

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CRITERIOS DE APLICACIÓN DE BIOPLAGUICIDAS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE
Plutella xylostella EN REPOLLO (*Brassica oleracea L*) EN LA UNAG**

POR

KENIA DOLORES MEJIA LOPEZ

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CRITERIOS DE APLICACIÓN DE BIOPLAGUICIDAS PARA EL MANEJO
SOSTENIBLE DE *Plutella xylostella* EN REPOLLO (*Brassica oleracea* L) EN LA
UNAG**

POR

KENIA DOLORES MEJIA LOPEZ

MARIO EDGARDO TALAVERA SEVILLA, PhD.

Director de Tesis

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES**

CATACAMAS OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

SUSTENTACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
Catacamas, Olancho

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los suscritos miembros de la comisión evaluadora del Informe de Tesis certificamos que:

El estudiante KENIA DOLORES MEJIA LOPEZ del IV Año de Ingeniería en Gestión Integral de los Recursos Naturales presentó su informe intitulado:

CRITERIOS DE APLICACIÓN DE BIOPLAGUICIDAS PARA EL MANEJO
SOSTENIBLE DE *Plutella xylostella* EN REPOLLO (*Brassica oleracea L*) EN LA UNAG

El cual, a criterio de los evaluadores, _____ el presente Informe Final de Tesis como requisito previo para optar al título de Ingeniero en Gestión Integral de los Recursos Naturales.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los _____ días del mes de noviembre de dos mil veintitrés.

PhD. Mario Edgardo Talavera Sevilla
Director de tesis

M.Sc. Gustavo López
Jurado de tesis

M.Sc. José Adolfo Pineda
Jurado de tesis

DEDICATORIA

Primero agradecerle **A DIOS TODO PODEROSO**, por siempre brindarme la sabiduría, salud, fortaleza y guía a lo largo de toda mi vida para lograr alcanzar cada meta que deseo alcanzar.

A mi madre **Celestina López Pérez** y a mi padre **Paulino Mejía Membreño** por ser los principales motores y el apoyo para todos mis sueños, por su confianza en mí y en todo lo que hago, siempre enseñándome disciplina y demás valores que me han inculcado y que me definen como persona.

A mis dos hermanas y a mi querido hermano, quienes siempre han sido mi ejemplo y por quien busco ser una persona de gran valor.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme la fortaleza y guía a lo largo de toda mi formación académica, y en este paso importante que no es la excepción.

A mi Alma Mater la Universidad Nacional de Agricultura por haberme enseñado y formado durante estos 4 años y permitirme culminar mis estudios universitarios.

A mi asesor principal Dr. Mario Edgardo Talavera Sevilla quien me brindó su apoyo, consejos y enseñanzas a lo largo de toda mi investigación, además de enseñarme que un buen trabajo requiere de disciplina y trabajo, lo cual en todo momento fue clave para tener éxito en mi tesis.

A mis asesores auxiliares M. Sc. José Adolfo Pineda y M.Sc Gustavo López por su exigencia y trabajo, siempre agradeciendo todo el apoyo ofrecido a mí y todas esas correcciones durante todo el proceso.

CONTENIDO

SUSTENTACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Sistemas de producción agroalimentaria sostenibles.....	3
3.2. El Manejo integrado de plagas (MIP).....	4
3.2.1. Prácticas importantes dentro del MIP	5
A. Control cultural.....	6
B. Control mecánico.....	7
3.3. Bioplaguicidas como alternativa MIP para el manejo de <i>Plutella xylostella</i> en repollo (<i>Brassica oleracea L</i>)......	13
3.3.1. Generalidades sobre el cultivo de repollo	13
3.3.2. La palomilla dorso de diamante, <i>Plutella xylostella</i>	14
A. Clasificación taxonómica de <i>Plutella xylostella</i>	15

B. Ciclo de vida del insecto.....	15
C. Manejo convencional de la plaga	17
3.4. Bioplaguicidas	17
A. Tipos de bioplaguicidas.....	18
B. Ventajas de su uso.	20
C. Posibles desventajas de su uso.....	21
IV. MATERIALES Y METODOS.....	22
4.1. Ubicación del experimento	22
4.2. Materiales y equipo.....	23
4.3. Métodos	23
4.3.1. Preparación del terreno.....	23
4.3.2. Trasplante al campo definitivo.....	23
4.3.3. Riego y fertilización.....	24
4.3.4. Control de malezas	24
4.3.5. Cosecha	24
4.4. Tratamientos y diseño experimental	25
4.5. Establecimiento del ensayo en campo.	25
4.6. Preparación de los bioplaguicidas.....	26
4.6.1. Bioplaguicida a base de semillas de guanábana.....	26
4.6.2. Bioplaguicida a base de ajo, chile, cebolla y detergente.....	26
4.7. Variables evaluadas	27
4.7.1. Número de larvas vivas y masas de huevos de <i>Plutella xylostella</i>	28
4.7.2. Número de cabezas de repollo sin daño	28
4.7.3. Porcentaje de daño foliar al momento de la cosecha.	29
4.7.4. Relación Beneficio/-Costo	29

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
5.1 Número de larvas vivas y masas de huevos de <i>Plutella xylostella</i>	31
5.1.1 Número de larvas vivas de <i>P. xylostella</i>	31
5.1.2 Masas de huevos de <i>Plutella xylostella</i>	32
5.2 Daño de cabezas de repollo por <i>Plutella xylostella</i>	34
5.3. Peso promedio de las cabezas de repollo.....	35
5.4. Daño foliar al momento de la cosecha	36
5.5 Relación Beneficio/-Costo	37
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES	40
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
ANEXOS	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los bio-insecticidas que se utilizaron en el estudio.....	27
Tabla 2. Método de muestreo de la cantidad de larvas de <i>Plutella xylostella</i> presentes en el cultivo (este es el caso de aplicación cada cinco días).	28
Tabla 3. Escala para área foliar dañada: AFD	29
Tabla 4. Daño foliar por tratamiento (%) al momento de la cosecha.	36
Tabla 5. Costo por cada litro de bioplaguicida	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del experimento	22
Figura 2. Precipitaciones (mm).	30
Figura 3. Promedios de reducción de larvas de <i>P. xylostella</i> por tratamiento.....	32
Figura 4. Promedios de masas de huevos de Palomilla dorso de diamante (<i>Plutella xylostella</i>) por planta por tratamiento.....	33
Figura 5. Promedios de cabezas de repollo sin daño por Palomilla dorso de diamante (<i>P. xylostella</i>), por tratamiento.	35
Figura 6. Peso promedio de cabezas de repollo por tratamiento.	35

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) de promedios de reducciones de diferencias de larvas de <i>Plutella xylostella</i> antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas por tratamiento.	46
Anexo 2. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para masas de huevos de <i>Plutella xylostella</i> después de la aplicación de los bioplaguicidas en los diferentes tiempos de aplicación. Datos transformados a través de raíz cuadrada.	46
Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para promedios de cabezas de repollo (<i>Brassica oleracea</i> L. var <i>Capitata</i>) sin daño por <i>Plutella xylostella</i>	47
Anexo 4. Análisis de varianza del peso promedio de la cabeza de repollo.	47
Anexo 5. Escala para área foliar dañada: AFD (Chalfaut y Brett 1965).	48
Anexo 6. Área foliar dañada representado en escalas por los diferentes tratamientos en campo.	48
Anexo 7. Distribución de tratamientos en campo	48
Anexo 8. Promedio del número de larvas y masas de huevos de Palomilla dorso de diamante (<i>Plutella xylostella</i>) durante la investigación antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas.	49
Anexo 9. Costos por bioplaguicida.	49

RESUMEN

MEJIA LOPEZ; K.D.2023. Criterios de aplicación de bioplaguicidas para el manejo sostenible de *Plutella xylostella* en repollo (*Brassica oleracea L*) en la UNAG. Tesis Ing. En Gestión Integral de los Recursos Naturales. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura.

El presente estudio se realizó en la estación experimental Raúl Rene Valle de la Universidad Nacional de Agricultura, con el propósito de disminuir el uso excesivo de productos químicos sintéticos en el manejo y control de la Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), la plaga más significativa que ataca a las brassicas a nivel mundial. Se evaluó el efecto de dos bioplaguicidas; uno a base de semilla de guanábana y otro a base del extracto de ajo, chile, cebolla y detergente; aplicados cada 5, 8, 11 y 14 días. Las variables evaluadas fueron el número de larvas vivas y masas de huevos de *Plutella xylostella*, número de cabezas de repollo sin daño, porcentaje de daño foliar al momento de la cosecha y, además, se calculó el costo de cada producto aplicado durante el período de cultivo. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el número de larvas vivas y únicamente el testigo absoluto mostró ser diferente al resto de los tratamientos, lo cual sugiere el potencial de los dos bioplaguicidas en el control de *Plutella xylostella*. En el caso de masas de huevos sucedió algo similar, pero con la aplicación del bioplaguicida a base de extracto de ajo, chile, cebolla y detergente, aplicado cada 11 días se obtuvo el promedio más bajo de masas de huevos por planta. Con relación al porcentaje de cabezas de repollo con daño foliar, el porcentaje de área foliar dañada y el peso de cabeza, los bioplaguicidas mostraron un buen efecto, siendo estadísticamente muy superiores al tratamiento testigo. Estos resultados demuestran el potencial de los bioplaguicidas como alternativa para su incorporación en programas de manejo integrado de esta importante plaga.

Palabras clave: Bioplaguicida, manejo integrado de plagas, frecuencia de aplicaciones, plaguicidas sintéticos.

I. INTRODUCCIÓN

El repollo (*Brassica oleracea L. var Capitata*) es una de las hortalizas de mayor demanda durante todo el año en el mercado nacional (FHIA, 2012). Sin embargo, las enfermedades y plagas pueden reducir severamente el rendimiento de los cultivos si no se controlan de manera adecuada. Según Delgado (2001), la *Plutella xylostella* es la principal plaga en el cultivo de repollo, causando el mayor daño en la parte comercializable (cabeza del repollo), que resulta en pérdidas económicas al elevar los costos de producción.

Para Hurtado y Chavez (2010), esta plaga es una de la más importantes a nivel mundial, ya que ataca a plantas cultivadas y silvestres de la familia crucífera, así como también a varias plantas ornamentales. El manejo de la Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) es sumamente difícil, y se han dedicado conferencias y congresos enteros para establecer estrategias de manejo.

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue reducir las poblaciones *Plutella xylostella* haciendo uso de dos bioplaguicidas aplicados en 4 tiempos diferentes, los bioplaguicidas por su naturaleza, son productos que pueden usarse con seguridad en una agricultura sostenible. Como se sabe, el uso indiscriminado de insecticidas químicos sintéticos, para manejar estas y otras plagas del repollo, genera serios problemas para el medio ambiente, para la salud de consumidores, para la fauna benéfica presente en los campos y más recientemente, se desarrolla resistencia de las plagas a estos insecticidas químicos.

Los tratamientos aplicados con cada uno de los bioplaguicidas usados en los diferentes tiempos de aplicación, se estimó que en la reducción de poblaciones de larvas y de reducciones de huevos el tratamiento a base de ajo, chile, cebolla y detergente logran controlar la plaga de una manera eficiente.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Determinar criterios de aplicación de bioplaguicidas para el manejo sostenible de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) en repollo (*Brassica oleracea L*) en la UNAG.

2.2. Específicos

- Estimar el efecto de diferentes tiempos de aplicación de dos bioplaguicidas sobre poblaciones de *Plutella xylostella* en el repollo.
- Seleccionar el tratamiento que muestre mayor eficiencia en las reducciones de larvas de *Plutella xylostella*.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Sistemas de producción agroalimentaria sostenibles

De acuerdo con OMS y FAO (2018) la producción agrícola sostenible busca, mediante la incorporación en las prácticas agrícolas de estrategias de gestión con fundamento ecológico, aumentar el rendimiento limitando al mismo tiempo la necesidad de una aplicación excesiva de plaguicidas o fertilizantes sintéticos. Un sistema alimentario sostenible es aquel que garantiza la seguridad alimentaria y la nutrición para todos, de forma que no comprometan las bases económicas, sociales y ambientales para las futuras generaciones.

El productor debe conocer las diferentes opciones para utilizar el sistema productivo que mejor se adapte a sus necesidades. Todos ellos deben ser sostenibles, con el fin de valorizar, preservar, respetar y no contaminar el ambiente, buscando garantizar la obtención de productos inocuos (CASAFE, 2015).

