *P. xylostella* se observó los siguiente: 4 de octubre (2 adultos, 10 larvas, 4 pupas); 11 de

octubre (49 larvas, 31 pupas, 8 adultos) y 18 de noviembre (40 adultos, 93 larvas, 66 pupas); para un total de 152 larvas, 101 pupas, 50 adultos en este período.

No se pudo determinar cuál es el factor biótico clave causante de la mortalidad sobre la *P. xylostella*, que justificara su baja incidencia durante este período. No se le puede atribuir a las aplicaciones de insecticidas; pero Harcourt (1993); indica que la mayoría de *P. xylostella* fueron eliminadas en los estados inmaduros. Sin embargo, el principal factor de mortalidad fue diferente en cada estudio. Las fluctuaciones estacionales dependen principalmente de las acciones de sus enemigos naturales. Los autores no coinciden con esta aseveración o hallazgo en este caso, desde que al igual que los números muy bajos detectados de la palomilla dorso de diamante, no se registró alguna presencia de enemigos naturales en los cinco muestreos realizados (ver Cuadro VI).

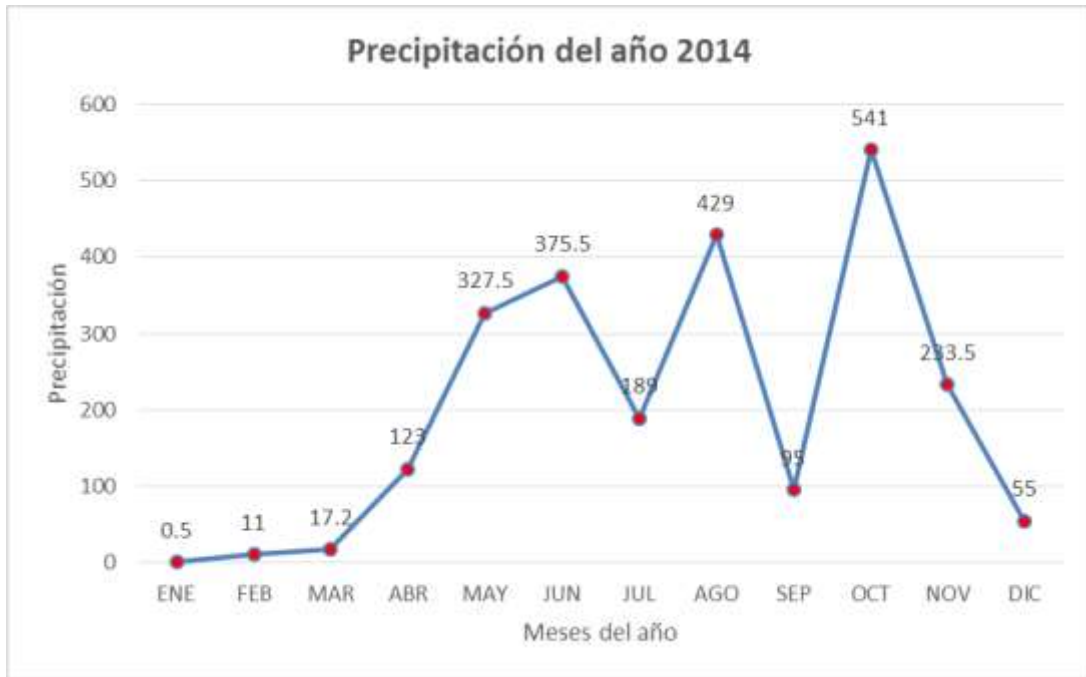
Por su lado Harcourt (1993), señala que la precipitación afecta severamente la sobrevivencia de los estadios larvales más tempranos. La formación de cera sobre la superficie foliar de las plantas hospederas es removida por las lluvias y los huevos puestos sobre las hojas pueden ser lavados fácilmente junto con la cera, evitando que la *P. xylostella* alcance altos picos poblacionales durante esta estación. Al igual que, Chelliah & Srinivasan, 1986, expresan que la lluvia es el factor directo de mortalidad sobre las larvas del 1° instar, 2° instar y

adultos de la palomilla dorso de diamante. En el cuadro VIII, se muestra el comportamiento de la precipitación promedio durante los meses de muestreo correspondientes (95 mm en septiembre, 541 mm en octubre, 233.5 mm en noviembre) durante la estación lluviosa. Probablemente este factor natural limitó no solo el desarrollo normal de *Plutella xylostella*, sino también consecuentemente la ocurrencia de los enemigos naturales.

**CUADRO VIII. PRECIPITACIÓN ANUAL DURANTE EL AÑO 2014 EN EL DISTRITO DE BOQUETE.**

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A.		
DIRECCIÓN DE HIDROMETEOROLOGÍA		
GERENCIA DE CLIMATOLOGÍA		
Año	Mes	Total Lluvia (mm)
		<b>108053</b>
		<b>BOQUETE</b>
<b>2014</b>	<b>1</b>	0.5
	<b>2</b>	11.0
	<b>3</b>	17.2
	<b>4</b>	123.0
	<b>5</b>	327.5
	<b>6</b>	375.5
	<b>7</b>	189.0
	<b>8</b>	429.0
	<b>9</b>	95.0
	<b>10</b>	541.0
	<b>11</b>	233.5
	<b>12</b>	55.0

Fuente: ETESA, 2015.



