



“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

**Descripción del manejo convencional de  
plagas insectiles y parasitoidismo natural  
larvario sobre *Plutella xylostella* L.  
(Lepidoptera: Plutellidae) en el cultivo de  
repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata)**

**Autor**

**Br. Octavio De Jesús Gutiérrez Vivas**

**Asesor**

**Ing. MSc. Víctor Hugo Rodríguez Salguera**

**Managua, Nicaragua  
Octubre, 2022**



“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

**Descripción del manejo convencional de plagas insectiles y parasitoidismo natural larvario sobre *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata)**

**Autor**

**Br. Octavio De Jesús Gutiérrez Vivas**

**Asesor**

**Ing. MSc. Víctor Hugo Rodríguez Salguera**

Presentado a la consideración del Honorable Comité Evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal

**Managua, Nicaragua**

**Octubre, 2022**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

***Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal***

---

Miembros del Comité Evaluador

---

PhD. Arnulfo José Monzón Centeno  
Presidente

MSc. Víctor Ramón Monzón Ruíz  
Secretario

---

PhD. Jorge Ulises Blandón Díaz  
Vocal

Lugar y Fecha: Managua, Nicaragua, 22 de junio, 2022

---

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y dedicación para culminar mi trabajo de graduación.

A mi mamá Yadira del Carmen Vivas López por brindarme su apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida.

Con dedicatoria hasta el cielo a mi abuela Luz Argentina Flores Mena (Q.E.P.D) y mi abuelo Octavio Daniel Gutiérrez Carranza por ser pilar fundamental en mi vida y mi desarrollo como persona y profesional.

**Octavio De Jesús Gutiérrez Vivas**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso, por sus infinitas bendiciones durante toda mi vida, y ayudarme a culminar mi carrera universitaria con éxito.

Al Departamento de Protección Agrícola y Forestal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria por financiar económicamente este estudio.

Al Profesor Víctor Hugo Rodríguez Salguera por brindarme la oportunidad y confianza de llevar a cabo esta investigación bajo su tutoría y brindarme conocimientos y lecciones nuevas cada día.

Al señor Mario Altamirano y señora por brindarme transporte a la universidad durante toda mi carrera universitaria. Les deseo infinitas bendiciones por tan enorme gesto.

A todos los productores que me brindaron información y me permitieron tomar muestras de sus parcelas en la El Tisey y Miraflor, Estelí

A mis compañeros de clases, pilares fundamentales para el logro de llegar hasta acá, sin su apoyo no lo hubiese logrado.

Al profesor Oswaldo Rodríguez por colaborar con la toma de fotografías de muestras colectadas en campo durante el estudio.

Al Ing. Gerardo López de la Dirección de Comunicaciones de la UNA por apoyar con su talento en la creación de vectores el ciclo de vida de *Plutella xylostella* L y su interacción de *Diadegma insulare*.

Al Br. Fernando Guillen Mayorga por colaborar con la edición de fotos presentadas en este documento.

**Octavio De Jesús Gutiérrez Vivas**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN   | PÁGINA      |
|---|-------------|
| <b>DEDICATORIA</b>  | <b>I</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTO</b>   | <b>II</b>   |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b>  | <b>V</b>    |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>  | <b>VI</b>   |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>   | <b>VIII</b> |
| <b>RESUMEN</b>  | <b>IX</b>   |
| <b>ABSTRACT</b>   | <b>X</b>    |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>  | <b>1</b>    |
| <b>II OBJETIVOS</b>   | <b>3</b>    |
| 2.1 Objetivo general  | 3           |
| 2.2 Objetivos específicos   | 3           |
| <b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>   | <b>4</b>    |
| 3.1 Origen, distribución y evolución histórica de <i>P. xylostella</i>  | 4           |
| 3.2 Ciclo biológico de <i>P. xylostella</i>   | 5           |
| 3.3 Hábitos ecológicos de adultos de <i>P. xylostella</i>   | 7           |
| 3.4 Costos económicos asociados a <i>P. xylostella</i>  | 7           |
| 3.5 Principales grupos químicos utilizados en el manejo de <i>P. xylostella</i>                                   | 8           |
| 3.6 Parasitoidismo sobre <i>P. xylostella</i>   | 8           |
| 3.7 Diversidad de parasitoides asociados a <i>P. xylostella</i>   | 9           |
| 3.8 Diagnóstico y biología de especies parasitoides   | 12          |
| 3.9 Diadegma insulare: un regulador natural de <i>P. xylostella</i>   | 13          |
| 3.10 Características morfológicas de especies del género <i>Diadegma</i>  | 14          |
| 3.11 Relación específica entre <i>D. insulare</i> y <i>P. xylostella</i>  | 16          |
| 3.12 El género <i>Conura</i>  | 16          |
| 3.13 <i>Diadegma semiclausum</i> : un parasitoide exótico de <i>P. xylostella</i>                                 | 17          |
| 3.14 Conservación de parasitoides en agroecosistemas de repollo<br>( <i>B. oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> ) | 17          |
| <b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>   | <b>19</b>   |
| 4.1 Ubicación del estudio   | 19          |
| 4.3. Variables evaluadas  | 20          |
| 4.4. Recolección de datos   | 22          |
| 4.5. Análisis de datos  | 22          |
| 4.6 Recolección de datos en etapa de laboratorio  | 23          |
| 4.7 Identificación taxonómica de <i>D. insulare</i>   | 23          |
| 4.8 Montaje de especies emergidas para fotografías  | 24          |
| 4.9 Análisis de datos   | 24          |
| <b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>  | <b>25</b>   |
| 5.1 Caracterización del manejo de <i>P. xylostella</i> en El Tisey y Mirafior<br>en el cultivo de repollo         | 25          |
| 5.1.1 Información del productor y de su parcela   | 25          |
| 5.1.2 Experiencia productiva en el rubro de repollo   | 25          |
| 5.1.3 Rubros alternos y rotación de cultivos  | 26          |
| 5.1.4 Principales problemas fitosanitarios en el cultivo de repollo   | 27          |

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 5.1.5  | Insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles  | 28        |
| 5.1.6  | Mezclas de plaguicidas  | 30        |
| 5.1.7  | Información utilizada para dosificaciones de insecticidas   | 31        |
| 5.1.8  | Dosis de insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles                                 | 31        |
| 5.1.9  | Frecuencia de aplicaciones por ciclo del cultivo  | 32        |
| 5.1.10 | Capacitaciones a los productores  | 33        |
| 5.1.11 | Manejo de desechos sólidos de plaguicidas   | 34        |
| 5.1.12 | Conocimiento sobre parasitoides   | 35        |
| 5.2    | Parasitoidismo natural  | 35        |
| 5.2.1  | Relación entre <i>D. insulare</i> y <i>P. xylostella</i> durante todo el ciclo del cultivo de repollo | 39        |
| 5.2.2  | Proporción de sexo de <i>D. insulare</i> y <i>P. xylostella</i>                                       | 40        |
|        | <b>VI CONCLUSIONES</b>  | <b>42</b> |
|        | <b>VII RECOMENDACIONES</b>  | <b>43</b> |
|        | <b>VII. LITERATURA CITADA</b>   | <b>44</b> |
|        | <b>VIII. ANEXOS</b>   | <b>47</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO |  | PÁGINA |
|--------|--|--------|
| 1.     | Insecticidas y grupos químicos utilizados para el control de plagas insectiles en el cultivo de repollo ( <i>B. oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> ) | 8      |
| 2.     | Parasitoides asociados a <i>P. xylostella</i> a nivel internacional  | 10     |
| 3.     | Características morfológicas de especies de <i>Diadegma</i>  | 15     |
| 4.     | Número de productores encuestados por comunidad  | 20     |
| 5.     | VARIABLES consideradas en el estudio   | 21     |
| 6.     | Tamaño de área de producción y promedio de edad  | 25     |
| 7.     | Grupos químicos utilizados por productores de las microrregiones El Tisey y Mirafior, para el manejo de plagas insectiles en el cultivo de repollo     | 28     |
| 8.     | Grupos químicos a los que posee resistencia <i>P. xylostella</i>   | 29     |
| 9.     | Dosis de insecticidas recomendadas vs dosis utilizadas por productores de las microrregiones El Tisey y Mirafior                                       | 31     |
| 10.    | Especies emergidas de las muestras colectadas en campo   | 36     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA  | PÁGINA |
|---|--------|
| 1. Ciclo de vida de <i>Plutella xylostella</i> y su interacción con su parasitoide <i>Diadegma insulare</i> : a) Huevos de <i>P. xylostella</i> ; b) Larvas de <i>P. xylostella</i> alimentándose de una planta de repollo, c) Instares larvarios de <i>P. xylostella</i> ; d) Pre pupa de <i>P. xylostella</i> ; e) Pupa de <i>P. xylostella</i> ; f) Adulto de <i>P. xylostella</i> ; g) Pupa parasitada por <i>D. insulare</i> ; h) Adulto de <i>D. insulare</i> ; i) <i>D. insulare</i> parasitando larva de <i>P. xylostella</i> | 6      |
| 2. Borde floral de manzanilla ( <i>Chamaemelum nobile</i> ) en parcela de repollo ( <i>B. oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> ) en la microrregión El Tisey.   | 18     |
| 3. Mapa de ubicación del estudio  | 19     |
| 4. Metodología de muestreo utilizada en parcelas de repollo   | 23     |
| 5. Jaula de cría de insectos, con plántula de repollo para alimentación de larvas de <i>P. xylostella</i> , agua y solución de miel para adultos de <i>D. insulare</i>  | 23     |
| 6. Propodeo de <i>D. insulare</i> (a) y propodeo de <i>D. semiclausum</i> (b).  | 24     |
| 7. Años de experiencia de los productores en el rubro de repollo en las microrregiones El Tisey y Mirafior.   | 25     |
| 8. Rotaciones con otros cultivos por parte de los productores de El Tisey y Mirafior.   | 26     |
| 9. Principales plagas insectiles en el cultivo de repollo en las microrregiones El Tisey y Mirafior.  | 27     |
| 10. Mezclas de plaguicidas utilizados por productores de las microrregiones El Tisey y Mirafior.  | 30     |
| 11. Fuente de información utilizada por los productores de las microrregiones El Tisey y Mirafior para la dosificación de plaguicidas.  | 31     |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 12. | Frecuencia de aplicaciones utilizadas por los productores de las microrregiones El Tisey y Miraflor  | 32 |
| 13. | Capacitación de productores de repollo b) Instituciones que han impartido las capacitaciones c) Años sin recibir capacitaciones  | 34 |
| 14. | Conocimiento de los productores sobre parasitoides   | 35 |
| 15. | Muestras totales colectadas, muestras por microrregión, emergencia y decesos   | 36 |
| 16. | a) Vista lateral de <i>Conura pseudofulvovariegata</i> , b) Vista lateral de <i>Conura petioliventris</i> , c) Vista dorsal de un macho de <i>Diadegma insulare</i> , d) Vista lateral de hembra de <i>Diadegma insulare</i> . | 37 |
| 17. | Parasitoidismo en base a muestras totales y en base de emergencia por microrregión   | 38 |
| 18. | Incidencia de <i>P. xylostella</i> y <i>D. insulare</i> durante muestreos realizados en las parcelas de repollo de las microrregiones El Tisey y Miraflor  | 40 |
| 19. | Proporción de sexo de <i>D. insulare</i> y de <i>P. xylostella</i>   | 41 |
| 20. | Vista lateral de una hembra (a) y macho (b) de <i>P. xylostella</i>  | 41 |

---

## ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO |  | PÁGINA |
|-------|--|--------|
| 1.    | Encuesta semi estructurada realizada a productores de las microrregiones                               | 47     |
| 2.    | Libro de registro fitosanitario.   | 48     |
| 3.    | Etiqueta de registro de muestras.  | 49     |
| 4.    | Residuos sólidos de plaguicidas arrojados a las orillas de las parcelas.                               | 49     |
| 5.    | Número de muestras colectadas durante las fechas de muestreos con datos de temperatura y precipitación | 50     |
| 6.    | Parasitoidismo en base a muestras totales, precipitación y temperatura durante el estudio.             | 50     |
| 7.    | Parasitoidismo en base a emergencia, temperatura y precipitación durante el estudio.                   | 51     |
| 8.    | Decesos bajo condiciones de precipitación y temperatura fluctuantes                                    | 51     |

## RESUMEN

Los productores de repollo de El Tisey y Mirafior, Estelí; Nicaragua realizan el manejo de plagas insectiles a base de productos sintéticos. Estos, representan un riesgo para la salud humana, también influyen negativamente en el ambiente, incluyendo a los enemigos naturales presentes en los agroecosistemas. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue caracterizar el manejo de las plagas insectiles que los productores realizan en sus parcelas. Además, de determinar el parasitoidismo natural larvario sobre *Plutella xylostella* L. Para eso, se realizaron encuestas semiestructuradas a productores de repollo, y se entregó un libro de registro fitosanitario para reforzar la información para la caracterización. Así mismo, siguiendo la metodología de Bujanos et al., (2013) se realizaron muestreos semanales de *P. xylostella* en 10 parcelas. Las muestras emergidas se identificaron basados en las claves de Azidah et al., (2000) y Cave, (1995). Los resultados evidencian que el 60 % de los productores tiene más de 10 años de experiencia en este rubro, sin embargo, el 57 % de estos realizan rotaciones con el cultivo de la papa. El principal problema fitosanitario que enfrentan los productores en estas microrregiones es *P. xylostella*. Para su manejo, el 29 % de ellos utilizan *Diamidas antranílicas*. Así mismo, el 51 % de productores mencionó que aplica insecticidas con información del panfleto, sin embargo, según la información de los libros de registro las dosis aplicadas, no coincide con las del panfleto. También, el 82 % realiza más de 6 aplicaciones durante el ciclo del cultivo y el 58 % realiza aplicaciones semanales. Además, el 35 % de ellos no han recibido capacitaciones sobre uso racional de plaguicidas y los que han recibido lo hicieron hace mucho tiempo. En cuanto a parasitoidismo, emergieron tres especies: *Diadegma insulare*, *Conura petilioventris* y *Conura pseudofulvovariiegata*, (las dos últimas especies no han sido reportadas para Nicaragua) siendo la especie más abundante *D. insulare* y el porcentaje de parasitoidismo en base a la emergencia fue de 60 %. En las muestras colectadas no estuvo presente *Diadegma semiclausum*, este último, fue introducido desde Taiwan, en el marco de un proyecto nacional hace 20 años.

**Palabras clave:** Parasitoidismo, “*Diadegma insulare*”, “Grupo químico”, *Conura*, *Diadegma semiclausum*, Pesticidas

## ABSTRACT

The cabbage farmers of El Tisey and Miraflor in Estelí; Nicaragua have faced their phytosanitary problems based on chemical products. These represent a human health's risk. Also, the environment is affected it, including the natural enemies, like insects inside and outside of the agroecosystems. For this reason, our objectives were to characterize the pest insects' management that cabbage farmers do normally on their plots; as well as, to determine the natural larval parasitoidism on *Plutella xylostella*. For it, semi-structured surveys were performed to cabbage farmers, and a phytosanitary logbook was handed to obtain information for the characterization. Likewise, following the Bujanos et al.'s methodology (2013), weekly samples of *P. xylostella* were carried out in 10 plots. The parasitoids' emerged samples were identified based on the keys of Azidah et al., (2000) and Cave, (1995). The results show that 60% of the producers have ten or more years of experience in this crop; however, 57% of these carry out rotations with potato crop. The main phytosanitary problem present in these microregions is *P. xylostella*, for its management, 29% of them use anthranilic diamides. Likewise, 51% of farmers mentioned that they apply insecticides with information of the pamphlet; however, according to the information in the logbooks, the doses applied does not coincide with the pamphlet suggests. Further, 82% of them make six or more applications during the crop cycle and 58% make weekly applications. In addition, 35% of them have not received training about use of pesticides and who have received they did it a long time ago. Regarding parasitoidism, in this research three species emerged: *Diadegma insulare*, *Conura petilioventris* and *Conura pseudofulvovariegata*, (The last two species have not been reported to Nicaragua); being the most abundant species *D. insulare*. The percent of parasitoidism on based to emergency was 60% and of the samples collected it was not possible to identify to *Diadegma semiclausum*. This last, was imported to Nicaragua from Taiwan twenty years ago, like a national effort of Classical Biological Control.

**Keywords:** Parasitoidism, "*Diadegma insulare*", "chemical group", *Conura*, "*Diadegma semiclausum*" pesticides

## I. INTRODUCCIÓN

El repollo (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) es de importancia en Nicaragua por ser parte fundamental en la dieta de los nicaragüenses. El repollo es producido por agricultores dueños de pequeñas y medianas áreas de producción. En las microrregiones El Tisey y Mirafior, en el departamento de Estelí, son afectados por diferentes plagas que atacan dicho cultivo; siendo la polilla dorso de diamante (PDD) científicamente conocida como *Plutella xylostella* L. (Lepidóptera: Plutellidae), la más importante (Li, 2016).

Inicialmente, el origen de *P. xylostella* fue atribuido al continente asiático, pero en la actualidad se dice que es originaria del mediterráneo. Fue reportada por primera vez en el continente americano en el año 1854 en Estados Unidos y 1855 en Canadá, desde entonces se ha distribuido por todo América (Li, 2016).

Históricamente, el manejo fitosanitario de *P. xylostella* se ha basado en el uso de insecticidas sintéticos que pertenecen a grupos químicos como los organofosforados, Avermectina, Neonicotinoide, Piretroides y Carbamatos, incrementando significativamente los costos de producción (Gatica, 1989).

Según estimaciones de Li (2016), en Estados Unidos los costos asociados a *P. xylostella* rondan el billón de dólares anuales. Este mismo autor, estima que en Centroamérica los costos de producción por hectárea oscilan entre \$800 y \$1,342 de los cuáles el 20 al 35 % se destinan al manejo de *P. xylostella*. No obstante, los productores sostienen que si no aplican insecticidas para combatir este problema, toda la producción puede perder su valor comercial (Macías, 2005).