La intensificación de la producción de alimentos conduce a menudo a un abuso en el uso de plaguicidas. Es por ello que todo esto da lugar a nuevos brotes de plagas (reapariciones), selecciona poblaciones de plagas resistentes (insectos, bacterias y malas hierbas), aumenta los riesgos para la salud humana y el medio ambiente y plantea obstáculos al comercio (residuos) (Vicente y Soto 2012).

Las prácticas agrícolas modernas afectan negativamente a los enemigos naturales de las plagas, los que a su vez no encuentran las condiciones necesarias para reproducirse y así poder suprimir biológicamente a las plagas en los monocultivos. Por consiguiente, debido a esta ausencia de controles naturales, los agricultores estadounidenses invierten anualmente cerca de 40 billones de dólares en plaguicidas, y se estima que el ahorro en pérdidas por

plagas es de 16 billones de dólares. Por esta razón, el costo indirecto del uso de plaguicidas por los daños al medio ambiente y a la salud pública debe ser balanceado contra estos beneficios (Pérez *et al.* 2017).

Los costos ambientales (impacto sobre la vida silvestre, polinizadores, enemigos naturales, peces, calidad de agua y suelo) y el costo social (envenenamiento de trabajadores, etc.), asociados al uso de plaguicidas, alcanza cerca de 8 billones de dólares cada año (Pérez *et al.* 2017).

Según Verde Aura (2019), en los países en vías de desarrollo se emplea alrededor de un 20% del total de plaguicidas usados en el planeta, sin embargo, pese a ese mínimo porcentaje; es en estos países donde ocurren el 99% de las intoxicaciones o muertes relacionados con el uso de éstos; todo acontece por el mal manejo o la no aplicación de las normas mínimas de seguridad para su uso, el desconocimiento de los tipos de plaguicidas peligrosos, inclusive el empleo de aquellos que la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros países han prohibido por su toxicidad se siguen usando indiscriminadamente debido a la falta de vigilancia y regulación de los gobiernos.

3.2. El Manejo integrado de plagas (MIP)

El concepto de Manejo Integrado de Plagas se originó en California. En el concepto de manejo integrado de plagas propuesto por Stern, Smith, Van den Bosch y Hagen en 1959, estipularon una serie de reglas bastante maduras para iniciar la interacción mutua entre las plantas en crecimiento y el excesivo control químico que tuvo un boom formidable posterior a la segunda guerra mundial y el control biológico, bandera enarbolada desde el siglo XIX por la Universidad de California (Sepúlveda, 2018).

El Manejo Integrado de Plagas se define como el conjunto de herramientas que utilizadas de manera coordinada y oportuna logran mantener bajo control las poblaciones de plagas y

enfermedades, tales como insectos, vertebrados, con ello también incluidas las malezas para no dañar la capacidad de las producciones agrícolas. Es por ello, que el concepto de “MIP” se basa en una agricultura compatible con el medio ambiente y con la sociedad en general, para así asegurar, el abastecimiento continuo de alimentos sanos, libres de plagas y enfermedades (Carmona, 2017).

Para Garay y Rueda (2007), el Manejo Integrado de Plagas (MIP), presenta una alternativa viable y eficiente para poder enfrentar estos problemas, en el cual las plagas agrícolas son cada vez más importantes y poco fáciles de manejar. Manejo Integrado de Plagas (MIP) se basa en un proceso de innovación, conocimientos básicos, poder de observación y toma de decisiones. Con ello se define como una tecnología de empoderamiento. Así mismo se trata de usar la base de conocimientos y percepciones de productores para construir un proceso de toma de decisiones que responde a las necesidades sentidas por los productores.

Es necesario que se apliquen prácticas de MIP en el manejo de plagas para evitar los efectos nocivos de los plaguicidas, por el desarrollo de resistencia a los plaguicidas, por el resurgimiento de plagas que no estaban siendo serias o el brote de plagas secundarias, por los problemas de residuos químicos en los productos alimenticios, en los suelos, en los ríos, lagos, etc.; por los riesgos que corren las especies que no se desea controlar (muchas de ellas benéficas), por los problemas de intoxicaciones, por problemas de tipo legal y muchos otros (Jimenez, 2009).

3.2.1. Prácticas importantes dentro del MIP

La idea misma del manejo integrado de plagas es utilizar todas las técnicas disponibles en conjunto y utilizar un tratamiento fuerte sólo cuando las opciones anteriores no funcionan. Por lo tanto, la filosofía del manejo Sustentable e Integral de Plagas, lleva hacia la utilización de múltiples métodos de manejo, ya que los distintos tipos de métodos manejo, apoyan de forma colectiva a mermar diferentes eslabones débiles en el ciclo de vida de las especies

plagas. Por tanto, el uso colectivo de varios métodos de manejo ofrecerá mejor resultado en cuanto al manejo seguro y racional de las especies plagas (Badii y Landeros, 2007).

A. Control cultural

El control cultural se refiere al amplio grupo de técnicas que productores agrícolas pueden manipular para lograr sus objetivos de producción de cultivos. Son manipulaciones del medio ambiente para mejorar la producción de cultivos. Es decir que es el control que se lleva a cabo por medio de prácticas agronómicas generando un agroecosistema que no es favorable para el desarrollo y sobrevivencia de las plagas (Cherlinka, 2022).

Para Trabanino, citado por Romero (2021), se deben establecer los semilleros lejos de los cultivos establecidos en el campo. Así mismo, se deben eliminar hospederos alternos (Familia *Brassicaceae*); y los rastros de las cosechas para eliminar fuente de inóculo de la palomilla. Utilizar el riego por aspersión, preferiblemente en horas de la tarde, reduce las poblaciones de *Plutella xylostella*. Otra importante medida es la rotación de cultivos; es una de las estrategias más antiguas y efectivas para el control de las enfermedades y plagas en general. Cuando se incluye un cultivo no susceptible a una determinada plaga o enfermedad, o se incluye barbecho descubierto, en la rotación se reduce la población de la plaga, el inóculo presente en el suelo, por carencia de alimento, depredación o deterioro natural.

Técnicas utilizadas:

- Manipular época de siembra y cosecha del cultivo: La elección de la época de siembra y cosecha depende del clima local y de las condiciones estacionales. Sembrar en momentos óptimos puede aprovechar al máximo los recursos disponibles, como agua y luz solar.
- Ordenamiento espacial: Se refiere a la disposición estratégica de plantas en un área específica para optimizar el uso de recursos y mejorar el rendimiento de los cultivos. Hay varias técnicas y métodos que se utilizan para el ordenamiento espacial, entre ellas tenemos el espaciado entre plantas, determinar la distancia óptima entre plantas para permitir un crecimiento

adecuado, acceso a la luz solar, nutrientes y agua, también sistemas de cultivo como ser disposición de las plantas en diferentes patrones como filas, cuadros, etc.

- Selección del genotipo adecuado del cultivo: Buscar variedades que se adapten mejor a las condiciones del suelo, el clima y la disponibilidad de agua en la región donde se cultivarán, así mismo con resistencia a enfermedades y plagas.
- Cultivos de cobertura: Estos cultivos se siembran entre temporadas de cultivos principales para cubrir el suelo, reducir la erosión, mejorar la estructura del suelo, suprimir malezas y fijar nutrientes.
- Cultivos intercalados: son aquellos que están combinados con dos o más cultivos en la misma parcela y al mismo tiempo, algunas de sus principales ventajas son la fijación de nitrógeno, así mismo también la disponibilidad de fósforo, conserva o mejora el contenido de materia orgánica, mejora la gestión de riesgo, incremento de la biodiversidad y la mejora en el manejo de plagas y enfermedades (Helwig *et al.* s. f.).
- Nutrición adecuada del cultivo: Es crucial para su crecimiento óptimo y rendimiento, una nutrición adecuada en el suelo ayuda a mantener un equilibrio óptimo de nutrientes para el crecimiento saludable de las plantas. El suelo actúa como un reservorio de nutrientes esenciales que las plantas necesitan para su desarrollo. Una nutrición adecuada del suelo implica asegurar que haya una disponibilidad suficiente de macro y micronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas (Cherlinka, 2022).

B. Control mecánico

En esta variante de manejo integrado se eliminan o matan las plagas con dispositivos diseñados para ello o de forma manual, también bloqueando su acceso a las plantas. El uso

de trampas o el tratamiento con calor o vapor de los suelos son parte del control mecánico en el manejo integrado.

Técnicas de control mecánico:

- **Eliminación Manual:** La eliminación manual es la más fácil e inmediata medida de control de plagas y enfermedades. Especialmente en la primera etapa de infestación. Por ejemplo, pulgones, oruga del repollo, mancha o marchitamiento lo cual se nota por observación y se elimina fácilmente. Después hay que eliminar, enterrar o quemar los insectos y la parte infestada en un lugar fuera de la zona del cultivo (Helwig *et al.* s. f.).
- **Barreras:** Los cultivos de barreras vivas pueden ser cualquier especie vegetal que sirva de berrera para reducir el daño causado por plagas y enfermedades, las barreras vivas es la sola presencia de una planta de cultivo asociado que afecta los estímulos visuales, por medio de los cuales los insectos plagas se orientan hacia su planta hospedera apropiada. El principio de usar barreras es evitar la movilización y dispersión del insecto en un sistema de la plantación y crear así confusión en el insecto, los insectos plagas se ven afectados por las barreras por que otorga sombra y eso evita el desarrollo de alguno insectos plagas (Reyes, 2005).
- **Trampas:** Las trampas son tecnologías que se usan para el control de plagas, se pueden distinguir por su función en trampas para el monitoreo, o para la captura masiva. Algunas plagas son capaces de reconocer colores como amarillo, azul o blanco y pueden acercarse a ellos porque las atraen.

C. Control biológico:

Para López y Sossa (2016), el control biológico, en su definición más simple, es "la regulación de un organismo debido a la actividad de otro organismo para que una población

esté equilibrada”, es por ello que consiste en la acción de enemigos naturales contra plagas y malas hierbas; sobre todo el uso de depredadores, insectos parásitos, hongos, bacterias, virus, nematodos, etc. Este control resulta particularmente exitoso contra plagas importadas, trayendo su enemigo natural desde su lugar de origen (Jimenez, 2009). Algunas técnicas utilizadas:

- **Uso de depredadores:** Los insectos depredadores son organismos que se alimentan de otros insectos, generalmente de plagas agrícolas o forestales, y desempeñan un papel importante en el control biológico de plagas. Utilizar insectos depredadores como una estrategia de control biológico puede ser una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente en comparación con el uso de plaguicidas químicos. Muchos agricultores ya utilizan habitualmente las larvas de la mosca *Aphidoletes aphidimyza* (*Cecidomyiidae*) o las larvas del díptero *Episyrphus balteatus* (*Syrphidae*), para el control de los pulgones, o las chinches del género *Orius* (*Anthocoridae*) para controlar la densidad poblacional de los trips (Polack *et al.* 2020).
- **Uso de parásitos:** Los Parásitos son organismos que entran al cuerpo (Endoparásito) de otro organismo o habitan en la superficie (Ectoparásito) y comen dentro del hospedero. El parásito más importante para control biológico es un grupo de avispa de la familia *Brachonidae* (Ávila, 2003) .
- **Uso de entomopatógenos:** Los organismos entomopatógenos son agentes biocontroladores ambientalmente más adecuados que los pesticidas químicos y a pesar de que son más costosos, monetariamente hablando, a largo plazo son más amables en términos de efectos secundarios nocivos, como los peligros para la salud humana y la destrucción de organismos no objetivo; dentro de los microorganismos entomopatógenos, los virus son agentes importantes de control biológico con características muy distintivas, como son rango de hospedero estrecho, no tóxicos para los vertebrados y amigable con el medio ambiente. Entre este grupo de virus, los baculovirus han llamado una especial atención por su capacidad de entomopatógenos (Irene *et al.* 2022).

- La competencia: Los competidores son microorganismos que compiten con otros microorganismos e impiden su crecimiento. Una variedad de hongos *Trichoderma* compite con otros hongos en el suelo por ejemplo *Sclerotium* y *Botrytis cinerea* que son causantes de enfermedades de los cultivos, por ejemplo, en Panamá se consigue un producto de bokashi que contiene *Trichoderma* y se utiliza mezclando el bokashi en el suelo para el control de hongos (Romero, 2021).
- Uso de bioplaguicidas (plaguicidas naturales)

El uso derivado de plantas o insecticidas botánicos tiene su origen hace más de 2400 años en China, Egipto, Grecia e India. Aún en Europa y Norte América el uso de botánicos está documentado desde hace más de 150 años, con más de 2,000 especies de plantas descritas con propiedades insecticidas (Bautista, 2015).