**Figura 19. Representación gráfica de la precipitación durante el año 2014 en el distrito de Boquete.**

En el gráfico anterior (Figura 19), se muestra claramente que en octubre (541 mm) se registró la mayor cantidad de precipitaciones en el año 2014, en comparación con los meses de septiembre (95 mm) y noviembre (233,5 mm) en donde hubo una disminución en dicho factor climático. Por lo tanto, esto conllevó a la alteración en el ciclo de vida de la plaga *Plutella xylostella* al igual que incidió en la ocurrencia y desarrollo normal de los parasitoides de dicha plaga durante el periodo de muestreo en la estación lluviosa

Al igual que las precipitaciones repercuten sobre el desarrollo normal de *Plutella xylostella*, la temperatura es otro factor climático que afecta

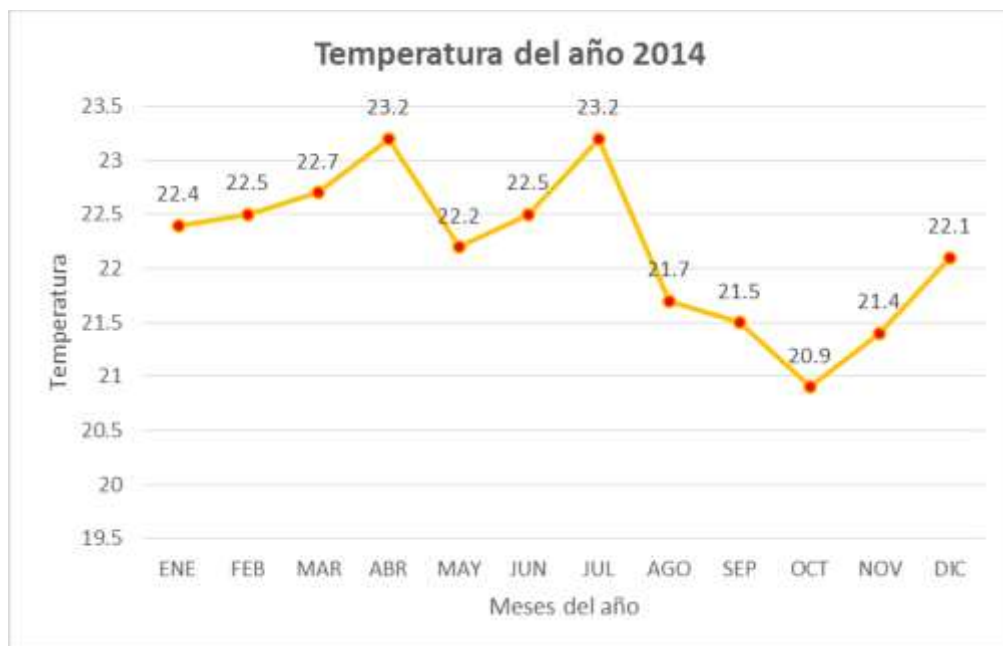
directamente sobre la mortalidad de sus estadios, ya que conforme aumenta la temperatura, el ciclo de vida y el desarrollo normal de *Plutella xylostella* disminuye (Folcia & Bado, 1996). El ciclo de *P. xylostella* está muy influenciado por la temperatura, éste puede variar de 15 a 35 días, dependiendo de la temperatura y de la región de ocurrencia (Shirai, 2000).

**CUADRO IX. TEMPERATURA ANUAL DURANTE EL AÑO 2014 EN EL DISTRITO DE BOQUETE.**

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A.		
DIRECCIÓN DE HIDROMETEOROLOGÍA		
GERENCIA DE CLIMATOLOGÍA		
Año	Mes	Temperatura Promedio del aire (°C)
		108053
		BOQUETE
2014	1	22.4
	2	22.5
	3	22.7
	4	23.2
	5	22.2
	6	22.5
	7	23.2
	8	21.7
	9	21.5
	10	20.9
	11	21.4
	12	22.1

Fuente: ETESA, 2015.

En el Cuadro IX, se aprecia los intervalos de temperatura promedio durante los meses de (agosto 21.5°C, septiembre 20.9°C y noviembre 21.4°C); referentes al muestreo durante la estación lluviosa, en donde se demuestra que este factor climático no influyó directamente en la mortalidad de los estadios de *Plutella xylostella*, sino fueron las precipitaciones propias de la estación. Seguidamente, se muestra una representación gráfica del comportamiento de la temperatura durante el año 2014, en donde se refleja que los meses de muestreo en la estación lluviosa fueron los meses que presentaron las temperaturas más bajas en comparación a los otros meses del año correspondiente (Figura 20).