Sin embargo, los productores desconocen que en sus agroecosistemas existen aliados naturales que le brindan un servicio ecológico de regulación de las plagas asociadas a sus cultivos. *P. xylostella* evolutivamente ha coexistido con muchos enemigos naturales que regulan sus poblaciones. El regulador más importante en el continente americano de *P. xylostella* es *Diadegma insulare*, un endoparasoitoide solitario y larval que ha presentado hasta un 40 % de parasitoidismo natural, siendo un recurso biológico que merece la pena conservar. Sin embargo, con el uso de químicos actuamos en detrimento de este y otros enemigos naturales (Cerde, 2002).

Prácticas como el uso de insecticidas orgánicos, rotaciones de cultivos, rotaciones de insecticidas, uso de bordes florales, feromonas, entre otras, contribuyen a la conservación de enemigos naturales de *P. xylostella* (Carballo, 2002; Polack et al. 2020).

Estas prácticas amigables con el ambiente no solo favorecerían el incremento del parasitoidismo, además el cultivo de repollo se consumiría con menor residualidad de insecticidas sintéticos. Sin embargo, la realidad es diferente y el uso irracional de plaguicidas sintéticos predomina entre los productores nicaragüenses, desconociéndose en la actualidad cuales son los principales grupos químicos utilizados para el manejo fitosanitario de este rubro.

En otro aspecto, en el marco de un proyecto de cooperación entre la Universidad Nacional Agraria, el Ministerio de Agricultura y la cooperación de Taiwán en el año 2000, fue introducido a Nicaragua en la microrregión El Tisey el parasitoide *Diadegma semiclausum*, como un esfuerzo de control biológico clásico (Cerdeira, 2002); sin embargo, se desconoce si esta especie exótica se logró establecer en esta zona.

Por lo anteriormente expuesto, en el presente estudio se plantearon como objetivos caracterizar el manejo fitosanitario en el cultivo de repollo para el control de plagas insectiles y determinar el porcentaje de parasitoidismo natural larval sobre *P. xylostella*. Además, se pretendió valorar el establecimiento de *D. semiclausum*.

## II OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Generar información sobre la problemática del manejo de plagas insectiles y la incidencia del parasitoidismo larvario sobre *Plutella xylostella*, que sirva de base para la implementación de políticas públicas que mejoren la eficacia de dicho manejo en la zona de El Tisey y Miraflor, Estelí.

### 2.2 Objetivos específicos

Caracterizar el manejo de plagas insectiles implementado por productores en el cultivo de repollo (*B. oleracea* L. var. *capitata*) en El Tisey y Miraflor.

Generar información que sirva de base para la implementación de políticas públicas que mejoren la eficacia del manejo químico en la zona de El Tisey y Miraflor, Estelí.

Determinar el parasitoidismo natural larvario sobre *P. xylostella* en época de postrera de 2020.

### III. MARCO DE REFERENCIA

El repollo es importante en la dieta de los nicaragüenses. Este cultivo, es producido por pequeños y medianos productores; quienes, a menudo se ven afectados por plagas que afectan los rendimientos durante cada ciclo de producción, siendo la más importante *P. xylostella*.

#### 3.1 Origen, distribución y evolución histórica de *P. xylostella*

Noda et al. (2000), mencionan que *P. xylostella* pudo haberse originado en África, por la gran cantidad de parasitoides presentes en ese continente. Sin embargo, no existe un consenso científico sobre su origen.

Además de destructiva, *P. xylostella* es una plaga cosmopolita, ya que está distribuida mundialmente en todo lugar donde se cultiva crucíferas (Li, 2016). En el año 1854 fue reportada por primera vez en el continente americano, específicamente en Estados Unidos y un año después en Canadá (Li, 2016). A partir de entonces, esta especie se encuentra distribuida en todo el continente americano.

*P. xylostella* ha cambiado en diversos aspectos a lo largo de su historia; por ejemplo: la duración del ciclo biológico, este se ve afectado por la temperatura, el cual es un parámetro importante en su historia de vida. También, su capacidad para adaptarse a diferentes temperaturas influye en la dinámica de sus poblaciones (Bahar et al., 2012). Anteriormente, esta plaga no era capaz de tolerar condiciones de frío extremo, pero, en la actualidad, ha sido encontrada en condiciones de temperatura entre cinco y 40°C (Dancau et al., 2020).

Otro aspecto evolutivo de esta plaga es, su capacidad para adquirir resistencia a los plaguicidas. Se ha reportado que insecticidas de grupos químicos como los Organofosforados, Piretroides o Carbamatos entre otros, tienen baja eficiencia en su control (Gatica, 1989).

Otra característica importante de *P. xylostella*, es su rango de hospedero, ya que también ha adquirido la capacidad de sobrevivir en una amplia variedad de crucíferas silvestres, lo que le permite estar disponible a la hora de establecer especies de importancia económica de esta misma familia (Zhang et al., 2012).

### **3.2 Ciclo biológico de *P. xylostella***

El ciclo de vida de *P. xylostella* es completo (holometábolo). Los huevos, son de color amarillento, aplanados y ovalados, miden menos de un mm y son depositados individualmente o en pequeños grupos en el envés de las hojas, cerca de la vena central. Cuando están a punto de eclosionar se tornan de color negro, esta etapa dura entre tres a seis días (Figura 1a) (Li, 2016).

Las larvas pasan por cuatro instares larvarios (Figura 1c). En el primer instar, son translucidas y miden de dos a cinco mm; en el segundo instar, son de color verde claro y se observa un par de prolegs en el último segmento abdominal, una característica muy particular de la especie (Li, 2016).

Durante el tercer instar, las larvas se pueden identificar sexualmente; al igual que la hembra, el macho es de color verde, diferenciándose de esta, por una coloración amarillenta en el quinto segmento abdominal. El cuarto instar es cuando ocasiona mayor daño, es de color verde oscuro. Los cuatro instares larvarios se cumplen entre 10 a 14 días, y alcanzan a medir de seis a 12 mm (Li, 2016).

Una vez finalizada la etapa de larva, *P. xylostella* inicia la etapa de pre pupa. Esta es de color verde claro, cubierta por un capullo de seda blanco, esta alcanza un tamaño entre ocho a 10 mm (Figura 1d). En su estado de pupa, toma un color crema, siempre cubierto por el capullo de seda blanco (Figura 1e) (Li, 2016).

Durante la etapa de adulto mide entre 12 a 14 mm, es de color café con una franja de color grisáceo en su dorso (Figura 1f), está franja forma tres diamantes en su dorso cuando las alas están en reposo, en la hembra se observan estos diamantes con menor intensidad por ser de color más claro que los machos, además es de mayor tamaño que el macho (Li, 2016).

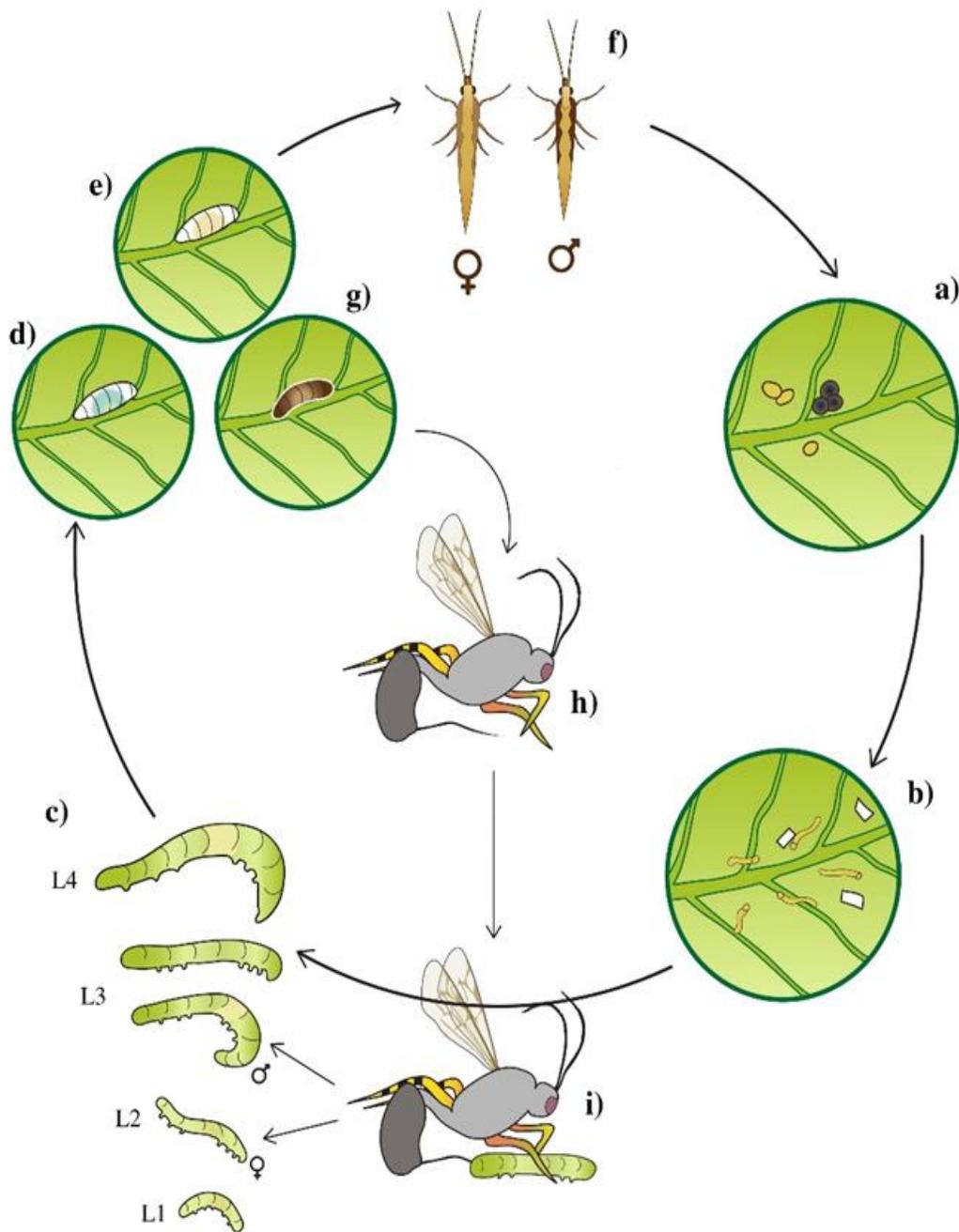


Figura 1. Ciclo de vida de *Plutella xylostella* y su interacción con su parasitoide *Diadegma insulare*: a) Huevos de *P. xylostella*; b) Larvas de *P. xylostella* alimentándose de una planta de repollo, c) Instares larvarios de *P. xylostella*; d) Pre-pupa de *P. xylostella*; e) Pupa de *P. xylostella*; f) Adulto de *P. xylostella*; g) Pupa parasitada por *D. insulare*; h) Adulto de *D. insulare*; i) *D. insulare* parasitando larva de *P. xylostella*.

### **3.3 Hábitos ecológicos de adultos de *P. xylostella***

Los adultos de *P. xylostella* emergen durante las primeras ocho horas del día, el mismo día son capaces de copular. El periodo de ovoposición tarda cuatro días y en este periodo, una hembra es capaz de ovopositar entre 11 y 188 huevos. Además, se alimentan de pequeñas gotas de agua y néctar de las flores en los alrededores. Así mismo, la búsqueda de sus sitios de ovoposición es a través de feromonas que emanan sus hospederos (Li, 2016).

Los factores abióticos son de gran importancia en el comportamiento de los insectos, de estos, la temperatura y la precipitación son los de mayor influencia sobre la fluctuación, hábitos, reproducción y proporción sexual. De estos factores depende mucho la mortalidad o número de generaciones de los insectos. Entenderlos, representa un factor determinante en el éxito que se puede lograr con el manejo de *P. xylostella* (Bahar et al., 2012), y con ello influir positivamente en sus costos asociados.

### **3.4 Costos económicos asociados a *P. xylostella***

Los costos económicos asociados a *P. xylostella* cambian de acuerdo con el manejo utilizado y no son los mismos durante cada ciclo. Para estimar el costo total de *P. xylostella* para la producción y el manejo del cultivo de repollo, se necesita cierto conocimiento de cuánto se gasta por hectárea de producción de la planta huésped de *P. xylostella* en el manejo y cuánta producción se pierde a pesar de este manejo (Zalucki et al., 2012).

Los productos sintéticos son básicamente los más utilizados por los productores para el control de *P. xylostella*. En china, por ejemplo, los costos de estos, rondan en USD un, mil millones anuales, a pesar de que este manejo no tiene la efectividad esperada (Li, 2016).

En los países tropicales la aplicación de insecticidas sintéticos es más frecuente, donde se realizan hasta dos aplicaciones por semana de insecticidas de amplio espectro (Furlong et al., 2013). El costo anual a nivel mundial estimado para el control de *P. xylostella* es \$1.4 mil millones. Los productores sostienen que si no aplican insecticidas toda la producción puede perder su valor comercial (Macías, 2005).

### 3.5 Principales grupos químicos utilizados en el manejo de *P. xylostella*

El uso de productos sintéticos es común entre los productores, actualmente, estos aplican insecticidas de nueva generación; sin embargo, durante la historia se han utilizado diferentes grupos químicos (Cuadro 1) con el propósito de controlar a *P. xylostella* (Miranda & Jirón, 2012).

Cuadro 1. Insecticidas y grupos químicos utilizados para el control de plagas insectiles en el cultivo de repollo (*B. oleracea* L. var. Capitata).

| <b>Grupo químico</b>       | <b>Ingrediente activo</b> | <b>Formulación</b>            |
|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Neonicotinoide             | Lambda cihalotrina        | Granulado                     |
| Avermectina                | Emamectina benzoato       | Granulo soluble               |
| Organofosforado            | Phorato                   | Granulado                     |
| Piretroides                | Cipermetrina              | Concentrado emulsionable      |
| Diamidas del ácido ftálico | Flubendiamida             | Granulos dispersables en agua |
| Diamidas antranílicas      | Clorantraniliprol         | Suspensión concentrada        |

*P. xylostella* es capaz de adquirir resistencia ante todo los productos químicos que son utilizados para su control. Se estima que esta plaga es capaz de producir de cinco a 28 generaciones por año, y cuando las poblaciones son sometidas a alta presión de manejo, cada generación es más resistente (Gatica, 1989).

Otro método utilizado por productores es el uso de insecticidas biológicos, sin embargo, *P. xylostella* ha desarrollado resistencia a los insecticidas como *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (Hill & Foster, 2003). Como resultado de esto, los productores buscan alternativas para reducir la capacidad de resistencia que *P. xylostella* ha generado hacia todos los productos utilizados para su control, por lo cual el control biológico a base de parasitoides podría ser una alternativa para el control de *P. xylostella* (Cerda, 2002).

### 3.6 Parasitoidismo sobre *P. xylostella*

En diferentes comunidades de El Tisey en el año 2012 se llevó a cabo una investigación relacionada al control de *P. xylostella* a base del parasitoide *D. insulare* con el propósito de reducir el uso de insecticidas químicos. El porcentaje de parasitoidismo alcanzado en el laboratorio fue de 79% y un máximo de 98%. Además, a nivel de campo el parasitoidismo incrementó el 16 % luego de realizar liberaciones de *D. insulare* (Miranda & Jirón, 2012).

El uso del parasitoide *D. insulare* mantuvo la incidencia de la plaga por debajo del nivel de daño económico sobre todo en época de riego resulta rentable para los productores lo cual fundamenta

que los productores aceptan el uso de los parasitoides como una alternativa biológica (Miranda & Jirón, 2012).

Por otra parte Cerda (2002) en un estudio realizado en El Tisey, reporta que el parasitoidismo de *D. insulare* sobre *P. xylostella* alcanzó un 40 % . Para comprender mejor Álvarez et al., (2017) declaran que existen casos de parasitoides que alcanzan hasta un 80 % de parasitoidismo, en condiciones donde no se aplica plaguicidas excesivamente, demostrando que el uso de parasitoides mantiene por debajo del nivel de daño económico la incidencia de *P. xylostella*.

