

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSERVACIÓN**



Frecuencias de aplicación de bioplaguicidas para manejo eficiente de *Plutella xylostella* del repollo en Catacamas, Olancho.

TESIS

presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero en Gestión Integral de los Recursos Naturales

POR
Alan Fernando Lovo Aguilar

Catacamas, Olancho

Diciembre, 2024

Frecuencias de aplicación de bioplaguicidas para manejo eficiente de *Plutella xylostella* del
repollo en Catacamas, Olancho.

POR

Alan Fernando Lovo Aguilar

Mario Edgardo Talavera Sevilla, PhD.

Director De Tesis

TESIS

presentada como requisito para obtener el título de
Ingeniero en Gestión Integral de los Recursos Naturales

CATACAMAS, OLANCHO

DICIEMBRE, 2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

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

El estudiante ALAN FERNANDO LOVO AGUILAR del IV Año de Ingeniería en Gestión Integral de los Recursos Naturales presentó su informe intitulado:

FRECUENCIAS DE APLICACION PARA MANEJO EFICIENTE DE *Plutella xylostella*
DEL REPOLLO EN CATACAMAS, OLANCHO.

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. Ramon Gustavo López
Jurado de tesis

M.Sc. José Adolfo Pineda
Jurado de tesis

DEDICATORIA

A Dios, fuente de fortaleza, sabiduría y entendimiento, quien ha sido mi guía y sostén en cada paso de mi vida. Gracias a Él, hoy puedo celebrar este logro tan importante en mi carrera universitaria.

A mis padres y mi hermana, por estar siempre a mi lado, brindándome su amor y apoyo incondicional en los momentos de alegría y también en los desafíos más difíciles que he enfrentado. Su confianza en mí ha sido mi mayor motivación.

A mi familia, quienes han sido una parte fundamental en mi crecimiento personal y profesional. Agradezco profundamente sus múltiples formas de apoyo, que me han impulsado a seguir adelante y alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, fuente de fortaleza, sabiduría y bendiciones, por guiarme y permitirme alcanzar este importante logro en mi vida académica. Su presencia me ha dado esperanza en los momentos difíciles y gratitud en los triunfos.

A mis padres, quienes han sido mi pilar y mi mayor inspiración. Gracias por su amor incondicional, su esfuerzo incansable y por inculcarme los valores que me han guiado hasta aquí. Este logro es el reflejo de su apoyo constante y sacrificio.

A mi hermana, por ser mi motivación y mi compañía en cada etapa del camino. Su confianza en mí y sus palabras de ánimo han sido fundamentales para superar los retos.

A mis asesores, quienes con su guía, conocimientos y paciencia me ayudaron a desarrollar esta tesis. Su dedicación y compromiso dejaron una huella imborrable en mi formación académica y personal.

A mi novia Nohelia Osorto por apoyarme en todo momento y ser alguien especial en mi vida.

A mis amigos y compañeros, quienes compartieron conmigo este recorrido lleno de aprendizajes, desafíos y momentos inolvidables. Su apoyo y compañía han hecho de esta etapa una experiencia enriquecedora.

LOVO AGUILAR, A. F. (2024). Frecuencias de aplicación de bioplaguicidas para manejo eficiente de *Plutella xylostella* del repollo en Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura, Olancho, Honduras. Tesis. Ing. en Gestión Integral de los Recursos Naturales. Catacamas, Olancho, Honduras, C.A, 56 p