Para Azcón, citado por Bautista (2015), las plantas elaboran dos clases de metabolitos, los primarios que se encargan específicamente de funciones tan importantes como el crecimiento y desarrollo vegetal, mientras que los metabolitos secundarios no se consideran esenciales para la planta, siendo estos los más utilizados por los seres humanos, ya que de esta fuente se obtienen pigmentos, aromatizantes, medicamentos y plaguicidas.

D. Control químico

Para Jimenez (2009), el uso de plaguicidas sintéticos ha sido por muchos años el método de control de plagas más común debido a su rapidez y efectividad en el control de plagas, enfermedades y malezas, sin embargo, estos traen complicaciones ambientales, agroecológicas y sobre la salud humana y animal, entre estos se tienen: aumento de los problemas de resistencia, contaminación de agua, aire, suelo, intoxicaciones agudas y crónicas en humanos, etc.

Según López y Sossa (2016), la facilidad de uso de productos químicos de síntesis para el control de plagas y enfermedades ha llevado a la consolidación de métodos de cultivo ampliamente utilizados basados en estos insumos, de tal manera que con esta práctica viene una serie de problemas que amenaza la sostenibilidad y la calidad de las cosechas, así como la salud de los sistemas humanos y naturales.

Actualmente se utilizan más de 1000 plaguicidas en todo el mundo para garantizar que las plagas no dañen ni destruyan los alimentos. Cada plaguicida tiene diferentes propiedades y efectos toxicológicos, de tal manera que muchos de los plaguicidas más antiguos y menos costosos (sin patente), como el diclorodifeniltricloroetano (DDT) y el lindano hexaclorociclohexano, pueden permanecer durante años en el suelo y el agua. Estas sustancias químicas han sido prohibidas por los países que firmaron el Convenio de Estocolmo de 2001, un tratado internacional que tiene como objetivo eliminar o restringir la producción y el uso de contaminantes orgánicos persistentes (OMS, 2022).

Según la base de datos Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT, Honduras utilizó cerca de 8,214.39 toneladas de plaguicidas en 2020, así mismo de acuerdo con información proporcionada por el Observatorio de la Complejidad Económica, Honduras adquirió plaguicidas por un valor de 110 millones de dólares en el año 2021, posicionándose como el importador número 75 de estos productos a nivel mundial. Durante ese mismo año, los plaguicidas ocuparon el puesto número 25 entre los productos más importados en Honduras (Roque 2023).

La contaminación por plaguicidas es uno de los principales impulsores de la pérdida de biodiversidad. En particular, el uso de plaguicidas ha causado una disminución significativa en las poblaciones de insectos, lo que amenaza el papel principal que desempeñan en la producción de alimentos, y con ello, la polinización de la mayoría de los cultivos de frutas y hortalizas. Los seres humanos se exponen a los plaguicidas principalmente a través de la dieta, incluidos los alimentos y el agua potable, así como al pasar tiempo en áreas donde se aplican plaguicidas y, en el caso de los trabajadores agrícolas, en el lugar de trabajo (RETEMA , 2023).

Para Gavidia (2020), los daños ecológicos de los plaguicidas dependen de sus componentes y de las distintas categorías. Es por ello, que los efectos sobre la superficie terrestre son más visibles y directos, los principales daños se producen a causa del agua contaminada por la esorrentía de dichos productos, siendo los dos mecanismos más importantes la bioconcentración y la bioampliación, por lo tanto, en los seres vivos intoxicados, los daños provocados por estos productos, pueden ir desde la propia muerte directa hasta multitud de daños celulares, fallos del sistema inmunitario, aparición de todo tipo de tumores, deformidades físicas, etc.

- Bioconcentración: Este movimiento transporta un producto químico específico del entorno que lo rodea hasta el interior del cuerpo. Uno de los principales “sumideros” de muchos plaguicidas es el tejido graso (“lípidos”), como es el caso del DDT, el cual es lipofílico, por lo que es soluble y se acumula en los tejidos grasos. Así mismo, esto provoca que se acumulen en algunos tejidos comestibles de muchas especies de peces o en el mismo tejido graso de los humanos.
- Bioampliación: Es la concentración creciente de un producto químico al transformarse la energía alimentaria dentro de la cadena trófica. Es por ello, que conforme los organismos más pequeños son devorados por otros de mayores dimensiones, aumenta y se amplía de forma considerable la concentración de los plaguicidas y otros productos de origen químico en los tejidos y en otros órganos. , que se llegan a observar concentraciones muy importantes y elevadas en los depredadores que se encuentran en los eslabones más altos de la cadena trófica, incluyendo los seres humanos (Gavidia, 2020).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que, desde el punto de vista económico, la tendencia humana es cada vez más la de conseguir el mayor beneficio posible en el corto plazo, independientemente de la sostenibilidad del sistema en su mayor parte. Como resultado, los productores favorecen las medidas de control de plagas que producen el mayor beneficio a

corto plazo, a menudo sin tener en cuenta los posibles impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana (Garay y Rueda, 2007).

En Honduras se han realizado estudios sobre los plaguicidas organoclorados en aguas, peces, alimento animal, zopilotes, leche materna humana, plasma humano, tejido adiposo de pacientes de cirugía hospitalizados y de otras personas escogidas para análisis al azar. Casi todos estos estudios han demostrado una situación alarmante en la zona sur del país, en lo que se refiere a cantidad de intoxicaciones, y concentraciones de plaguicidas organoclorados en los tejidos, así mismo los estudios realizados sobre la mortalidad ocupacional en agricultores sugieren un riesgo elevado de cáncer de los sistemas linfático, hematopoyético, estómago, próstata, cerebro y piel (Gavidia, 2020).

Los agricultores por las múltiples actividades que desarrollan en su trabajo, pueden estar expuestos a diversos agentes. La evidencia más fuerte es la asociación entre agricultura y riesgo de leucemia, sin embargo, no se ha identificado ningún agente leucemogénico. El exceso de leucemia entre los trabajadores de granjas avícolas y de vacuno sugiere la existencia de agentes víricos, mientras que la asociación con la producción de cosechas es más indicativa de uso de plaguicidas (Duarte y Castañeda, 1991).

3.3. Bioplaguicidas como alternativa MIP para el manejo de *Plutella xylostella* en repollo (*Brassica oleracea* L).

3.3.1. Generalidades sobre el cultivo de repollo

Según la FHIA (2012), el repollo (*Brassica oleracea* L. var *Capitata*) es una de las hortalizas de mayor demanda durante todo el año en el mercado nacional. La siembra de este cultivo se concentra en los altiplanos de las zonas central y occidental de Honduras, donde las condiciones agroecológicas son adecuadas para su producción. El repollo es una planta dicotiledónea, herbácea y bienal, la cual se cultiva como planta anual. Pertenece a la familia

botánica *Brassicaceae*, antes conocida como *Cruciferae* (por tener flores en forma de cruz), y bajo la cual también se encuentran otros cultivos comestibles importantes (Fornaris, 2014).

La col se cultiva para aprovechar las hojas interiores que forman la cabeza y se puede comer fresca, cocida de diferentes formas. El cultivo es rico en vitamina C, hierro y el contenido de glucósidos ha demostrado ser eficaz contra el cáncer, principalmente el cáncer de pulmón. Tomado en cuenta las tendencias de los precios el repollo es una hortaliza que manejada adecuadamente por el productor e intensificando sus rendimientos deja ganancias satisfactorias, aunque sus precios fluctúan en corto tiempo, ya que tiene alta demanda durante todo el año (Rikolto en Latinoamérica, 2014).

Ningún cultivo es inmune al daño de los insectos y se estima que las pérdidas debidas a las plagas son elevadas, especialmente si no se aplican los controles adecuados. Para controlar las plagas sin perturbar o alterar las condiciones ambientales que prevalecen en las áreas agrícolas, es necesario conocer a profundidad sobre los insectos que se desean controlar (Bautista, 2015).

En el trabajo realizado por Lizarazo (2018), la polilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) resultó ser uno de los insectos-plaga más nocivos para los cultivos de crucíferas en el mundo y su manejo ha ocasionado un alto incremento en los niveles de contaminación ambiental y en los costos de producción, calculándose su manejo en un billón de dólares anualmente.

3.3.2. La palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella*

El cultivo de repollo en cualquier etapa de su desarrollo puede verse afectado por una o más plagas insectiles y enfermedades que pueden causar daños menores o severos o incluso destruirlo por completo (Rosa, 2005). La palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) es un tipo de insecto de cuatro etapas con una duración total de su ciclo de 15 a 40 días, según

las condiciones climáticas de la región, así mismo, los huevos, larvas y pupas se desarrollan en la planta huésped (López y Sossa, 2016).

Según Trabanino, citado por Romero (2021), las larvas son masticadores del follaje y ocasionan daño al cogollo, cabeza y hojas externas de las crucíferas. Este daño no es importante por el área consumida, sino más bien por las galerías, excremento y telarañas, donde puede haber larvas presentes, restando apariencia a la cabeza del repollo. Es una plaga importante del repollo en toda América Central reduciendo severamente el rendimiento y la calidad de la cosecha.

A. Clasificación taxonómica de *Plutella xylostella*

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Suborden: Frenatae

Superfamilia: Yponomeutoidea

Familia: Plutellidae

Género: *Plutella*

Especie: *xylostella* (Linneo, 1758).

B. Ciclo de vida del insecto

Huevo: Son muy pequeños y redondos con menos de 1mm, color amarillo, son colocados debajo de las hojas cerca de la vena central. Los huevos son puestos individualmente o en pequeños grupos de 2 a 3, la hembra oviposita poco más de 200 huevecillos en forma individual, formando pequeñas masas 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 (López y Sossa, 2016).

Larva: Aparecen entre los 5 a 10 días posteriores a la oviposición. Su color varía desde el amarillo claro en sus primeros estadios hasta verde oscuro en su cuarto o último estadio. Presenta 4 instar larvales.

La larva de primer instar es de color blanco pálido con la cabeza marrón oscura y mide aproximadamente 1.2 mm, este instar realiza una mina superficial (no más de 5mms). El segundo instar es de color verde claro, abandona la mina y se convierte en un insecto defoliador, se ubica en el envés de las hojas alimentándose de la epidermis y del parénquima, dejando sin tocar la epidermis superior quedando en la parte superior una membrana transparente comúnmente llamada “daño en ventana”.

En el tercer y cuarto instar mide aproximadamente 10.27 mm, se observa la larva ubicándose en el envés de la hoja y realizando una perforación. En caso de verse atacadas pueden quedarse suspendidas de las hojas mediante unos hilos de seda y, mediante el mismo, al cesar el ataque vuelve a la hoja para seguir su actividad (Lopez y Sossa, 2016).

Pupas: Según Talekar y Shelton citado por Romero (2021), hay dos etapas inactivas y sin alimentación llamadas pre-pupa y pupa. Aquí en esta, la duración de la pre-pupa es de 2 días. La pupa es obtecta con una longitud promedio de 6.83 mm. Al principio de su formación tiene un color verde brillante, más tarde se torna blanco crema y antes de emerger el adulto es de color marrón oscuro, la pupa se halla encerrada en un fino capullo de seda de color blanco. Así mismo en esta fase es muy difícil diferenciar el sexo por presentar una morfología externa muy similar en esta especie, su tiempo es de 6 a 8 días.

Adultos: El adulto de *Plutella xylostella* es un micro lepidóptero con una envergadura alar que varía entre 8 a 15 mm, de color café grisáceo, este 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 (Lizarazo, 2018).

C. Manejo convencional de la plaga

Para controlar la *Plutella xylostella* se utilizan insecticidas de síntesis química, como piretroides, carbamatos u organofosforados, los cuales tienen una acción inmediata, pero causan efectos adversos en la salud y en el ambiente; así mismo, la ausencia de enemigos naturales capaces de controlar a sus poblaciones, y su resistencia a numerosos insecticidas convencionales, hacen que este insecto se establezca rápidamente en áreas productoras de *brasicáceas*. Se calcula que los costos mundiales asociados al control de la *Plutella xylostella*, sumados a las pérdidas en la producción agrícola, están entre cuatro y cinco billones de dólares anuales (Mena y Hernández , 2017).

En repollo, el umbral económico antes de la formación de cabezas es el 50% de plantas infestadas ó 0,5 larvas/planta. En repollos con cabezas formadas, el umbral económico es el 20% de plantas infestadas ó 0,2 larvas/planta (Rosa *et al.* 1997).

