

Ciclo biológico de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) y sus Enemigos Naturales en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB), Pamplona, Norte de Santander.

Jhayyers Stefan Silva Lizarazo

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Ingeniería Agronómica

Junio 2018

Ciclo biológico de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) y sus Enemigos Naturales en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB), Pamplona, Norte de Santander.

Jhayyers Stefan Silva Lizarazo

**Trabajo de Grado Presentado como Requisito Para Optar el Título de
Ingeniero Agrónomo**

**Director: Humberto Giraldo Vanegas
Ingeniero Agrónomo, Ph. D. en Entomología**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Ingeniería Agronómica**

Junio 2018

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo le doy gracias a Dios por permitirme cumplir este ciclo de mi vida importante en mi formación profesional e humano.

A mi familia, en especial a mi Padre Nelson Silva Nossa, mi madre Juana María Lizarazo Flórez que me han dado su fortaleza, sus ánimos, su paciencia en este camino formativo como persona y profesional.

A mi tutor por apoyarme y aportar un granito de arena en mí formación como ingeniero agrónomo

Agradecerles a mis colegas, futuros profesionales y profesores, en especial a la profesora Erika Karina Ramírez, por acompañarme en este camino de aprendizaje y ayudarme a culminar esta etapa tan importante en mi vida.

TABLA DE CONTEIDO

1.	Introducción	11
2.	Problema.....	14
2.1.	Planteamiento y descripción del problema	14
2.2.	Justificación	16
2.3.	Delimitación.....	16
3.	Objetivos	18
3.1.	Objetivo general.....	18
3.2.	Objetivos específicos	18
4.	Marco de referencia.....	19
4.1.	Antecedentes	19
4.2.	Marco contextual	22
4.3.	Marco Teórico.....	23
4.3.1.	<i>Plutella xylostella</i> (L.).....	23
4.3.2.	Morfología y Biología.....	24
4.3.3.	Ciclo biológico	26
5.	Metodología	28
5.1.	Localización del Estudio.....	28
5.2.	Recolección del material en campo	28

5.3.	Técnica de Cría	29
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	31
6.1.	Duración de las etapas de desarrollo de <i>P. xylostella</i>	35
6.2.	Duración de los instares larvales de <i>P. xylostella</i>	36
6.3.	Oviposición de hembras de <i>Plutela xylostella</i> (L	39
6.4.	ENEMIGOS NATURALES	39
7.	CONCLUSIÓN	45
8.	RECOMENDACIONES	46
9.	Referencias	47
10.	ANEXOS	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de <i>Plutella xylostella</i> , de acuerdo con Martínez (2013) indica que desde 1758 la polilla dorso diamante fue descrita por primera vez por Linnaeus, quien la clasifico como se conoce hoy en día.....	244
Tabla 2. Duración en días de las fases del ciclo de vida de <i>P. xylostella</i> , criada con hojas de repollo y bajo condiciones de laboratorio.....	366
Tabla 3. Duración en días de los instares larvales de <i>P. xylostella</i> , criada con hojas de repollo y bajo condiciones de laboratorio	366
Tabla 4. Promedio y desviación típica en milímetros del ancho de las cápsulas cefálicas de <i>P. xylostella</i> , criados con hojas de repollo y bajo condiciones de laboratorio.....	388
Tabla 5. Numero de huevos por hembra y generaciones en 28 días de <i>Plutella xylostella</i> (L) ..	399
Tabla 6. Enemigos naturales parasitoides de <i>P. xylostella</i> , identificados por el Ph.D. en Entomología Humberto Giraldo Vanegas.....	40
Tabla 7. Depredadores de <i>Plutella xylostella</i> , identificados por el Ph.D. en Entomología Humberto Giraldo Vanegas.	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación satelital del lugar experimental.	22
Figura 2. Huevo de <i>Plutella xylostella</i> . Fuente: Archivo propio	31
Figura 3. Instares I(a), instar II(b) de <i>P. xylostella</i> . Fuente: Archivo propio.....	32
Figura 4. Instar III de <i>P. xylostella</i> . Fuentes: Archivo propio	32
Figura 5. Instar IV de <i>P. xylostella</i> defoliando lámina de repollo. Fuente: Archivo propio.....	33
Figura 6. Evolución desde la prepupa (a), hasta su total maduración de la pupa obtecta de <i>Plutella xylostella</i> . Fuente: Archivo propio	34
Figura 7. Vista superior de adulto macho(a), adulto hembra (b) de <i>P. xylostella</i> . Fuente: Archivo propio	35
Figura 8. Ancho de las cápsulas cefálicas de <i>Plutella xylostella</i> (L) medidas tomadas en milímetros con un estereoscopio con ocular micrométrico (mm); Con un promedio de instar 1(a) de 0,144mm; instar 2(b) de 0,253; instar 3(c) de 0,405; instar 4(d) de 0,599. Fuente: Archivo propio	38

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Distribución de frecuencia de medidas de ancho de la capsula cefálica de *Plutella xylostella* (L). (0,08-0,23 instar1), (0,23-0,38 instar2), (0,38-0,53 instar3), (0,53-0,68 instar 4)..

..... 37

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Captura diurna de huevos, larvas en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).....	50
Anexo 2. Captura de <i>Plutella xylostella</i> por medio de jamma en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).	50
Anexo 3. Laboratorio de Sanidad Vegetal perteneciente al Programa de Ingeniería Agronómica, de la Universidad de Pamplona.....	51
Anexo 4. Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).....	51
Anexo 5. Toma de datos diarios de la cría en cajas de Petri de Huevos, larva de <i>Plutella xylostella</i>	52
Anexo 6. Cría de huevos de <i>Plutella</i> (a); Cría de pupa, huevos parasitados de <i>Plutella</i> (b)	52
Anexo 7. Estereoscopio(a), Estereoscopio adaptado con ocular micrométrica (b).....	53
Anexo 8. Medición de las cápsulas cefálicas de los instares 1-4 de <i>P. xylostella</i> en el estereo con ocular micrométrica(a); Reglilla micrométrica (b); capsula cefálica medida de <i>Plutella</i> (c)	53

RESUMEN

El presente trabajo de investigación sobre la biología de *Plutella xylostella* (L.), conocida como la polilla dorso diamante o polilla del repollo, se llevó a cabo en el municipio Pamplona, Norte de Santander, en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB). La colecta de los estados inmaduros de *P. xylostella* y sus enemigos naturales y la parte experimental en el Laboratorio de Entomología del Programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Pamplona, bajo condiciones de temperatura de 16,9°C a 18,9°C, Humedad Relativa promedio de 73,8 % y punto de rocío de 12,1°C. La duración promedio del ciclo de vida fue de 57,06 días, pasando por huevo con duración de $9,11 \pm 1,242$ días; estado larval fue de $19,54 \pm 2,620$ días, y la duración del estado de pupa fue de $9,93 \pm 1,698$ días en nuestras condiciones climáticas. Se determinaron cuatro instares larvales aplicando la Ley de Dyar (1.980); la anchura promedio de las cápsulas cefálicas fue de: 0,144 mm larva I; 0,253 mm larva II; 0,405mm larva III; 0,599 mm larva IV. La oviposición de las hembras fue de 43,66 huevos con una duración de $28 \pm 8,082$ días; número de generaciones en 28 días por hembra fue de 6,667; la longevidad promedio de los adultos fue de $18,48 \pm 5,124$ días. Se determinaron los parasitoides de huevos *Trichogramma* sp., el parasitoide de larvas *Diadegma insulare* (Cresson) y los depredadores *Harmonia axyridis* (Pallas), *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville y *Chrysoperla* sp.

Palabras clave: *Plutella xylostella*, Biología, Ciclo biológico, oviposición, instares, enemigos naturales.

1. Introducción

Las hortalizas constituyen un renglón agrícola de importancia económica para los productores de todas las regiones del mundo. En América Latina las principales hortalizas sembradas presentan variaciones temporales en cuanto a las áreas dedicadas a su cultivo, los volúmenes de producción y el consumo por las personas (Universidad Mayor de San Andres, s.f.).

Las especies hortícolas en general, poseen una serie de características que las hacen importantes en el contexto nacional e internacional: alto valor nutricional, elevada demanda en la dieta alimenticia de la población, amplia superficie sembrada de la cual se deriva el sostenimiento de un importante sector agrícola y campesino y grandes generadores de empleo en el campo y la agroindustria (Cabrera & Salazar, 2004).