### **3.7 Diversidad de parasitoides asociados a *P. xylostella***

Se han registrado más de 90 especies de parasitoides de *P. xylostella* en varias partes del mundo, sin embargo, la mayoría de ellas necesitan una investigación más exhaustiva (Azidah et al., 2000; Li et al., 2016; y Furlong et al., 2013) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parasitoides asociados a *P. xylostella* a nivel internacional

| Especie   | Distribución  | Fuentes                |
|---|---|------------------------|
| <b>Parasitoides larvarios</b>                           |   |                        |
| <i>Diadegma semiclausum</i> (Hellen)                    | Europa: Reino Unido, Francia, Austria, Países Bajos, Serbia, Rumania, Bulgaria, Turquía, Finlandia, Rusia; Asia: Uzbekistán, Nepal, Irán, Taiwán, Indonesia, Malasia, Tailandia, China, India; África: Egipto, Kenia; Australia y Oceanía: Australia, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea   | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Diadegma fenestrata</i> (Holmgren)                   | Europa: Reino Unido, Francia, Alemania, Rumanía, Grecia, Polonia, Finlandia, Rusia; Asia: Japón, India  | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Diadegma mollipla</i> (Holmgren)                     | África: Eritrea, Kenia, Malawi, Tanzania, Sudáfrica   | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Diadegma insulare</i> (Cresson)                      | Norteamérica: Canadá, Estados Unidos, México; América del Sur: Honduras, Venezuela; Caribe: Puerto Rico, Cuba, Jamaica, República Dominicana  | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Diadegma leontinae</i> (Brethes)                     | América del Sur: Brasil, Uruguay, Argentina, Chile  | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Diadegma novaezealandiae</i> Azidah, Fitton & Quicke | Oceanía: Nueva Zelanda, Australia   | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Diadegma rapi</i> (Cameron)                          | Oceanía: Australia  | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Cotesia plutellae</i> (Kurdjumov)                    | Europa: Francia, Austria, Finlandia, Serbia, Bulgaria, Rusia, Ucrania, Turquía; Asia: Japón, Sri Lanka, China, Taiwán, Vietnam, Indonesia, Malasia, Filipinas, Tailandia, Myanmar, India, Pakistán; África: Islas de Cabo Verde, Benín, Senegal, Sudáfrica, Isla Reunión; América del Norte: Estados Unidos; América del Sur: Venezuela, Brasil; Caribe: Martinica, Barbados, Islas de Sotavento, San Cristóbal, Santa Lucía, Trinidad, Guadalupe; Australia y Oceanía: Australia | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Microplitis plutellae</i> (Muesbeck)                 | Norteamérica: Canadá, Estados Unidos; Asia: Laos  | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Apanteles halfordi</i> (Ulyett)                      | África: Sudáfrica   | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Apanteles piceotrichosus</i> (Blanchrad)             | América del Sur: Argentina, Brasil, Venezuela   | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Oomyzus sokolowskii</i> (Kurdjumov)                  | Europa: Reino Unido, Holanda, Alemania, Francia, Austria, Serbia, Rumania, Bulgaria, Turquía; Asia: India, Japón, China, Malasia, Corea del Norte; África: Sudáfrica; Australia y Oceanía: Australia, Nueva Zelanda   | (Furlong et al., 2013) |
|   |   | (Furlong et al., 2013) |
| <b>Parasitoides de larvo-puparios</b>                   |   |                        |

| <b>Especie</b>                               | <b>Distribución</b>   | <b>Fuentes</b>         |
|--|---|------------------------|
| <i>Diadromus subtilicornis</i> (Gravenhorst) | Europa: Alemania, Polonia, Serbia, Rumania, Finlandia, Rusia; Asia: Japón; América del Norte: Canadá; Caribe: República Dominicana  | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Diadromus collaris</i> (Gravenhorst)      | Europa: Reino Unido, Holanda, Alemania, Francia, Austria, Serbia, Rumania, Bulgaria, Turquía; Asia: India, Japón, China, Malasia, Corea del Norte; África: Sudáfrica; Australia y Oceanía: Australia, Nueva Zelanda, Fiyi, Islas Cook | (Furlong et al., 2013) |
| <i>Cotesia plutellae</i> (Kurdjumov)         | Honduras, Guatemala, Venezuela, El Caribe, Asia, Australia, Europa, Islas Cabo Verde  | (Cave, 1995)           |
| <i>Diadegma insulare</i> (Cresson)           | América central, América del sur, El Caribe, Norte América  | (Cave, 1995)           |
| <i>Conura petioliventris</i>                 | Guatemala, Honduras, México, Estados Unidos   | (Cave, 1995)           |
| <i>Conura pseudofulvovariegata</i> (Becker)  | Honduras, Costa Rica, Brasil  | (Cave, 1995)           |
| <i>Isdromas lycaenae</i> (Howard)            | Honduras, Guatemala, Estados Unidos   | (Cave, 1995)           |
| <i>Diadegma insulare</i>                     | Honduras  | (Cordero & Cave, 1992) |
| <i>Opius sp</i>                              | Honduras  | (Cordero & Cave, 1992) |
| <i>Coccygominus punicepes</i>                | Honduras  | (Cordero & Cave, 1992) |
| <i>Spilochalcis pseudofulvovariegata</i>     | Honduras  | (Cordero & Cave, 1992) |
| <i>Spilochalcis petioliventris</i>           | Honduras  | (Cordero & Cave, 1992) |
| <i>Isdromas lycaenae</i>                     | Honduras  | (Cordero & Cave, 1992) |
| <i>Mesochorus sp</i>                         | Honduras  | (Cordero & Cave, 1992) |
| <i>Trichomalus sp</i>                        | Honduras  | (Cordero & Cave, 1992) |

### 3.8 Diagnóstico y biología de especies parasitoides

*Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Braconidae) La hembra parasita más frecuentemente el segundo instar de la larva hospedera, pero todos los cuatro instares pueden ser parasitados (Cave, 1995).

Longitud dos mm; cuerpo negro, patas amarillas excepto coxas y ápices de metafémures y metatibias negros, metatarsos castaños, mesosterno fuertemente punteado; tergito uno un poco ancho después que anteriormente, tergitos uno y II reticulados; cubierta del ovopositor mucho más corta que la tibia (Cave, 1995).

*Diadegma insulare* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae), es el parasitoide más común de *P. xylostella* en América central. Las hembras parasitan preferiblemente larvas hospederas del tercer y cuarto instar, la larva se desarrolla como un endoparasitoide solitario. Surgimiento de la larva parasitoide es de la prepupa hospedera que ya ha formado capullo. La larva parasitoide termina devorando a su hospedero externamente y luego forma su propio capullo, en el cual empupa dentro de capullo del hospedero. Los adultos se alimentan de néctar y requieren agua libre. Las larvas y pupas son hiperparasitadas por especies de Ichneumonidae, Pteromalidae, Chalcididae, Ceraphorinidae y Bethylidae. Se reportan *Plutella armoraciae* y *Hellula undalis* (Pyralidae) como hospederos en otras partes del mundo (Cave, 1995).

Longitud dos a tres mm; cabeza, mesosoma y dorso de la metasoma negros, tégula, y mesotrocanteres y segundo segmento de metatrocanteres amarillos, procoxa negra, y amarilla, mesocoxa negra, fémures rojos, metatibias negras con ancha banda amarilla en el medio, tergitos tres y cuatro rojizos lateralmente; areoleta más o menos triangular; propodeo con areola romboide en el medio ovopositor curvado hacia arriba (Cave, 1995).

*Conura petioliventris*: Becker (Hymenoptera: Chalcididae) Las hembras de este hiperparasitoide facultativo parasitan pupas recién formadas. Sólo una larva parasitoide se desarrolla endoparasiticamente por hospedero. Es un parasitoide más común de *D. insulare* que de *P. xylostella* L (Cave, 1995).

Longitud tres a cuatro mm; color principalmente negro, cabeza amarilla debajo de los ojos y en los márgenes internos y posteriores de los ojos, pronoto lateralmente amarillo a anaranjado, mesoescudo adyacente a las axilas, escutelo y propodeo amarillos postero-lateralmente,

primeros dos pares de patas amarillas y blancas, metafémures amarillos dorsalmente, base del peciolo del metasoma blanco a amarillo; cabeza y mesosoma moderadamente esculpido, pubescentes; metafémur con dientes ventrales pequeños, peciolo del metasoma seis veces más largo que ancho a la hembra, siete veces en el macho (Cave, 1995).

*Conura pseudofulvovariata* Becker (Hymenoptera: Chalcididae). Las hembras de este hiperparasitoide facultativo parasitan pupas recién formadas. Sólo una larva parasitoide se desarrolla endoparasiticamente por hospedero. Es un parasitoide más común de *P. xylostella* que de *D. insulare*. (Cave, 1995).

Longitud tres a cinco mm; color completamente anaranjado amarillento; mesoescudo y escutelos ligeramente esculpido; metatibia con 18 dientes pequeños; peciolo del metasoma cuatro veces más largo que ancho, metasoma de la hembra más largo que la cabeza y el mesosoma juntos, más corto en el macho (Cave, 1995).

*Isdromas lycaenae* Howard (Hymenoptera: Chalcididae) La hembra parasita larvas lepidópteras ya parasitadas por un parasitoide primario. La larva del parasitoide primario. La larva parasitoide joven se mantiene en la larva del parasitoide primario. Al empupar el parasitoide primario, la larva hiperparasitoide cumple su desarrollo, a la vez matando el parasitoide primario, y luego empupa dentro del capullo del parasitoide primario. En los estados unidos también se conoce como hiperparasitoide de especies de *Apanteles*, *Metourus*, *Campoletis* e *Hyposoter* (Cave, 1995).

Longitud tres a cuatro mm; cuerpo negro brillante, antenas pardas, tégula blanca, patas pardas claras excepto ápice de la metatibia, metacoxa negra en el macho; carena occipital completa; areoleta abierta, propodeo con dos carinas transversales (Cave, 1995).

### **3.9 *Diadegma insulare*: un regulador natural de *P. xylostella***

El parasitoide *D. insulare* pertenece a la familia Ichneumonidae, es originario del continente americano. Se clasifica como un endoparasitoide solitario, koinobionte (Cerdeña, 2002). Este parasitoide se mueve rápidamente por las plantas, en busca de hospederos, utilizando sus antenas para encontrar larvas que no han sido parasitadas, prefiere parasitar larvas del segundo y tercer instar de *P. xylostella*, cuando encuentra el hospedero adecuado, el abdomen se dobla por debajo

del tórax, entre su tercer par de patas, y la oviposición no tarda más de dos segundos (Figura 1i).

Cabe resaltar que las larvas de *D. insulare* emergen al momento en que *P. xylostella* entra en estado de pre pupa, además las pupas parasitadas adoptan un color café oscuro (Figura 1g); Su desarrollo de huevo a adulto depende de las condiciones de temperatura en las que se encuentre, por ejemplo, en temperaturas de 25° C el ciclo tarda 15 días y a 13° C tarda 42 días (C. Ipiales, 1999).

### **3.10 Características morfológicas de especies del género *Diadegma***

Se estima, que la riqueza de especies de Ichneumonidae en la región neotropical es de más de 35000 especies. Solo una décima parte están actualmente descritas; por eso la diversidad de este grupo ha sido materia de discusión por mucho tiempo (Marquina, 2019).

Los Ichneumonidos pueden ser reconocidos por la combinación de los siguientes caracteres: Mandíbulas bidentadas, presencia de la vena 2mc (segunda vena recurrente) en las alas anteriores, donde también se observa la celda disco sub marginal, mientras que en las alas posteriores la vena 1rm esta opuesta o apical al punto en el que divergen las venas R1 y RS, finalmente los tergos metasomales dos y tres usualmente están divididos por una sutura flexible (Marquina, 2019)

Azidah et al. (2000) declaran que existen 90 especies de parasitoides que han sido reportadas, estas pueden ser identificadas por pequeñas diferencias que se presentan en diferentes partes del cuerpo de estos insectos.

Cuadro 3. Características morfológicas de especies de *Diadegma*

| Especie                   | Carina occipital  | Oreoleta   | Pozo metepisternal  |
|---------------------------|---|--|---|
| <i>D. insulare</i>        | Carina occipital completa                                       | Vena M recibiendo vena 2m-cu en el centro o ligeramente después del centro de la areola  | Carina pasando fosa metepisternal interrumpida  |
| <i>D. semiclausum</i>     | Carina occipital completa                                       | Vena 3rs-m del ala anterior presente, vena M que recibe la vena 2m-cu claramente después de la mitad de la areola.                                   | -----   |
| <i>D. rapi</i>            | Carina occipital completa                                       | Vena 3rs-m del ala delantera ausente   | -----   |
| <i>D. mollipla</i>        | Carina occipital generalmente interrumpida en la mitad anterior | Las características del cuerpo generalmente se asemejan a las de <i>D. rapi</i> , pero difieren en tener una vena de 3rs-m del ala anterior presente | Difiere de <i>D. insulare</i> en que tiene una carina continua que pasa por el pozo metepisternal |
| <i>D. leontinae</i>       | Carina occipital completa                                       | Vena 3rs-m del ala anterior presente   | Carina que pasa por fosa metepisternal continua   |
| <i>D. novaezealandiae</i> | Carina occipital completa                                       | Vena 3rs-m del ala anterior presente, areola peciolada arriba, vena M recibiendo vena 2m-cu en el medio o ligeramente después del medio de la areola | -----   |
| <i>D. fenestrata</i>      | Carina occipital completa                                       | Vena 3rs-m del ala anterior presente, la vena M recibe la vena 2m-cu en el medio o apenas un poco después del medio de la areola                     | -----   |

### **3.11 Relación específica entre *D. insulare* y *P. xylostella***

Existe una estrecha relación entre el parasitoide *D. insulare* con su hospedero *P. xylostella* atribuido a que su comportamiento es muy similar durante el ciclo del repollo (*B. oleracea* L. var. Capitata), estos sobreviven en flores silvestres que están presente en los agroecosistemas, a la espera de que se cultive repollo (*B. oleracea* L var. Capitata) (Macías, 2005).

Una vez que *P. xylostella* se hace presente en las parcelas después de 20 días de ser trasplantado el repollo, *D. insulare* emigra hacia donde su hospedero principal, y se encuentra listo para iniciar su labor de control biológico natural y reducir la densidad poblacional (Macías, 2005).

Finalmente, Macías (2005) menciona que el parasitoidismo de *D. insulare* aumenta conforme se establece su hospedero, indicando que existe una estrecha relación entre el hospedero y el parasitoide, la cual es una característica deseable de los enemigos naturales.

### **3.12 El género *Conura***

Al género *Conura* pertenecen muchos parasitoides o hiperparasitoides de lepidópteros, coleópteros e himenópteros. Pertenecen a la familia Chalcididae y se caracterizan por poseer diferentes coloraciones que van desde negro a marrón, amarillo o rojo, y en algunos casos coloraciones metálicas (Fay, 1967).

La cabeza y el mesosoma tienen la cutícula dura y usualmente algunas partes poseen grabados ásperos. Las antenas se insertan por arriba o por abajo del margen ventral del ojo y presenta entre cinco a siete flagelómeros. El metafémur es largo, ensanchado y comprimido y la parte ventral es serrada o dentada al menos hasta una tercera parte del borde distal, y la metatibia es curva.

Comúnmente son conocidas como avispa patona, debido a la modificación que presenta el fémur y la tibia de la pata posterior, modificaciones aparentemente utilizadas por las hembras para manipular al hospedero durante la oviposición. Además, se reportan 86 géneros y unas 1750 especies a nivel mundial (Arias, 2003).

Silva et al. (2010) realizaron un estudio en Pernambuco, Brasil, con el propósito de identificar a los parasitoides de *P. xylostella* presentes en esa región, donde reportan a *Conura pseudofulvovariegata* como parasitoide de larvas de *P. xylostella*; Además, Macías, (2005) reporta una especie de *Conura* en Sinaloa, México en el año 2006 con un promedio de

parasitoidismo de 3.2 % demostrando el poco aporte que este género puede aportar en el control de *P. xylostella*.

### **3.13 *Diadegma semiclausum*: un parasitoide exótico de *P. xylostella***

El parasitoide *D. semiclausum* es originario de Reino Unido, es un endoparásito solitario capaz de mantener las poblaciones de *P. xylostella* por debajo del umbral económico, siendo el único parasitoide capaz de controlarla por sí solo (Cerde, 2002); Así que, Cerde (2002) en un intento por realizar control biológico clásico, este parasitoide fue importado en el año 1998 con el propósito de evaluar a *D. semiclausum* como una alternativa biológica para el control de *P. xylostella* en Nicaragua.

En Kenia, el control biológico de *P. xylostella* utilizando a *D. semiclausum* permitió la producción de Brassica de altura sin el uso de pesticidas dentro de los tres años posteriores a la liberación de *D. semiclausum*. (Ayalew, 2011).

### **3.14 Conservación de parasitoides en agroecosistemas de repollo (*B. oleracea* L. var. *capitata*)**

Las plantas transgénicas de repollo portadoras de genes para toxinas Bt se han probado con éxito contra *P. xylostella* en ensayos de campo y de invernadero; Las líneas de repollo (*B. oleracea* L. var. *Capitata*) transformadas pueden suprimir las poblaciones de *P. xylostella* y otras plagas de lepidópteros importantes de las verduras Brassica, pero no tienen efectos directos sobre *D. insulare* o un depredador general; Avanzando en nuestro razonamiento, otra alternativa que utilizan los productores es el manejo integrado de plagas (MIP) que consiste en el uso de insecticidas biológicos como *Bacillus thuringiensis*, uso de insecticidas específicos, rotaciones de cultivos entre otros (Ayalew, 2011).

Dicho lo anterior otra alternativa que utilizan los productores, es el uso de bordes floreales con el cultivo de manzanilla (*Chamaemelum nobile*), alrededor de las parcelas de repollo (*B. oleracea* L. var. *Capitata*) (Figura 2).



Figura 2. Borde floral de manzanilla (*Chamaemelum nobile*) en parcela de repollo (*B. oleracea* L. var. Capitata) en la microrregión El Tisey.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en la época de postrera del año 2020 en dos microrregiones, El Tisey y Miraflor, en el municipio de Estelí, Nicaragua (N 12 ° 59'208" W 86 ° 21'973"). Las altitudes oscilan entre 1100 a 1500 msnm. La temperatura media anual oscila entre los 21.5 y 25 °C con precipitaciones medias que varían entre 800 y 1900 mm (Miranda 2011).

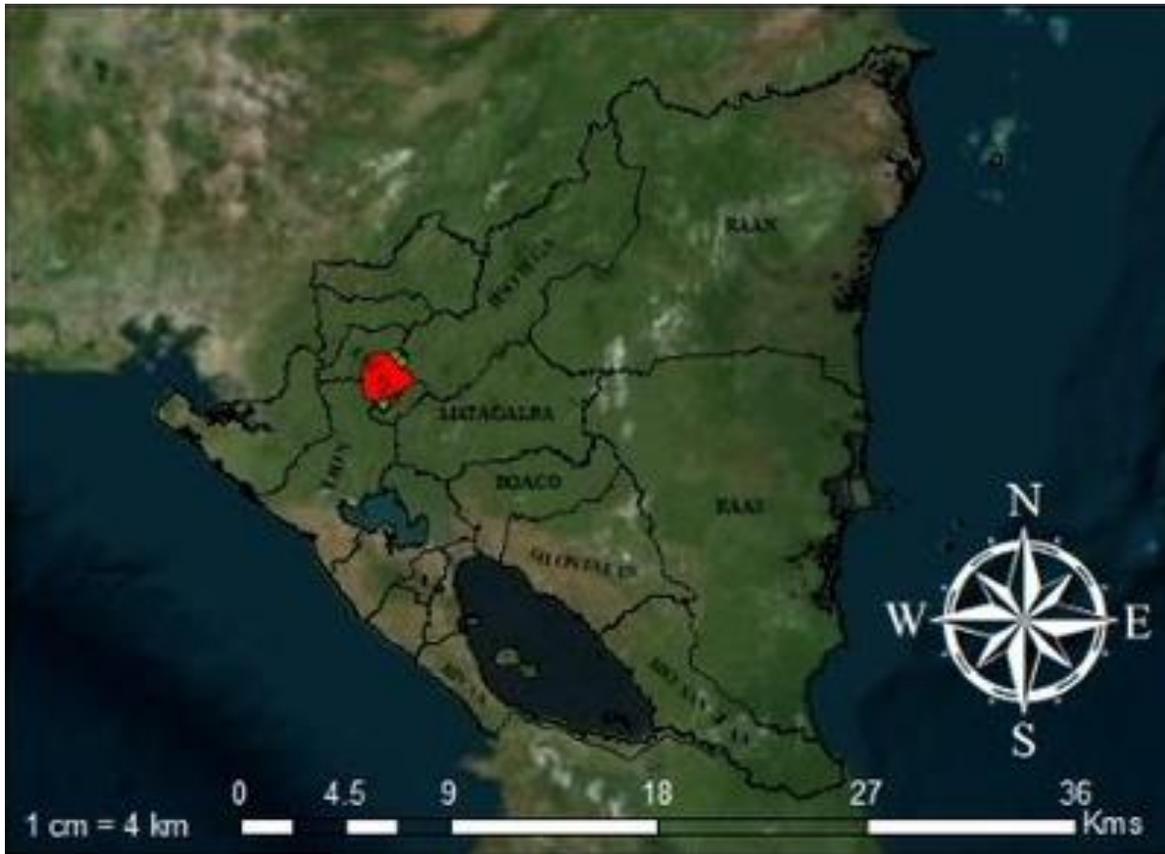


Figura 3. Mapa de ubicación del estudio

Las fincas en esta área generalmente son de propiedad familiar y los principales cultivos son repollo, manzanilla, papa, granos básicos, entre otros. El área destinada al rubro de repollo en dicho municipio es de 203 ha aproximadamente, de las cuales 156 están en el municipio de Estelí y 47 en el municipio de San Nicolás, incluyendo El Tisey y Miraflor (CENAGRO 2011).