Para Bujanos *et al.*, citados por López y Sossa (2016), en la actualidad la pérdida de eficacia, aparición de nuevas plagas, contaminación del medioambiente, destrucción de la fauna silvestre, y los peligros de intoxicación, son fenómenos comunes ligados al uso de insecticidas sintéticos. A pesar de todo ello, la agricultura moderna difícilmente podría mantener rendimientos altos sin el uso razonable de estos productos.

3.4. Bioplaguicidas

El efecto nocivo de los extractos de plantas o sus compuestos puros, contra los insectos se puede manifestar de diversas maneras, por su toxicidad, mortalidad, inhibición del

crecimiento, la supresión de comportamiento reproductivo reduciendo la fertilidad y la fecundidad (Manzanares *et al.* 2019).

Para Pérez *et al.* (2017) se ha demostrado que estos compuestos afectan a las poblaciones de insectos, disminuyen la supervivencia y su desarrollo y la tasa de reproducción, los beneficios que generan estos productos es tener la capacidad de aumentar la fauna microbiana en el medio de cultivo; también pueden mejorar la cantidad de materia orgánica disponible en el suelo y sus características, esto ayuda a fortalecer a las plantas lo cual permite aumentar su resistencia y favorecer su crecimiento. Con ello, algunos de los ejemplos de elementos que se pueden ocupar para fabricar este tipo de bioplaguicidas son: extracto de Neem, extracto de guanábana, azufre en polvo, jabón potásico y algunos hongos, entre otros (IAUSA, 2020).

Algunos ejemplos de uso de bioplaguicidas en repollo contra *Plutella xylostella*.

- Efecto de diferentes dosis del extracto acuoso de la semilla de Nim (*Azadirachta indica*) en el manejo de *Plutella xylostella* en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea var. capitata*.): El objetivo de este estudio fue evaluar cinco dosis de extracto acuoso de neem (40, 60, 80, 100, 120 g/l) así como un control relativo y un control absoluto (no utilizado) utilizando un control de rotación cipermetrina-*Bacillus thuringiensis*.
- Manejo de la Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) utilizando productos de origen botánico en el cultivo de repollo: En este estudio se evaluó el efecto de los extractos acuosos de Nim, Madreado, Paraíso, Naranja agrio, Cebolla roja-Ajo-Chile picante-Tabaco-Malanga (LEPAENA) (Vargas Castro, 1999).

A. Tipos de bioplaguicidas

Los bioplaguicidas se dividen en dos grandes grupos: agentes o plaguicidas microbianos, que incluyen las bacterias, hongos, virus y protozoos; por ejemplo, *Bacillus thuringiensis* (Bt): Es una bacteria utilizada como insecticida biológico. Produce proteínas tóxicas para ciertos insectos, como orugas y larvas de mosquitos, pero es inofensiva para humanos y otros organismos sin objetivo, así mismo los agentes o plaguicidas bioquímicos de manera que comprenden los atrayentes, hormonas, reguladores del crecimiento de plantas e insectos, enzimas y sustancias de señalización química, muy importantes en la relación planta insecto (Pérez *et al.* 2017).

Por ejemplo, la especie *Annona muricata* L., además de poseer importancia alimenticia e industrial, ha generado un gran interés debido a los compuestos activos que se encuentran en la corteza, raíz y semillas del árbol, ya que estos metabolitos reportan actividad bioinsecticida. Los extractos crudos de acetogeninas y alcaloides presentes en las semillas pueden ser utilizados como plaguicidas económicos, efectivos y no contaminantes del medio ambiente (Mío y Ruiz, 2017).

Existen reportes de estudios sobre la toxicidad provocada por la guanábana en organismos específicos y los principios activos que producen estos efectos. Entre estas investigaciones resaltan las de Bobadilla *et al.*, (2002, 2005) sobre el efecto bioinsecticida del extracto etanólico de las semillas de *A. muricata* sobre larvas del IV estadio de *Anopheles spp.*, así como la evaluación larvicida de suspensiones acuosas de diferentes partes de la planta sobre *Aedes aegypti* (Guerra Blandino *et al.*, 2020).

El ajo, *Allium sativum*, es una planta perteneciente a la familia de las Liliáceas, al igual que las cebollas, es cultivada como anual, es utilizado en la agricultura como una alternativa natural contra plagas de ácaros, babosas, minadores, chupadores, barrenadores, masticadores, áfidos, pulgones, bacterias, hongos y nematodos (Almeida y Rodríguez, 2013). Según Botanical, (2010), la cebolla contiene las siguientes propiedades, Aminoácidos: ácido glutamínico, argenina, lisina, glicina, también contiene aceites esenciales con muchos componentes sulfurosos, bisulfuros de atilpropilo, metilaliina, cicloaliina.; todas las partes

de la cebolla las caracteriza el olor, debido a la acumulación de sustancia de naturaleza azufrada. Pertenece a la familia Liliaceae, es una gran aliada en la lucha contra las plagas que afectan los cultivos (Almeida y Rodríguez, 2013).

Para Vendramim (2000), *Capsicum anum*, planta que pertenece a la familia de las Solanáceas, tiene como principal sustancia activa la capsaicina que es una sustancia que al ser aplicada sobre los insectos plaga genera una sensación de ardor en todo su cuerpo, por lo que es considerado un potente repelente que ocasiona que los insectos se alejen del cultivo evitando que estos dejen de alimentarse y mueren (Manzanares, 2019).

B. Ventajas de su uso.

- Los bioplaguicidas son eficaces en el control de plagas agrícolas, sin causar daños graves al ambiente o empeorar la contaminación del medio ambiente. Así pues, la investigación y el desarrollo de su aplicación práctica en el campo se enfocan a mitigar la contaminación ambiental causada por residuos de plaguicidas químicos, aunque por su naturaleza biológica también promueven el desarrollo sustentable de la agricultura.
- Así mismo, para Manzanares *et al.* (2019), muchos de estos presentan menor toxicidad a los enemigos naturales de las plagas, son biodegradables y con menor riesgo de residuos en los alimentos, no dejan residuos químicos en los productos agroalimentarios, no tienen períodos de carencia entre tratamientos, o tales períodos son muy cortos, por lo que es posible proteger los cultivos hasta el momento de la cosecha, tienen menor impacto medioambiental, ya que normalmente son menos tóxicos que los plaguicidas sintéticos, y generalmente sólo afectan a la especie de plaga que se desea controlar. En algunos países los registros de bioplaguicidas

imponen menos restricciones que los plaguicidas sintéticos, lo que hace que el proceso de aprobación sea más rápido.

C. Posibles desventajas de su uso.

Las recetas de estos originadas de forma empírica no pueden ser aplicadas en todas las zonas y condiciones en forma general, ya que la misma planta que crece en un lugar y suelo diferente puede contener cantidades distintas de sustancias activas y con ello los bioplaguicidas presentan carencia de regulación para su uso ,también se requieren de más aplicaciones debido a que actúan de manera más lentas que los químicos, así mismo problemas de estabilidad en los extractos, mayor requerimiento en la mano de obra calificada y no todas las recomendaciones han sido validadas con rigor científico (Sandoval *et al.* 2015)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación del experimento

El experimento se llevó cabo en los predios de la estación experimental Raúl Rene Valle de la Universidad Nacional de Agricultura, la cual está ubicada en el Barrio El Espino en Catacamas, Olancho. La ciudad de Catacamas está situada entre los (14° ; $54'$, $04''$), latitud Norte y (85° ; $55'$, $31''$), del Meridiano de Greenwich. La zona presenta una altitud de 360 msnm, la temperatura media anual es de 24.2°C y la precipitación aproximada es de 845 mm.

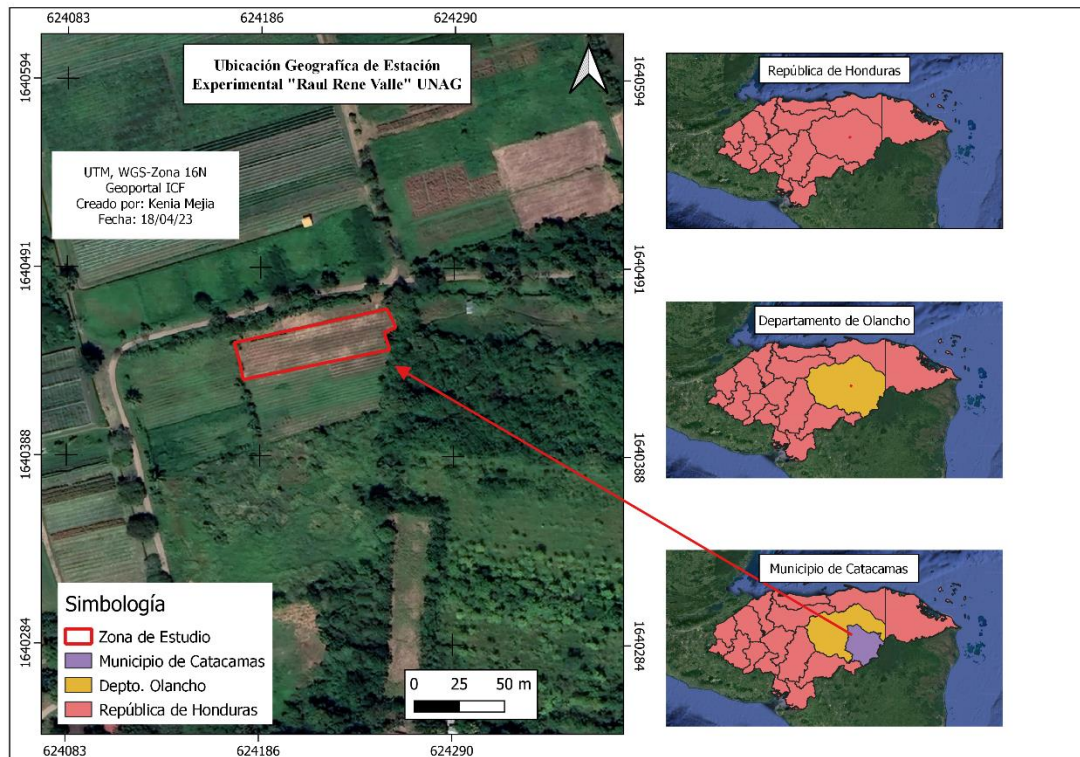


Figura 1. Mapa de ubicación del experimento

4.2. Materiales y equipo

Los materiales que se utilizaron fueron: machete, azadón, rastrillos, estacas, cabuya, cinta métrica, balanza, calculadora, libreta de campo. De igual manera, se hizo uso del equipo necesario para la recolección de datos de campo.

4.3. Métodos

4.3.1. Preparación del terreno y producción de plántulas

Se seleccionó el lote de terreno donde se estableció el ensayo. La limpieza del terreno se realizó de forma mecánica con machete, se quitó la basura fuera de los límites de la parcela, posteriormente se realizó la preparación del suelo y el levantamiento de camas. La producción de las plántulas se realizó en bandejas, riego diariamente con regadera manual, en horas tempranas de la mañana y al ponerse el sol para evitar que el sustrato se secase. La variedad de repollo utilizada fue Bravo F1 (Híbrido robusto, cabezas de repollo redondas extra grandes y uniformes, color verde-azul, excelente rendimiento en el campo).

4.3.2. Trasplante al campo definitivo.

El trasplante de las plántulas al campo definitivo se realizó a los 25 días después de establecido el semillero. El trasplante se llevó a cabo a una distancia de siembra de 0.40 m entre planta y 0.90 m entre hileras. En el ensayo se sembró un total de 720 plantas. Durante el proceso de trasplante se efectuó un riego profundo (sin llegar a encharcamientos) para lograr humedecer bien las camas, el trasplante se realizó por la tarde.

4.3.3. Riego y fertilización

Se instaló el sistema de riego por goteo con bomba de motor, para tener un riego uniforme se revisó las presiones uniformes del sistema de riego, las descargas de los goteros entre otros, el riego de 30 minutos por la mañana y 30 por la tarde (cuando fue necesario). La fertilización se realizó granular, se aplicó nitrógeno en forma de urea, fraccionado en dos aplicaciones durante el semillero, la mitad en el trasplante y el resto de las aplicaciones se realizó una vez por semana. El fósforo en forma de 18-46-0 y Sulfato de Magnesio todo durante la siembra y también se aplicó KCl. En cuanto a cantidades, se siguió recomendaciones de la sección de hortalizas de la Universidad Nacional de Agricultura. La primera aplicación de fertilizante se realizó a los 7 días después del trasplante (DDT), luego cada aplicación se realizó semanalmente durante todo el ciclo del cultivo hasta llegar a la cosecha.