Pretende atraer al consumidor mediante la oferta de productos de excelente calidad, obteniendo garantías de calidad de los productos hortícolas limpios y de producción certificada (Páramo, 2003). Según el Dr. Franco A. (2007), en Colombia se cultivan aproximadamente 42 especies, en los diferentes pisos térmicos del país. En 2006 según Plan Hortícola Nacional (PHN), se sembraron 107.950 hectáreas y se obtuvo una producción de 1.379.842 toneladas que concentra el 2,46% corresponde a las coles (brócoli, coliflor y repollo) del área sembrada en Colombia en esta fecha.

Estudios realizados por el DANE (2014), donde el consumo diario de verduras por persona es de alrededor 38 kilogramos/año, lo que evidencia un muy bajo consumo de estos alimentos a nivel del país; según la Organización Mundial de la Salud (OMS), este debe ser mínimo de 140 kilogramos por persona/año, indicando así que en el país se presenta un bajo consumo y una producción reducida.

Los factores que condicionan los bajos rendimientos actuales de producción en el cultivo de Coles se deben principalmente a: variedades de bajos rendimientos, las técnicas tradicionales de producción, mala calidad de semilla y entre los más importantes el ataque de plagas y el uso de plaguicidas para su control. (Valeriano, 2006)

Según Adriana Sáenz A. (2011), Dentro del complejo de plagas que atacan las crucíferas se destacan especies de como lepidópteros *Copitarsia* sp., *Spodoptera* sp. y *Peridroma* sp. (Lepidóptera: Noctuidae), moluscos como *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) y *Vaginulus* sp. (Pulmonata: Veronicellidae), el áfido *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) y *Lyriomiza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Sin embargo, la principal plaga de cultivos de crucíferas en el mundo es la polilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidóptera: Plutellidae) es el insecto plaga más destructivo de las brasicáceas en todo el mundo y ha desarrollado resistencia a insecticidas sintéticos a base de carbamatos, organofosforados, piretroides, benzoilfenil, ureas, carbofuran aplicados en campo, haciendo a menudo difícil su control (Arregui, Bertolaccini, y Sánchez, 2010).

El número de generaciones anuales está muy influenciada por el clima, no puede sobrevivir al invierno, lo que genera numerosos brotes de infestación a causa de la migración a zonas más benigno; fue el primer insecto al que se detectó resistencia al DDT (diclorodifeniltricloroetano) insecticida organoclorado sintético, actualmente se considera resistente a la mayoría de insecticida, incluyendo los formulados base de *Bacillus thuringiensis*, (Biocontrol, 2014).

Debido a los daños causados por la polilla dorso diamante *P. xylostella*, considerada una plaga clave de cultivos de la familia Brassicaceae, incluyendo especies silvestres y cultivadas y, dada la importancia del cultivo, y la problemática de control, se hace necesario estudiar los

aspectos básicos de la biología del insecto bajo las condiciones de clima frío, con la finalidad de establecer estrategias de control biológico efectivas para el manejo futuro de poblaciones de esta plaga.

2. Problema

2.1. Planteamiento y descripción del problema

En Colombia el consumo de hortalizas como son las crucíferas (Brócoli, coliflor, repollo, rábano) entre otras comestibles son de gran importancia formando parte de la dieta alimentaria de la población. En la actualidad la horticultura se encuentra bastante difundida y como tal presenta grandes problemas fitosanitarios. Su manejo o control se basa en el uso de agroquímicos y pesticidas, en gran parte de manera desmesurada provocando problemas en el cultivo como en los productos comercializables, esto llevando al aumento progresivo de *P. xylostella* en zonas productoras de hortalizas. Con un cubrimiento de población total de insectos en un cultivo del 75%, causando pérdidas de hasta el 90% en la producción (Arregui et al. (2010).

Afectando en primera instancia a los agricultores y la industria de hortalizas; sumado a esto, la falta de conocimiento existente entre los agricultores sobre los hábitos, biología y ciclo de vida provocando como resultado un porcentaje de control insignificativo.

A pesar de la importancia de la plaga y a la necesidad de frecuentes aplicaciones de insecticidas, han realizado pocos trabajos que permitan determinar la presencia de agentes que contribuyan al control natural y la incidencia que tienen en la densidad poblacional de la plaga; Una de estas plagas cosmopolita destructiva de gran importancia económica en los cultivos comerciales de la familia Brassicaceae es la polilla del repollo, *Plutella xylostella* (L.), (Talekar & Shelton, 1993). Es un insecto, con gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas.

Posee además una alta variabilidad genética, que unida al corto período generacional le permite lograr rápidamente resistencia a diferentes insecticidas, (Ulmer et al., 2002).

Al mejorar el conocimiento sobre los aspectos biológicos de *P. xylostella*, como es su ciclo de vida y sus agentes de control natural en condiciones de clima frío, nos permitirá realizar un Manejo Integrado de esta plaga, en los cultivos de la familia Brassicaceae, para la Provincia de Pamplona e ir mitigando el daño económico-comercial que ocasiona este insecto tanto a nivel local, nacional e internacional.

En la actualidad se buscan estrategias que le den un manejo adecuado a la plaga sin comprometer el rendimiento del cultivo, la salud humana y el medio ambiente, en zonas de clima frío lo cual no existen datos en cuanto a la duración del ciclo de vida, comportamiento y conocimiento de sus enemigos naturales.

2.2. Justificación

Es importante conocer el ciclo de vida de *P. xylostella* en diferentes regiones del mundo, en donde existen variaciones en cuanto a la temperatura, razón por la cual es necesario realizar los estudios para las distintas áreas de procedencia de la plaga y así poder caracterizar esas variaciones y poder mitigar el daño económico que esta representa en los cultivos de la familia Brassicaceae específicamente en especies cultivadas (coliflor, brócoli, repollo, rábano) identificando en que instar o fase de vida realiza el mayor daño en la hortaliza para realizar una intervención preventiva del ataque, y no dejar que se establezca, ni avance el foco en las diferentes crucíferas; llevando a usar enemigos naturales (parasitoides, depredadores y entomopatógenos), de la polilla dorso diamante por su facilidad a la resistencia desarrollada a los agroquímicos.

Dada la importancia de estos cultivares en la Provincia de Pamplona, Norte de Santander y sus localidades circundantes, como futuro Ingeniero Agrónomo percibí la necesidad de dar solución a este problema lo cual le genera un gran aporte a la agricultura local colombiana realizándolo con un proyecto investigativo en la Universidad de Pamplona- Norte de Santander bajo las condiciones de clima frío.

2.3. Delimitación

Con el desarrollo del presente trabajo investigativo se pretende establecer el ciclo de vida de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), bajo condiciones de laboratorio en el municipio de Pamplona, Norte de Santander siendo esta considerada una plaga clave de cultivos de la familia Brassicaceae (coliflor, brócoli, repollo, rábano), así mismo determinar los enemigos naturales (parasitoides, depredadores y entomopatógenos) de *P. xylostella* .

Obtenidos los resultados se espera dar un aporte demostrativo y real en el proceso de desarrollo de la fase biológica y enemigos naturales de *P. xylostella* en las condiciones climáticas de Pamplona, Norte de Santander, para el sector agrícola colombiana reduciendo así la incidencia de esta plaga de las crucíferas.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Determinar el ciclo de vida de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidóptera: Plutellidae) y sus enemigos naturales en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB), Pamplona, Norte de Santander.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar el ciclo de vida de *P. xylostella* en condiciones de laboratorio.
- Determinar los enemigos naturales (parasitoides, depredadores y entomopatógenos) de *P. xylostella* en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).

4. Marco de referencia

4.1. Antecedentes

Sáenz (2011), evaluó la susceptibilidad del tercer instar de polilla dorso diamante (DDM), al nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis* sp. SL0708 en condiciones de laboratorio a 25°C, 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Se probaron cinco dosis de juveniles infectivos (JI) (0, 100, 300, 600, 1200 JI/ml/5 larvas) y se evaluó cada 24 horas la sintomatología, mortalidad y recuperación de JI. Las larvas afectadas por *Heterorhabditis* sp. SL0708 presentaron cambios de coloración de verde a marrón claro, se mostraron poco móviles y con cuerpo flácido. Algunas larvas alcanzaron a mudar a pupa y se observó el desarrollo de adultos de primera generación. El porcentaje promedio de mortalidad fue de 95,6%, con un tiempo de mortalidad entre las 48 y 72 horas, sin embargo, un 5% de las larvas murieron entre las 96 y 120 horas.