En total se trabajó en 15 comunidades a una altitud comprendida entre los 1300 a 1400 msnm (cuadro 4).

Cuadro 4. Número de productores encuestados por comunidad

| <b>Comunidad</b>      | <b>Productores</b> |
|-----------------------|--------------------|
| El Cebollal           | 2                  |
| El Delirio            | 1                  |
| El sesteo             | 2                  |
| El Zacatón            | 4                  |
| La Almaciguera        | 2                  |
| La Fortuna            | 1                  |
| La Garnacha           | 1                  |
| La Laguna             | 2                  |
| La Naranja            | 1                  |
| La Perla              | 2                  |
| La tejera             | 9                  |
| Los Apantes           | 1                  |
| Plan helado           | 1                  |
| Sector los Mendoza    | 1                  |
| Tayacán               | 3                  |
| <b>Altitud (msnm)</b> |                    |
| Mínimos               | 1255               |
| Máximos               | 1500               |
| Media                 | 1367               |
| n                     | 33                 |

#### **4.2. Diseño metodológico**

Este estudio se enmarca dentro del enfoque de investigación cuantitativa, no experimental, de tipo transversal o transeccional, ya que fue desarrollada en una sola época del año. En primera instancia es un estudio descriptivo, porque caracterizó el manejo fitosanitario en el cultivo de repollo en las microrregiones de Miraflor y El Tisey, también es exploratorio porque no se profundizó en el tema sobre la importación y establecimiento del parasitoide exótico *D. semiclausum*, solamente se introdujo al país, pero no hubo seguimiento.

#### **4.3. Variables evaluadas**

En este estudio las variables genéricas fueron manejo de plagas insectiles, parasitoidismo de *D. insulare*, y establecimiento de *D. semiclausum*. Los datos fueron recolectados por medio de una encuesta semiestructurada. En las encuestas se tomaron en cuenta la información general del productor, la información del área de producción, y el manejo de plagas insectiles (Anexo 1) y libros de registros fitosanitario (Anexo 2) y parasitoidismo natural (Cuadro 5).

Cuadro 5. Variables consideradas en el estudio

| No | Variables                      | Dimensión                                  | Conceptualización   | Unidad de medida | Item |
|----|--------------------------------|--|---|------------------|------|
| 1  | Información de los productores | Edad                                       | Edad de las personas encuestadas  | %                | 1    |
| 2  |                                | Sexo                                       | Género de las personas encuestadas  | %                | 2    |
| 3  |                                | Experiencia                                | Años dedicados al rubro de repollo  | %                | 3    |
| 4  | Información de la parcela      | Área                                       | Área de la parcela destinada para la producción de repollo  | Ha               | 1    |
| 5  |                                | Rotaciones                                 | Cultivos con los cuales realizan rotaciones de cultivos   | %                | 2    |
| 6  |                                | Problemas fitosanitarios                   | Principales plagas insectiles que afectan el cultivo de repollo   | %                | 3    |
| 7  | Uso de insecticidas            | Grupos químicos                            | Grupos químicos de los insecticidas utilizados para el control de las principales plagas insectiles                             | %                | 1    |
| 8  |                                | Mezclas de plaguicidas                     | Principales mezclas de productos químicos sintéticos  | %                | 2    |
| 9  |                                | Información para dosificación              | Información utilizada para realizar dosificación de insecticidas (panfletos, asesor técnico, etc)                               | %                | 3    |
| 10 |                                | Capacitaciones                             | Si han sido o no capacitados sobre el uso adecuado de insecticidas, quine los capacitó y hace cuánto tiempo fue la capacitación | %                | 4    |
| 11 |                                | Número y frecuencias de aplicación         | Número y frecuencia realizada durante todo el ciclo del cultivo   | %                | 5    |
| 12 |                                | Manejo de residuos sólidos de insecticidas | Cuentan con reservorios de desechos sólidos de plaguicidas  | %                | 6    |
| 13 |                                | Conocimiento sobre parasitoides            | Conocimiento por parte de los productores sobre parasitoidismo  | %                | 7    |
| 14 | Parasitoidismo                 | Muestras                                   | Número total de muestras colectadas durante la etapa de campo   | %                | 1    |
| 15 |                                | Especies                                   | Especies emergidas de las muestras colectadas   | %                | 2    |
| 16 |                                | Parasitoidismo por microrregión            | Parasitoidismo en base a muestras totales y emergencia por microrregión   | %                | 3    |
| 17 |                                | Relación hospedero-huesped                 | Interacción de <i>D. insulare</i> y <i>P. xylostella</i> durante las fechas de muestreos  | %                | 4    |
| 18 |                                | Sexado de especies                         | Identificación del sexo de las especies emergidas de las muestras colectadas  | %                | 5    |

#### 4.4. Recolección de datos

La información fue recolectada en dos etapas. La primera etapa consistió en trabajo de campo y la segunda etapa consistió en trabajo de laboratorio.

#### 4.5. Análisis de datos

La recolección de datos en campo consistió en dos fases.

La primera fase consistió en aplicar 33 encuestas semiestructuradas a productores en ambas microrregiones. La selección de los productores se realizó mediante un recorrido exploratorio en cada microrregión contactando a líderes comunales y solicitándoles ubicaciones de áreas de producción de repollo. Para ese periodo el área de estadística del ministerio de agricultura registro un total de 34 parcelas de repollo en ambas microrregiones.

La segunda fase consistió en seleccionar 10 parcelas (6 en Miraflor y 4 en El Tisey). El criterio utilizado para la selección de las fincas a muestrear fue la edad del cultivo. Se seleccionaron productores cuyas parcelas tenían menos de 15 días de haber trasplantado.

La metodología de muestreo fue una adaptación de Bújanos, (2013) (Figura 4) la cual consiste en iniciar el muestreo por las orillas de la parcela, caminando en zigzag, siguiendo este patrón hasta llegar al centro de la parcela, muestreando solo en plantas que presentaran daños recientes de larvas de *P. xylostella*.

Estos fueron realizados semanalmente durante 2.5 meses, realizando un total de 10 muestreos por cada parcela, esfuerzo de muestreos realizado fue de dos horas por parcela.

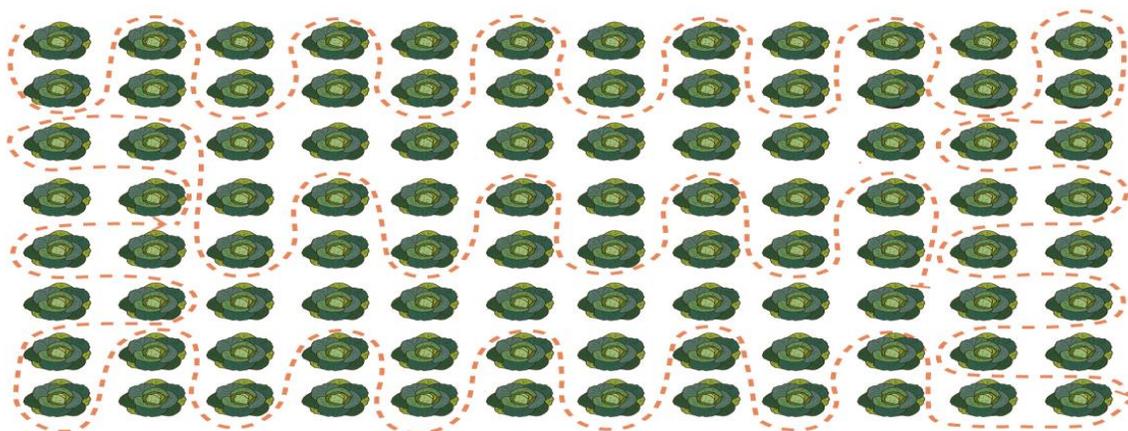


Figura 4. Metodología de muestreo utilizada en parcelas de repollo

#### 4.6 Recolección de datos en etapa de laboratorio

Las muestras colectadas fueron larvas del 3er y 4to instar, además de pre pupas y pupas. Las muestras colectadas fueron ubicadas en pequeños vasos plásticos que fueron etiquetados (código, fecha, coordenadas y nombre del productor) (anexo 3), para luego trasladarlos al Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria. En el laboratorio, las muestras fueron introducidas en cajas de cría de parasitoides, cuyas dimensiones eran de 50x50 cm elaboradas a base de plástico.

Las muestras se mantuvieron a temperatura de 24 °C. Además, los organismos emergidos fueron alimentados con una gota de miel y un ml de agua (Figura 5). También, en el caso de muestras larvales, se colocó una plántula de repollo dentro de cada jaula para la alimentación de estas.



Figura 5. Jaula de cría de insectos, con plántula de repollo para alimentación de larvas de *P. xylostella*, agua y solución de miel para adultos de *D. insulare*.

Una vez emergidos los adultos de *P. xylostella* o adultos de *D. insulare*, fueron introducidos en pequeños viales codificados, y puestos en refrigeración para su debida conservación y posterior identificación taxonómica (Anexo 3).

#### 4.7 Identificación taxonómica de *D. insulare*

La identificación taxonómica se realizó con ayuda de la claves taxonómicas de Azidah *et al*, (2000). La diferenciación de las especies de *D. insulare* y *D. semiclausum* se realizó con base a la carina dorsal del propodeo. En el caso de *D. insulare*, en la parte proximal al tórax, la carina forma una V, en cambio en *D. semiclausum* forma una Y (Figura 6).

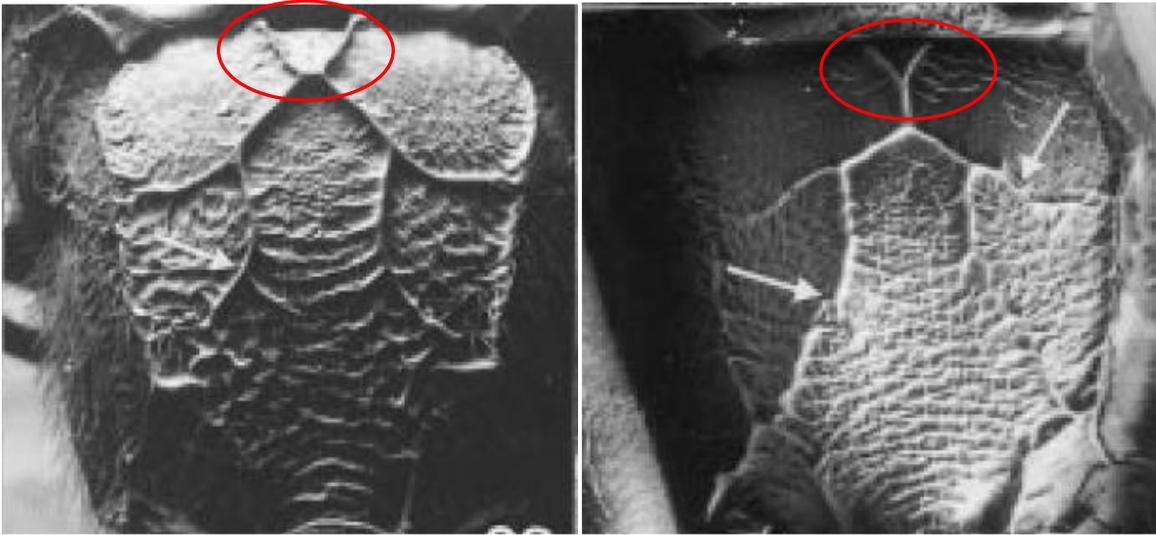


Figura 6. Propodeo de *D. insulare* (a) y propodeo de *D. semiclausum* (b).

#### 4.8 Montaje de especies emergidas para fotografías

Se realizaron dos tipos de montaje para fotografiar las especies colectadas:

1. Montaje en minutos, este consiste en utilizar alfileres especiales para especies de pequeño tamaño.
2. Montaje en alfiler entomológico, es la herramienta más utilizada para realizar montajes de especies de insectos.

Las fotografías de insectos presentes en este documento fueron realizadas en el Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria. Para ello se utilizó una cámara DSLR Canon montada en un estereoscopio VanGuard 1272ZL, posteriormente las imágenes obtenidas fueron procesadas con el programa Helicon Focus versión 7.7.5. La edición de estas fue con el programa Adobe PhotoShop CS6.

#### 4.9 Análisis de datos

Toda la información de las encuestas, libros de registros y parasitoidismo e identificación de estos, fueron tabulados y analizados en el programa Microsoft Excel (2021). Los análisis generados fueron descriptivos y se hicieron con diagrama de barras, de sectores, cuadros y líneas de tendencia.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Caracterización del manejo de *P. xylostella* en El Tisey y Miraflor en el cultivo de repollo

#### 5.1.1 Información del productor y de su parcela

En las encuestas los primeros datos obtenidos fueron sobre las áreas destinadas para la producción de repollo y datos personales de los productores. El área mínima y máxima destinadas al cultivo de repollo fue de 0.17 y 5.62 ha. El rango de edad fue 22 a 73 años (Cuadro 6).

Cuadro 6. Tamaño de área de producción y promedio de edad.

| Medida  | Área(Ha) | Edad |
|---------|----------|------|
| Mediana | 0.97     | 42   |
| Mínimo  | 0.17565  | 22   |
| Máximo  | 5.62     | 73   |
| n       | 33       | 33   |

#### 5.1.2 Experiencia productiva en el rubro de repollo

El cultivo de repollo es el rubro más común entre los productores de las microrregiones El Tisey y Miraflor. El 60 % de los productores encuestados manifestaron tener más de 10 años con este rubro como medio de vida. En cambio, 31% de los productores manifestó haberse convertido en productor de este rubro entre 5 a 10 años y 9 % entre los 3 a 5 años, siendo estos relativamente nuevos (Figura 7).

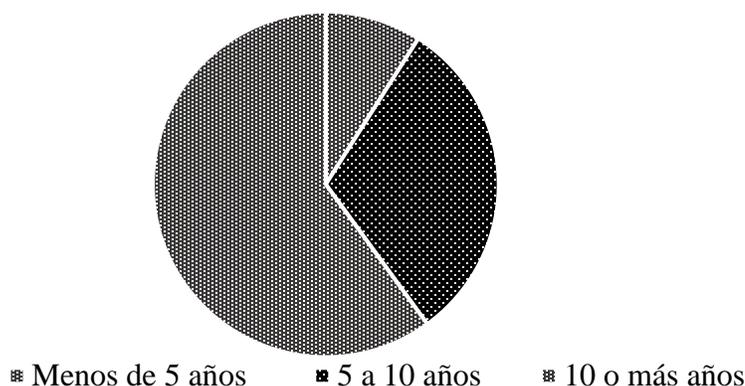


Figura 7. Años de experiencia de los productores en el rubro de repollo en las microrregiones El Tisey y Miraflor.

A pesar de que el repollo es el principal medio de vida de los productores de las zonas evaluadas, estos también viven de otros rubros como la papa (*Solanum tuberosum*), granos básicos, tomate (*Solanum lycopersicum*), chiltoma (*Capsicum annuum*) y manzanilla (*Chamaemelum nobile*) esto les permite ampliar la variedad de productos que ofrecen a intermediarios, permitiéndoles subsistir y no depender económicamente solo del cultivo de repollo.

### 5.1.3 Rubros alternos y rotación de cultivos

El 57% de los productores encuestados expresaron que practican rotación de cultivos en sus parcelas. Entre los principales cultivos utilizados el 57 % prefiere rotar con el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), 16 % elige hacerlo con manzanilla (*Chamaemelum nobile*) y 14 % prefiere los granos básicos (Figura 8).

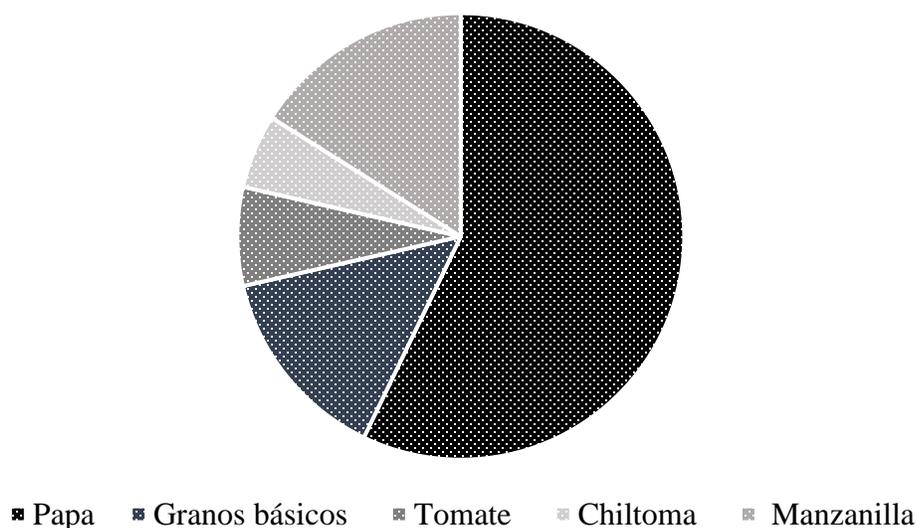


Figura 8. Rotaciones con otros cultivos por parte de los productores de El Tisey y Miraflor.