4.3.4. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual. Se mantuvo limpio hasta la cosecha, solo se realizaron limpiezas en las calles cada 10 días debido al tamaño de las plantas de repollo. Después del trasplante se aprovecharon las labores de aporque para realizar las limpiezas necesarias.

4.3.5. Cosecha

La cosecha se llevó a cabo cuando la cabeza ya alcanzó la combinación deseada en cuanto a su tamaño y firmeza de acuerdo con el material genético. El punto ideal de la cosecha se basó en la presión que fue ejercida para compactar la cabeza. Una cabeza que era compacta y firme pudo ser comprimida levemente con la presión ejercida con la mano.

4.4. Tratamientos y diseño experimental

Bioplaguicida a base de semillas de guanábana.

B1 T5 (tiempo de aplicación cada 5 días)

B1 T8 (tiempo de aplicación cada 8 días)

B1 T11 (tiempo de aplicación cada 11 días)

B1 T14 (tiempo de aplicación cada 14 días)

Bioplaguicida a base de ajo, chile, cebolla y detergente.

B2 T5 (tiempo de aplicación cada 5 días)

B2 T8 (tiempo de aplicación cada 8 días)

B2 T11 (tiempo de aplicación cada 11 días)

B2 T14 (tiempo de aplicación cada 14 días)

T Testigo absoluto (sin aplicación)

Se utilizó un diseño en bloque completos al azar (DBCA). Se evaluaron dos bioplaguicidas, uno a base de semillas de Guanábana y el otro a base de ajo, chile, cebolla y detergente; ambos aplicados en diferentes momentos (cada 5, 8, 11 y 14 días). Esto hizo un total de nueve tratamientos al incluir un testigo absoluto (sin aplicación de bioplaguicida, aplicando agua).

Los análisis estadísticos se realizaron con ayuda del software para análisis estadístico “InfoStat” ejecutando análisis de la varianza (ANAVA) y prueba de rango múltiple de Duncan, con un nivel de significancia al 5%.

4.5. Establecimiento del ensayo en campo.

Cada parcela experimental consistió en una cama de dos surcos de repollo conteniendo 10 plantas cada uno. Se emplearon cuatro repeticiones, en las cuales cada cama estuvo dividida en 9 parcelas experimentales (ocho tratamientos más al testigo absoluto), teniendo un total

de 36 parcelas experimentales. Las camas estaban distanciadas 1.50 m de centro a centro y la distancia entre surcos al interior de cada cama fue de 1m. El distanciamiento utilizado entre cada planta fue de 40 cm, con 10 plantas por hilera y un total de 20 plantas por parcela experimental, con ello se tuvo un total de 720 plantas en el experimento.

4.6. Preparación de los bioplaguicidas

Los bioplaguicidas que se utilizaron se elaboraron artesanalmente a partir de i) semillas de guanábana, ii) extracto a base de ajo, chile, cebolla y detergente.

4.6.1. Bioplaguicida a base de semillas de guanábana.

Para la elaboración del insecticida a partir de guanábana se utilizó la metodología propuesta por Álvarez *et al.* (2002), se recolectaron frutos y fueron transportadas al Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Agricultura, donde se desinfectaron y procesaron en condiciones controladas para evitar su degradación. Se utilizó únicamente el endospermo de las semillas, el cual se cortó y maceró en etanol al 96% a temperatura ambiente durante una semana. Luego el solvente se evaporó mediante baño maría a 50 °C y el extracto seco obtenido se disolvió en agua destilada a la misma temperatura de evaporación. Para preparar 100 ml de producto, se utilizaron 100g de endospermo, 500 ml de etanol, y 100 ml de agua destilada.

4.6.2. Bioplaguicida a base de ajo, chile, cebolla y detergente.

Se preparó un insecticida botánico utilizando 300 g de chile molido, 300 g de ajo molido, 300 g de cebolla molida y 300 g de detergente, disueltos en 2.5 L de agua y dejando reposar por 24 horas. La dosis de aplicación fue de 1 litro de solución por bomba de 20 litros (Jimenez y Gomez, 2011).

Para la preparación del bioplaguicida lo primero que se realizó fue picar el ajo y la cebolla en trozos muy finos y luego machacar de forma consistente al máximo ambos ingredientes. Una vez listos, se añadió el agua y el detergente con el chile seco molido de tal forma se mezcló todo hasta que se integraran todos los componentes en un solo recipiente. Después se coló el líquido con un paño fino para extraer cualquier resto de los ingredientes que pudo haber quedado de su preparación.

Los bioplaguicidas se aplicaron a partir de la presencia de la plaga en el cultivo, tomando como referencia el nivel de daño económico reportado por Kirby & Slosser (1984), el cual es de 0.3 larvas por planta. A partir de la identificación de la plaga en el cultivo, se comenzaron a aplicar los bioplaguicidas, de acuerdo con las recomendaciones propuestas para cada uno, las cuales se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Descripción de los bio-insecticidas que se utilizaron en el estudio

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis
Extracto de semillas de guanábana	Acetogeninas	8-12 ml de producto por cada litro de agua, aplicados cada cinco, ocho, once y catorce días.
Chile + ajo + cebolla + detergente	Capsaisina + alicina+ Surfactante	50 ml por cada litro de agua, aplicados cada cinco, ocho, once y catorce días.

4.7. Variables evaluadas

Se evaluaron 10 plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental para tomar datos de las variables que fueron evaluadas en el ensayo establecido.

4.7.1. Número de larvas vivas y masas de huevos por planta de *Plutella xylostella*

La cantidad de larvas vivas y masas de huevos de *Plutella xylostella* presentes en cada una de las parcelas establecidas, se determinó contándolas un día antes y un día después de la aplicación de cada uno de los tratamientos. Los muestreos comenzaron siete días después del establecimiento del cultivo. Los muestreos se realizaron mediante observación visual, aquí se inspeccionó la planta de repollo, revisando en las hojas superiores, medias e inferiores para lograr obtener una muestra representativa.

Tabla 2. Método de muestreo de la cantidad de larvas de *Plutella xylostella* presentes en el cultivo (este es el caso de aplicación cada cinco días).

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Extracto de semillas de guanábana	CL	AI	CL	*	*	CL	AI	CL	*	*	CL	AI	CL	*
Chile + ajo + cebolla + detergente	CL	AI	CL	*	*	CL	AI	CL	*	*	CL	AI	CL	*

Nota: CL: Conteo de larvas; AI: Aplicación del insecticida; *: Sin actividad.

4.7.2. Número de cabezas de repollo sin daño

El número de cabezas de repollo sin daño se identificó al momento de efectuar la cosecha, en la cual, se contabilizó el total de cabezas producidas por cada una de las unidades experimentales, y se separaron las cabezas de repollo sin daño, de las que tenían daño. A su vez, se registró el peso de cada cabeza de repollo y el peso total en el lote de producción, y el peso promedio por cabeza, para su uso en el análisis de relación beneficio costo.

4.7.3. Porcentaje de daño foliar al momento de la cosecha.

Para verificar el nivel de daño foliar en cada uno de los tratamientos, se utilizaron las cinco hojas envolventes de cada una de las cabezas de repollo, basado en la escala de daño por defoliación (Chalfaut y Brett, 1965).

Tabla 3. Escala para área foliar dañada: AFD

Área foliar dañada: AFD		
ESCALA	A F D (%)	Observaciones
1	0	Sin daño aparente
2	0-2	Ataque menor en hojas envolventes
3	4-5	Ataque moderado, pero sin daño de cabeza
4	6-10	Ataque moderado en hojas y cabezas
5	11-30	Ataque moderado fuerte en hojas y cabezas
6	>30	Ataque considerable en hojas y cabezas

4.7.4. Costo de los bioplaguicidas

El precio de los bioplaguicidas es una variable que puede estar influenciada por diversos factores. Como ser el tipo de bioplaguicida dependiendo del organismo o componente biológico utilizado en el bioplaguicida, su costo puede variar. Algunos bioplaguicidas pueden ser más costosos de producir debido a la obtención de ciertos ingredientes o sustancias activas para su producción. También puede variar su escala de producción; el costo puede variar según la cantidad de bioplaguicida que se produce. Se calcularon los costos por tratamiento sumando cada uno de los costos totales de los ingredientes activos usados para cada uno de ellos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo en el que se inició el cultivo en campo, aproximadamente 15 días después del trasplante, se experimentaron intensas precipitaciones. De acuerdo con el estudio realizado por Hurtado y Paz (2010), las lluvias influyen como factor de reducción de las poblaciones de la palomilla dorso de diamante y además, influyen de manera negativa al generar estrés en las plantas. Durante los principales meses de desarrollo del cultivo, en el mes de junio, se registró una precipitación promedio de 6.87 mm/día. El día con la máxima cantidad de lluvia fue el 9 de junio, alcanzando un máximo de 31.11 mm/día y para julio se registraron precipitaciones de 4.38 mm/día en promedio, alcanzando su punto máximo con 31.75 mm/día, y oscilando los días con lluvia en 2.12 mm/día (NASA, 2023).

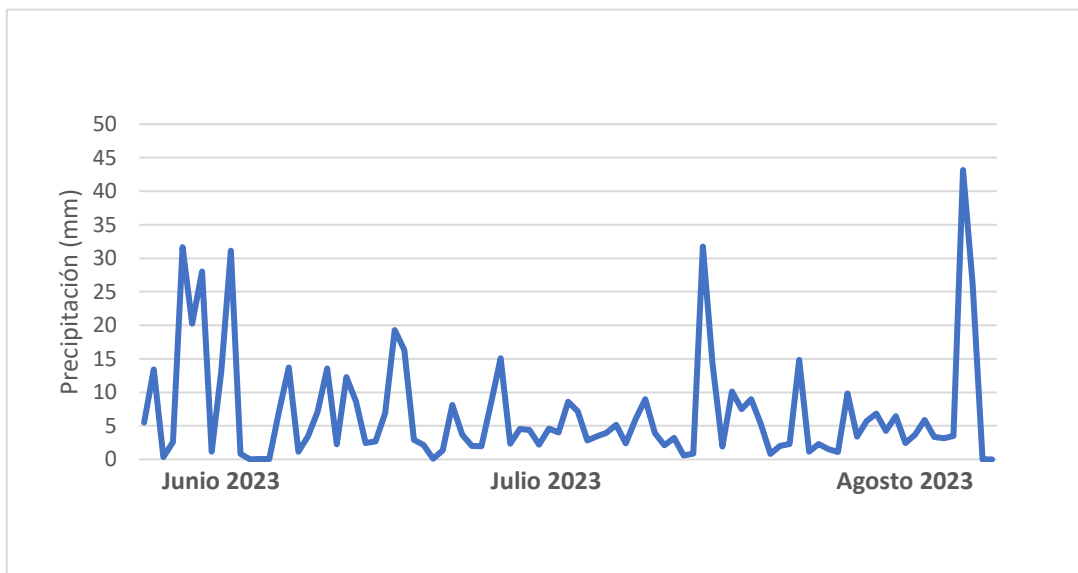


Figura 2. Precipitaciones (mm).

5.1 Número de larvas vivas y masas de huevos de *Plutella xylostella*

Luego de la instalación del cultivo, a los siete días se inició con los muestreos, los cuales se realizaron de ahí en adelante cada 5, 8, 11 y 14 días. Este período inicial permitió el establecimiento de las plantas y también de las poblaciones de la plaga.

5.1.1 Número de larvas vivas de *P. xylostella*

En general, la cantidad de larvas de *P. xylostella* encontradas en el ensayo no fue muy alta, esto considerando que se tenía un nivel crítico de tres larvas por planta (Bujanós *et al.*, 2013). Después de los 46 días del trasplante (DDT) las poblaciones se mantuvieron bajas, debido principalmente a las lluvias propias de la temporada. Para Rueda & Shelton (1996) la duración desde la colocación del huevo hasta la emergencia de la larva varía según la temperatura del ambiente (Ferreyra, 2021). Así mismo, para Padilla (1990), la presencia de lluvia está muy relacionada con los niveles poblacionales de *Plutella xylostella*. Una alta incidencia de lluvias reduce el número de larvas en el cultivo.

Según el análisis estadístico (Anexo 1), hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, p-valor de $< (0.05)$. Sin embargo, según la prueba estadística de medias Duncan, todos los tratamientos son estadísticamente similares y diferentes únicamente con el testigo absoluto (aplicación de agua).