RESUMEN

El presente estudio evaluó diferentes frecuencias de aplicación de dos bioplaguicidas, uno a base de semillas de guanábana y otro de una mezcla de ajo, chile, cebolla y detergente, para el manejo de *Plutella xylostella* en cultivos de repollo en Catacamas, Olancho. Mediante un diseño factorial, se analizaron tratamientos con aplicaciones cada 7, 9, 11 y 13 días. Se evaluaron variables como el número de larvas vivas, masas de huevos, daño foliar y la relación beneficio/costo. Los resultados mostraron que el bioplaguicida de guanábana, aplicado cada 7 días, fue el más efectivo en la reducción de larvas y huevos. Sin embargo, factores climáticos adversos, como lluvias excesivas, afectaron significativamente el desarrollo del cultivo, limitando la formación de cabezas de repollo y favoreciendo la incidencia de otras plagas. Se concluye que ambos bioplaguicidas representan una alternativa sostenible para el manejo de plagas, aunque se recomienda realizar estudios adicionales bajo distintas condiciones climáticas para optimizar su uso.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN	iv
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
III REVISION DE LITERATURA	4
3.1 Sistemas de producción agroalimentarios sostenibles.	4
3.2 Importancia de la biodiversidad.....	7
3.3 Impacto del uso irracional de bioplaguicidas.....	8
3.4 Manejo integrado de plagas MIP	9
3.4.1 Importancia del MIP en la agricultura sostenible.....	10
3.5 Metodologías importantes dentro del MIP	11
3.5.1 Control cultural	11
3.5.2 Control mecánico	12
3.5.3 Control biológico.....	12
3.5.4 Control químico.....	14

3.6	Generalidades del cultivo de repollo	14
3.6.1	Origen.....	14
3.6.2	Clasificación.....	14
3.6.3	Clasificación taxonómica.	15
3.6.4	Descripción botánica	15
3.6.5	Requerimientos agroclimáticos del repollo	15
3.7	Generalidades de <i>Plutella xylostella</i>	16
3.7.1	Clasificación taxonómica de <i>Plutella xylostella</i>	16
3.7.2	Ciclo de vida y biología de <i>Plutella xylostella</i>	16
3.7.3	Biología del insecto.	17
3.8	Bioplaguicidas como alternativa sostenible para el manejo de plagas	18
3.8.1	Importancia de su uso	19
3.8.2	Ventajas de su uso.	20
IV	MATERIALES Y METODOS	22
4.1	Ubicación del sitio experimental.	22
4.2	Materiales y Equipo.....	23
4.3	Manejo del experimento.	23
4.3.1	Trasplante al campo definitivo.	23
4.3.2	Riego y fertilización.	23
4.3.3	Control de malezas.	24
4.3.4	Cosecha.....	24
4.4	Tratamientos y diseño experimental.....	25
4.5	Establecimiento del ensayo de campo.	26
4.6	Preparación de los bioplaguicidas.	27
4.6.1	Bioplaguicida a base de semillas de guanábana.....	27

4.6.2 Bioplaguicida a base de ajo, chile, cebolla y detergente.....	27
4.7 Variables evaluadas	28
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	29
4.7.3 Porcentaje de daño foliar al momento de la cosecha.....	29
4.7.4 Relación beneficio /costo	30
4.8 Costo de los tratamientos.....	30
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1 Variables evaluadas	34
5.2 Número de larvas vivas.....	34
5.2.1 Número de larvas vivas de <i>P. xylostella</i> en fase I.....	34
5.2.2 Número de larvas vivas de <i>P. xylostella</i> en fase II.....	35
5.2.3 Número de larvas vivas de <i>P. xylostella</i> en fase III	37
5.3 Masas de huevos de <i>Plutella xylostella</i>	38
5.3.1 Masas de huevos en fase I: etapa inicial	38
5.3.2 Masa de huevos en fase II: etapa media	39
5.3.3 Masas de huevos en fase III: etapa final	40
5.4. Costos de los tratamientos evaluados	42
VI CONCLUSIONES	43
VII RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	45
ANEXOS	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo biológico en días de la palomilla dorso de diamante (Proain 2020.....	18
Figura 2 Mapa de ubicación geográfica del sitio de estudio.	22
Figura 3 Distribución de los tratamientos en campo.	26
Figura 4 Precipitación semanal en el período en que se realizó el estudio.....	32
Figura 5 temperatura promedio semanal 2024	33
Figura 6 Promedios de reducción de larvas de <i>P. xylostella</i>	35
Figura 7 Promedios de reducción de larvas de <i>P. xylostella</i>	36
Figura 8 Promedios de reducción de <i>P. xylostella</i>	38
Figura 9 Promedios de masas de huevos de <i>P. xylostella</i> por planta	39
Figura 10 Promedios de masas de huevos de <i>P. xylostella</i>	40
Figura 11 Promedios de masas de huevos de <i>P. xylostella</i>	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de los bio-insecticidas utilizados en el estudio.....	27
Tabla 2. Método de muestreo de la cantidad de larvas de <i>Plutella xylostella</i> presentes en el cultivo.....	28
Tabla 3 Costos de cada tratamiento evaluado según su aplicación	42