**Figura 20. Representación gráfica de la temperatura durante el año 2014 en el distrito de Boquete.**

#### **4.2 Ocurrencia de *Plutella xylostella* en la época de verano**

El Cuadro X muestra los resultados de los muestreos durante el período seco o de verano del año 2015. Los números de la palomilla dorso de diamante en todos sus estados (larva, pupa y adulto) fueron mayores durante este período del año. En el mismo se realizaron cuatro muestreos, uno cada semana, a partir del 5 al 26 de febrero de 2015. De ello se apreció que de los cuatro (4) periodos de muestreo realizados, tres de ellos se logró recuperación de especímenes de la *P. xylostella*. Los números se indican a continuación: el 5 de febrero (0 recuperación de *P. xylostella* en diferentes estados); 12 de febrero (341 larvas, 278 pupas, 158 adultos); 19 de febrero (312 larvas, 264 pupas, 158 adultos); 26 de febrero (343 larvas, 306 pupas, 174 adultos), para un total de 996 larvas, 848 pupas, 490 adultos).

Durante la época seca, en los meses de enero y febrero, meses que coincidieron con la realización de los muestreos subsiguientes, la precipitación disminuyó considerablemente (34.0 y 31.5, respectivamente); lo que conllevó al desarrollo de la plaga y por ende, la ocurrencia de números tangibles del parasitoide (Ver cuadro XI).

**CUADRO X. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN DE *Plutella xylostella* Y PARASITOIDES DURANTE LA ESTACIÓN SECA EN EL DISTRITO DE BOQUETE.**

Lugares de colecta	Flia. González S.						Ing. Francisco Dejud						Flia. Córdoba						Flia. Lay						M.I.D.A.						Sr. Guillermo Bellg						Flia. Boutet											
	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas						
5/2/15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/2/15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	10	61	25	71	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/2/15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	7	42	10	55	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/2/15	0	0	0	0	0	0	15	11	32	6	40	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	23	9	30	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	0	0	0	0	0	0	15	11	32	6	40	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	23	126	44	156	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lugares de colecta	Ing. Francisco Dejud (Volcancito)						Sr. Carlos Sabin						Flia. Pití						Sr. Mamerto Quiel						Sr. Elvis González						Porfirio De Gracia						Sr. Mair González											
	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas						
5/2/15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/2/15	0	0	0	0	0	0	59	14	83	10	105	22	0	0	0	0	0	0	43	10	79	26	95	16	0	0	0	0	0	0	30	15	55	10	70	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/2/15	0	0	0	0	0	0	59	18	107	30	112	5	0	0	0	0	0	0	70	17	105	18	125	20	0	0	0	0	0	0	4	0	10	6	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/2/15	20	10	40	10	45	5	36	27	73	10	80	7	0	0	0	0	0	0	67	15	85	3	90	5	28	15	53	10	58	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	20	10	40	10	45	5	154	59	263	50	297	34	0	0	0	0	0	0	180	42	269	47	310	41	28	15	53	10	58	5	34	15	65	16	90	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**CUADRO XI. TOTAL DE LA POBLACIÓN MUESTREADA DE *Plutella xylostella* Y PARASITOIDES DURANTE LA ESTACIÓN SECA EN EL DISTRITO DE BOQUETE.**

Fechas de muestreo	Población muestreada					
	N° P.x.	N° Parasitoides	N° pupas	N° pupas muertas	N° larvas	N° larvas muertas
5/2/15	0	0	0	0	0	0
12/2/15	158	49	278	71	341	63
19/2/15	158	42	264	64	312	48
26/2/15	174	84	306	48	343	37
<b>Totales</b>	<b>490</b>	<b>175</b>	<b>848</b>	<b>183</b>	<b>996</b>	<b>148</b>

$$\% \text{ Parasitoidismo} = \frac{\# \text{ de pupas del parasitoide}}{\# \text{ de pupas} + \# \text{ de } P. \text{ xylostella}} \times 100$$

$$\% \text{ Parasitoidismo} = \frac{175}{848 + 490} \times 100$$

$$\% \text{ Parasitoidismo} = 175 / 1338 \times 100$$

$$\% \text{ Parasitoidismo} = 0.13 \times 100$$

$$\% \text{ Parasitoidismo} = 13\%.$$

En contraposición al comportamiento de las precipitaciones durante el año 2014 (Cuadro XII), se muestra que en enero y febrero, el intervalo de precipitaciones fue de 34.0 mm a 31.5 mm. Por lo tanto, estos fueron los índices más bajos de lluvias durante el año 2015. Esto explica por qué durante la estación seca los picos poblacionales tienden a ser altos y recurrentes tanto

para las poblaciones de *Plutella xylostella* como para los enemigos naturales de dicha plaga.