Fernández y Álvarez, (1998), se realizó un estudio sobre la biología de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidóptera: Yponomeutidae), la polilla del repollo (*Brassica oleracea* L.), bajo condiciones naturales con variaciones de temperatura entre 21,8 y 28,0°C y una humedad relativa media de 73,6% con variaciones de 61,6 a 85,3%, en la Estación Experimental Lara, Barquisimeto, Venezuela. EL ciclo de vida (incluyendo el período de preoviposición) fue de 17,10 días en promedio, con rangos de 12 a 26 días. La duración promedio de las diferentes fases de desarrollo del insecto fue la siguiente: huevo 2,90 + 0,58 días; larva 7,96 + 0,74 días y pupa 3,19 + 0,65 días. Se determinaron cuatro instares con anchura promedio de la cápsula cefálica de: 0,154 mm para el primero; 0,250 mm para el segundo; 0,388 mm para el tercero y 0,590 mm para el cuarto instar. En cuanto a la ovoposición de las hembras, éstas colocaron un promedio de 118,55 + 60,86 huevos con variaciones de 27 a 234 huevos. El mayor pico de oviposición ocurrió el segundo día de iniciada la postura de huevos. La fertilidad observada fue de 94,50%.

En relación a la longevidad de los adultos, la duración promedio fue de 23,85 + 8,07 días para la hembra y de 21,81 + 9,16 días para los machos. La proporción sexual fue de 1:1.

La investigación realizada por Martínez, (2013), control de *P. xylostella* y el parasitoide de este, *Diadegma insulare* (Cresson) como una alternativa de manejo de la palomilla, Estos parasitoides son criados en jaulas de 50 x 50 x 50 cm en donde se colocan entre 200-300 pupas del parasitoide *D. insulare*. En la jaula también se introducen cajas Petri con algodón humedecido en una solución de miel de abeja al 10% o de azúcar (65 g 53 de sacarosa en 500 ml de agua). Se recomienda la solución de miel porque los parasitoides responden mejor a esta dieta con fondo de madera o de material sólido y forrado con malla de nailon fino. En cada pata de la jaula se coloca un recipiente con agua para evitar la entrada de hormigas, ácaros u otros organismos, En una planta de repollo bien formada se colocan cintas de oviposición en las hojas más jóvenes. En cada planta se depositan entre 300 y 500 huevos de *P. xylostella*.

Omaña, (2016), el estudio se realizó en la finca Arizona en el municipio Jáuregui del Estado Táchira Venezuela en el periodo comprendido entre los años 2014 y 2015. Se determinaron particularidades biológicas de *Plutella xylostella* (L.) en condiciones de laboratorio siguiendo las metodologías de Fernández y Álvarez (1988) y (Armas et al., 1993), Se determinó que el ciclo biológico de la plaga fue de 38 días promedios, con duración de 4 días para la fase de huevos, 12 la fase larval, 7 las pupas y 15 los adultos, con una temperatura promedio es de 18 °C y una altitud de 1850 msnm.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (2013), describieron el ciclo biológico de *Plutella xylostella* (L.), el cual es realizado por el método de tiempo fisiológico midiendo en días grado o unidades de calor, para determinar el progreso de crecimiento y desarrollo del organismo; Utilizando la técnica de senoidal doble para hallar el

cálculo diario del tiempo fisiológico tomando como temperatura base 7.3°C, teniendo como resultado que el huevecillo necesita 68.9 unidades térmicas(u.t) para su desarrollo, las larvas primer instar : 49.4 u.t , segundo instar: 34.6 u.t , tercer instar : 37.4 u.t , cuarto instar : 56.7 u.t y pupa : 93.1 u.t , para la longevidad de adultos hembras : 255.5 a 21.7, para los machos: 278.4 a 29.5 u.t.

4.2. Marco contextual

Este trabajo se llevó a cabo en el municipio Pamplona, Norte de Santander, situado en las coordenadas de $7^{\circ} 22' 34''$ de latitud Norte y a $72^{\circ} 38' 54''$ de longitud al Oeste de Greenwich, se encuentra situada a 2.200 msnm. Pamplona, limita al Norte con Pamplonita y Cucutilla, al sur con los municipios de Cácuta y Mutiscua, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla. Su extensión territorial total es de 456 Km^2 con 76.983 habitantes aproximadamente. Su temperatura promedio de 14 a 16°C . Su economía está basada en la gastronomía, la agricultura, el turismo (especialmente el turismo religioso) y la educación.

El trabajo investigativo se ejecutó en la zona de captura del insecto *P. xylostella* y sus enemigos naturales en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB), y la parte experimental en el Laboratorio de Entomología del Programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Pamplona, ubicado en la Provincia de Pamplona, departamento Norte de Santander. Con unas coordenadas al N $07^{\circ} 23' 236''$, O $072^{\circ} 39' 026''$ a una altura de 2.381 msnm, con temperatura promedio de $16,9^{\circ} \text{C}$ y $73,8 \%$ HR.

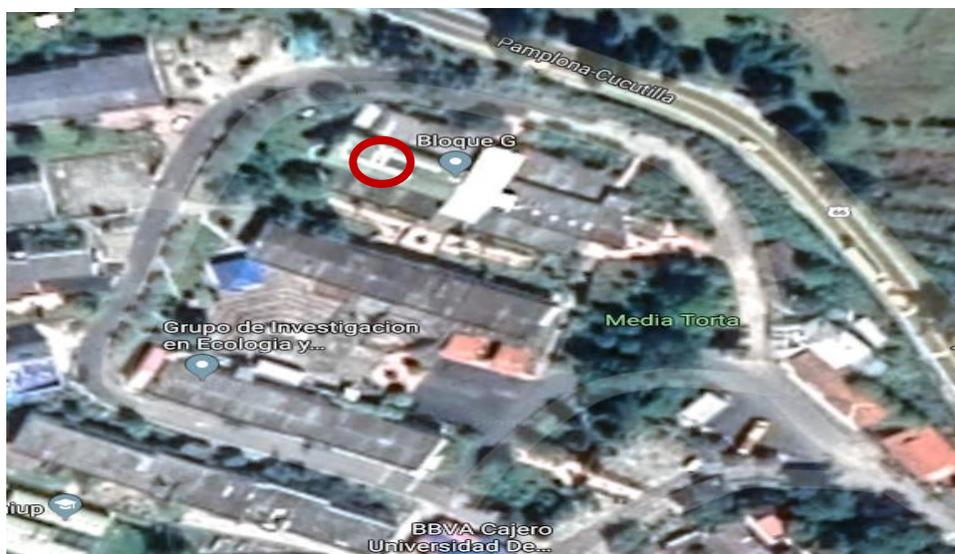


Figura 1. Ubicación satelital del lugar experimental.

Tomada de: Google Maps, 2018.

4.3. Marco Teórico

4.3.1. *Plutella xylostella* (L.)

El trabajo realizado por Luis (2007), con la polilla dorso diamante *Plutella xylostella* (L.), cuyas sinonimias son polilla de las coles, oruga verde del repollo, polilla de la col, polilla de las crucíferas, entre otras, es originaria de Asia Menor y que por medio de la exportación de productos de las crucíferas se ha diseminado por todo el mundo, ocupando un sitio como plaga primaria y cosmopolita.

De acuerdo con Martínez (2013), la polilla dorso diamante se ha convertido en uno de los insecto- plaga más nocivo para los cultivos de crucíferas en el mundo y su manejo ha ocasionado un alto incremento en los costos de producción, calculándose su manejo en un billón de dólares anualmente.

Como lo menciona Martínez, (2013), La palomilla dorso de diamante se alimenta básicamente de plantas de la familia de las crucíferas, entre las que se encuentran los cultivos de col (*B. oleácea* var. *capitata*), coliflor (*B. oleracea* var. *botrytis*), brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*), rábano (*Raphanus sativus*), nabo (*B. rapa pekinensis*), col de Bruselas (*B. oleracea* var. *gemminifera*), col china (*B. rapa* var. *pekinensis*), mostaza (*B. juncea*) y colza.

En Zonas templadas la polilla dorso de diamante no puede sobrevivir el invierno. La polilla *P. xylostella* coloniza las regiones productoras de crucíferas al final de la estación de cultivos o por medio de las plántulas de trasplante que vienen de regiones subtropicales (Valeriano, 2016).

Tabla 1.

Clasificación Taxonómica de Plutella xylostella, de acuerdo con Martínez (2013) indica que desde 1758 la polilla dorso diamante fue descrita por primera vez por Linnaeus, quien la clasifico como se conoce hoy en día.