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Incidencia de plagas como <i>Spodoptera exigua</i> y <i>Pieris brassicae</i> generaron daños significativos durante el experimento.....	48
Anexo 2 Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) de promedios de reducción de larvas de <i>Plutella xylostella</i> antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas por tratamiento.....	49
Anexo 3 Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) de promedios de reducción de larvas de <i>Plutella xylostella</i> antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas por tratamiento, en la fase intermedia.....	50
Anexo 4 análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) de promedios de reducción de larvas de <i>Plutella xylostella</i> antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas por tratamiento, en la fase final.....	51
Anexo 5 análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para masas de huevos de <i>Plutella xylostella</i> diferentes tiempos de aplicación en la fase inicial.	52
Anexo 6 análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para masas de huevos de <i>Plutella xylostella</i> diferentes tiempos de aplicación en la fase intermedia.	53
Anexo 7 análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para masas de huevos de <i>Plutella xylostella</i> diferentes tiempos de aplicación en la fase final.	54
Anexo 8 esquema de costos del ensayo.....	55

I INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, ha surgido una tendencia creciente hacia el consumo de productos orgánicos, que se caracterizan por ser más saludables y menos perjudiciales para el ambiente. Esta tendencia se ha extendido a las hortalizas orgánicas, las cuales están experimentando un notable éxito en el mercado mundial. Según los datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 2019, en Honduras se produjeron casi 95 mil toneladas de repollo y sus variantes denominadas crucíferas. El repollo es el onceavo cultivo de mayor producción en el país, incluso por encima de otros cultivos de consumo esenciales en la región como el plátano. La producción de repollo en Honduras se destina principalmente al consumo local y no tiene grandes niveles de exportación

Uno de los principales problemas de la producción de repollo, es el ataque de plagas, situación que normalmente se maneja mediante el uso de plaguicidas químicos sintéticos. El uso excesivo de estos plaguicidas tiene efectos negativos en el medio ambiente, contribuyendo al efecto invernadero y al cambio climático, así como a la contaminación de los suelos, el agua y los ecosistemas; generando un impacto negativo en la biodiversidad, contribuyendo a la eliminación de especies silvestres y la reducción de la diversidad genética. Por otro lado, el uso indiscriminado de plaguicidas puede resultar peligroso por la presencia de residuos en los alimentos causando daños en la salud humana.

En este sentido, la producción de repollo enfrenta un desafío crucial en la actualidad y es el manejo adecuado de *Plutella xylostella*, una plaga que amenaza los cultivos y que se combate con plaguicidas sintéticos peligrosos. La *Plutella xylostella* es un insecto oligófago, multivoltino y cosmopolita, considerada plaga clave de la mayoría de los cultivos de la familia Brassicaceae. En los últimos años, las fallas en los controles de esta plaga se han debido a la resistencia cruzada y múltiple a insecticidas de distintos grupos, incluso al *Bacillus thuringiensis* (Pérez 2013)

En general, la dependencia de productos químicos sintéticos, plantea preocupaciones ambientales y económicas. En este contexto, esta investigación tiene como propósito determinar una frecuencia de aplicación adecuada de dos bioplaguicidas que han mostrado buen efecto contra esta plaga. Esta iniciativa no solo promoverá una producción sostenible del cultivo, sino que también representa una alternativa de solución económica y ambientalmente viable para los productores de repollo.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Realizar una evaluación comparativa de frecuencias de aplicación de dos bioplaguicidas para manejo eficiente de *Plutella xylostella* del repollo en Catacamas, Olancho.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar la frecuencia de aplicación y el bioplaguicida que generen mejores resultados en la reducción de la población de *Plutella xylostella* en el cultivo de repollo.
- Analizar con cuál de los tratamientos se obtiene mayor rentabilidad y mejor calidad de repollo comercializable.