En la figura 3 se muestran las diferencias en reducción de larvas de *Plutella xylostella* por tratamiento. El promedio de los tratamientos oscila entre 90 y 94 % de reducción de las poblaciones de larvas. En el testigo se observa una reducción en el número de larvas del 81.78 %, pero es muy probable que lo que se esté reflejando en ese resultado sea el efecto directo de las fuertes precipitaciones.

El Bioplaguicida a base de ajo, chile, cebolla y detergente aplicado cada 14 días (B2 T14) fue el que obtuvo la mayor reducción de larvas con un porcentaje del 94 %, se observó que

en este tratamiento se obtuvo un buen efecto inhibitorio y de control sobre las poblaciones de larvas de *P. xylostella*, probablemente, también incrementado por el efecto de las lluvias.

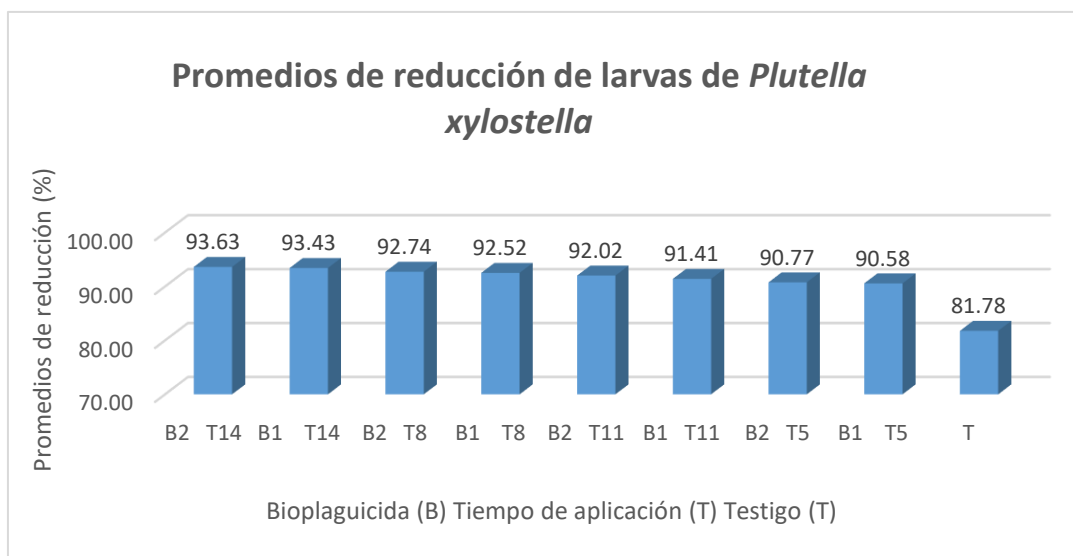


Figura 3. Promedios de reducción de larvas de *P. xylostella* por tratamiento

Estos resultados no son congruentes con lo que se puede esperar de bioplaguicidas aplicados en diferentes frecuencias, sin duda, el efecto de las precipitaciones debe haber influido en este resultado, a tal grado que las diferencias entre tratamientos son mínimas y muy similares a lo encontrado con el testigo absoluto.

5.1.2 Masas de huevos de *Plutella xylostella* por planta

De acuerdo con el análisis estadístico (Anexo 2), el comportamiento de esta variable fue igual que el de la variable anterior. Se observaron diferencias estadísticamente significativas únicamente entre el tratamiento testigo y el resto de los tratamientos. El registro de promedios de oviposiciones de *P. xylostella* por planta para cada uno de los tratamientos comenzó a los 21 días, una vez ya establecido el cultivo en campo.

Después de las aplicaciones, al evaluar los promedios de masas de huevos de la Palomilla dorso de diamante (*P. xylostella*) por planta, se observa que, de todos los tratamientos, destaca el tratamiento con el bioplaguicida a base de extracto de ajo, chile, cebolla y detergente aplicado cada 11 días (B2 T11) representando el promedio más bajo con 0.40 masas de huevo (Figura 2). Mientras tanto, el testigo absoluto, al no haber recibido ninguna aplicación de bioplaguicida, mostró el mayor porcentaje promedio de huevos con 0.97. Un factor determinante en el bajo número de masas de huevos de *Plutella xylostella* fueron las precipitaciones que se presentaron durante el mes de junio y julio, período en que el cultivo estaba en desarrollo en el campo.

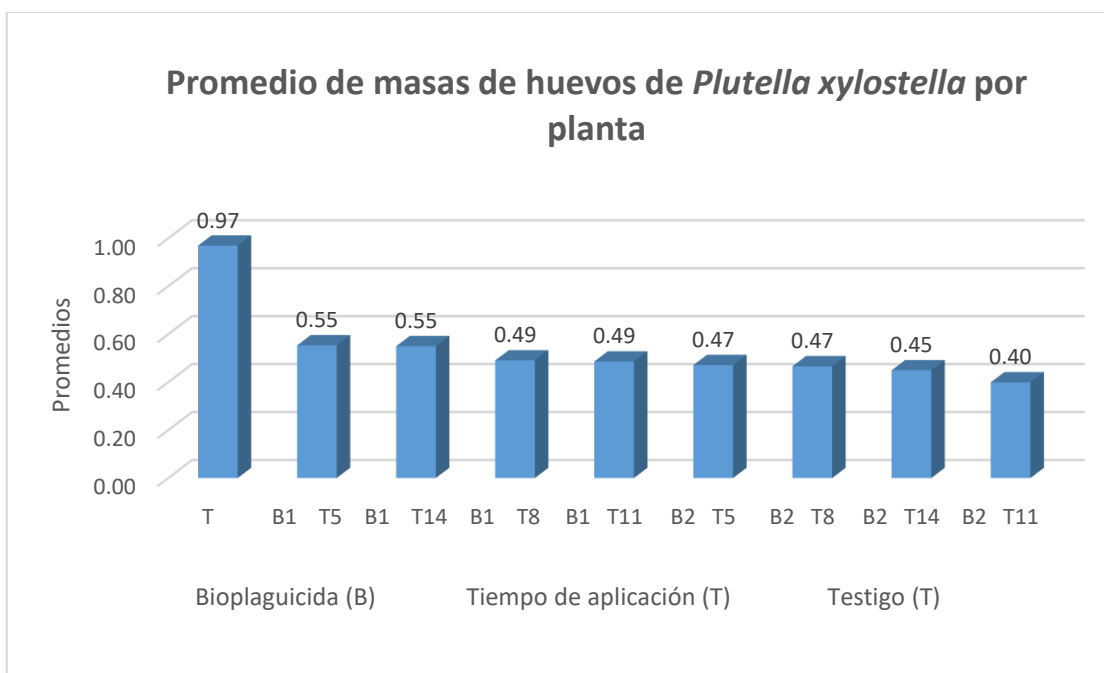


Figura 4. Promedios de masas de huevos por planta de Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) por planta por tratamiento.

5.2 Número de cabezas de repollo sin daño por *Plutella xylostella*

Con respecto a la variable número de cabezas de repollo sin daño por Palomilla dorso de diamante (*P. xylostella*), el mayor porcentaje de cabezas sin daño lo obtuvo el tratamiento a base del bioplaguicida de ajo, chile, cebolla y detergente aplicado cada 5 días (B2 T5) con un 91.06%. Sin embargo, el análisis de varianza solamente detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos a base de bioplaguicidas y el testigo absoluto (ver anexo 3), el cual presentó un porcentaje de cabezas con daño del 61%.

En el contexto del estudio, estos tratamientos mostraron un impacto significativo en la reducción de los daños causados por *P. xylostella* en las cabezas de repollo. Como se observa en la figura 6, hay una diferencia estimada del 40% menos de daño de cabeza al utilizar los bioplaguicidas en comparación a no aplicar nada. A este resultado positivo debe sumarse el hecho de que con el uso de bioplaguicidas se reduce el uso de plaguicidas químicos sintéticos, lo cual reduce los niveles de contaminación ambiental y se protege la salud de los consumidores.

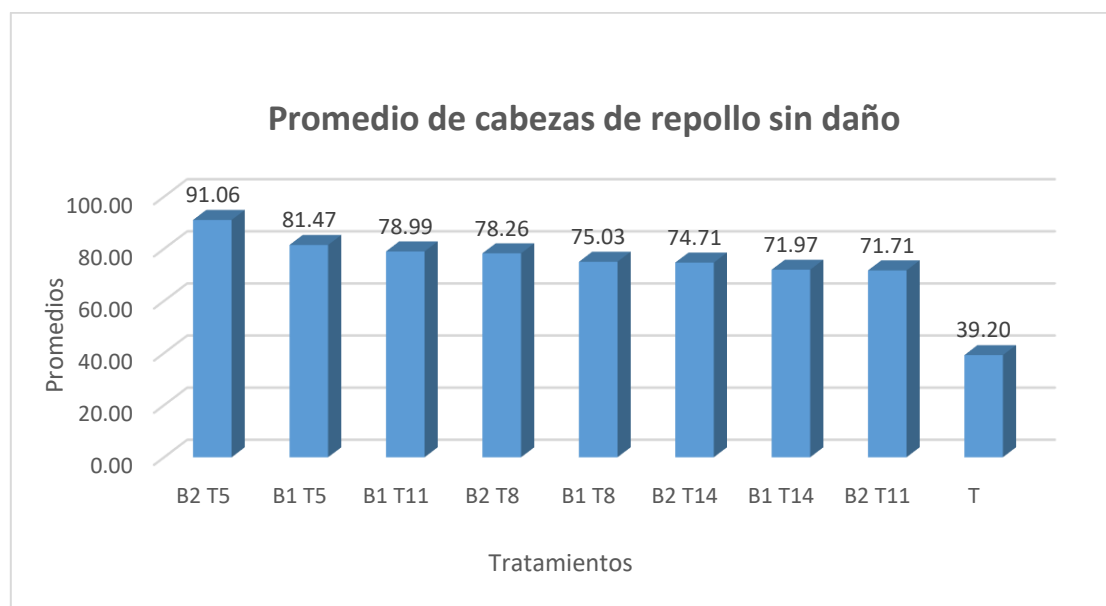


Figura 5. Promedios de cabezas de repollo sin daño por Palomilla dorso de diamante (*P. xylostella*), por tratamiento.

5.3. Peso promedio de las cabezas de repollo

En el caso de esta variable, el análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los bioplaguicidas aplicados en los diferentes momentos y el testigo absoluto; pero no entre los bioplaguicidas aplicados en las diferentes frecuencias (ver anexo 4).

En la Figura 7 se observa que en el testigo absoluto se obtuvo un peso promedio de cabeza bastante bajo, lo cual se relaciona con el alto porcentaje de daño ocasionado al área foliar por parte de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*). Así mismo, los demás tratamientos presentaron similitud en el peso promedio ya que las prácticas de manejo fueron iguales para todos ellos (proporcionando igual fertilización, control de malezas, otros).

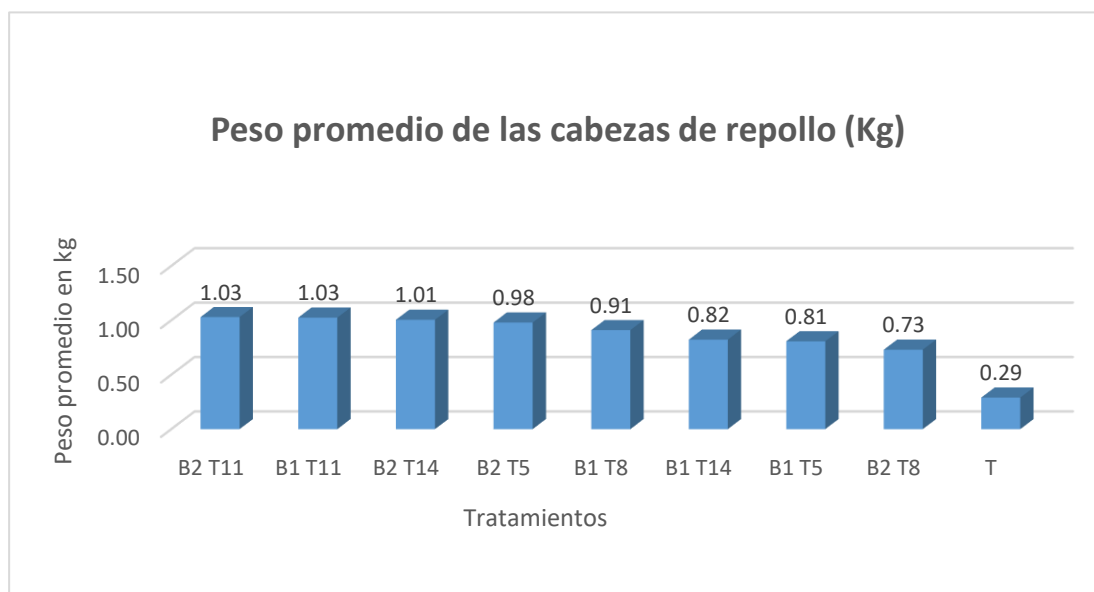


Figura 6. Peso promedio de cabezas de repollo por tratamiento.