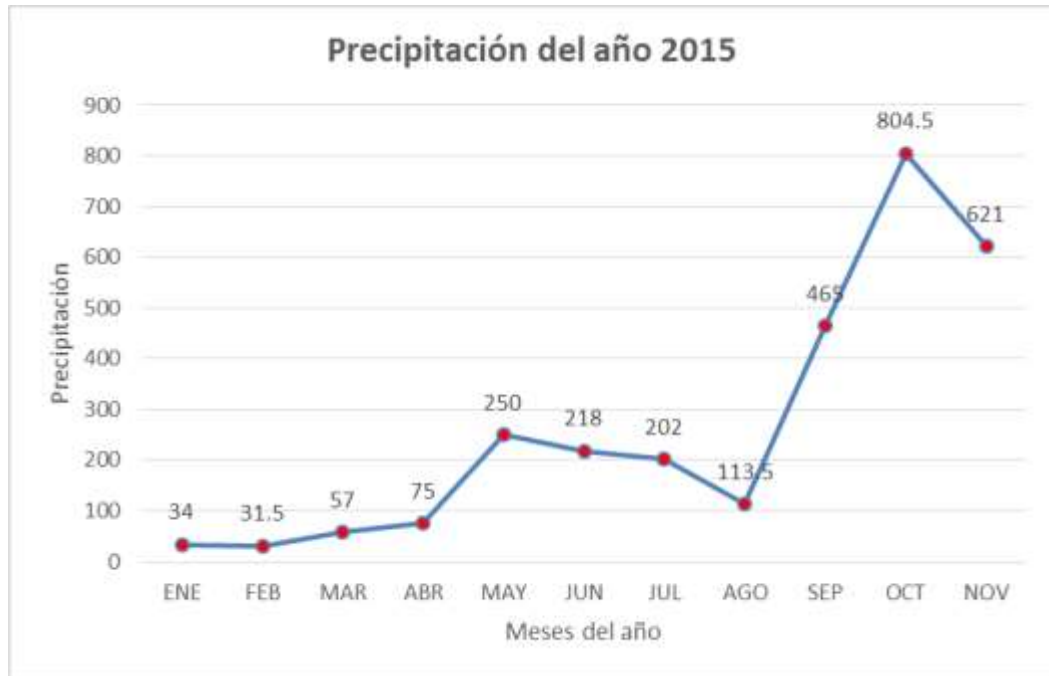
**CUADRO XII. PRECIPITACIÓN ANUAL DURANTE EL AÑO 2015 EN EL DISTRITO DE BOQUETE.**

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A.		
DIRECCIÓN DE HIDROMETEOROLOGÍA		
GERENCIA DE CLIMATOLOGÍA		
Año	Mes	Total Lluvia (mm)
		108053
		BOQUETE
2015	1	34.0
	2	31.5
	3	57.0
	4	75.0
	5	250.0
	6	218.0
	7	202.0
	8	113.5
	9	465.0
	10	804.5
	11	621.0
	12	S/D

Fuente: ETESA, 2015.

En el siguiente gráfico (Figura 21), se muestra el comportamiento de las precipitaciones durante el año 2015, en donde los meses de enero (34 mm) y febrero (31,5 mm) fueron los meses con menos lluvias. Por lo tanto, esto

conlleva al aumento de las poblaciones de *Plutella xylostella*, al igual que la población de enemigos naturales propios de la plaga.



**Figura 21. Representación gráfica de la precipitación durante el año 2015 en el distrito de Boquete.**

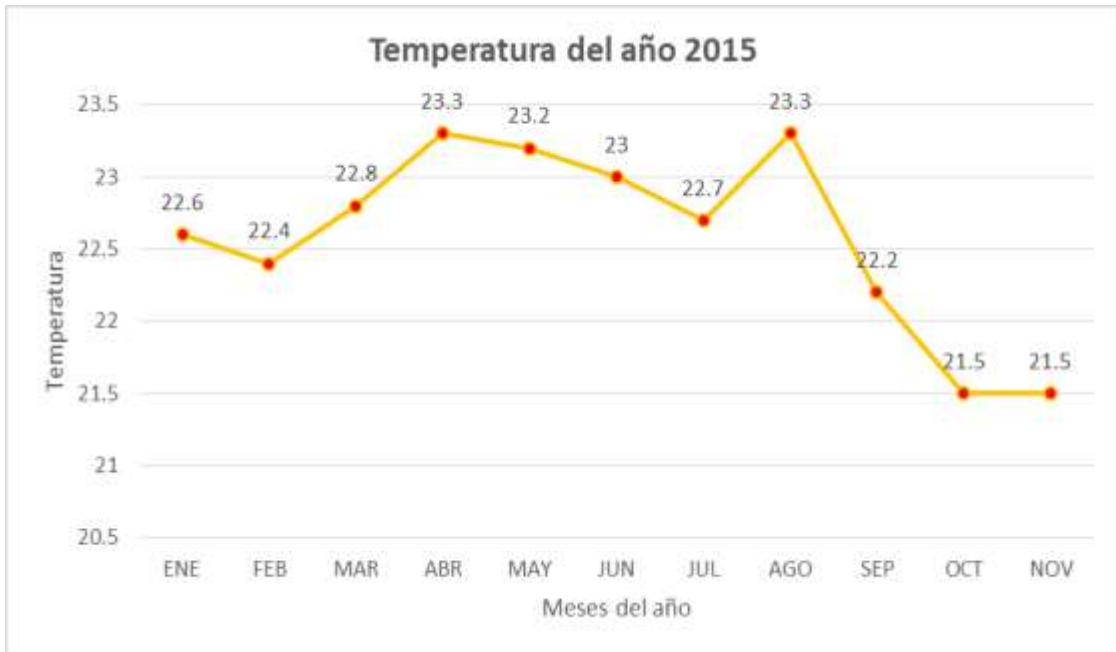
Durante la estación seca del año 2015, se comprueba que las precipitaciones fueron escasas, por lo tanto los picos poblacionales de *P. xylostella* y de sus enemigos naturales aumentaron. En el caso de la temperatura, este factor climático si pudo incidir directamente sobre la mortalidad de algunos estadios de la *P. xylostella* durante dicha estación. Ya que durante los meses de enero 22.6°C y febrero 22.4°C (Cuadro XIII) se presentaron niveles altos de