III REVISION DE LITERATURA

3.1 Sistemas de producción agroalimentarios sostenibles.

Según FAO (2023), para ser sostenible, la agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, y al mismo tiempo garantizar la rentabilidad, la salud ambiental, y la equidad social y económica; según la visión de la FAO es fomentar una alimentación y una agricultura sostenibles se basa en que los alimentos son nutritivos y accesibles para todos y en que los recursos naturales se gestionan de tal forma que se preservan las funciones de los ecosistemas para responder a las necesidades humanas del presente y el futuro.

Según FAO (2021), se ha observado un aumento significativo del 75% en el uso de plaguicidas desde el año 2000 hasta el 2017. Además, en el año 2018 se estima que se aplicaron aproximadamente 109 millones de toneladas de fertilizantes nitrógenados sintéticos a nivel mundial. Esta situación plantea una preocupación global debido a que la contaminación del suelo trasciende las fronteras, poniendo en riesgo tanto los alimentos que consumen, como el agua que bebemos y el aire que respiramos. La evaluación conjunta llega a la conclusión de que la degradación ambiental causada por la contaminación del suelo está empeorando, provocada por el aumento de las demandas de los sistemas agroalimentarios e industriales, así como el crecimiento de la población mundial.

Un sistema alimentario está formado por todos los elementos (medio ambiente, población, recursos, procesos, instituciones e infraestructuras) y actividades relacionadas con la producción, procesamiento, distribución, preparación y consumo de alimentos, por lo tanto es necesario que se tomen medidas para transformar los Sistemas Alimentarios para hacerlos sostenibles, justos e inclusivos; mediante regulaciones que permitan a la población acceder

a productos nutritivos, seguros, variados, a precio justo y producidos de manera responsable con el medioambiente (OPS 2018).

En los países de bajos ingresos experimentan niveles de pérdidas mayores en comparación con los países de ingresos medios y más elevados, donde el desperdicio de alimentos se debe principalmente al comportamiento de los consumidores, las costumbres y los hábitos, las prácticas comerciales, así como a políticas e instrumentos normativos inadecuados. El desperdicio de alimentos es un problema de creciente importancia en los países de bajos ingresos como consecuencia del aumento de la urbanización y los cambios en el estilo de vida (FAO 2014).

Según FAO (2004), es necesario intensificar más la agricultura para satisfacer las demandas de alimentos y productos agrícolas de una población mundial creciente. Sin embargo, la intensificación en sí misma, si no se administra adecuadamente, conlleva el riesgo de deteriorar los recursos naturales y conducir a una menor seguridad alimentaria. También puede tener importantes consecuencias socioeconómicas, especialmente en relación con los medios de vida rurales. Por tanto, al tomar decisiones de políticas con el fin de conseguir una intensificación agrícola sostenible, los planificadores han de determinar y evaluar las diferentes estrategias en términos de sus efectos inmediatos y a largo plazo, así como de sus consecuencias para todos.