Reino :	Animal
Phylum :	Artrópoda
Clase:	Insecta
Orden:	Lepidóptera
Suborden:	Frenatae
Familia:	Plutellidae
Genero:	<i>Plutella</i>
Especie:	<i>xylostella</i> (Linneo 1758)

4.3.2. Morfología y Biología

De acuerdo con Martínez, (2013), la palomilla dorso de diamante es una plaga que presenta metamorfosis completa (holometábola); es decir, pasa por los estadios biológicos de huevo, larva, pupa y adulto.

La hembra oviposita poco más de 200 huevecillos en forma individual, formando pequeños grupos de 2 o 3 en el envés y peciolo de las hojas, en los tallos y floretes. Los huevecillos tardan en eclosionar de tres a nueve días dependiendo de la temperatura ambiental.

Después de la eclosión de los huevecillos, las larvas inician inmediatamente su alimentación en el follaje; por lo general las larvas de primer y segundo instar minan las capas cerosas epidérmicas de las hojas, consumiendo los tejidos del mesófilo esponjoso.

Las larvas de tercer y cuarto instar se alimentan por el envés, consumiendo toda la lámina foliar, excepto la capa cerosa del haz, creando con esto pequeñas ventanas en las hojas, como lo menciona Bautista 1992 (citado por Martínez, 2013), Las larvas se pueden distinguir con facilidad por su hábito nervioso de retorcerse bruscamente o dejar caer a través de un hilo de seda cuando se les molesta.

Como lo menciona Bújanos *et al.*, 1993 (citado por Martínez, 2013), Al final del cuarto instar cuando han terminado su periodo de alimentación, inician su estado prepupal. Durante el estado de prepupa la larva teje un cocón blanco dentro del cual se transforma en pupa; esta estructura la adhieren firmemente a diferentes partes de la planta. Las pupas tardan entre 5 y 13 días para transformarse en adultos dependiendo de la temperatura.

El adulto hiberna debajo de los residuos de cosecha y en el suelo, encontrándose durante todo el año sobre crucíferas cultivadas como es mencionado por Alatorre *et al.*, 1992 (citado por Martínez, 2013), los adultos se alimentan del néctar de las flores y de las gotas de agua que la humedad forma en las hojas.

El ciclo biológico de la palomilla dorso de diamante dura de 19 a 28 días, la cual pasa por los estadios biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulta según el (Arregui *et al.*, 2010).

4.3.3. Ciclo biológico

Huevos

De forma ovalada, menores de 1 mm (0,5 mm de largo por 0,3 mm de ancho), de color amarillo pálido cuando están recién puestos y más oscuros cuando están próximos a la eclosión. (Marcela, Luis, & Guillermo, 2007), la eclosión de los huevos depende, principalmente, de la temperatura (Pérez, 2013).

Larvas

Esta plaga posee cuatro estadios larvales, las que se caracterizan porque al ser molestadas se retuercen y se dejan caer, y quedan suspendida de la planta por un hilo de seda. Por lo general la larva del primer y segundo estadio se alimentan minando las hojas, mientras que las de los estadios 3 y 4 consumen la lámina foliar (Rivas, 2000), pero respetando las nervaduras y la epidermis superior. El tamaño varía de 10 a 12 mm de largo cuando están bien desarrolladas. Su Coloración varía desde amarillo claro cuando recién nacen a verde oscuro cuándo están bien desarrolladas (Rivas, 2000).

Pupa

La pupa es fusiforme, mide de 0.5 a 0.6 cm de longitud y es de color amarillo claro, amarillo verdoso o verde claro con bandas longitudinales de color café oscuro. Durante el estadio de prepupa la larva teje un cocón blanco dentro del cual se transforma en pupa; esta estructura la adhiere firmemente a diferentes partes de la planta y es una protección física contra algunos parásitos o depredadores (Muñiz & Jaramillo, 2013).

Adulto

El adulto de *P. xylostella* es un micro lepidóptero con una envergadura alar que varía entre 8 a 15 mm, de color café grisáceo. Vulgarmente es conocida como la “polilla del repollo”, “polilla de la col”, debido a que el adulto se reconoce por tener tres marcas triangulares a lo largo del margen interno de las alas que, cuando están en posición de descanso se juntan formando tres diamantes a lo largo del dorso de la polilla se caracterizan porque son más activas y visibles al atardecer y por lo general la hembra es más grande que el macho. (Pérez, 2013)

5. Metodología

El presente trabajo se enmarca en la modalidad de Trabajo de Investigación.

Al mejorar el conocimiento sobre los aspectos biológicos de *Plutella xylostella* (L.), como es su ciclo de vida y sus agentes de control natural, esta información nos permitirá realizar un Manejo Integrado de esta plaga primaria, en los cultivos de la familia Brassicaceae, para la Provincia de Pamplona.

5.1. Localización del Estudio.

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Sanidad Vegetal, perteneciente al Programa de Ingeniería Agronómica, localizado en el municipio de Pamplona Norte de Santander. El estudio del ciclo de vida se realizó desde el 23 de marzo al 27 mayo del año 2018, bajo condiciones controladas, el cual se mantuvo una temperatura promedio de 16,9 °C , humedad relativa de 72,9 % y un punto de rocío promedio de 11,9 °C

5.2. Recolección del material en campo

Para iniciar la cría e identificación de enemigos naturales parasitoides, depredadores y entomopatógenos de *P. xylostella* se colectaron huevos, larvas, pupas y adultos en los cultivos de Brassicaceae, cultivadas en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB), en horarios diurnos, recolectando en forma directa los huevos, larvas y pupas y que se localizaban en el envés de las hojas de repollo, coliflor y brócoli, utilizando una mira ocular de una lupa de 30x de aumento para su mejor búsqueda. Las larvas se localizaron alrededor de algunas hojas de las Brassicaceae principalmente en el envés ya que son sensible a la luz solar, fueron colectadas con un pincel doble cero (00), depositándolas en frascos de vidrio transparentes que contienen un orificio en la tapa, cubierta de una malla o toldillo para su oxigenación, de la misma manera obtuvimos las larvas en campo, pero adicionándoles hojas

tiernas como alimento. Seguidamente la recolección de los adultos se realizó mediante jameos en los cultivos de incidencia, depositándolos en frascos plásticos con la misma característica de los recipientes anteriores en la tapa, los cuales se transportaron al Laboratorio para empezar su cría inicial

5.3. Técnica de Cría

Los adultos obtenidos en campo se llevaron al laboratorio para establecer el pie de cría, se sexaron y se colocaron por parejas en frascos con hojas de repollo para que realicen las posturas, para esto se realizaba observación cada 12 horas, 2 veces al día con el ocular de 40x para su proceso biológico evolutivo. Los huevos recién puestos se individualizaron dentro de una caja de Petri. A partir de ese momento se llevó registro diario del período de incubación, número promedio de huevos por postura, color, forma y apariencia. La temperatura, humedad relativa y punto de rocío se tomaron con un Data Logger.

Una vez emergidas las larvas, se registraban con un número y fecha, individualizándolas en cápsulas de Petri y colocándolas en discos de hoja de repollo de 3 cm de diámetro, previamente lavado con una solución de hipoclorito de sodio al 2%, para eliminar posibles entomopatógenos. Los discos de hojas de repollo se colocaron sobre un disco de papel absorbente húmedo esto para controlar a la larva al emerger, para mantenerla en un solo sitio y hacer un mejor manejo a la hora de observarla; tanto los discos de hoja de repollo como los del papel absorbente se cambiaban todos los días.

Las larvas que iban emergiendo se revisaban y se tomaba registro diariamente con el fin de determinar el momento la muda y la recuperación de la cápsula cefálica, y la duración promedio de cada una de ellas, hasta que pasaran al estado de pupa y luego emergieran los adultos. Las exuvias recuperadas, se conservaron individualmente e identificándolas con su número y fecha

en que ocurrió la muda, en un recipiente Snap Cap, con disolución de alcohol al 70% para conservarla. El número de instares larvales se determinó a partir de la medición del mayor ancho de la cápsula cefálica para lo cual se consideró la distancia entre los puntos más externos de los bordes laterales de la cápsula, las genas), con un ocular micrométrico. Para lo cual se aplicó la Ley de Dyar (1.980), que dice “Existe un incremento geométrico en el tamaño de una estructura esclerotizada en cada instar”. Para el presente trabajo, cada larva será una unidad experimental. Los datos recolectados fueron analizados mediante la Ley de Dyar, fundamentada en: a) las partes esclerotizadas de un insecto no cambian de tamaño durante un instar; b) el crecimiento por etapas de las partes esclerotizadas de un insecto durante la fase larval, usualmente toma la forma de una progresión geométrica (Gaines and Campbell, 1935; Giraldo-Vanegas y García, 1992; Rodríguez et al., 2000; García-Caicedo, Giraldo-Vanegas y Ochoa, 2012).