temperatura, lo que provoco una disminución en el ciclo de vida y alteración en el desarrollo normal de *Plutella xylostella*. Este factor podría ser la causa probable de mortalidad de 148 larvas y 183 pupas de *P. xylostella* durante los meses de muestreo en la estación seca.

**CUADRO XIII. TEMPERATURA ANUAL DURANTE EN AÑO 2015 EN EL DISTRITO DE BOQUETE.**

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A.		
DIRECCIÓN DE HIDROMETEOROLOGÍA		
GERENCIA DE CLIMATOLOGÍA		
Año	Mes	Temperatura Promedio del aire (°C)
		108053 BOQUETE
2015	1	22.6
	2	22.4
	3	22.8
	4	23.3
	5	23.2
	6	23.0
	7	22.7
	8	23.3
	9	22.2
	10	21.5
	11	21.5
	12	S/D

Fuente: ETESA, 2015.



**Figura 22. Representación gráfica de la temperatura durante el año 2015 en el distrito de Boquete.**

En el gráfico anterior (Figura 22), se muestra una representación gráfica del comportamiento de la temperatura durante el año 2015, en donde se refleja que los meses de muestreo (enero y febrero) se presentaron los índices más altos de temperatura en comparación con los meses correspondientes de la estación lluviosa.

### 4.3. Determinación del parasitoide *Diadegma insulare*

El factor clave de la mortalidad de *Plutella xylostella* durante el periodo seco fue en parte debido a la acción parasitoidista de un enemigo natural denominado, *Diadegma insulare* es un microparásito Himenóptero: Ichneumonidae, de ocurrencia Neotropical. Sourakov (2004) indica que este *D. insulare* se encuentra distribuido desde los Estados Unidos hasta Sur América.

A continuación, de acuerdo con Cave (1995), se muestran algunos nombres sinónimos de este parasitoide.

#### **Nombres sinónimos:**

*Mesoleptus insularis* (Cresson) 1865  
*Mesostenus insularis* (Cresson) 1985  
*Horogenes insularis* (Cresson) 1865  
*Limneria polynesialis* Cameron 1883  
*Campoplex hellulae* Viereck 1912  
*Angitia plutellae* Viereck 1912  
*Campoplex pygmaeus* Viereck 1925  
*Sagarilis Walley* 1926

*D. insulare* es una pequeña avispa de no más de 6 mm de largo, con las patas y el abdomen de color marrón rojizo (ver Figura 23).



**Figura 23. Adulto de *Diadegma insulare* recuperado a partir de larvas parasitadas naturalmente en campo.**

Cave (1995) describió las características morfológicas particulares de *D. insulare* como son tanto su cabeza, mesosoma y dorso de la metasoma negros, tégula, pro- y mesotrocánteres y segundo segmento de metatrocánteres amarillos, procoxa negra y amarilla, mesocoxa negra, fémures rojos, metatibias negras una banda amarilla ancha en medio, tergitos III y IV rojizos lateralmente; areolata más o menos triangular; propodeo con areolata romboide en el medio; ovipositor curvado hacia arriba (ver Figuras 24 y 25).



Figura 24. Adulto hembra de la micro-avispa *Diadegma insulare* parasitoide del II y III instar larvario de *Plutella xylostella*.



Figura 25. Adulto macho de la micro-avispa *Diadegma insulare*.

La hembra adulta de *D. insulare* deposita un solo huevo por larva del huésped del II o III instar. Por lo que dicho parasitoide se desarrolla como un endoparasitoide solitario, surgiendo la larva parásita de la prepupa hospedera inmersa que está envuelta dentro del capullo anfitrión de *P. xylostella* y ésta empieza a producir su propio capullo que puede presentar una banda blanca distintiva (ver Figuras 26 y 27). La larva parasitoide termina devorando su hospedero.



**Figura 26. Larva de *Plutella xylostella* Linnaeus parasitada por *Diadegma insulare* (Cresson).**



**Figura 27. Pupa de *Diadegma insulare*.**



**Figura 28. Adultos de *Diadegma insulare* recuperados.**

Durante la estación seca, se obtuvo la mayor incidencia tanto de *Plutella xylostella* la plaga y de su parasitoide *Diadegma insulare*, en diferentes localidades del distrito, pero el mayor índice de captura de ambos se hizo en una parcela ubicada a orillas de la vía principal hacia el área de Los Naranjos, en la propiedad del Sr. Carlos Sabin. Esta parcela, a pesar de habersele realizado un corte repollo para la venta, tenía un 60% de plantas de repollo aún en el campo, los cuales tuvieron que ser abandonados en la parcela por contratiempos del agricultor. Como esta parcela fue abandonada en cierta medida, se le dejó de dar el manejo necesario, especialmente el control químico de las plagas y enfermedades que pudiesen aquejar al cultivo.