Por razones ambientales, económicas y de riesgos para la salud humana, esta mayor productividad no puede darse simplemente a través de un aumento del uso de recursos no renovables, contaminantes y/o antieconómicos, sino a través de un uso eficiente de los procesos ecológicos que tienen lugar en los sistemas productivos, con el fin de aumentar la eficiencia productiva (Regional *et al.* 2018)

Para poder transformar los sistemas agroalimentarios de manera innovadora es fundamental integrar los principios de sostenibilidad, los cuales se traducen en una multiplicidad de respaldos técnicos, medidas medioambientales, mejoras en equidad de género, un financiamiento inclusivo y el desarrollo de alimentos de calidad, para desarrollar sistemas agroalimentarios eficientes es necesario contar con una acción transformadora que se inscriba en los principios de sostenibilidad y que procure abordar las causas profundas de la pobreza y del hambre (Desjardins 2020).

Según la FAO (2023), en 2020 los sistemas agroalimentarios emitieron 16 000 millones de toneladas de CO₂, procedentes de diversas fuentes de emisiones. Entretanto, más del 30 % del total de las tierras del planeta está degradado, más del 20 % de los acuíferos del mundo están sobreexplotados y la agrobiodiversidad se encuentra amenazada. Existe la necesidad urgente de transformar los sistemas agroalimentarios en pos de la neutralidad con respecto a las emisiones de carbono. Para lograr esta transformación, se debe mejorar la gobernanza de los recursos naturales, incrementar la productividad (producir más con menos), mejorar los hábitos y comportamientos de consumo, adoptar prácticas de producción sostenibles.

Los sistemas agroalimentarios comprenden el recorrido de los alimentos desde la explotación agrícola hasta la mesa, incluidos los momentos en que se cultivan, pescan, cosechan, procesan, envasan, transportan, distribuyen, comercializan, adquieren, preparan, consumen y eliminan. Engloban asimismo los productos no alimentarios que constituyen medios de vida y a todas las personas y las actividades, inversiones y decisiones que contribuyen a que estos productos alimentarios y agrícolas lleguen hasta el consumidor (María y Semedo 2022)

3.2 Importancia de la biodiversidad

La biodiversidad es fundamental para la producción agrícola y la seguridad alimentaria, pero se ha generado gran erosión en la variabilidad de los organismos debido al impacto negativo del patrón de crecimiento agrícola convencional, lo que ha provocado importantes pérdidas económicas y ha reducido la productividad y la seguridad alimentaria, con el subsiguiente riesgo de aumentar los costes sociales. Es por ello que la conservación de la biodiversidad debe ser integrada con las prácticas agrícolas, una estrategia que a la larga puede reportar enormes beneficios sociales, económicos y ecológicos (Centroamérica 2007).

Es necesaria para producir sosteniblemente suficientes alimentos nutritivos de cara a los desafíos a los que nos enfrentamos, tales como el cambio climático, el crecimiento poblacional y los cambios en la alimentación de las personas, en los ecosistemas agrícolas. La conservación de la diversidad biológica es importante, tanto para la producción de alimentos, como para conservar los cimientos ecológicos necesarios para sostener la vida y los medios de subsistencia. Por ejemplo, en los agroecosistemas, los polinizadores son esenciales para la producción hortícola y de forrajes, así como para la producción de semillas de numerosos cultivos de tubérculos (FAO 2016).

Un estudio realizado por FAO (2024), encontró que el uso intensivo de plaguicidas de síntesis puede reducir la diversidad y abundancia de los enemigos naturales de las plagas, como insectos depredadores y parasitoides. Estos organismos beneficiosos desempeñan un papel crucial en el control natural de las plagas al alimentarse de ellas. Sin embargo, los plaguicidas pueden afectar negativamente a estos enemigos naturales, disminuyendo su capacidad para regular las poblaciones de plagas.

Los plaguicidas pueden afectar a organismos no objetivo, como polinizadores, y causar daños en las poblaciones de estos organismos. Además, el uso excesivo de plaguicidas puede generar resistencia en las plagas, lo que requiere el uso de dosis aún mayores o el uso de

plaguicidas más. potentes, lo que agrava el impacto en el medio ambiente. Es importante tomar medidas para reducir el uso de plaguicidas y promover prácticas agrícolas más sostenibles que protejan la agrobiodiversidad (Diez Maria 2021).