La comparación del ancho de la cápsula cefálica entre los diferentes instares se realizará mediante una Distribución de Frecuencias.

Seguidamente las pupas y larvas, obtenidas en campo se colocaban en frascos de vidrio con su respectivo respirador en la parte superior adicionándoles un disco de hoja de repollo fresca, previamente pasado por una solución de hipoclorito de sodio al 2% y, que diariamente se le cambiaba. Después de la emergencia de parasitoides, de *P. xylostella*, fueron montados con las técnicas entomológicas para su correcta identificación.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Al estudiar la biología de *P. xylostella* en cuanto a sus diferentes fases de vida, resultó lo siguiente:

Huevos: Su oviposición es de forma agrupada entre tres y cinco huevos en el envés de las hojas de repollo, son de color verde amarillentos claro recién ovipuestos, posteriormente cambian a un tono más oscuro en su maduración. Antes de eclosionar se puede observar la cabeza oscura y el cuerpo de la larva, de forma casi esféricos (ovalado plano), y en la base un poco anchados. Se observó que la eclosión de los huevos se registró en su mayor parte, un 95% en horas de la mañana desde las 8:00 hasta las 11:00 de la mañana, coincidiendo con las observaciones de Fernández y Álvarez (1.998).



Figura 2. Huevo de *Plutella xylostella*. Fuente: Archivo propio

Larva 1-2: Las larvas pasan por cuatro instares en su desarrollo larval. Recién emergida la larva I, es de color cremoso pálido, posteriormente se oscurece un poco con un punto negro en el extremo que corresponde a la cabeza lo que es muy resaltante. La larva es segmentada en todo su

cuerpo con todos sus espiráculos poco visibles, todo el cuerpo con pequeñas vellosidades de color negro. Inician inmediatamente a minar, consumiendo los tejidos del mesófilo esponjoso de la hoja dejándola translúcida.



Figura 3. Instares I(a), instar II(b) de *P. xylostella*. Fuente: Archivo propio

Larva 3: su cuerpo es más desarrollado tornando de color grisáceo a verdusco pálido, es segmentada en todo su cuerpo cubiertos en su totalidad de espiráculos más marcados y visibles los cuales contienen pequeñas vellosidades de color negro. En este instar defolian completamente la hoja dejando en algunas ocasiones solo la nervadura.



Figura 4. Instar III de *P. xylostella*. Fuentes: Archivo propio

Larva 4: en este instar larval, la defoliación es voraz, posiblemente por el desarrollo de su aparato bucal masticador y sus necesidades alimenticias, su color verde claro bien definido, con sus estructuras morfológicas bien marcadas. La larva tiene una característica que si la molesta se deja caer sobre su ceda y queda suspendida o empieza a retorcerse hasta quedarse quieta. Al final de su ciclo se camufla dentro de la lámina quedándose quieta para pasar e iniciar la fase de pre pupa.



Figura 5. Instar IV de *P. xylostella* defoliando lámina de repollo. Fuente: Archivo propio

Pupa: Pupa: la formación de la pupa la realiza finalizando el cuarto instar larval, la cual se envuelve con un tenue capullo de seda blanquecino cubriéndose en su totalidad, a través del cual puede verse la pupa de tipo obtecta. Pasando de verde pálido a curuba o anaranjado claro y finalmente a marrón oscuro.

Este capullo se adhiere tanto en el haz como en el envés de la hoja lo que se hace difícil moverlos.

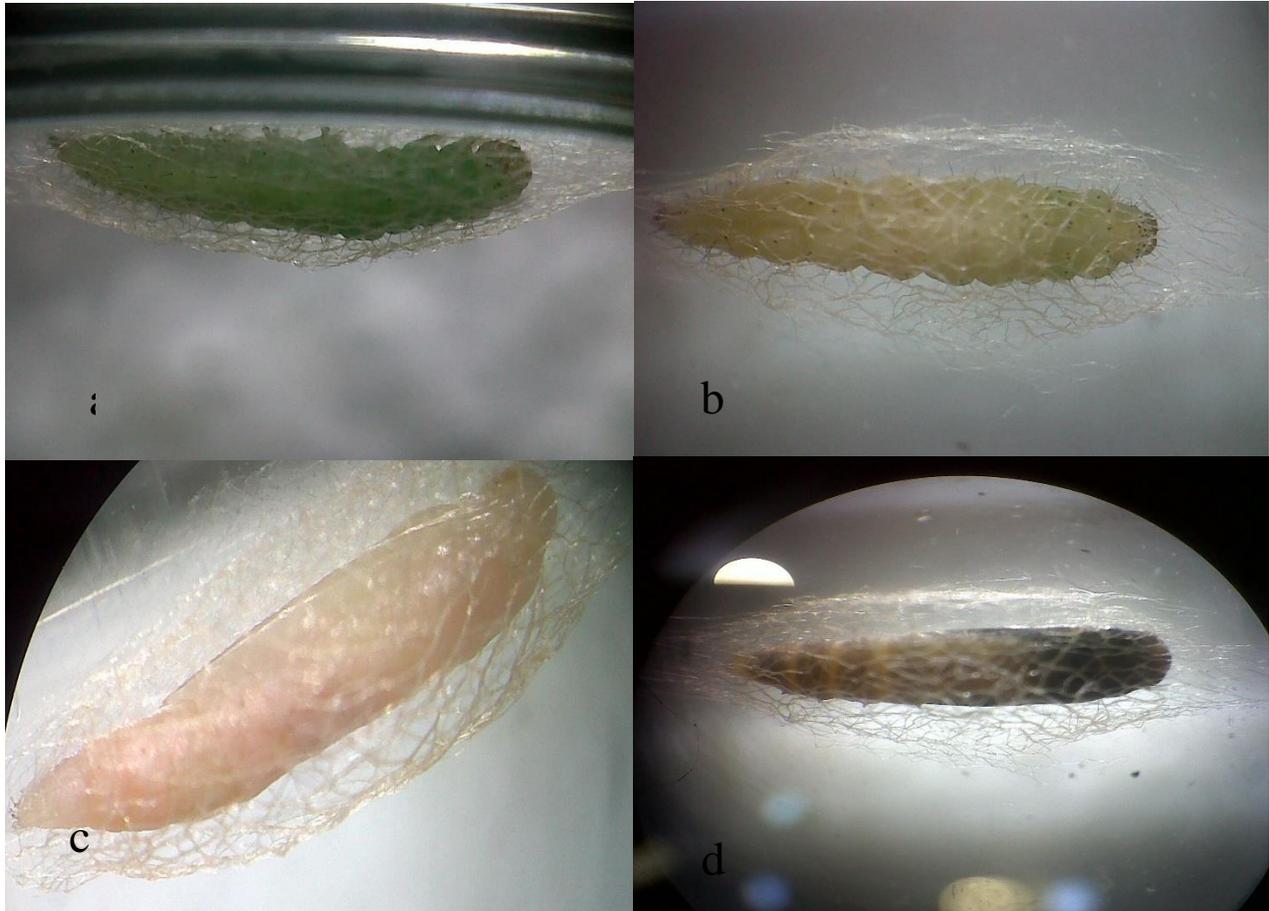


Figura 6. Evolución desde la prepupa (a), hasta su total maduración de la pupa obteca de *Plutella xylostella*.
Fuente: Archivo propio

Adulto: Los adultos recién emergidos del capullo se reconocen inicialmente por su tonalidad blancuzca cremosa en el dorso, dando forma de zig zag similar a un diamante. Sus alas son de tonalidad café pálido con un fleco de pelos largos al final. En el macho no se le distingue bien en el dorso la figura de diamante en cambio a la hembra en estado de reposo se observa muy detalladamente. Una de las características principales que tiene esta especie es su diferencia de tamaño (dimorfismo sexual) lo cual los hace reconocibles. Los adultos son inactivos en las horas del día, por lo cual se cubren debajo de las hojas de repollo evitando la luz, su actividad es al atardecer y en la noche. En cuanto a la longevidad de los adultos, la duración promedio fue de $18,48 \pm 5,124$ días, con una duración total en su ciclo de vida de **57,06** días.