Esta situación trajo como consecuencia que las poblaciones de *P. xylostella* se dispararan en el lote; por ende al estar libre de plaguicidas e incrementar la población de la plaga se dio el crecimiento de la densidad de la población del parasitoide. Inicialmente el desarrollo de la curva de este enemigo natural de *P. xylostella* fue muy lenta, pero paulatinamente alcanzó un incremento reduciendo la densidad del hospedero. Sourakov (2004) indica que *D. insulare* es altamente susceptible a los pesticidas, los cuales matan a los adultos de estas avispa a través del contacto directo. Incluso, las larvas dentro del hospedero mueren también cuando el pesticida mata sus hospederos y al aumentar la densidad poblacional de la plaga, de igual manera el biocontrolador aumenta su población.

## V. CONCLUSIONES

El enemigo natural identificado, en el muestreo realizado durante la estación seca del año 2015 en el distrito de Boquete fue *Diadegma insulare*, el cual es un parasitoide nativo de *Plutella xylostella*.

En el área de Boquete si existe la ocurrencia de enemigos naturales nativos de *P. xylostella*, como es el caso de *D. insulare* aunque sus niveles de ocurrencia y parasitoidismo son bajos debido a la influencia de los factores climáticos y a las aplicaciones de pesticidas que alteran el desarrollo óptimo del parasitoide.

El porcentaje de parasitoidismo que presentó *D. insulare* como biocontrolador de *P. xylostella* fue del 13% correspondiente al muestreo durante la estación seca del año 2015, aunque en el muestreo de la estación lluviosa correspondiente al año 2014, la ocurrencia del parasitoide fue nula.

*Diadegma. insulare* es un endoparasitoide solitario, que se desarrolla como larva parásita dentro de la larva de *Plutella*, devorando a su hospedero..

La ocurrencia de *P. xylostella* y *D. insulare* se dio principalmente durante la época seca de 2015, mientras que en la época lluviosa de 2014 no hubo colecta significativa.

## VI. RECOMENDACIONES

Plantar alrededor de los campos cultivados de crucíferas, especies vegetales que produzcan grandes cantidades de néctar para mantener las poblaciones adultas de los parasitoides de *Plutella xylostella*, como es el caso de *Diadegma insulare*, de manera que puedan sustentarse alimenticiamente.

Limitar el uso de plaguicidas y/o seleccionar insecticidas específicos para el control de *P. xylostella*, evitando así los índices de mortalidad de los parasitoides de esta plaga y consecuentemente, el desarrollo óptimo e incremento del nivel de parasitoidismo sobre la plaga.

Solicitar a la Universidad de Panamá, la construcción de un insectario como cubículo de docencia para los estudiantes de Entomología Aplicada y de trabajo de tesis, para facilitar el procesamiento de muestras, mantener las condiciones óptimas para el desarrollo de los organismos insectiles y lograr la multiplicación de enemigos naturales biocontroladores de plagas de interés económica.

Concientizar a los productores acerca de los efectos que causa el uso excesivo de los insecticidas, que alteran el agroecosistema, ya que favorecen a la

resistencia a los agroquímicos por parte de la plaga y además reducen las poblaciones nativas de los insectos biocontroladores de *P. xylostella*

Involucrar las instituciones públicas correspondientes del sector agrícola, permitiendo un acercamiento con los productores, conociendo sus necesidades, interactuando en conjunto y ejecutando actividades de aprendizaje y docencia para que ellos comprendan la necesidad de hacer un cambio racional en la metodología de manejo de plagas y producción de alimentos de manera sostenible, tanto con el ámbito salud, ambiental, social y económico.

## VII. REFERENCIAS CITADAS

ÁLVAREZ, J.; M, LONDOÑO & J, JARAMILLO. 1995. Determinación del estado de desarrollo de la planta y su relación con el daño de la polilla, *Plutella xylostella*, en cuatro crucíferas y una compuesta de uso comercial. Grupo de Investigación Agrícola Regional. Documento de trabajo. Costa Rica. 44 p.

ÁLVAREZ, J. & ROJAS, L. 1997. Distribución, incidencia y daño de *Plutella xylostella* en el Oriente Antioqueño. Tesis de grado. Administración de empresas agropecuarias. Universidad Católica de Oriente. Depto. de Antioquia, Colombia. 60 p

APABLAZA, J. U., 1984. Incidencia de insectos y moluscos plagas en siete hortalizas cultivadas en las regions V y Metropolitana, Chile, Ciencia e Investigación Agraria, 11, 27-34 p.