3.3 Impacto del uso irracional de bioplaguicidas.

El uso irracional de bioplaguicidas tiene varios impactos negativos en el medio ambiente. Estos impactos pueden incluir la contaminación del suelo, el agua y el aire, así como la disminución de la biodiversidad y la afectación de especies amenazadas y en peligro de extinción. Además, el uso irracional de bioplaguicidas puede tener consecuencias para la salud humana, como la exposición a sustancias tóxicas y el desarrollo de enfermedades relacionadas (PNUD 2021).

El Grupo Técnico Intergubernamental de Suelos, realizó una revisión exhaustiva de las investigaciones científicas sobre los efectos del uso de plaguicidas en las funciones del suelo. Según las pruebas presentadas en este trabajo, se encontró que el rendimiento neto de los agricultores aumentaba cuando aplicaban plaguicidas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos beneficios se compararon generalmente con el uso de cero plaguicidas en lugar de compararlos con el control biológico de las plagas (FAO 2017).

El medio ambiente es rociado cada año a nivel global con 4,6 millones de toneladas de plaguicidas químicos y a nivel mundial, las tierras agrícolas reciben anualmente cerca de 115 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados minerales. Alrededor del 20 por ciento de estos insumos de nitrógeno terminan acumulándose en los suelos y la biomasa (FAO 2022).

Es importante destacar que existen regulaciones y medidas para reducir los riesgos y los efectos del uso de bioplaguicidas en la salud humana. Por ejemplo, en España se ha establecido un marco de acción para lograr un uso sostenible de los productos fitosanitarios, con el objetivo de reducir los riesgos y los efectos en la salud humana y el medio ambiente (BOE 2012).

3.4 Manejo integrado de plagas MIP

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es definido como el conjunto de herramientas que manejadas de manera coordinada y oportuna logra mantener a raya a las poblaciones de plagas, como ser: Malezas, patógenos, insectos plaga, virus, nemátodos y vertebrados, de manera que no provoquen pérdidas de naturaleza económica a nuestros productores agrícolas; es un concepto que tiene más de 60 años (Vivas-Carmona 2017).

El manejo integrado de plagas propone “Mantener el nivel del daño de plagas por debajo del límite económico aceptable, combinando varias formas de manejo”. Las formas de manejo comunes son: control químico, control mecánico, control biológico, control etológico, control del cultivo y otras maneras como vacuna o antibiótico. Aparte de estas prácticas, el pronóstico es un elemento muy importante para el MIP, porque sirve para saber con anterioridad la aparición de enfermedades y plagas, y también se puede optimizar la actividad de los enemigos naturales (Jica 2007).

En Cuba el desarrollo de programas de MIP ha alcanzado una gran popularidad por los altos beneficios económicos y sociales que aportan. Su implementación práctica parte de la aceptación progresiva de técnicos y productores dentro del contexto evolutivo de la base productiva agrícola (Sanidad y Vegetal 2007).

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 (Jiménez 2009).

3.4.1 Importancia del MIP en la agricultura sostenible

El MIP constituye un proceso dinámico que emplea un enfoque basado en sistemas ecológicos y alienta a los usuarios o productores a tomar en cuenta y utilizar toda la gama de las mejores opciones disponibles en materia de control de plagas, incluyendo consideraciones económicas, ambientales y sociales. El MIP se basa en la ecología, en el concepto de ecosistema y en el objetivo de mantener las funciones ecosistémicas. Además, promueve el crecimiento de cultivos sanos, perturbando lo menos posible los ecosistemas agrícolas y fomentando los mecanismos naturales de control de plagas (FAO 2023).

Con la implementación de programas MIP se logra:

- Aplicar un control sostenible de las plagas.
- Reducir los residuos de plaguicidas.
- Mejorar los servicios ecosistémicos.
- Aumentar los niveles de ingresos.
- Reforzar los conocimientos de los agricultores.