Los productores de la microrregión del Tisey alternan o rotan el cultivo de repollo, principalmente con manzanilla, en cambio en la microrregión de Miraflor el rubro de elección de los productores para alternar el repollo es la papa.

Por otro lado, los productores de estas microrregiones enfrentan problemas fitosanitarios cada ciclo del cultivo de repollo, es por eso que se preguntó cuáles son las plagas que más afectan sus rendimientos en el cultivo.

#### 5.1.4 Principales problemas fitosanitarios en el cultivo de repollo

El 37 % de productores expresó que *P. xylostella* es la plaga insectil que mayor daño causa durante el ciclo del cultivo de repollo. Seguido por una especie de *Spodoptera* con el 20 % y un 8 % mencionó a *Leptophobia* sp como su principal problema. *Diabrotica*, *Aphys* y *Phyllophaga* sp componen un 8 % pero un 27 % de productores mencionaron otras plagas no insectiles (Figura 9).

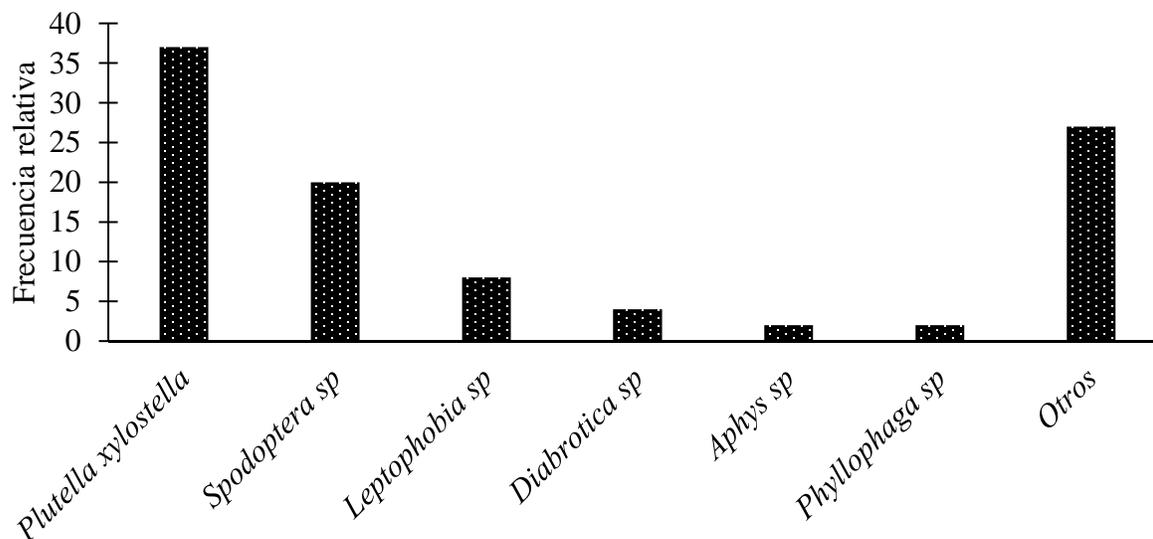


Figura 9. Principales plagas insectiles en el cultivo de repollo en las microrregiones El Tisey y Mirafior.

En este estudio la plaga más incidente según la información proporcionada por los productores fue *P. xylostella*. Esta es considerada mundialmente como la plaga más dañina para las crucíferas. Se han realizado estudios en diferentes partes del mundo para conocer por que esta plaga crea de manera tan rápida resistencia a los insecticidas que son utilizados para su control.

Esta plaga empezó a ser reconocida a principios de los años 50, coincidiendo con el inicio del uso de los plaguicidas sintéticos (Talekar, 1996).

El principal método de control aplicado a plagas insectiles es a base de productos químicos sintéticos (Talekar, 1996). En vista que este método no está brindando los resultados esperados, los productores de estas microrregiones han tomado la decisión de utilizar productos de nueva generación con la esperanza de controlar a *P. xylostella*.

### 5.1.5 Insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles

Los principales insecticidas químicos utilizados por los productores de las microrregiones El Tisey y Miraflores fueron el Clorantraniliprol, *Bacillus thuringiensis*, Flubendiamida y Avermectina, estos conforman el 51 % de los productos utilizados. Por otra parte, productos como el Thiocyclam hidrogeno oxalato, Chlorfenapyr, Cipermetrina, Spinosyn y Thiametoxan y Lambda cihalotrina constituyen el 36 % y por último Phorato, Lambda cihalotrina, Oxamilo, Clorpirifos, Diazinon, Profenofos e Imidacloprid el 12 % (Cuadro 7).

Cuadro 7. Grupos químicos utilizados por productores de las microrregiones El Tisey y Miraflores, para el manejo de plagas insectiles en el cultivo de repollo.

| Grupo químico              | Nombre genérico               | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa (%) |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Diamidas antranílicas      | Clorantraniliprol             | 14                  | 15                      |
| Microbial                  | <i>Bacillus thuringiensis</i> | 13                  | 14                      |
| Diamidas del ácido ftálico | Flubendiamida                 | 11                  | 12                      |
| Avermectina                | Benzoato de emamectina        | 9                   | 10                      |
| Nereistoxinas              | Thiocyclam hidrogeno oxalato  | 8                   | 9                       |
| Pirroles                   | Chlorfenapyr                  | 7                   | 8                       |
| Piretroides                | Cipermetrina                  | 7                   | 8                       |
| Spinosad                   | Spinosyn                      | 6                   | 7                       |
| Neonicotinoide             | y Thiametoxan/Lambda          | 4                   | 4                       |
| Piretroide                 | cyhalotrina                   |                     |                         |
| Organofosforado            | Phorato                       | 3                   | 3                       |
| Piretroides                | Lambda cihalotrina            | 3                   | 3                       |
| Carbamatos                 | Oxamilo                       | 2                   | 2                       |
| Organofosforado            | Clorpirifos*                  | 1                   | 1                       |
| Organofosforado            | Diazinon                      | 1                   | 1                       |
| Organofosforado            | Profenofos                    | 1                   | 1                       |
| Neonicotinoide             | Imidacloprid                  | 1                   | 1                       |
| <b>Total</b>               |                               | <b>91</b>           | <b>100</b>              |

\*Insecticida restringido a nivel mundial (USAID, 2020)

La mayoría de los productos no brindan los resultados esperados por los productores porque *P. xylostella* ha adquirido resistencia a lo largo de su historia evolutiva (Gatica, 1989). El Clorantraniliprol producto más utilizado es un insecticida alternativo que controla eficazmente las poblaciones de *P. xylostella* resistentes a otros insecticidas (Wang & Wu, 2012).

En China se ha reportado resistencia al ingrediente activo Clorantraniliprol, considerando que el uso intensivo puede ser responsable de la rápida evolución de la resistencia de alto nivel en *P. xylostella*.

Polack et al. (2020) confirma el desarrollo de altos niveles de resistencia a diamidas en poblaciones de Asia y de Brasil.

En las microrregiones El Tisey y Mirafior el Clorantraniliprol es utilizado más de una vez por ciclo del cultivo de repollo, sin embargo, el fabricante de este insecticida recomienda que se aplique solo una vez durante el ciclo de este rubro. El uso excesivo de este insecticida sintético podría reducir la incidencia de parasitoides (Polack et al., 2020).

El Clorpirifos es un insecticida sintético que fue restringida su comercialización y uso a nivel mundial, sin embargo, en El Tisey y Mirafior este insecticida sigue siendo utilizado, esto podría tener repercusión en el consumidor debido a que este producto posee alta residualidad (USAID, 2020).

Es importante el uso adecuado de los insecticidas, para no favorecer a las plagas a adquirir resistencia, *P. xylostella* posee resistencia a distintos grupos químicos utilizados para su control (cuadro 8).

Cuadro 8. Grupos químicos a los que posee resistencia *P. xylostella*.

| Nombre genérico                | Grupo químico                 | Rango* | Fuente                |
|--------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|
| Clorantraniliprol              | Diamidas antranílicas         | (R+)   | (Wang & Wu, 2012)     |
| <i>Bacillus thuringiensis</i>  | <i>Bacillus thuringiensis</i> | (R+)   | (Hill & Foster, 2003) |
| Cipermetrina                   | Piretroides                   | (R+)   | (Pérez et al., 2000)  |
| Clorpirifos                    | Organofosforado               | (R+)   | (Pérez et al., 2000)  |
| Spinosyn                       | Spinosad                      | (R+)   | (Pérez et al., 2000)  |
| Thiametoxam/Lambda cyhalotrina | Neonicotinoide y piretroide   | (R+)   | (Pérez et al., 2000)  |

\*Rango de resistencia

Otro efecto adverso del uso de insecticidas sintéticos, además de crear resistencia en las plagas es la mortalidad de especies benéficas como parasitoides. Haseeb et al. (2005) realizaron un estudio con el propósito de observar los efectos adversos de productos químicos, dando como resultado la mortalidad en parasitoides.

### 5.1.6 Mezclas de plaguicidas

La información indica que las mezclas de plaguicidas es una práctica común. El 45 % de productores mezclan insecticidas con fertilizantes, y 34 % prefiere no realizar mezclas y 22 % restante los conforman mezclas de fungicidas con insecticidas y fertilizantes con fungicidas (Figura 10).

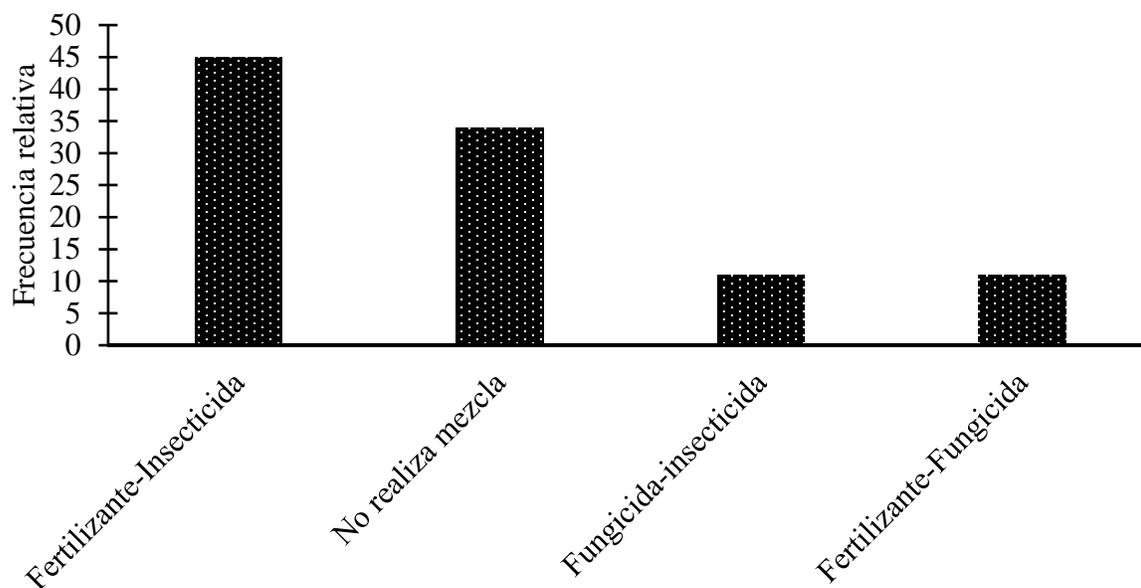


Figura 10. Mezclas de plaguicidas utilizados por productores de las microrregiones El Tisey y Miraflores.

De acuerdo al mecanismo de acción de los insecticidas podrían favorecer la resistencia por parte de otras plagas insectiles que afectan el cultivo de repollo; así mismo, Su & Xia (2020) han documentado la capacidad de *P. xylostella* para alcanzar cierto nivel de resistencia de esta manera. Por lo tanto, es necesario realizar rotaciones de insecticidas de diferentes grupos químicos para el control de plagas insectiles o diseñar programas de mezclas y rotaciones.

El manejo con químicos sintéticos no solo provoca problemas de resistencia de plagas, también, problemas ambientales y de salud al consumidor, esto concuerda con investigaciones realizadas en Costa Rica por Araya et al. (1999) donde se confirma que la mezcla de productos para el control de plagas en el cultivo de repollo es una tradición muy antigua y difícil de cambiar por parte de los productores.

### 5.1.7 Información utilizada para dosificaciones de insecticidas

La información indica que hay varias fuentes de información para tomar la decisión de uso de insecticidas, pero el panfleto constituye la fuente más común. El 51 % de productores en estas microrregiones utilizan el panfleto como principal fuente de información para dosificar, seguido por la información que brindan en las casas comerciales y asesores técnicos con el 44 % y un 5 % de productores dosifican según el daño que observan en sus parcelas (Figura 11).

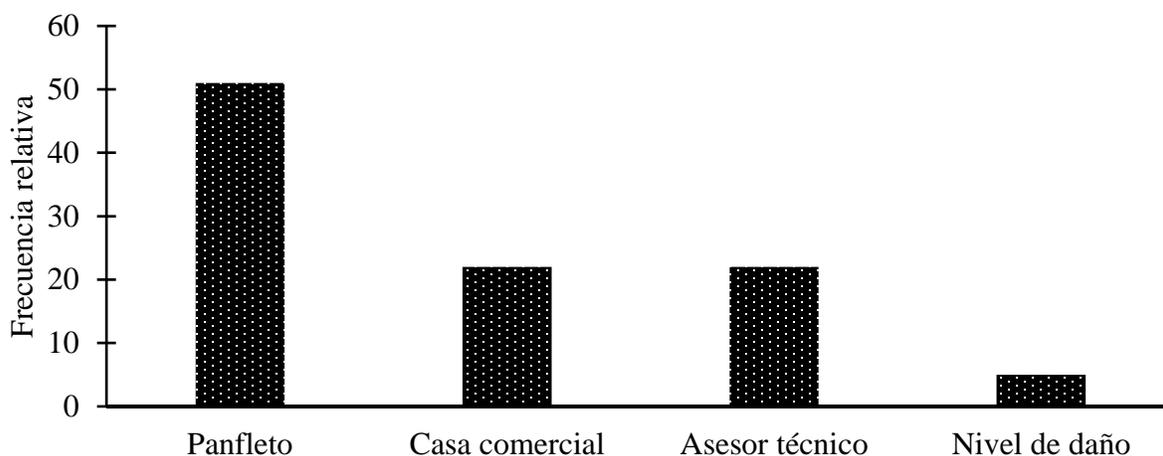


Figura 11. Fuente de información utilizada por los productores de las microrregiones El Tisey y Miraflores para la dosificación de plaguicidas.

Los productores de estas microrregiones no tienen apoyo de organizaciones que les brinde información para cambiar este hábito nocivo el cual es la aplicación de plaguicidas.

### 5.1.8 Dosis de insecticidas utilizados para el control de plagas insectiles

La sobre dosificación y el exceso de aplicaciones durante todo el ciclo del cultivo de repollo colaboran con el incremento de resistencia por parte de las plagas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Dosis de insecticidas recomendadas vs dosis utilizadas por productores de las microrregiones El Tisey y Miraflores.

| Nombre genérico    | Dosis recomendada ml/ha | Dosis utilizada ml/ha |
|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| Clorfaniliprol     | 100                     | 150                   |
| Cipermetrina       | 250                     | 300                   |
| Phorato            | 25*                     | 30*                   |
| Clorpirifos        | 100                     | 100                   |
| Diazinon           | 100                     | 100                   |
| Profenofos         | 100                     | 150                   |
| Lambda cyhalotrina | 17                      | 20                    |
| Imidacloprid       | 100                     | 100                   |

| Nombre genérico                  | Dosis recomendada ml/ha | Dosis utilizada ml/ha |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Oxamilo                          | 100                     | 200                   |
| Benzoato de Emamectin            | 200                     | 200                   |
| Chlorfenapyr                     | 100                     | 100                   |
| Spinosyn                         | 25                      | 150                   |
| Tyocyclam hidrogeno oxalate      | 200*                    | 250*                  |
| Flubendiamide                    | 10*                     | 50*                   |
| Thiametoxan y Lamdba cyhalotrina | 200                     | 200                   |
| <i>Bacillus thuringiensis</i>    | 500*                    | 500*                  |

\*kg/ha

### 5.1.9 Frecuencia de aplicaciones por ciclo del cultivo

El 58% de productores realiza aplicaciones semanales y 21 % aplica cada 15 días y el 21 % restante aplica según el daño entre otras opciones (Figura 12).

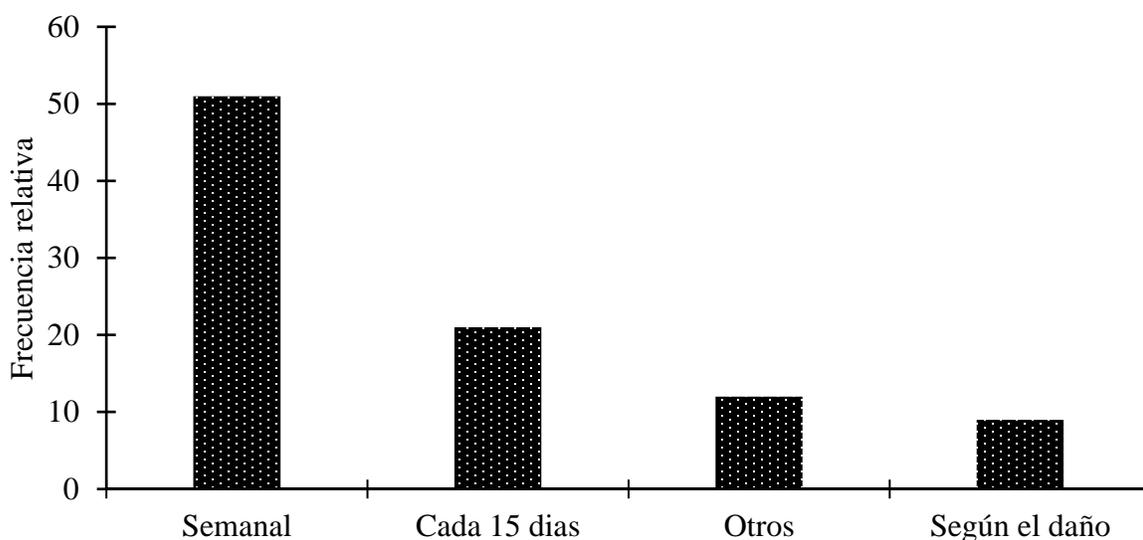


Figura 12. Frecuencia de aplicaciones utilizadas por los productores de las microrregiones El Tisey y Miraflores.