Figura 7. Vista superior de adulto macho(a), adulto hembra (b) de *P. xylostella*. Fuente: Archivo propio

6.1. Duración de las etapas de desarrollo de *P. xylostella*

Se pudo determinar que las condiciones climáticas influyen sobre el desarrollo del ciclo de vida de *P. xylostella* (Tabla 2). Así, la duración de huevo fue de $9,11 \pm 1,242$ días, del estado larval fue de $19,54 \pm 2,620$ días, y la duración del estado de pupa fue de $9,93 \pm 1,698$ días en nuestras condiciones climáticas; mientras que Fernández y Álvarez (1998), trabajando también con la *P. xylostella* en condiciones de zona caliente en el Estado Lara Venezuela, la duración del estado de huevo fue de $2,90 + 0,58$ días, del estado larval fue de $7,96 + 0,74$ días, del estado de pupa fue de $3,19 + 0,65$ días.

TABLA 2.

Duración en días de las fases del ciclo de vida de P. xylostella, criada con hojas de repollo y bajo condiciones de laboratorio.

	Número de observaciones	Duración		
		Media + dt*	mínimo	Máximo
Duración huevo	66	9,11 ± 1,242	6	11
Duración Larva	37	19,54 ± 2,620	12	25
Duración pupa	28	9,93 ± 1,698	7	12
Duración adulto	25	18,48 ± 5,124	8	30
Total		57,06	33	78

*Media + Desviación típica

Fuente: Archivo propio

6.2. Duración de los instares larvales de *P. xylostella*

Se determinó que *P. xylostella*, en su desarrollo larval pasa por cuatro instares. Así tenemos, que el instar I tuvo una duración de $3,35 \pm 0,845$ días; instar II ($5,62 \pm 2,019$ días); instar III ($4,81 \pm 1,607$ días); instar IV ($5,49 \pm 1,239$ días), como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.

Duración en días de los instares larvales de P. xylostella, criada con hojas de repollo y bajo condiciones de laboratorio

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Instar I	63	2	6	3,35	0,845
Instar II	50	2	9	5,62	2,019
Instar III	43	2	9	4,81	1,607
Instar IV	37	2	8	5,49	1,239

*Media + Desviación típica Fuente: Archivo propio

Se determinó en la distribución de frecuencia de las cápsulas correspondiendo a los siguientes datos en milímetros; (0,08-0,23 instar1), (0,23-0,38 instar2), (0,38-0,53 instar3), (0,53-0,68 instar 4) así mismo en la distribución de frecuencia se muestra que la medida que más veces se presento fue de 0,250mm que corresponde al instar 2 y la menos representada fue de 0.080 mm que corresponde al instar 1, como es representada en la gráfica 1.



Grafica 1. Distribución de frecuencia de medidas de ancho de la capsula cefálica de Plutella xylostella (L). (0,08-0,23 instar1), (0,23-0,38 instar2), (0,38-0,53 instar3), (0,53-0,68 instar 4)

La determinación del número de instares larvales de *P. xylostella* se utilizó la Ley de Dyar, la cual nos permitió encontrar cuatro instares bien definidos, como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4.

Promedio y desviación típica en milímetros del ancho de las cápsulas cefálicas de P. xylostella, criados con hojas de repollo y bajo condiciones de laboratorio.

Instares larvales			
I	II	III	IV
0,144 ± 0,04	0,253 ± 0,02	0,405 ± 0,01	0,599 ± 0,06

Fuente: Archivo propio

Carvalho et al (1999) trabajando con *P. xylostella*, encontraron rangos entre 0,15-0,162; 0,227-0,259; 0,361-0,395 y 0,462-0,514 mm para los instares I, II, III e IV: mientras que Fernández y Álvarez (1998) encontraron 0,154 mm; 0,250 mm; 0,388 mm y 0,590 mm para para los cuatro instares respectivamente; medidas muy similares a las del presente trabajo de investigación.

Plutella xylostella (L)

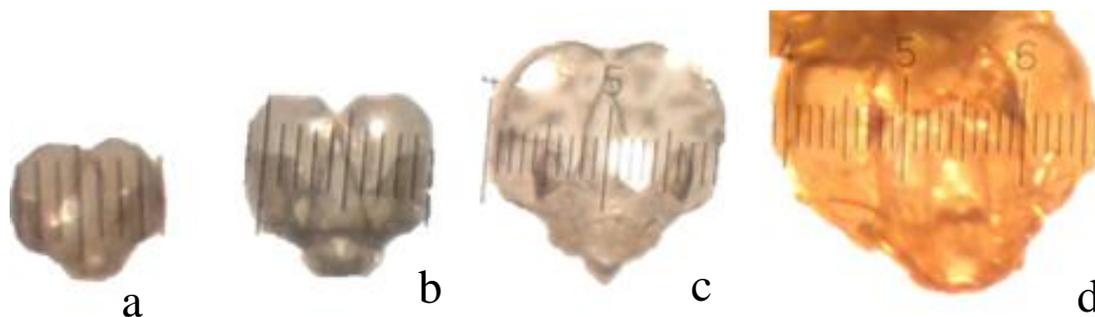


Figura 8. Ancho de las cápsulas cefálicas de *Plutella xylostella* (L) medidas tomadas en milímetros con un estereoscopio con ocular micrométrico (mm); Con un promedio de instar 1(a) de 0,144mm; instar 2(b) de 0,253; instar 3(c) de 0,405; instar 4(d) de 0,599. Fuente: Archivo propio

6.3. Oviposición de hembras de *Plutela xylostella* (L)

En la fecundidad de las tres pares de parejas de *P. xylostella*, tuvo una duración promedio/día, fue de 10,15 huevos por hembra; número de huevos por hembra en 28 días es 43,666 de las tres muestras y finalmente el número de generaciones de 6,667 en 28 días, como indica la tabla 5.

Tabla 5.

Numero de huevos por hembra y generaciones en 28 días de *Plutella xylostella* (L)

	n	Media	Desviación estándar
Total	13	10,15	12,575
Huevos/Hembra/ Día			
N° de huevos por hembra	3	43,666	8,082
N° de generaciones en 28 días/hembra	3	6,667	1,155

6.4. ENEMIGOS NATURALES

Los huevos, larvas, pupas y adultos colectados en plantas de repollo en el CISVEB, fueron traídos al Laboratorio de Sanidad Vegetal, del Programa de Ingeniería Agronómica. Los huevos fueron colocados en pequeños viales para lograr la emergencia de larvas o parasitoides de huevos. Si emergían parasitoides eran colocados en otro vial que contenía alcohol al 70%, para su posterior identificación. Las larvas traídas de campo se colocaban en cajas Petri con un trozo de hoja de repollo, previamente sumergido en una solución de hipoclorito de sodio al 2%; observándola todos los días para ver su desarrollo y esperar si la larva pasaba al estado de pupa y luego al estado adulto, o en su defecto emergían parasitoides de las larvas. Los adultos traídos del campo y los obtenidos en este proceso de crías, se observaron para ver si presentaban algún síntoma parasítico.

Igualmente, se realizaron exploraciones “in situ” para observar la presencia de depredadores de *P. xylostella*, los cuales fueron colectados para su correcta identificación, como lo muestra la Tabla 6.

Tabla 6.

Enemigos naturales parasitoides de P. xylostella, identificados por el Ph.D. en Entomología Humberto Giraldo Vanegas.

IMAGEN	CLASIFICACIÓN
	<p>Orden: Hymenoptera</p> <p>Familia: Trichogrammatidae</p> <p>Género: <i>Trichogramma</i></p> <p>Especie: sp.</p>

Descripción:

De los huevos de *P. xylostella*, emergieron pequeñas avispas del género *Trichogramma* sp., siendo muy difícil la identificación hasta especie, posiblemente sea *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera:Trichogrammatidae). Se observó que de cada huevo de *P. xylostella*, emergía una sola avispa de *Trichogramma* sp.



Orden: Hymenoptera

Familia: Ichneumonidae

Género: *Diadegma*

Especie: *insulare* (Cresson)

Descripción:

Adulto de 2 a 3 mm; tórax y dorso del abdomen negro, tégula, protrocánter, mesotrocánter y segundo segmento del metatrocánter amarillos, coxa anterior negro-amarilla, coxa media negra, fémures, tibias posteriores negras con una banda ancha amarilla en la parte media.

Primer artejo antenal redondeado.

TABLA 7.

Depredadores de *Plutella xylostella*, identificados por el Ph.D. en Entomología Humberto Giraldo Vanegas.