3.5 Metodologías importantes dentro del MIP

3.5.1 Control cultural

El manejo cultural en el manejo integrado disminuye las infestaciones mediante prácticas agrícolas adecuadas. Las técnicas culturales son más eficaces cuando los cultivos están sanos. Por ello, el control periódico de los cultivos en el manejo integrado ayuda a abordar el problema de forma temprana y a mitigar las posibles consecuencias negativas futuras (EOSDA 2023).

Algunas prácticas empleadas son:

- Tratamiento del suelo;
- Selección de las plantas adecuadas;
- Rotación de cultivos;
- Cultivo intercalado o en franjas;
- Elección de las fechas de plantación;
- Control de las malas hierbas;
- Uso de plantas trampa.

La siembra de plantas trampa en parches es otra de las técnicas empleadas en el manejo integrado de plagas para intercalar cultivos. Este método de manejo integrado de plagas consiste en atraer a las plagas a determinadas plantas y controlarlas con técnicas químicas o mecánicas. En particular, puede cultivar soja como cultivo trampa para el escarabajo japonés y los rábanos son atractivos para los gusanos de la raíz de la col (EOSDA 2022).

3.5.2 Control mecánico

El control mecánico de las plagas consiste en la remoción y destrucción de los insectos y órganos infestados de las plantas. También se incluye la exclusión de los insectos y otros animales por medio de barreras y otros dispositivos (Sifuentes 2015).

Algunas prácticas empleadas son:

- Eliminación manual
- Temperatura
- Agua
- Barreras
- Trampas

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 del huerto. A veces debe tener cuidado porque algunas orugas le pueden picar con sus espinas y causar dolor e hinchazón. Eso se puede evitar con el uso de guantes plásticos (Jica 2007).

3.5.3 Control biológico

El control biológico se relaciona directamente con la diversidad biológica, es decir, un método natural que resulta de la acción de organismos vivos que tienen la capacidad de reducir las poblaciones de una plaga con la fauna auxiliar del ecosistema. Es especialmente atractivo en situaciones delicadas. Es una tendencia interesante en el MIP, pero hay entornos donde introducir otra especie biológica para controlar una plaga, constituye un riesgo de contaminación adicional (Agricultura 2021).

Algunas prácticas empleadas son:

- Uso de depredadores
- Uso de parásitos
- Uso de parasitoides

El control biológico es una estrategia del Manejo Integrado de Plagas (MIP) que utiliza enemigos naturales, como predadores, parasitoides y patógenos, para reducir las poblaciones de plagas en la agricultura. Estos enemigos naturales pueden consumir y controlar a las plagas de manera efectiva. Esta estrategia es específica para cada plaga y puede ayudar a reducir las pérdidas económicas y minimizar el impacto ambiental de la agricultura en el agua y la salud. Los predadores, que pueden ser insectos u otros animales insectívoros, son especialmente activos y pueden consumir muchos insectos a lo largo de su vida (Orr et al. 2006).

El control biológico en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) utiliza organismos vivos como hongos, bacterias, virus e insectos para reducir la población de plagas que afectan a los cultivos. Los hongos en particular han despertado interés en empresas y organismos de investigación debido a su papel en el control de insectos y enfermedades sin dañar el medio ambiente y la salud. El desarrollo sustentable busca garantizar a las generaciones futuras activos naturales equivalentes a los que las generaciones presentes heredaron. Para lograr la sustentabilidad ambiental, se requieren cambios conductuales en las personas, los consumidores, así como una reorganización completa de las técnicas de cultivo tradicionales (Fernando et al. 2020).

Por ejemplo; varias especies de nematodos entomopatógenos de las familias Steinernematidae (Steinernema) y Heterorhabditidae (Heterorhabditis) han sido utilizadas como agentes de control biológico para combatir insectos plaga del suelo e insectos que habitan en hábitats crípticos en diferentes partes del mundo. Estos nematodos pueden ser producidos fácilmente tanto in vivo como in vitro, y se pueden aplicar utilizando equipos

estándar de aspersión. Son seguros para los seres humanos y otros organismos sin objetivo, no tienen efectos negativos en el medio ambiente y en muchos países no requieren registro para su uso como control biológico de plagas (Palma 2005).