APABLAZA, J. U., 1990. Insectos, ácaros y otros, p. 135-150. In: Latorre, B. A. (ed.), Plagas de las Hortalizas. Manual de Manejo Integrado, FAO, Santiago. 519 p.

ARRETZ, P. & ARAYA, J. 1979. Plagas de las crucíferas. Revista del Campo. Diario El Mercurio. Santiago, Chile. 17 p.

ATTA, A. & SIVAPRAGASAM, A. 1992. Biology and Ecology of *Diamondback* moth in Malasia. Training Manual on Integrated Pest Management of Diamonback moth in cabbage in Malasia. Jusoh, M.; Loke, W; Syect, A & Tyre, M (Edits.). Malaysia Agriculture Research and Development Institute. Koala Lumpur, Malasia. 5 p.

BRENES, J. 2000. Cría masiva y liberación de parasitoides de *Plutella xylostella* L. y su manejo a través de *Bacillus thuringiensis* en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) en tres épocas de siembra. Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 52 p.

BUJANOS, M.; MARÍN, A; GALVÁN, F & BYERLY, K. 1993. Manejo Integrado de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (L) (Lepidóptera: *Yponomeutidae*) en el Bajío, México. Publicación Especial No. 4. Instituto

Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria. SARH, CEBAJ. Centro de Investigación Regional del Centro, Patronato para el Apoyo y Fomento a la Investigación Agropecuaria y Forestal en el Estado de Guanajuato-México. 35 p.

CASTELO, M; FRANÇA, FH & VILLAS BOAS, GL. 1997. Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). Brasília: Embrapa Hortaliças. 4 p.

CASTILLO, D. I. 1973. La polilla de las crucíferas en raps de primavera en la zona sur y su control. Investigación y Progreso Agrícola INIA Carillanca, Chile. 88-89 p.

CATIE. 1990. Proyecto regional de manejo integrado de plagas. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE/MIP. CR. 41 p.

CAVE, R. 1995. Manual para el reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central. 1° ed. Zamorano, Honduras. 202 p.

CHELLIAH, S. & SRINIVASAN, K. 1986. Bioecology and management of Diamondback moth in India. Diamondback moth management: Proceeding of the first workshop. N. S. Talekar and T. D. Griggs (Eds.). Shanhua, Taiwán: Asian Vegetable Research and Development Center. 63-76 p.

CHEN, L. & SUN (Compilers). 1985. Annotated Bibliography of Diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanuan, Taiwan. P.86. Publication 85. 229 p.

DANGELO, G. & R. TABORRA. 2007. Evaluación de estrategias de manejo integrado para la polilla de las coles *Plutella xylostella* (L.). En: Resúmenes, 30° Congreso Argentino de Horticultura, La Plata. 366 p.

DE PAZ, G. R. 1991. Estudio del ciclo de vida de la palomilla del dorso de diamante (*Plutella xylostella*), durante un ciclo del cultivo de repollo comercial y bajo dos ambientes (campo y laboratorio). ICTA. Labor Ovalle. Honduras. 15 p.

FOLCIA, A.M. & S.G. BADO. 1996. Aspectos morfológicos, biológicos e ingesta de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Rev. Facultad de Agronomía UBA, 16 (3): 173-178 p.

GEORGHIOU, G. P. & LAGUNES-TEJEDA, A. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. An index of cases reported through 1989. FAO. Rome. 318 p

HARCOURT, D. G. 1993. Biology of the Diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt) (Lepidoptera: *Plutellidae*), Eastern Ontario. Talekar, N. S.; S. F. Lee; B. S. Chen & L. Y Sun (compilers) 1985. Annotated Bibliography of *Diamondback* moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanuan, Taiwan. P.163. Publication 85. 229 p.

HASSANEI, M. H. 1958. Biological studies on the Diamondback moth, *Plutella maculopennis* (Curt) (Lepidoptera: *Plutellidae*). Talekar, N. S.; S. F. Lee; B. S. 90 p.

HEATHER, N. & E. HASSAN. 2011. Antifeedant effect of *Acorus calamus* L. rhizome extracts against *Plutella xylostella* L. P. 137 – 141. Proceeding of the sixth International Workshop on Management of Diamondback Moth and other crucifer Insect Pests. Edited by R. Srinivasan, A. M. Shelton & H. L. Collins. Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus, Nakhon Pathon, Tailand 21 – 25 . March, 2011.

HONDA, KEN-ICHIRO. 1990. Hibernation and migration of Diamondback Moth in Northern Japan. Proceeding *In*: Talekar, N. S. (Ed.). Diamondback moth and other crucifer Pests. Peroceedings of the Second International Workshop, Tainan, Taiwan, 10-14 December 1990. Asian Vegetable Research and Development Center. AVRDC Publication No. 92-368. 15-26 p.

JANSSON, R. K. 1990. Integration of a insect growth regulator and *Bacillus thuringiensis* for control of Diamonback Moth. *In*: Talekar, N. S. (Ed.). *Diamondback* moth and other crucifer Pests. *Peroceedings* of the Second International Workshop, Tainan, Taiwan, 10-14 December 1990. Asian Vegetable Research and Development Center. AVRDC Publication No. 92-368. 147-157 p.