IMAGEN	CLASIFICACIÓN
	<p>Orden: Coleoptera</p> <p>Familia: Coccinellidae</p> <p>Género: <i>Harmonia</i></p> <p>Especie: <i>axyridis</i> (Pallas)</p>

Descripción:

Los adultos de *H. axyridis* presentan un cuerpo fuertemente ovalado y convexo. Sus élitros muestran un elevado polimorfismo desde colores pálidos amarillentos-anaranjados, anaranjados, rojizos o formas totalmente negras. Encima de los élitros puede presentar un número variable de puntos de 0-19. Su tamaño oscila de 7 a 8 mm y su ancho de 4 a 7 mm. Es característico su pronoto de color amarillento pálido con una mancha en forma de “M” o de “W” de color negro.



Orden: Coleoptera

Familia: Coccinellidae

Género: *Hippodamia*

Especie: *convergens* Guérin-Ménéville

Descripción:

Los adultos tienen forma hemisférica; miden alrededor de 8 mm de longitud; son de color anaranjado; comúnmente con 13 manchitas oscuras en los élitros; y la parte del pronoto de color negro con dos barritas o bandas de color claro, que convergen en los extremos cercanos al abdomen, las cuales son típicas de la especie (*convergens*).



Orden: Neuroptera

Familia: Chrysomelidae

Género: *Chrysoperla*

Especie: sp.



Descripción:

Los adultos de *Chrysoperla* sp., posiblemente *carnea* tienen una longitud entre 10-12 mm, son de color verde pálido, con el abdomen largo y estrecho y ojos relativamente grandes de color dorado y brillantes, sus antenas son filiformes y largas, y poseen dos pares de alas membranosas largas, de color verde transparente y con abundante nerviación, de aspecto reticulado. Se observaron larvas de *Chrysoperla* sp., en las plantas de repollo, consumiendo pequeñas larvas de *P. xylostella*.

7. CONCLUSIÓN

Se determinaron aspectos importantes sobre la biología de *P. xylostella*, plaga primaria de las Brassicaceae, en las condiciones climáticas en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).

En el ciclo de vida de *P. xylostella*, en temperaturas promedios de 16,9°C a 18,9°C, humedad relativa promedio de 73,8 % y punto de rocío de 12,1°C, a diferencia de la duración promedio del ciclo de vida fue un promedio de 57,06 días, pasando por huevo con duración de $9,11 \pm 1,242$ días; Del estado larval fue de $19,54 \pm 2,620$ días, y la duración del estado de pupa fue de $9,93 \pm 1,698$.

La fecundidad obtenida de *P. xylostella* en 28 días, el promedio de huevos ovipositados son de 43,666 por hembra y número de generaciones que corresponden a 6,667 en temperaturas promedios de 16,9 °C a 18,9 °C.

Se identificaron enemigos naturales de *P. xylostella*, en las condiciones agroclimáticas del CISVEB, *Trichogramma* sp. (Hymenoptera:Trichogrammatidae), parasitoide de huevos; *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera:Ichneumonida) parasitoide de larvas; y *Harmonia axyridis* (Pallas), *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, *Chrysoperla* sp., depredadores de huevos y larvas de *P. xylostella*.

El estudio desarrollado de la polilla dorso diamante en las Brassicaceae cultivadas en Pamplona, Norte de Santander y en Colombia son muy escasas y poco aplicadas o desconocidas por el agricultor lo que hace difícil su control produciendo como resultado altas pérdidas económicas, usando exclusivamente agroquímicos, lo que hace que al consumidor lleguen productos altamente contaminados; así, este trabajo permitirá un mejor manejo de dicha plaga y disminuir la contaminación de los alimentos por residuos de agroquímicos.

8. RECOMENDACIONES

Se debe continuar con los estudios de la diversidad de agentes biológicos que se encuentran en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB), para ir determinando los componentes bióticos más importantes, para lograr estructurar un Manejo Integrado de *P. xylostella* en nuestras condiciones de montaña.

Realizar estudios sobre otros métodos de control culturales, etológicos, fitoquímicos, entre otros, que puedan ser incorporados a un Manejo Integrado para *P. xylostella*.

Realizar investigaciones para determinar el Umbral de Daño, causados por *P. xylostella*, para las condiciones del Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).

Concentrar los esfuerzos de investigación, dirigidos a *P. xylostella* y otros artrópodos plaga en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).

Eliminar hospederos de familias silvestres de las Brassicaceae de *P. xylostella*, debido a que el insecto busca en estas plantas, una alternativa de refugio y alimentación mientras no existan las huertas experimentales.

Realizar monitoreos de la plaga cada 8 días, desde el trasplante hasta la cosecha, para realizar una buena vigilancia sobre la evolución de las poblaciones de *P. xylostella* en la plantación.

Continuar realizando liberaciones de *Trichogramma* sp., parasitoide de huevos de *P. xylostella* y otros insectos lepidópteros en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).

9. Referencias

- Arregui, C., Sánchez, D., y Bertolaccini, I. (2010). Incidencia de algunos factores naturales De mortalidad de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Horticultura*, 29(68), 20-24.
- Asohfrucol. (2009). *Plan Hortícola Nacional*. Colombia. 1-539. Obtenido de <https://bit.ly/2hTq3YE>
- Carvalho, C.N.; Filho, M.M.; Picanco, M. (1999). *Determinação do número de ínstaes larvais em Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), *Acta Scientiarum*, 21(2):331-335
- DANE. (febrero de 2014). *BOLETÍN MENSUAL INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA*. (20). Colombia. Recuperado el 12 de marzo de 2018, de <https://bit.ly/2z0e5EO>
- Fernández, A.S., Alvares, Carlos. (1998). Biología de *plutella xylostella* (L.) (Lepidóptera: yponomeutidae) polilla del repollo (*Brassica oleraceae* L.) en condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical*, 38(4-6), 17-28
- García, Caicedo. M.; Giraldo, Vanegas. H., y Ochoa, A. (2012). Ciclo de vida de *Metamasius dimidiatipennis* Champeon (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical* 62(1 - 4): 69-75.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (Diciembre del 2013). *Manejo Integrado De la Palomilla Dorso Diamante Plutella Xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae. Campo experimental Bajío Mexico: Dzibal Impresos. Obtenido de <http://xurl.es/vsjj5>

- Martínez, Z. W. (junio de 2013). *Diadegma insulare como Alternativa de Manejo Biológico de Plutella xylostella L. en Brócoli Brassica olerácea variedad itálica* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. Recuperado el 14 de Marzo de 2018, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4373/T19838%20ZARATE%20MARTINEZ,%20WILLIAM%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Midori Biocontrol. (2014). FICHA DE CONTROL DE PLAGAS, *Plutella xylostella*, Rev00,1-2. Recuperado de: <http://xurl.es/vzzuh>
- Muñiz, B. R., & Jaramillo, M. A. (Diciembre de 2013). *FOLLETO TÉCNICO NÚM. 27 MANEJO INTEGRADO DE LA PALOMILLA DORSO DIAMANTE*. Obtenido de <http://xurl.es/org0x>
- Omaña, R. &. (4 de Abril de 2016). Particularidades Biológicas de *Plutella xylostella* (L.) en la finca Arizona, municipio Jáuregui, Venezuela. *Revista unica*, 5(2), 130-138.
- Páramo, M. A. (2003). Poscosecha y Mercadeo de Hortalizas de Clima Frio Bajo Practicas de Producción Sostenible. *1*, 1-58. Obtenido de: <http://xurl.es/jxw2h>
- Pérez, I. G. (Noviembre de 2013). *Efecto de franjas marginales de Brassica campestris L. En repollo sobre Plutella xylostella (Lepidoptera: plutellidae) y sus enemigos naturales* (Tesis de magister). Universidad Nacional del Litoral, Esperanza. Obtenido de <http://xurl.es/otywy>
- Rivas, R. (Octubre de 2000). *Evaluación de tres plaguicidas en diferentes dosificaciones para el control de la palomita dorso de diamante (Plutella xylostella L.) en brócoli (Brassica oleracea var. itálica), con uso de nivel crítico de aplicación en Barcena, Villa Nueva*

- (Tesis pregrado). Universidad de San Carlos en Guatemala, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1879.pdf
- Sáenz, A. (2011). Susceptibilidad de *Plutella xylostella* a *Heterorhabditis* sp. SL0708 (Rhabditida: Heterorhabditidae), *revista Colombiana de entomología*. (38), 1-3
Obtenido de: <https://bit.ly/2Jaeo7t>
- Talekar, N., & Shelton, A. N. (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Revista entomologica*. (38), 275-301.
- Universidad mayor de San Andres. (s.f.). Manejo integrado de las principales plagas del repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata) en la localidad Huaricana baja de rio abajo, Universidad de San Andres, De la Paz, Bolivia. 1-67.
- Ulmer, B.; Gillot, C.; Woods, D. & Erlandson, M. 2002. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. *Crop Protection*, 21: 327-331
- Valeriano, V. A. (2006). *Control químico de las principales enfermedades y plagas del repollo (Brassica oleracea var. capitata)*, (Tesis pregrado), Universidad mayor de San Andrés, la Paz-Bolivia. Obtenido de: <http://xurl.es/kii1f>
- Vallejo, C.F., Estrada, S.E. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*; primera edición. Palmira Valle, Colombia, 1-348.