Además de la mala práctica de la sobre dosificación, el estudio indica que existe una alta frecuencia de aplicaciones de insecticidas. 60 % de los encuestados indicaron que realiza aplicaciones cada semana llegando a realizar hasta 12 aplicaciones en los 80 a 90 días del ciclo del cultivo.

Las aplicaciones de insecticidas deberían realizarse en base a prácticas de prevención, entre ellas muestreos semanales, una vez detectada la plaga se debe seguir observando la incidencia y tomar

decisiones a base de los resultados de los muestreos, esto podría contribuir a un mejor control, sin embargo, es muy común observar que las aplicaciones se realicen de manera semanal e incluso hasta dos veces por semana, además, no se respetan los periodos de carencia de los productos utilizados, por ejemplo el periodo de carencia del producto más utilizado por los productores en estas microrregiones el cual fue Diamidas antranílicas posee un periodo de carencia de 30 días, sin embargo, los productores realizan aplicaciones con este insecticida incluso un día antes de la cosecha, este es un factor que a largo plazo puede traer consecuencias de salud a los productores, sus familias, a la comunidad, y sobre todo al consumidor esto provocado por ingerir repollo con residuos de Diamidas antranílicas y otros productos utilizados (Pérez et al., 2000).

#### **5.1.10 Capacitaciones a los productores**

Con respecto a las capacitaciones sobre el uso adecuado de los insecticidas. 61 % de productores expresó haber recibir capacitaciones, y 39 % restante no han recibido capacitación (Figura 13a).

Las principales entidades de capacitación han sido los agro-servicios con 40 %, seguido por el INTA con el 30 % y el IPSA y MAG conforman el 30 % restante (Figura 13b).

70 % de los productores de lo que sí han recibido capacitaciones mencionaron que no han recibido capacitaciones desde hace 5 a 15 años y 30% no reciben desde hace 20 años (Figura 13c).

Se conoce que el principal interés de los agro-servicios es la comercialización y distribución de sus productos y no la concientización del uso de estos. Es preocupante observar como las instituciones han abandonado estas microrregiones en el ámbito de capacitaciones. Esto es perjudicial para estas microrregiones porque al no hacer un uso adecuado, las plagas obtienen resistencia y los cultivos se cosechan con residuos de insecticidas.

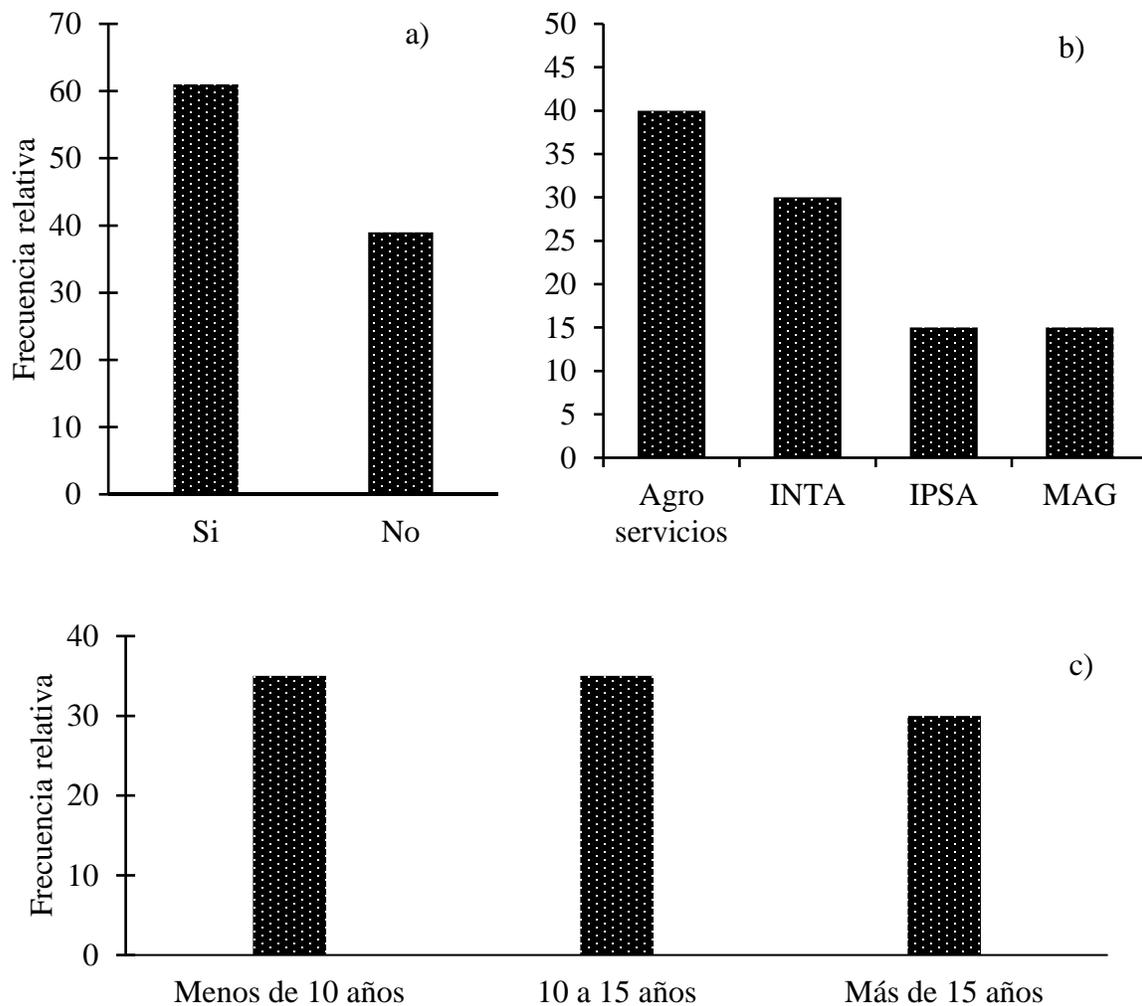


Figura 13. a) Capacitación de productores de repollo b) Instituciones que han impartido las capacitaciones c) Años sin recibir capacitaciones.

### 5.1.11 Manejo de desechos sólidos de plaguicidas

En cuanto al manejo de los desechos sólidos de plaguicidas, 55 % de productores mencionó no poseer un almacén de residuos sólidos de plaguicidas y otro 45 % dijo si poseer.

A pesar, que 55 % de los productores afirman disponer de almacén para desechos sólidos, al momento de visitar las parcelas de los productores que dijeron tener almacén, se observó que estos los arrojan a los bordes de sus parcelas (Anexo 4) y luego los quema sin importarles el daño que esto puede ocasionar, no sólo al agroecosistema, sino que también a los trabajadores, al consumidor y a los organismos en el suelo.

Además, observamos que algunos productores desconocen el daño provocado con el uso de insecticidas sintéticos todavía cabe señalar que no conocen el termino parasitoides, ni el servicio ecológico que estos brindan.

### 5.1.12 Conocimiento sobre parasitoides

Con respecto a la información sobre el conocimiento que tienen los productores sobre parasitoides, 39 % mostró conocer sobre parasitoides, 54 % de los productores encuestados dijeron no conocer sobre parasitoides, mientras tanto un 7 % conoce poco (Figura 14).

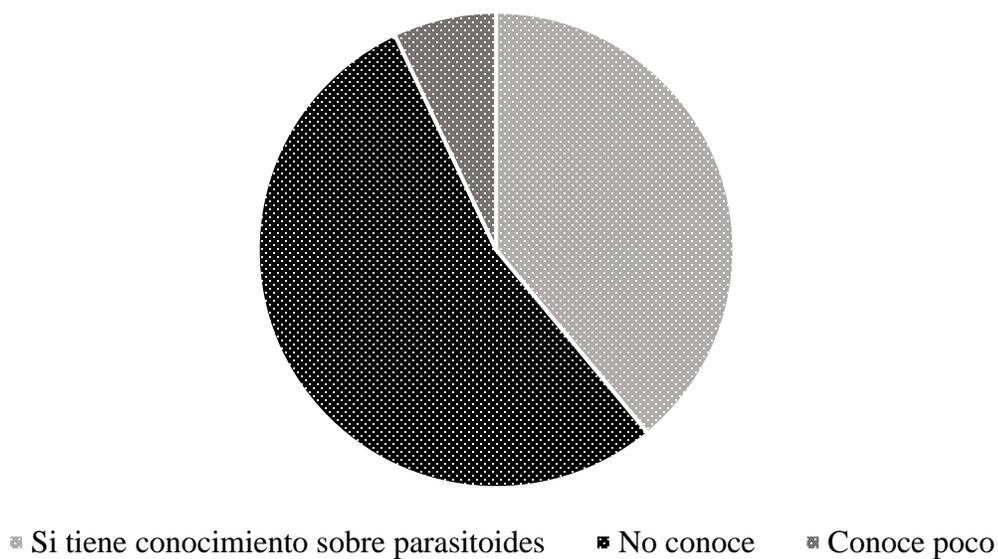


Figura 14. Conocimiento de los productores sobre parasitoides

## 5.2 Parasitoidismo natural

Durante la etapa de campo se colectaron 851 muestras, y emergieron 507 organismos de las cuales 245 fueron colectadas en Mirafior y 262 en El Tisey y hubo 344 decesos (Figura 15).

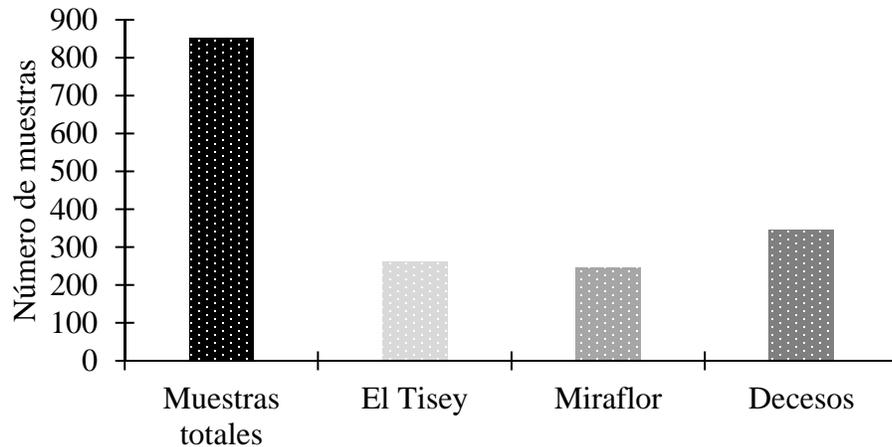


Figura 15. Muestras totales colectadas, muestras por microrregión, emergencia y decesos. Durante el estudio se pretendía encontrar a *D. insulare*, *P. xylostella* y *D. semiclausum*, de las pre-pupas, pupas y larvas colectadas durante la etapa de campo, sin embargo, emergieron dos especies del género *Conura* (Cuadro 10).

Cuadro 10. Especies emergidas de las muestras colectadas en campo.

| Especies                           | No. de muestras | %          |
|------------------------------------|-----------------|------------|
| <i>Diadegma insulare</i>           | 251             | 29.50      |
| <i>Plutella xylostella</i>         | 225             | 26.40      |
| <i>Conura pseudofulvovariegata</i> | 2               | 0.23       |
| <i>Conura petilioventris</i>       | 1               | 0.12       |
| <i>Diadegma semiclausum</i>        | 0               | 0          |
| Decesos                            | 372             | 43.75      |
| <b>Total</b>                       | <b>851</b>      | <b>100</b> |

Estas especies fueron identificadas con las claves taxonómicas de Cave (1995) las cuales indican las características en el fémur, y donde, menciona que *Conura pseudofulvovariegata* (Figura 16a) es un parasitoide de *P. xylostella* en cambio, *Conura petilioventris* es un hiperparasitoide que puede parasitar a *P. xylostella* y *D. insulare* (Figura 16b).

Estos hiperparasitoides no habían sido reportados en Nicaragua. Los insectos del género *Conura* son capaces de parasitar tanto *P. xylostella* como a *D. insulare* (Weis et al., 2016); no sabemos si emergieron de pupas de *P. xylostella* o de *D. insulare*, es por esto que se deben de realizar investigaciones sobre estas especies, porque podrían provocar la reducción de parasitoides como *D. insulare*.

Por otra parte, el parasitoide *D. insulare* fue el más frecuente durante los muestreos realizados, de este modo se denota que es el principal parasitoide de *P. xylostella* en las zonas estudiadas. Cabrera et al. (2017) reporta que esta especie es el principal parasitoide de *P. xylostella* en América.

Para diferenciar a los machos y hembras de *D. insulare*, se debe observar el ovipositor presente en el último terguito abdominal si no posee significa ser un macho (Figura 16c) en cambio cuando si presenta el ovipositor, es una hembra (Figura 16d).

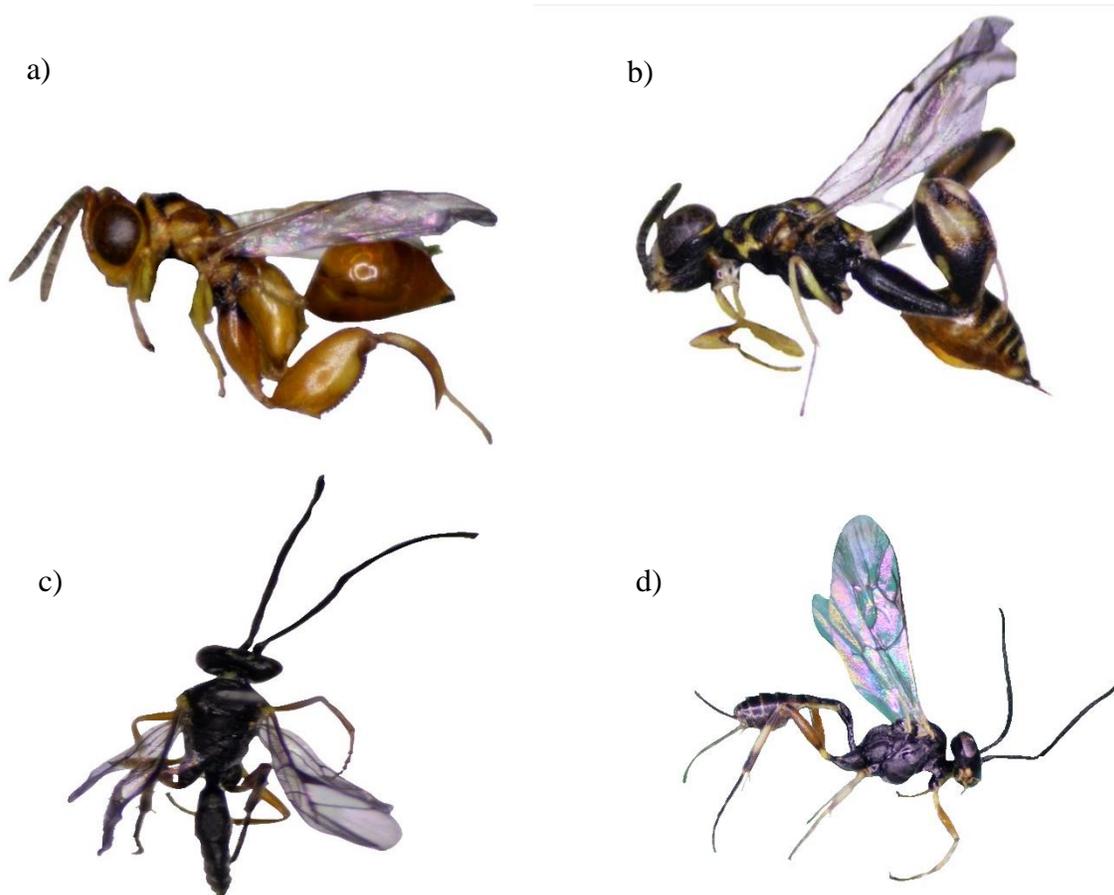


Figura 16. a) Vista lateral de *Conura pseudofulvovariegata*, b) Vista lateral de *Conura petioliventrtris*, c) Vista dorsal de un macho de *Diadegma insulare*, d) Vista lateral de hembra de *Diadegma insulare*.

Las fotografías de insectos presentes en este documento fueron realizadas en el Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria. Para ello se utilizó una cámara DSLR Canon montada en un estereoscopio VanGuard 1272ZL, posteriormente las imágenes obtenidas fueron procesadas con el programa Helicon Focus versión 7.7.5. La edición de estas fue con el programa Adobe PhotoShop CS6.<sup>1</sup>

Este estudio no emergió ningún espécimen del parasitoide *D. semiclausum*; esto indica que no está presente en la zona, lo que podría significar que no logró establecerse.

Juric et al. (2017) mostraron que de 125 a 350 hembras de *D. semiclausum* son suficientes para establecer una población, además, dos años después de la liberación, *D. semiclausum* se observó a más de 30 km del sitio de liberación. Así mismo, el autor afirma que *D. semiclausum* se adapta mejor a regiones templadas, un clima muy diferente a la región del trópico donde nos encontramos.