KAHUTHIA-GATHU, R. 2011. Seasonal incidence of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: *Plutellidae*) and its associated natural enemies in major crucifer growing areas pf Kenya. J. Appl. Biosci. 3103-3112 p.

LEIBEE, G. & SAVAGE, K. 1992. Toxicity of selected insecticides to two laboratory strains of insecticide-resistant Diamondback moth (Lepidoptera: *Plutellidae*) from Central Florida. Journal of Economic Entomology 85. 2073-2076 p.

LIU, M.; TZENG, Y. & SUN, C, 1982. Insecticide resistance in the Diamondback moth. *Journal of Economic Entomology*, 75. 153-155 p.

LONDONO, M. E. & JARAMILLO, J. (S/F). Control biológico de la polilla dorso de Diamante, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidóptera: Yponomeutidae).I Curso-Taller Internacional Control Biológico. CORPOICA. 125-136 p.

METCALF, R. L. 1989. Insect resistance to insecticide. *Pesticide Science*, 26. 333-358 p.

MONROY, L. 1997. Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.): Biología y control. (En línea). Consultado el 1 de agosto del 2014. Disponible en: [http://www.infoagro.com/hortalizas/palomilla\\_dorso\\_diamante.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/palomilla_dorso_diamante.htm).

MONTERO, G.; L. VIGNAROLI & M. LIETTI. 2007. *La “polilla de las coles”* Principal plaga de la colza en el sur de Santa Fe. *Revista Agro Mensajes de la Facultad*. No. 23. Publicación cuatrimestral UNR. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR). Argentina. En línea: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/23/14AM23.htm>

MUCKENFUSS, A. E.; B. M. SHEPARD & E. R. FERRER. 1990. Natural mortality of Diamondback Moth in Coastal South Carolina. Pp. 27 – 36. *In: Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. Proceeding of the Second International Workshop*. N. S. Talekar Editor. Tainan, Taiwan, 10-14 December 1990. 603 p.

MUSTATA, G. 1990. Role of Parasitoid Complex in Limiting the Population of Diamondback Moth in Moldavia, Romania. Pp. 203 - 211. *In: Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. Proceeding of the Second International Workshop*. N. S. Talekar (Editor). Tainan, Taiwan, 10-14 December 1990. 603 p.

OHNO, T.; T. ASAYAMA & K. ICHIKAWA. 1990. Evaluation of Communication Disruption Method using Synthetic Sex Pheromone to suppress Diamondback Moth Infestations. Pp. 109-114. *In: Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. Proceeding of the Second International Workshop*. N. S. Talekar Editor. Tainan, Taiwan, 10-14 December 1990. 603 p.

REDCAHOR. 1999. Análisis del Sistema Producción Consumo de Hortalizas en Panamá. Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (REDCAHOT) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. 9 p.

SCHOLAEN, S. 1977. Manejo Integrado de Plaga en Hortaliza. Un manual para extensionistas. Tegucigalpa, Honduras. P. 26-27 p.

SHIRAI, Y. 2000. Temperature tolerance of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in tropical and temperate regions of Asia. Bulletin of Entomological Research, London, v. 90, n. 3, p. 357-364 p.

SOURAKOV, A. 2004. Feature Creatures. Florida Museum of Natural History. University of Florida.

[http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/wasps/diadegma\\_insulare.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/wasps/diadegma_insulare.htm)

SUN, C. N.; CHI, H. & FENG, H. T. 1978. Diamondback moth resistance to Diazinon and Methomyl in Taiwan. Journal of Economic Entomology, 71. 551-554 p.

TABASHNIK, B. E.; CUSHING, N. L. & JOHNSON, M. W. 1987. Diamondback moth resistance to insecticide in Hawaii. Intra-island variation and cross-resistance. Journal of Economic Entomology, 80. 1092-1099 p.

TABASHNIK, B. E.; RETHWISCH, M. y JOHNSON, M. W. 1988. Variation in adult mortality and knockdown caused by insecticides among populations of Diamondback moth (Lepidoptera: *Plutellidae*). Journal of Economic Entomology 81. 437-441 p.

TALEKAR, N. S. & SHELTON, A. M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annual Review of Entomology. 38 (1). 275-301 p.

TALEKAR, N. S. & M. Y. LIN. 1998. Training manual on IPM of Diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Taiwan. 66 p.

TANAKA, H. 1990. Occurrence of Resistance to *Bacillus thuringiensis* in Diamondback Moth, and Results of trials for integrated control in a watercress greenhouse. In: Talekar, N. S. (Ed.). Diamondback moth and other crucifer Pests. *Proceedings* of the Second International Workshop, Tainan, Taiwan, 10-14 December 1990. Asian Vegetable Research and Development Center. AVRDC Publication No. 92-368. 165-173 p.

WILCOX, Y. 2000. Evaluación de un método de crianza de los parasitoides *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae* enemigos naturales de *Plutella xylostella*. Tesis Ing. Agr. Chiriquí, Panamá. F.C.A-U.P. 64 p.