10. ANEXOS

Anexo 1. Captura diurna de huevos, larvas en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB)



Fuente: Archivo propio

Anexo 2. Captura de *Plutella xylostella* por medio de jamma en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).



Fuente: Archivo propio

Anexo 3. Laboratorio de Sanidad Vegetal perteneciente al Programa de Ingeniería Agronómica, de la Universidad de Pamplona.



Fuente: Archivo propio

Anexo 4. Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB)



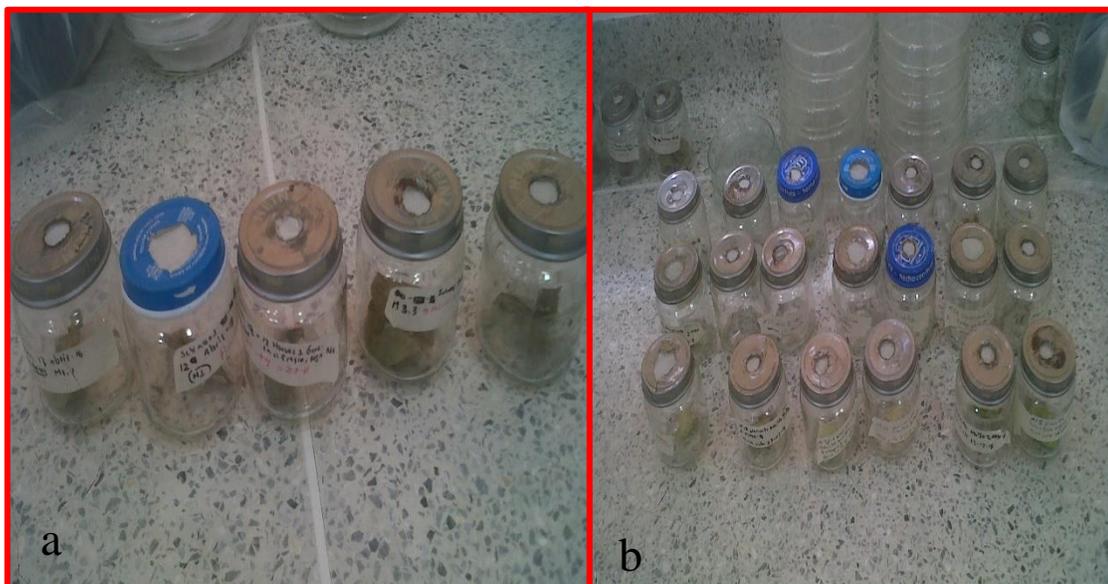
Fuente: Archivo propio

Anexo 5. Toma de datos diarios de la cría en cajas de Petri de Huevos, larva de *Plutella xylostela*



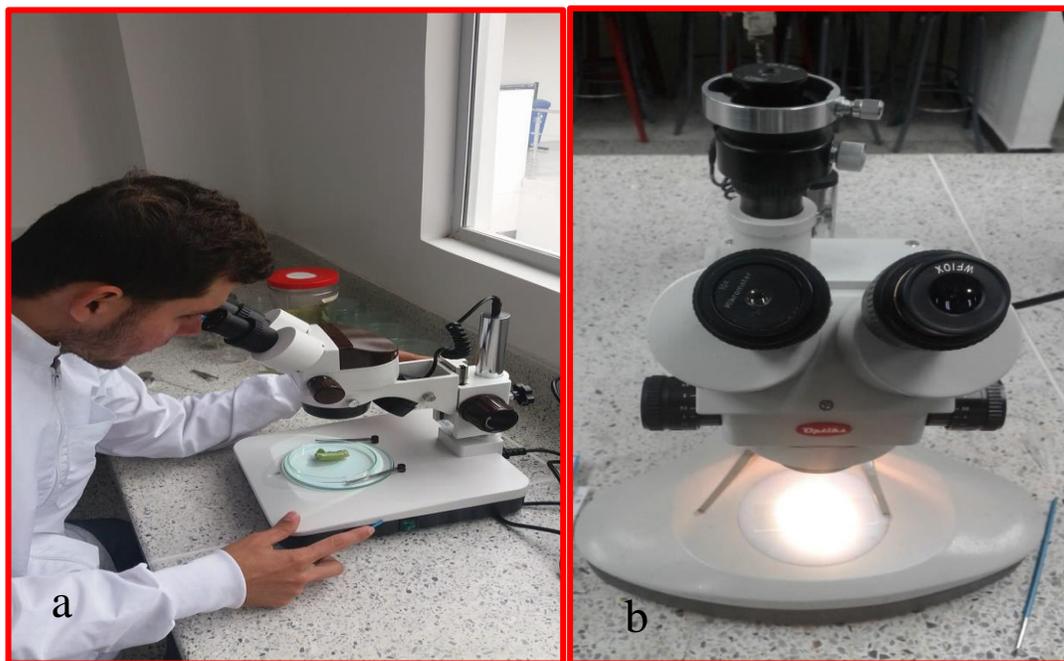
Fuente: Archivo propio

Anexo 6. Cría de huevos de *Plutella* (a); Cría de pupa, huevos parasitados de *Plutella* (b)



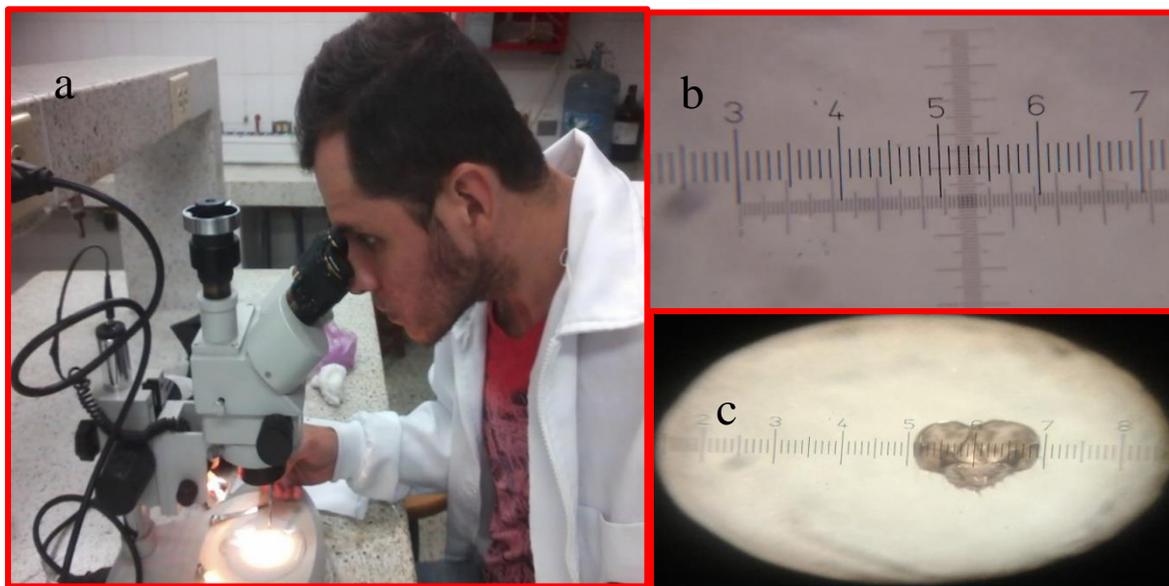
Fuente: Archivo propio

Anexo 7. Estereoscopio(a), Estereoscopio adaptado con ocular micrométrica (b)



Fuente: Archivo propio

Anexo 8. Medición de las cápsulas cefálicas de los instares 1-4 de *P. xylostella* en el estereo con ocular micrométrica(a); Reglilla micrométrica (b); capsula cefálica medida de *Plutella* (c)



Fuente: Archivo propio