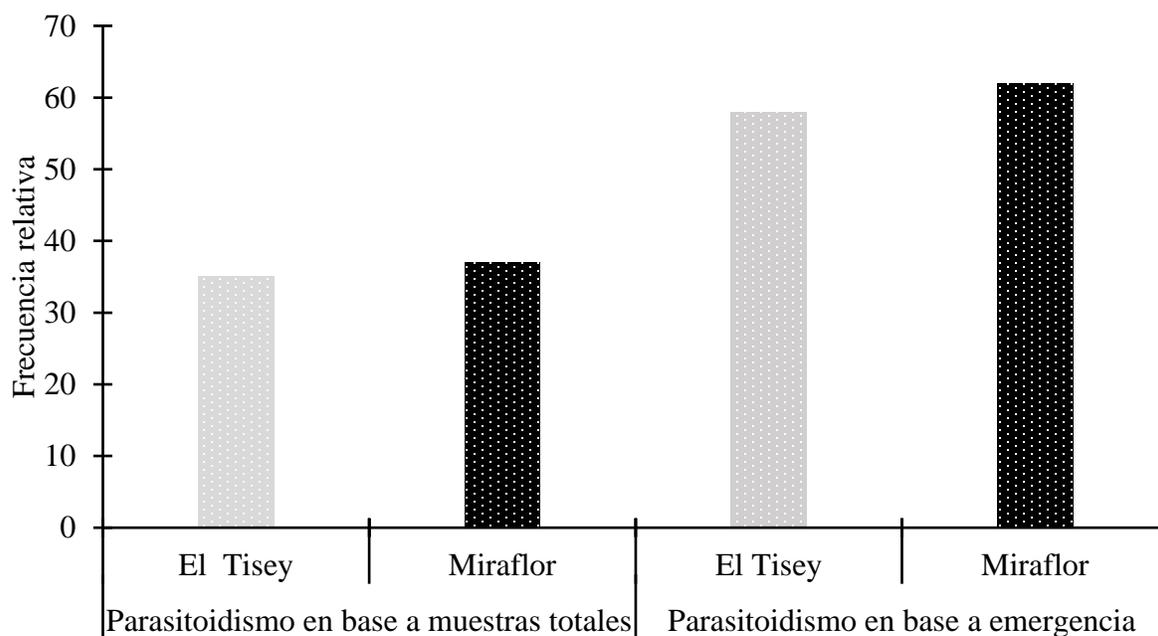


Figura 17. Parasitoidismo en base a muestras totales y en base de emergencia por microrregión.

Otro factor que pudo afectar el establecimiento es la copulación entre diferentes especies de *Diadegma*. Según Castelo (1999) la copulación de machos de *D. semiclausum* con hembras de *D. insulare* da por resultados crías de menor tamaño que producen menor cantidad de huevos, además las hembras de *D. semiclausum* no copulan con machos de *D. insulare*, de este modo se pudieron extinguir las *D. semiclausum* importadas. Otro factor que pudo ser una limitante en su establecimiento es el manejo a base de productos químicos sintéticos que realizan los productores de estas microrregiones, es necesario investigar más a fondo sobre las condiciones que le favorecen a este parasitoide, para realizar su introducción y beneficiarse de la efectividad que posee este sobre *P. xylostella*.

Al comparar el porcentaje de parasitoidismo ente las dos zonas evaluadas, se encontró que en Mirafior los porcentajes fueron superiores a la microrregión El Tisey (Figura 17).

La microrregión Mirafior presentó 37 % de parasitoidismo en base a emergencia y 62 % en base a muestras totales, en cambio la microrregión El Tisey alcanzó 35 % en base a emergencia y 58 % en base muestras totales, no observamos gran diferencia en la efectividad de parasitoides entre microrregión (Figura 18). Estos porcentajes coinciden con los obtenidos por Hernández et al., (2007) que reportan 36.6 % de parasitoidismo cuando se presentaron altas densidades de *P. xylostella*. La fluctuación de larvas y pre pupas y pupas de *P. xylostella* y adultos de *D. insulare* está estrechamente relacionada, siendo un gran atributo en *D. insulare* porque es un beneficio deseado por parte de los productores (Martinez et al., 2017).

El parasitoidismo natural de *D. insulare* en las zonas estudiadas debe ser considerado como un complemento con el manejo a base insecticidas sintéticos sobre *P. xylostella*, esto permite utilizar menor cantidad de insecticidas, esto a su vez brinda menor mortalidad de insectos benéficos (Martinez et al., 2017).

### **5.2.1 Relación entre *D. insulare* y *P. xylostella* durante todo el ciclo del cultivo de repollo**

Se sabe de la estrecha relación de *P. xylostella* con su principal parasitoide *D. insulare*, durante las primeras semanas la presencia de *D. insulare* es mayor a la de *P. xylostella* (Liu et al., 2000) pero, a medida que el ciclo del cultivo avanza las poblaciones de *P. xylostella* incrementan, y *D. insulare* a pesar de estar por debajo de la población de su hospedero, fluctúan de manera similar.

En mes de octubre se observa mayor presencia de *D. insulare*. El cuatro de noviembre no se obtuvieron especímenes. Pero a partir del veinticinco de este mismo mes el incremento de *P. xylostella* fue sustancial, llegando a superar la presencia de *D. insulare* durante el resto del ciclo del repollo (Figura 18). Bahar et al., (2012) menciona que a medida que el ciclo del cultivo avanza, la presencia de *P. xylostella* se incrementa provocado por la mayor cantidad de alimento posible para esta plaga, en este estudio se comprueba esa teoría antes dicha.

Emergió mayor cantidad de parasitoides, este fenómeno pudo manifestarse provocado por las altas precipitaciones que disminuyen la incidencia de *P. xylostella* L (Bahar et al., 2012).

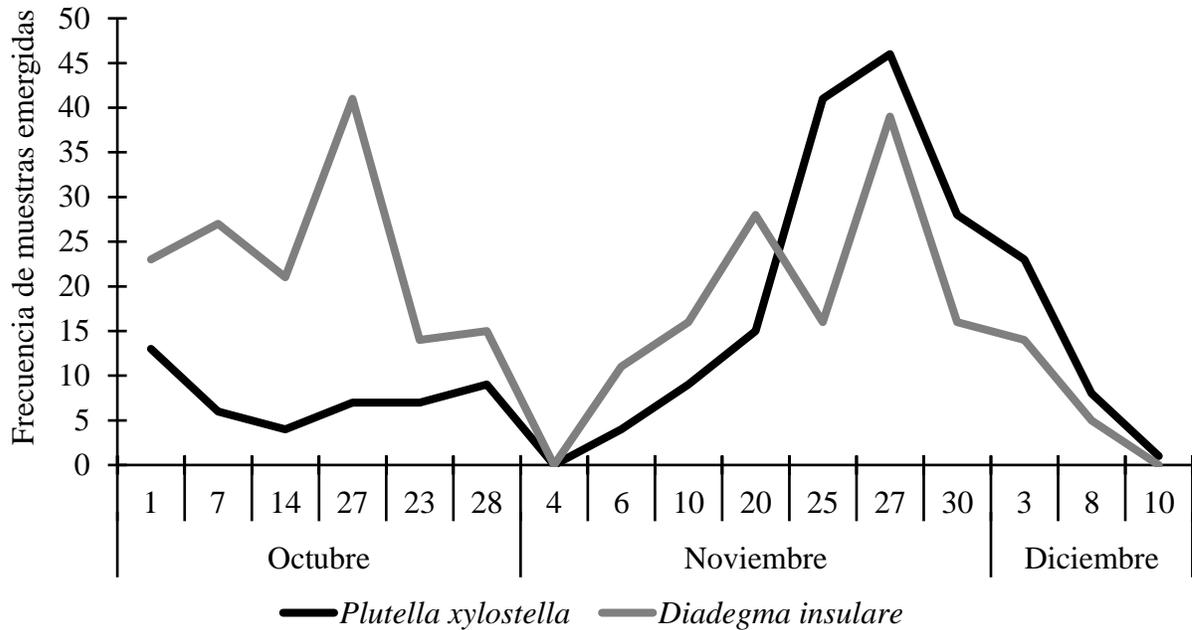


Figura 18. Incidencia de *P. xylostella* y *D. insulare* durante muestreos realizados en las parcelas de repollo de las microrregiones El Tisey y Miraflor.

Durante esta investigación se observó que la precipitación y la temperatura influyeron en la cantidad de muestras totales (Anexo 5). También estos factores fueron determinantes en el porcentaje de parasitoidismo en base a muestras totales (Anexo 6) y porcentaje de parasitoidismo en base a emergencia (Anexo 7). Además, estos factores ambientales, incrementaron el porcentaje de decesos (Anexo 8).

### 5.2.2 Proporción de sexo de *D. insulare* y *P. xylostella*

En cuanto a la proporción de sexo, emergió mayor cantidad de machos tanto en *D. insulare* como en *P. xylostella* (Figura 19).

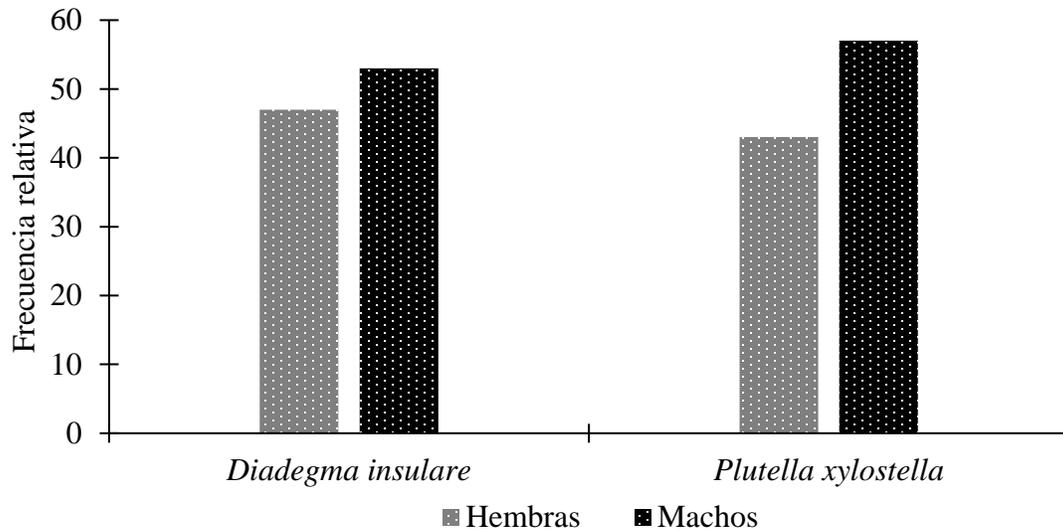


Figura 19. Proporción de sexo de *D. insulare* y de *P. xylostella*.

Los machos de *D. insulare* alcanzaron 53% sin embargo, no es una gran diferencia en cuanto a las hembras, mostrando un equilibrio en la distribución de sexos en este parasitoide.

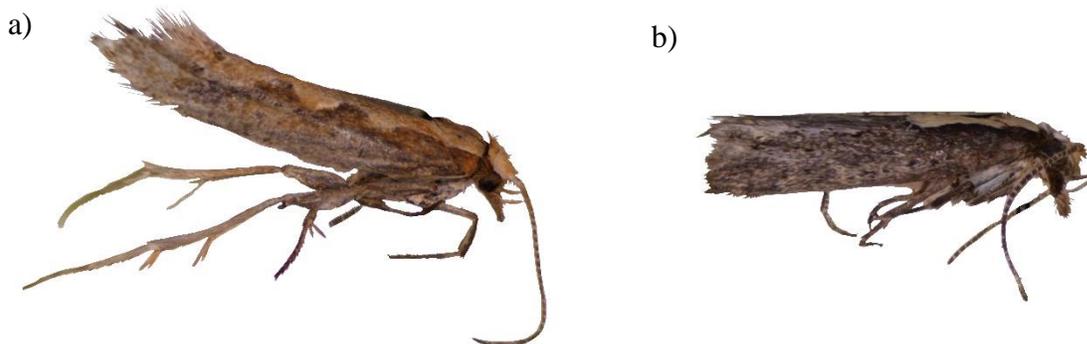


Figura 20. Vista lateral de una hembra (a) y macho (b) de *P. xylostella*

El 57 % de especies de *P. xylostella* emergidas fueron machos, mientras que el 43 % fueron hembras (Figura 20a); Hernández et al. (2007) mencionan que *P. xylostella* tiende a producir en proporciones casi iguales de hembras y machos pero predomina la reproducción de machos (Figura 20b). Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos por Martínez et al. (2017) estos observaron la fluctuaciones de *P. xylostella* durante cuatro años entre el año 1989 y 1992, dando como resultado una mayor reproducción de machos.

## VI CONCLUSIONES

La principal debilidad de los productores de repollo en El Tisey y Mirafior en el manejo de plagas insectiles es el poco conocimiento sobre el uso adecuado de insecticidas sintéticos y los efectos negativos que estos podrían ocasionar en los agroecosistemas, comunidades, vecinos del área y al consumidor de este producto.

En ambas microrregiones, el manejo de plagas insectiles es a base de insecticidas sintéticos.

El parasitoidismo natural ejercido por *D. insulare* en las microrregiones de El Tisey y Mirafior, representa un complemento importante en el manejo de *P. xylostella*.

se encontró dos especies del género *Conura* que no habían sido reportadas en Nicaragua.

*D. semiclausum* no se estableció en la microrregión El Tisey luego de su introducción hace 20 años.

## VII RECOMENDACIONES

Se recomienda con base en resultados y conclusiones, al sector público agroalimentario se sugiere: implementar políticas públicas relacionadas al uso seguro de plaguicidas.

Desarrollar estudios que determinen el índice de impacto ambiental generado por el uso de plaguicidas agrícolas.

Realizar estudios sobre el desarrollo de resistencia a plaguicidas de nueva generación por parte de *P. xylostella* en Nicaragua.

Evaluar la residualidad de productos químicos provenientes de las zonas de El Tisey y Miraflor.

## VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez, G., Ruíz, E., Coronado, J., Treviño, J., & Khalaim, A. (2017). Propuesta de Ichneumonidae (Hymenoptera) para el control biológico de insectos plagas en México. *Agroproductividad*, 10(9), 78–83.
- Araya, L., Monge, L., Carazo, E., & Cartín, V. (1999). *Diagnóstico de uso de insecticidas sobre Plutella xylostella* (p. 49/61).
- Arias, D. (2003). Lista de los géneros y especies de la familia Chalcididae. *Biota Colombiana*, 4, 123–145.
- Ayalew, G. (2011). Effect of the insect growth regulator novaluron on diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), and its indigenous parasitoids. *Crop Protection*, 30(8), 1087–1090. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.03.027>
- Azidah, A. A., Fitton, M. G., & Quicke, D. L. J. (2000). Identification of the *Diadegma* species (Hymenoptera: Ichneumonidae, Campopleginae) attacking the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Bulletin of Entomological Research*, 90(5), 375–389. <https://doi.org/10.1017/S0007485300000511>
- Bahar, H. M., Soroka, J. J., & Dossall, L. M. (2012). Constant versus fluctuating temperatures in the interactions between *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and its larval parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environmental Entomology*, 41(6), 1653–1661. <https://doi.org/10.1603/EN12156>
- Bujanos, M. R., Marín, J. A., Díaz, E. L. F., Gámez, V. A. j, Ávila, P. M. A., Herrera, V. R., & Gámez, V. F. P. (2013). *Manejo integrado de la palomilla dorso de diamante Plutella xylostella* (L) (p. 27). AgriSolver.
- Carballo, M. (2002). Manejo de insectos mediante parasitoides. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 66(66), 118–122.
- Castelo, M. (1999). *Biología reproductiva y análisis electroforético de Diadegma insulare Y Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae).
- Cave, R. (1995). *Manual para el reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central* (N. Saucedo, A. Pitty, & A. I. Acosta (eds.); 1ra ed.). ZAMORANO (Escuela Agrícola Panamericana).
- Cerda, K. (2002). *Introducción y evaluación del parasitoide Diadegma semiclausum (Hellen) para el manejo de la palomilla dorso de diamante Plutella xylostella en Nicaragua* (p. 46).
- Cordero, J., & Cave, R. (1992). Natural enemies of *Plutella xylostella* (LEP.:Plutellidae) on crucifers in Honduras. *Entomophaga*, 4(1), 1–23.
- Dancau, T., Haye, T., Cappuccino, N., & Mason, P. G. (2020). Something old, something new: Revisiting the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) life table after 65 years. *Canadian Entomologist*, 152(1), 70–88. <https://doi.org/10.4039/tce.2019.70>
- Fay, D. L. (1967). *Biota Colombiana. Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 4.
- Furlong, M. J., Wright, D. J., & Dossall, L. M. (2013). Diamondback moth ecology and

- management: Problems, progress, and prospects. *Annual Review of Entomology*, 58(September), 517–541. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>
- Gatica, O. (1989). *Determinación de Resistencia de Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae) a insecticidas Comunes en Honduras.*
- Haseeb, M., Amano, H., & Liu, T. X. (2005). Effects of selected insecticides on *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Insect Science*, 12(3), 163–170. <https://doi.org/10.1111/j.1005-295X.2005.00020.x>
- Hernández, H., Martínez, N., Vera, J., Suárez, A., & Ramírez, S. (2007). Fluctuación poblacional y parasitismo de larvas de *capitarsia decolora guenée*, *plutella xylostella l.* y *trichoplusia ni hübner* (lepidoptera) en *brassica oleracea l.* *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 23(2). <https://doi.org/10.21829/azm.2007.232575>
- Hill, T. A., & Foster, R. E. (2003). Influence of Selected Insecticides on the Population Dynamics of Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) and Its Parasitoid, *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), in Cabbage. *Journal of Entomological Science*, 38(1), 59–71. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-38.1.59>
- Juric, I., Salzburger, W., & Balmer, O. (2017). Spread and global population structure of the diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and its larval parasitoids *Diadegma semiclausum* and *Diadegma fenestrata* (Hymenoptera: Ichneumonidae) based on mtDNA. *Bulletin of Entomological Research*, 107(2), 155–164. <https://doi.org/10.1017/S0007485316000766>
- Li, Z. (2016). *Biology, ecology, and management of the diamondback moth in China*. 92, 275–301. <https://doi.org/10.1603/ice.2016.107256>
- Li, Z., Feng, X., Liu, S. S., You, M., & Furlong, M. J. (2016). Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth in China. *Annual Review of Entomology*, 61(November), 277–296. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023622>
- Liu, S. S., Wang, X. G., Guo, S. J., He, J. H., & Shi, Z. H. (2000). Seasonal abundance of the parasitoid complex associated with the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in Hangzhou, China. *Bulletin of Entomological Research*, 90(3), 221–231. <https://doi.org/10.1017/s0007485300000341>
- Macías, C. y. (2005). Parasitismo natural de la palomilla dorso de diamante. *Agrociencia*, 41: 347-354. 2007, 347–354.
- Marquina, E. (2019). Estudio De La Familia Ichneumonidae En La Region Cusco. *Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco*, 223.
- Martinez, A., Salas, M., Díaz, J., Sanzón, D., & Guzmán, R. (2017). Relación de *Plutella xylostella L.* (Lepidoptera: Plutellidae) con la temperatura y su parasitoides *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) En Brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) en el Bajío Guanajuatense. *Entomología Agrícola*, 5(August), 300–305.
- Miranda & Jirón. (2012). *Manejo Ecológico de las Plagas Insectiles con pequeños productores de Hortalizas en las Comunidades de La Almaciguera, La Tejera y La Laguna en el Departamento de Estelí.*