De acuerdo con los datos para esta variable, se encontró un peso promedio de cabeza de 0.92 kg en las parcelas que recibieron los tratamientos, mientras que, en la parcela del testigo absoluto, el promedio fue de 0.29 Kg. Es notable el efecto de los tratamientos y esta diferencia es importante porque representa una mayor ganancia al momento de realizar la comercialización del repollo.

5.4. Daño foliar al momento de la cosecha

En los resultados de la evaluación del porcentaje de daño foliar de cabezas de repollo por tratamiento, se utilizaron las cinco hojas envoltentes de cada una de las cabezas de repollo, basado en la escala de daño por defoliación (Chalfaut y Brett, 1965). Para Rivas (2000) los estadios inmaduros son los causantes del daño al cultivo, ya que las larvas se alimentan directamente del parénquima de la hoja provocando una completa remoción del tejido foliar a excepción de las nervaduras (Toledo, 2021). En este estudio, se evaluó el área foliar dañada en una muestra representativa del cultivo, de forma visual.

Tabla 4. Daño foliar por tratamiento (%) al momento de la cosecha.

Tratamientos	B 2 T5	B1 T5	B1 T11	B2 T8	B2 T11	B1 T8	B2 T14	B1 T14	T
(%) A D F	1%	2%	2%	1%	2%	2%	4%	4%	65%

Nota: B: Bioplaguicida; B1: Bioplaguicida a base de semilla de Guanábana; B2: Bioplaguicida a base de ajo, chile, cebolla y detergente; T: Tiempos de aplicación; T: Testigo; (%) ADF: Porcentaje de área foliar dañada.

En la tabla 3 se observa que en general, todos los tratamientos presentaron un bajo porcentaje de área foliar dañada, el cual se mantuvo en un rango entre 1 y 4%. Estos son valores insignificantes, principalmente considerando que se evaluaron las 5 hojas envoltentes más externas de la cabeza del repollo. Como se mencionó anteriormente, este resultado es

producto del efecto reductor de los tratamientos y de la precipitación sobre la población de larvas de la plaga.

En cuanto al tratamiento testigo (aplicación de agua), este presentó los daños de área foliar más severos, con un porcentaje de área dañada del 65%. Este resultado refleja la falta de aplicación de los bioplaguicidas que sí se aplicaron en el resto de los tratamientos y confirma que los productos aplicados sí ejercieron efecto supresor sobre la plaga.

5.5 Costo de los bioplaguicidas evaluados

Tabla 5. Costo por cada litro de bioplaguicida

Tratamiento	Cantidad aplicada por trat (Litros)	Costo por tratamiento (Lps)
B1 T5	2 L	261.54
B1 T8	1 L	130.77
B1 T11	0.5 L	65.38
B1 T14	0.40 L	52.31
B2 T5	2 L	297.44
B2 T8	1 L	148.72
B2 T11	0.05 L	74.36
B2 T14	0.40 L	59.48

El uso de una menor concentración de ingredientes en el bioplaguicida a base de semilla de guanábana (B1), resultó en un menor costo por litro de producto preparado, valorado en 130.77 Lps (Anexo 9). A veces, las materias primas o ingredientes para elaborar ciertos bioplaguicidas pueden variar en precio, y aquellos que requieren menos cantidad o concentración de estos componentes pueden resultar en productos más económicos.

El bioplaguicida basado en extractos de ajo, chile, cebolla y detergente (B1) mostró un precio de producción más elevado, el cual fue de 148.72 Lps por litro, debido a la presencia de múltiples ingredientes activos en su formulación (Anexo 9).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis estadísticos realizados, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el número de larvas vivas y únicamente el testigo absoluto mostró ser diferente al resto de los tratamientos. Esto, sin embargo, sugiere el potencial de los dos bioplaguicidas evaluados en el control de *Plutella xylostella*.

Aunque no se detectaron diferencias estadísticas significativas, con la aplicación del bioplaguicida a base de extracto de ajo, chile, cebolla y detergente, aplicado cada 11 días se obtuvo el promedio más bajo de masas de huevos por planta. Este resultado sugiere que dicho tratamiento puede tener un impacto notable en la reducción de la presencia de la plaga en el repollo.

En número de cabezas sin daño foliar, el porcentaje de área foliar dañada y el peso de cabeza, las diferencias fueron altamente significativas solo entre los tratamientos con bioplaguicidas y el testigo absoluto. Ambos bioplaguicidas demostraron efectos notables en la reducción de larvas y masas de huevos, resultando en una mayor efectividad de estos tratamientos en la mitigación del daño causado por las larvas en las cabezas de repollo.

Las elevadas precipitaciones ocurridas en el período en que se realizó el trabajo en campo, probablemente influenciaron los resultados obtenidos en esta investigación.

En el proceso de elaboración de los productos, el bioplaguicida a base de semilla de guanábana presenta menores costos por litro.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar el ensayo durante la estación seca del año, cuando las precipitaciones no influyen en el desarrollo del cultivo y de la plaga, esto permitirá hacer una evaluación más objetiva de los tratamientos.

Realizar estudios con otras especies de plantas, siempre tratando de encontrar otros ingredientes activos que puedan formar parte de las alternativas para reducir la aplicación de plaguicidas sintéticos.

Utilizar los bioplaguicidas con las medidas de bioseguridad apropiadas, similar a las empleadas para los plaguicidas sintéticos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ávila, GG. 2003. Manejo Integrado De Plagas – Mip Metodos De Control De Plagas (en línea). CIAT. Proyecto Comunidades y Cuencas :1-19. Disponible en [http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/MANEJO_INTEGRADO_DE_PLAGAS.pdf).
- Badii Mohammad, Landeros Jeronimo, CE. 2007. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP). (23):13-30.
- Bautista Viveros, R. 2015. Aplicación de productos naturales para el manejo del chapulín *Sphenarium purpurascens*(Charpentier, 1841-45) en el cultivo de *Raphanus sativus* L., en Tepeaca, Puebla (en línea). :1-53. Disponible en <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/12517/633715T.pdf?sequence=1>.
- CASAFE. 2015. Buenas Prácticas Agrícolas: Directivas y requisitos para cultivos intensivos (en línea). Red de buenas prácticas agrícolas :1-55. Disponible en <https://www.casafe.org/pdf/2016/BUENAS-PRACTICAS-AGRICOLAS/Cultivos-Intensivos.pdf>.
- Cherlinka, V. 2022. Manejo Integrado De Plagas: Estrategias Para Su Uso (en línea). . Disponible en <https://eos.com/es/blog/manejo-integrado-de-plagas/>.
- Delgado, O. 2001. Manejo de la palomilla del repollo *Plutella xylostella* (L.) a través del uso de insecticidas Nim 20, Dipel (*Bacillus thuringiensis*) Evisect (Thiociclam). s.l., s.e. p. 1-54.
- Duarte, F; Castañeda', C De. 1991. Efectos de los Plaguicidas en Honduras. Revista Médica Hondureña 59:155-159.
- Edgardo, J; Jorge, G. 2011. Protección de plantas. 11(May 2010):14-25.
- Ferreira Toledo, E. 2021. Desarrollo termo-dependiente de *Plutella xylostella* , una plaga agrícola del cinturón verde de la ciudad de Córdoba Contenido. Tesina de grado para

- obtar titulo de Biologo facultad de Ciencias Exactas, fFísicas y Naturales - Universidad Nacional de Cordoba :48.
- FHIA. 2012. REPOLLO DE INVIERNO: ALTERNATIVA PARA DIVERSIFICAR LA PRODUCCIÓN EN EL VALLE DE COMAYAGUA, HONDURAS. (16).
- Fornaris, G. 2014. Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo: Características de la planta (en línea). Universidad de Puerto Rico (158):1-4. Disponible en <http://136.145.11.14/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO- Características-de-la-Planta-v2005.pdf>.
- Garay, E; Rueda, A. 2007. Comparación Agroeconómica de dos Sistemas de Manejo de *Plutella xylostella* (L .) en Repollo Introducción Materiales y Métodos. 48:83-87.
- Gavidia Pedro. 2020. Plaguicidas: efectos dañinos en el medio ambiente y la salud (en línea). s.l., s.e. Consultado 27 abr. 2023. Disponible en <https://www.tiempo.com/noticias/actualidad/plaguicidas-medio-ambiente-y-salud.html>.
- Guerra Blandino, M; Poveda Suárez, J; Miranda Calero, S; Rivers Carcache, E; Ruíz Urbina, J; Lacayo Romero, M; Bolaños Ortega, F; Pedroza Chamorro, H. 2020. Análisis de la composición proximal y potencial insecticida de la semilla de guanábana (*Annona muricata* L.) para el control del gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). Revista Torreón Universitario 9(24):27-44. DOI: <https://doi.org/10.5377/torreon.v9i24.9722>.
- Helwig, NE; Hong, S; Hsiao-wecksler, ET. s. f. Rotación de cultivos y cultivos Intercalados con especies de leguminosas autóctonas. :7-8.
- Hurtado, RM; Chavez Paz, GL. 2010. El manejo integrado de *Plutella xylostella* en brócoli, coliflor y repollo con combinaciones selectas de microtúneles, nematodo entomopatógeno, refugios, y el insecticida Rynaxypyr en Zamorano, Honduras. :1-2.
- IAUSA. 2020. ¿Qué son los Bio plaguicidas? (en línea, sitio web). Consultado 27 abr. 2023. Disponible en <https://iausa.com.mx/que-son-los-bio-plaguicidas/>.
- Irene, A; Saiz, H; Irene, A; Saiz, H. 2022. Análisis de la dinámica de los microtúbulos en el hongo entomopatógeno *Metarhizium brunneum*. :3-4.
- Jimenez Martinez, E. 2009. Manejo Integrado de Plagas (en línea). s.l., s.e., vol.21. 38 p. Disponible en <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>.

- Lizarazo, JSS. 2018. Economía Ecológica y la construcción epistemológica de una ciencia revolucionaria para la sostenibilidad y la transformación del mundo (en línea). *Journal of Materials Processing Technology* 1(1):1-8. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252><http://dx.doi.org/>
- López, L; Sossa, M. 2016. Estudio poblacional de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:Plutellidae) y *Diadegma insulare* Cresson (Hymenoptera:Ichneumonidae) bajo la influencia de tratamientos comerciales y selectivos en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.). (en línea). :1-93. Disponible en [https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/1250/Análisis del programa de alimentación escolar%2C basado en el marco integral de control interno 2013%2C zona metropolitana%2C distrito 10-03%2C período escolar 2016-2017%2C en la República D.](https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/1250/Análisis%20del%20programa%20de%20alimentación%20escolar%20basado%20en%20el%20marco%20integral%20de%20control%20interno%202013%20zona%20metropolitana%20distrito%2010-03%20período%20escolar%202016-2017%20en%20la%20República%20D.)
- Manzanares A. 2019. Sistematización del uso de insecticidas botánicos registrados y no registrados en Nicaragua. .
- Mena Guerrero, J; Hernández Fernández, J. 2017. Brasicáceas y perspectivas de control biológico del insecto plaga *Plutella xylostella* (Lepidóptera: Plutellidae) utilizando *Bacillus thuringiensis*. *Revista Mutis* 7(2):7-22. DOI: <https://doi.org/10.21789/22561498.1245>.
- Mío, VM; Ruiz, JFR. 2017. «FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN FILTRANTE A PARTIR DE LAS HOJAS DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)». .
- NASA. 2023. NASA Power (en línea). . Disponible en <https://power.larc.nasa.gov/>.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2022. Residuos de plaguicidas en los alimentos (en línea). :2-3. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>.
- OMS; FAO. 2018. Organización Mundial de la Salud/ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sistemas alimentarios seguros y sostenibles en una era de cambio climático acelerado (en línea). FAO y OMS :1-5. Disponible en

<https://www.who.int/es/news-room/events/international-food-safety-conference/background-documents>.

- Padilla, M. 1990. Evaluación de Alternativas de Manejo de *Plutella xylostella*. .
- Pérez, EN; Gutiérrez, CG; Báez, RC; Montoya, EV. 2017. Bioplaguicidas: Una Opción Para El Control Biológico De Plagas (en línea). *Ra Ximhai* 8(3):41-49. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>.
- Polack, L; Lecuona, RE; Noem, S. 2020. Control biológico de plagas en horticultura. s.l., s.e. 559 p.
- RETEMA. 2023. Europa debe reducir el uso de plaguicidas y sus impactos (en línea). Sostenibilidad . Consultado 27 abr. 2023. Disponible en <https://www.retema.es/actualidad/europa-debe-reducir-el-uso-de-plaguicidas-y-sus-impactos>.
- Reyes, E e. 2005. Manejo de las tres principales plagas del Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Mosquita del Sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*), y chinche patade hoja (*Leptoglossus zonatus*), en epoca de postrera en la zpna de rancheri. :64.
- Rikolto en Latinoamérica. 2014. Guía técnica No. 3: Producción de repollo con buenas prácticas agrícolas (en línea). . Disponible en www.rikolto.org/latinoamerica.
- Romero, A. 2021. “EVALUACIÓN DE *Barbarea vulgaris* (Brassicaceae) COMO CULTIVO TRAMPA PARA EL CONTROL DE *Plutella xylostella* (Plutellidae: Lepidoptera) EN EL CULTIVO DE CRUCÍFERAS EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.” :3-4.
- Roque, CI. 2023. Plaguicidas en Honduras: Desafíos en la regulación y abordaje científico. *Revista de Ciencias Forenses de Honduras* 9(1):31-36. DOI: <https://doi.org/10.5377/rcfh.v9i1.16394>.
- Rosa, E. 2005. Enfermedades 2. Estación Experimental Agrícola. (Publicación 158):9.
- Rosa, M; Araya, J; Guerrero, M; Lamborot, L. 1997. Niveles de resistencia de *Plutella xylostella* (L.) a tres insecticidas en varias localidades de la zona central de Chile (1). *Boletín de sanidad vegetal. Plagas* 23(4):571-581.
- S Almeida; Carlos Rubén López Rodríguez. 2013. DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DE LA APLICACIÓN DE TRES INSECTICIDAS NATURALES EN

- EL CONTROL DE AFIDOS EN EL ALAMO (*Populus spp.*) EN LA PLAZA DE LA MUJER DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE LA PAZ. Integration of Climate Protection and Cultural Heritage: Aspects in Policy and Development Plans. Free and Hanseatic City of Hamburg 26(4):1-37.
- Sandoval, I; Navarro, M; Mendoza, I; Camacho, Á. 2015. Insecticidas y Abonos Orgánicos (en línea). :1-31. Disponible en www.prodesoc.org.
- Sepúlveda, P. 2018. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (en línea). (September):1-1. Disponible en www.inia.cl/mateo/.
- Verde Aura Patricia. 2019. Riesgos De Plaguicidas En Tomate-Orica (en línea). . Disponible en <https://mdd.unah.edu.hn/dmsdocument/11434-riesgos-laborales-por-uso-de-plaguicidas-que-enfrenta-la-poblacion-involucrada-en-cultivos-hortícolas-en-el-municipio-de-orica-francisco-morazan-honduras>.
- Vicente, J; Soto, R. 2012. BIOPLAGUICIDAS Región Central Occidental. :2-3.
- Vivas Carmona, LE. 2017. El Manejo Integrado de Plagas (MIP). Journal of the Selva Andina Biosphere 5(2):67-69. DOI: <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2017.050200067>.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) de promedios de reducciones de diferencias de larvas de *Plutella xylostella* antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Prom diferencias CL A/D	36	0.82	0.77	2.04	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	418.85	8	52.36	15.26	<0.0001
Tratamiento	418.85	8	52.36	15.26	<0.0001
Error	92.61	27	3.43		
Total	511.45	35			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.4298 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T	81.78	4	0.93 A
B1 T5	90.58	4	0.93 B
B2 T5	90.77	4	0.93 B
B1 T11	91.41	4	0.93 B
B2 T11	92.02	4	0.93 B
B1 T8	92.52	4	0.93 B
B2 T8	92.74	4	0.93 B
B1 T14	93.43	4	0.93 B
B2 T14	93.63	4	0.93 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

Anexo 2. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para masas de huevos de *Plutella xylostella* después de la aplicación de los bioplaguicidas en los diferentes tiempos de aplicación. Datos transformados a través de raíz cuadrada.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Prom huevos D	36	0.87	0.84	12.92	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.90	8	0.11	23.48	<0.0001
Tratamiento	0.90	8	0.11	23.48	<0.0001
Error	0.13	27	4.8E-03		
Total	1.03	35			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0048 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.
B2 T11	0.40	4	0.03 A
B2 T14	0.45	4	0.03 A B
B2 T5	0.47	4	0.03 A B
B2 T8	0.47	4	0.03 A B
B1 T8	0.49	4	0.03 A B
B1 T11	0.49	4	0.03 A B
B1 T14	0.55	4	0.03 B
B1 T5	0.55	4	0.03 B
T	0.97	4	0.03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para promedios de cabezas de repollo (*Brassica oleracea L. var Capitata*) sin daño por *Plutella xylostella*.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Prom de cabezas de repollo..	36	0.82	0.76	9.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6448.06	8	806.01	14.90	<0.0001
Tratamiento	6448.06	8	806.01	14.90	<0.0001
Error	1460.50	27	54.09		
Total	7908.56	35			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 54.0926 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T	39.25	4	3.68	A
B2 T11	71.75	4	3.68	B
B1 T14	72.25	4	3.68	B
B2 T14	74.50	4	3.68	B
B1 T8	74.75	4	3.68	B
B2 T8	78.25	4	3.68	B
B1 T11	79.00	4	3.68	B
B1 T5	81.50	4	3.68	B C
B2 T5	91.25	4	3.68	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

Anexo 4. Análisis de varianza del peso promedio de la cabeza de repollo.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso promedio kg	36	0.44	0.27	19.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.67	8	0.08	2.61	0.0294
Tratamiento	0.67	8	0.08	2.61	0.0294
Error	0.86	27	0.03		
Total	1.53	35			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0320 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T	0.53	4	0.09	A
B2 T8	0.85	4	0.09	B
B1 T5	0.90	4	0.09	B
B1 T14	0.90	4	0.09	B
B1 T8	0.94	4	0.09	B
B2 T5	0.97	4	0.09	B
B2 T14	0.98	4	0.09	B
B1 T11	0.99	4	0.09	B
B2 T11	1.00	4	0.09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

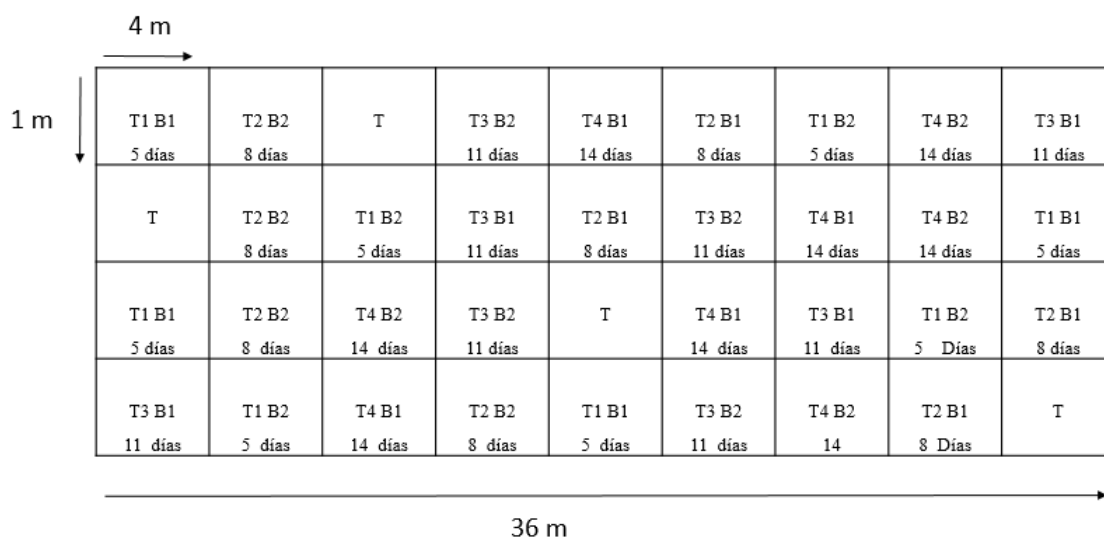
Anexo 5. Escala para área foliar dañada: AFD (Chalfaut y Brett 1965).

Area foliar dañada: AFD		
ESCALA	A F D (%)	Observaciones
1	0	Sin daño aparente
2	0-2	Ataque menor en hojas envoltentes
3	4-5	Ataque moderado, pero sin daño de cabeza
4	6-10	Ataque moderado en hojas y cabezas
5	11-30	Ataque moderado fuerte en hojas y cabezas
6	>30	Ataque considerable en hojas y cabezas

Anexo 6. Área foliar dañada representado en escalas por los diferentes tratamientos en campo.

Tratamientos	B 2 T5	Esc.	B1 T5	Esc.	B1 T11	Esc.	B2 T8	Esc.	B2 T11	Esc.	B1 T8	Esc.	B2 T14	Esc.	B1 T14	Esc.	T	Esc.
Cabezas (%)	87	2	83	2	80	2	79	2	78	2	75	2	69	3	65	3	91	6
	9	1	8	1	15	4	11	3	11	4	12	4	14	2	14	4	9	5
	4	6	3	4	5	5	8	1	8	5	9	3	10	4	10	2	*	*
	*	*	6	5	*	*	2	6	3	1	4	1	7	6	7	6	*	*

Anexo 7. Distribución de tratamientos en campo



Anexo 8. Promedio del número de larvas y masas de huevos de Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) durante la investigación antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas.

Tratamientos	Prom CL A	Prom CL D	Prom masas A	Prom de masas D
B1 T5	2.00	0.19	3.46	0.31
B1 T8	2.29	0.17	3.92	0.24
B1 T11	2.57	0.22	4.97	0.25
B1 T14	3.64	0.24	6.14	0.31
T	5.15	0.94	7.05	0.94
B2 T5	1.44	0.13	2.70	0.22
B2 T8	2.10	0.15	3.45	0.23
B2 T11	2.74	0.21	4.57	0.16
B2 T14	3.31	0.21	5.28	0.21

Anexo 9. Costos por bioplaguicida.

Concepto	Cantidad	Costo Unitarios (Lps)	Costo Total (Lps)
----------	----------	--------------------------	----------------------

Costos de bioplaguicidas			
B1: Bioplaguicida a base de semilla de guanábana.			
• Semilla de guanábana	15 lbs	20.00 Lps	300.00 Lps
• Agua destilada	3 litros	40.00 Lps	120.00 Lps
• ETANOL 96%	3 litros	30.00 Lps	<u>90.00 Lps</u>
			510.00 Lps
B2: Bioplaguicida a base de extracto de ajo, chile, cebolla y detergente.			
• Chile molido	15 lbs	19.00 Lps	285.00 Lps
• Ajo	13 Lbs	10.00 Lps	130.00 Lps
• Cebolla	15 Lbs	6.00 Lps	90.00 Lps
• Detergente	25 Lbs	3.00 Lps	<u>75.00 Lps</u>
			580.00 Lps
		TOTAL	1,090.00 Lps
Costos totales de bioplaguicida por trat.			
B1 T5			
B1 T8	2 L	261.54 Lps	
B1 T11	1 L	130.77 Lps	
B1 T14	0.5 L	65.38 Lps	
	0.40 L	52.31 Lps	
B2 T5			510.00 Lps
B2 T8	2 L	297.44 Lps	
B2 T11	1 L	148.72 Lps	
B2 T14	0.5 L	74.36 Lps	
	0.40L	59.48	
		Total	580.00 Lps
			1,090.00 Lps
Producción por tratamiento			
B1 T5	28 lb	10.00 Lps	280.00 Lps
B1 T8	25 lb	10.00 Lps	250.00 Lps
B1 T11	22 lb	10.00 Lps	220.00 Lps
B1 T14	16 lb	10.00 Lps	160.00 Lps
B2 T5	33 lb	10.00 Lps	330.00 Lps
B2 T8	24 lb	10.00 Lps	240.00 Lps
B2 T11	20 lb	10.00 Lps	200.00 Lps
B2 T14	12 lb	10.00 Lps	120.00 Lps
		Total Producción	1,800.00 Lps