- Miranda Ortís, F. (2011). *Biological Control of Diamondback*. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Noda, T., Miyai, S., Takashino, K., & Nakamura, A. (2000). Density suppression of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) by multiple releases of *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in cabbage fields in Iwate, northern Japan. In *Applied Entomology and Zoology* (Vol. 35, Issue 4, pp. 557–563). <https://doi.org/10.1303/aez.2000.557>
- Pérez, C., Alvarado, P., Narváez, C., Miranda, F., Hernández, L., Vanegas, H., Hruska, A., & Shelton, A. (2000). Assessment of insecticide resistance in five insect pests attacking field and vegetable crops in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*, 93(6), 1779–1787. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.6.1779>
- Polack, L., Lecuona, R., & Lopez, S. (2020). *Control biológico de plagas en horticultura. Experiencias argentinas de las últimas tres décadas* (Issue April).
- Silva, S., Pontes, V., Torres, J., & Barros, R. (2010). New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. *Neotropical Entomology*, 39(5), 835–838. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000500028>
- Su, C., & Xia, X. (2020). Sublethal effects of methylthio-diafenthiuron on the life table parameters and enzymatic properties of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 162(September 2019), 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.08.011>
- Talekar, N. (1996). Biological Control of Diamondback. In *Plant Protection Bulletin* (Vol. 38, Issue 3).
- Wang, X., & Wu, Y. (2012). High levels of resistance to chlorantraniliprole evolved in field populations of *Plutella xylostella*. *Journal of Economic Entomology*, 105(3), 1019–1023. <https://doi.org/10.1603/EC12059>
- Weis, J. J., Gray, H. L., & Heimpel, G. E. (2016). High Hyperparasitism of *Cotesia rubecula* (Hymenoptera: Braconidae) in Minnesota and Massachusetts. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 89(4), 385–389. <https://doi.org/10.2317/0022-8567-89.4.385>
- Zalucki, M. P., Shabbir, A., Silva, R., Adamson, D., Liu, S. S., & Furlong, M. J. (2012). Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): Just how long is a piece of string? *Journal of Economic Entomology*, 105(4), 1115–1129. <https://doi.org/10.1603/EC12107>
- Zhang, P. J., Lu, Y. bin, Zalucki, M. P., & Liu, S. S. (2012). Relationship between adult oviposition preference and larval performance of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Journal of Pest Science*, 85(2), 247–252. <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0425-2>

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta semi estructurada realizada a productores de las microrregiones El Tisey y Miraflores.

| <b>I. Datos generales del productor</b>   |                     |                            |                                  |                         |
|---|---------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Departamento_____   | Municipio_____      | Microrregión_____          |                                  |                         |
| Comunidad_____  |                     | Nombre de la finca_____    |                                  |                         |
| Nombre del agricultor_____  |                     |                            | Celular_____                     |                         |
| Cédula_____   | Edad_____           | Sexo M_____, F_____        |                                  |                         |
| <b>1. ¿Desde cuándo es usted productor de repollo?</b>                          |                     |                            |                                  |                         |
| Menos de 5 años_____  |                     | De 5 a 10 años_____        | De 10 a más años_____            |                         |
| <b>2. ¿Con que cultivos alterna o rota?</b>                                     |                     |                            |                                  |                         |
| Papa_____   | Granos básicos_____ | Tomate_____                | Chiltoma_____                    | Manzanilla_____         |
| <b>II. Información de la parcela</b>  |                     |                            |                                  |                         |
| Variedad cultivada_____   |                     | Coordenadas X_____ Y_____  |                                  |                         |
| Altura_____   |                     | Dirección_____             |                                  |                         |
| Área total de la parcela (ha)_____  |                     |                            | Total de plantas en el área_____ |                         |
| <b>III. Manejo fitosanitario</b>  |                     |                            |                                  |                         |
| <b>1. ¿Cuál plaga insectil causa mayores daño durante el ciclo del cultivo?</b> |                     |                            |                                  |                         |
| P. xylostella_____  |                     | Leptophobia sp_____        | Spodoptera sp_____               | Aphys sp _____          |
| Diabrotica sp _____   |                     | Phylophaga sp _____        |                                  | Otros_____              |
| <b>2. ¿Qué aplica a su principal problema insectil?</b>                         |                     |                            |                                  |                         |
| <b>3. ¿Qué mezclas de plaguicidas realiza?</b>                                  |                     |                            |                                  |                         |
| Fertilizante-insecticida_____   |                     | Fungicida-insecticida_____ | Fertilizante-fungicida_____      | No realiza mezclas_____ |
| <b>4. ¿Qué información utiliza para dosificar las aplicaciones?</b>             |                     |                            |                                  |                         |
| Panfleto_____   | Casa comercial_____ | Asesor técnico_____        | Nivel de daño_____               |                         |
| <b>5. ¿Con que frecuencia realiza sus aplicaciones?</b>                         |                     |                            |                                  |                         |
| Semanal_____  |                     | Cada 15 días_____          | Según el daño_____               | Otros_____              |
| <b>6. ¿Ha recibido capacitación sobre el uso de insecticidas?</b>               |                     |                            |                                  |                         |
| Si_____   |                     |                            | No_____                          |                         |
| <b>7. ¿Qué institución ha realizado capacitaciones?</b>                         |                     |                            |                                  |                         |
| INTA_____   |                     | IPSA_____                  | MAG_____                         | Agroservicios_____      |
| <b>8. ¿Hace cuánto recibió capacitación?</b>                                    |                     |                            |                                  |                         |
| Menos de 10 años_____   |                     | De 10 a 15 años_____       | De 15 a más años_____            |                         |
| <b>9. ¿Posee almacén de residuos sólidos de plaguicidas?</b>                    |                     |                            |                                  |                         |
| Si_____   |                     |                            | No_____                          |                         |
| <b>10. ¿Posee conocimiento sobre parasitoides?</b>                              |                     |                            |                                  |                         |
| Si_____   |                     | No_____                    | No se mucho_____                 |                         |

Anexo 2. Libro de registro fitosanitario.

Libro de registro de actividades fitosanitarias en el cultivo de repollo

**Datos generales.**

Departamento: \_\_\_\_\_; Municipio: \_\_\_\_\_; Comunidad: \_\_\_\_\_; Fecha de establecimiento: \_\_\_\_\_

Nombre de la finca: \_\_\_\_\_; Coordenadas: X\_\_\_\_\_ Y\_\_\_\_\_; CUE: \_\_\_\_\_

Nombre del productor: \_\_\_\_\_; Cédula: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

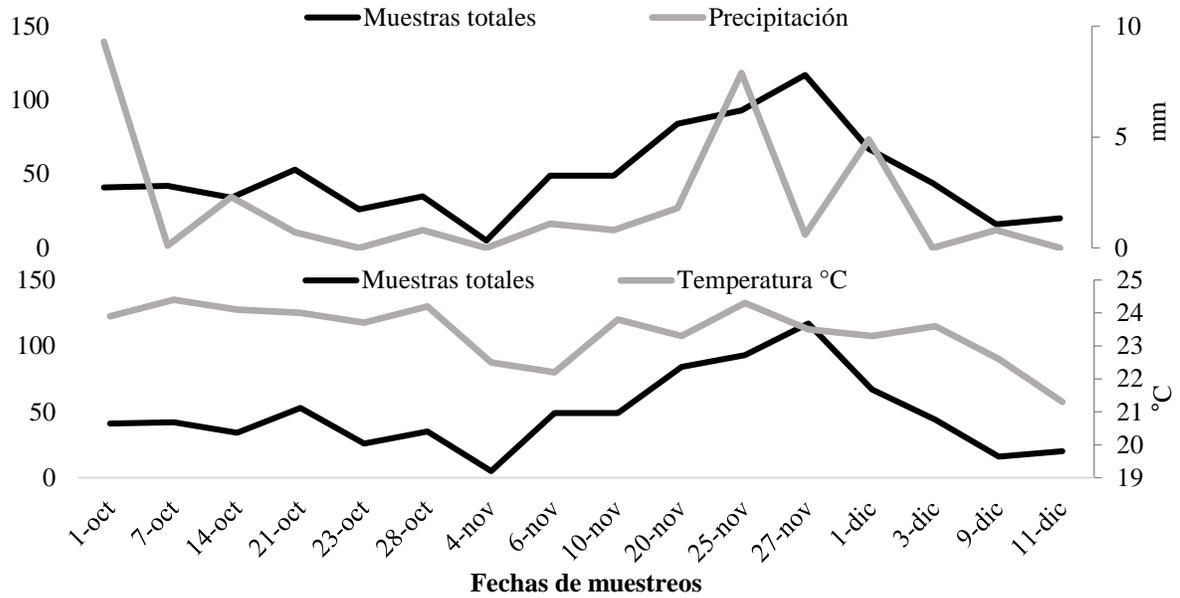
| <b>Fechas<sup>1</sup></b> | <b>Etapas del cultivo<sup>2</sup></b> | <b>Producto aplicado<sup>3</sup></b> | <b>Concentración<sup>4</sup></b> | <b>Dosis<sup>5</sup></b> | <b>Justificación<sup>6</sup></b> | <b>Observaciones<sup>7</sup></b> |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                           |                                       |                                      |                                  |                          |                                  |                                  |

Anexo 3. Etiqueta de registro de muestras.

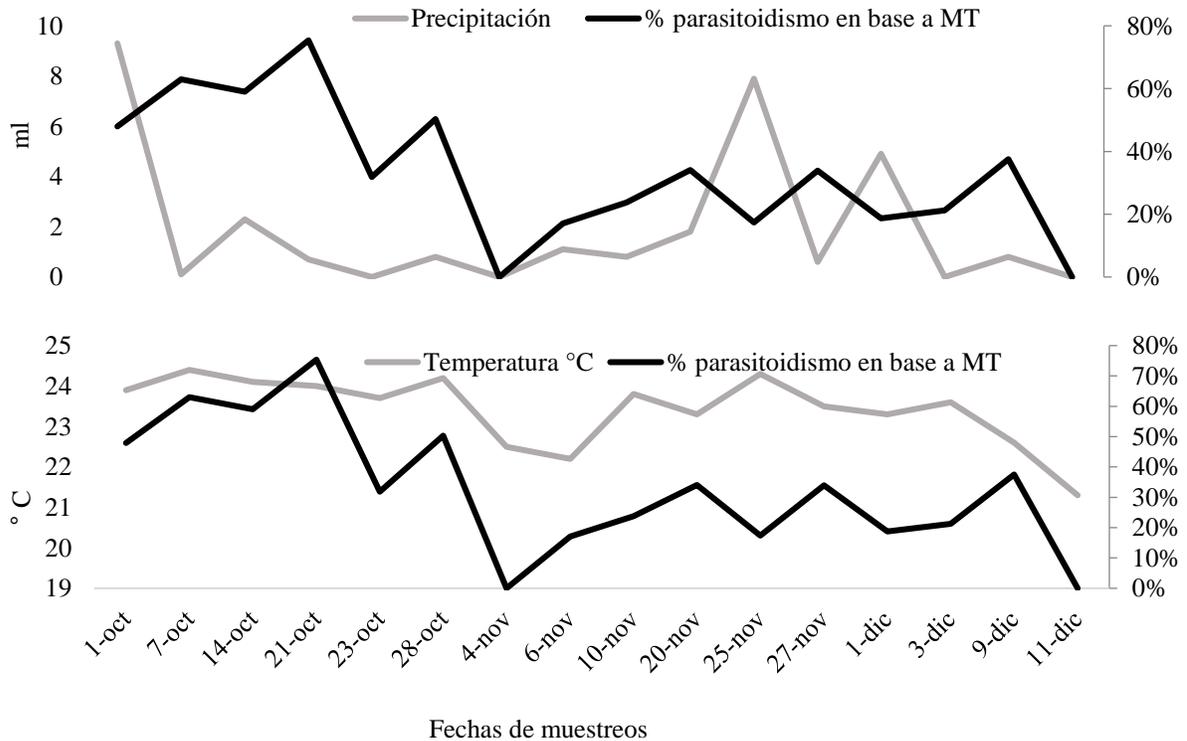
| Etiqueta de registro de muestras |  |  |  |  |
|----------------------------------|--|--|--|--|
| Fecha                            |  |  |  |  |
| Comunidad                        |  |  |  |  |
| Nombre del productor             |  |  |  |  |
| Coordenadas                      |  |  |  |  |
| Código                           |  |  |  |  |
| Estado larval                    |  |  |  |  |

Anexo 4. Residuos sólidos de plaguicidas arrojados a las orillas de las parcelas.

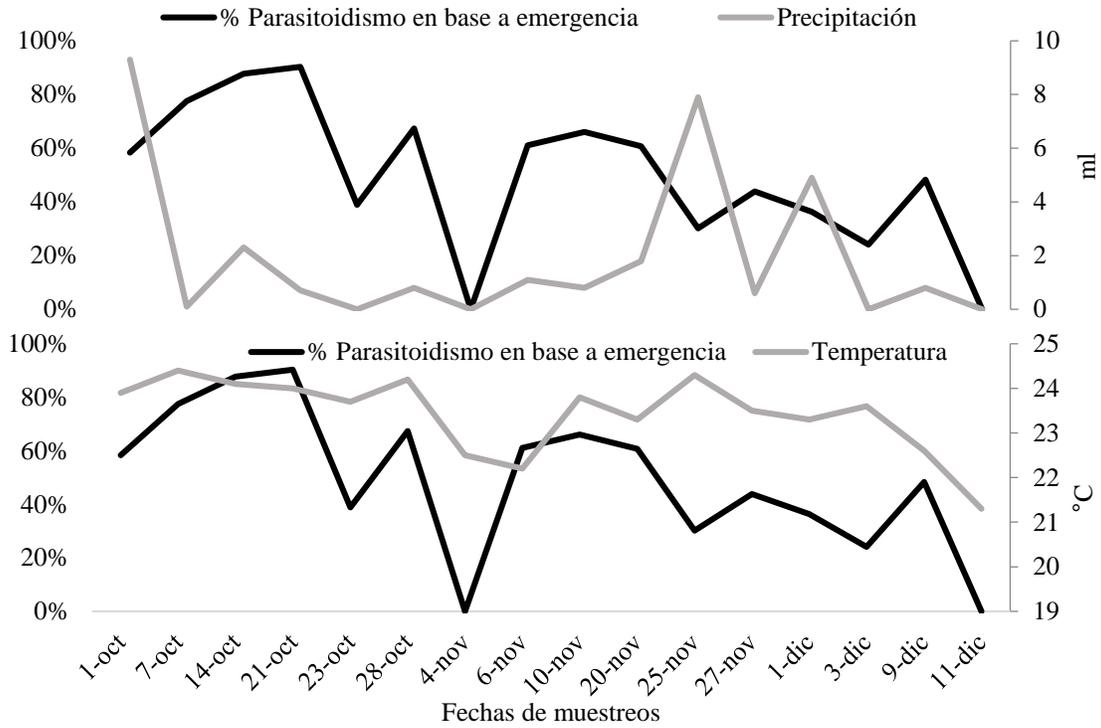




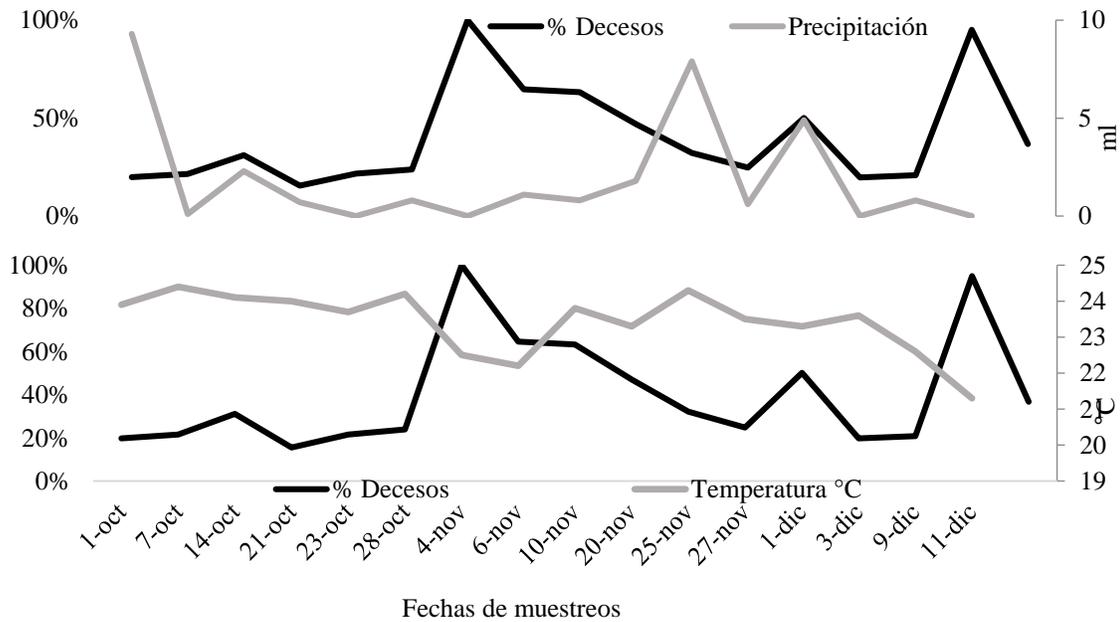
Anexo 5. Número de muestras colectadas durante las fechas de muestreos con datos de temperatura y precipitación.



Anexo 6. Parasitoidismo en base a muestras totales, precipitación y temperatura durante el estudio.



Anexo 7. Parasitoidismo en base a emergencia, temperatura y precipitación durante el estudio



Anexo 8. Decesos bajo condiciones de precipitación y temperatura fluctuantes.