3.5.4 Control químico.

El uso de plaguicidas en el MIP es recomendado cuando ninguna otra herramienta es efectiva y disponible para mantener los niveles de la plaga por debajo del nivel que pueden causar un daño severo e irremediable al cultivo. Cuando se usen plaguicidas se debe tratar de minimizar el riesgo de impacto a enemigos naturales, a las personas y al medio ambiente (Cals 2022).

3.6 Generalidades del cultivo de repollo

3.6.1 Origen

La col es una especie originaria del Mediterráneo, donde encuentra el clima idóneo para su correcto desarrollo. Existen teorías que hablan de ella como la más antigua de las crucíferas, retrasando el nacimiento de su variedad silvestre hasta hace 4.000 ó 4.500 años, tras el descubrimiento del Nuevo Mundo los europeos la introdujeron en América, llegando a ser muy apreciada por los indígenas (Unión Europea 2021).

3.6.2 Clasificación

El repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata L.) 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 importante (Fornaris 2014).

El repollo se cultiva para el aprovechamiento de las hojas internas que conforman la cabeza, que pueden consumirse frescas, cocinadas de diferentes formas o encurtidas. Este cultivo es alto en vitamina C, en hierro, el contenido de glucosinatos ha sido probado como efectivo contra el cáncer principalmente el pulmonar. De igual forma se le atribuyen efectos en la reducción del colesterol sanguíneo (Rizo et al. 2014).

3.6.3 Clasificación taxonómica.

- **Orden:** Capparles
- **Clase:** Dicotiledoneae.
- **Subclase:** Dillenidae.
- **Familia:** Brassicaceae
- **Nombre científico:** *Brassica oleracea*, Var. Capitata (Rizo et al. 2014).

3.6.4 Descripción botánica

Planta perenne de 0,5-1,5 m, glabra, con raíz axonomorfa que puede engrosarse en algunas variedades. Hojas grandes, carnosas y glaucas, con los nervios prominentes. Las basales pecioladas, liradas, con 1-2 segmentos laterales y el terminal mucho mayor. Flores amarillas, con los sépalos erectos, agrupadas en racimos. Las flores abiertas sobrepasan a los botones florales del extremo del racimo. Fruto en silícula con rostro (Aizpuru, 2002).

3.6.5 Requerimientos agroclimáticos del repollo

El rango óptimo de temperatura para el desarrollo del repollo está entre 15 y 18 °C (59 y 65 °F). Arriba de 25 °C (77 °F) el desarrollo del repollo es lento, mientras que la temperatura mínima es de 0 °C (32 °F). La temperatura mínima del suelo para la germinación de la semilla es de 5 °C y la máxima es de 35 °C. Plantas jóvenes con 6 mm de diámetro pueden tolerar

temperaturas frías y cálidas al igual que las plantas adultas; es tolerante tanto como en las temperaturas altas y bajas, así mismo el repollo se adapta a suelos de tipo limoarenosos a limo arcillosos y es ligeramente tolerante a pH ácidos del rango de 6 a 6.5. El repollo desarrolla bien en suelos moderadamente pesados (Sandoval 2016).

3.7 Generalidades de *Plutella xylostella*

Plutella xylostella es el nombre científico de la palomilla de dorso de diamante, una especie de polilla perteneciente a la familia Plutellidae. Es una plaga importante en los cultivos de crucíferas, como el repollo, la coliflor y el brócoli, las larvas de *Plutella xylostella* se alimentan del tejido foliar, dejando agujeros y causando defoliación, Esto puede afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas, reduciendo la calidad y el rendimiento de los cultivos (Smith 2019).

3.7.1 Clasificación taxonómica de *Plutella xylostella*

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Artrópodos
- **Clase:** Insecta
- **Orden:** Lepidópteros
- **Superfamilia:** Yponomeutoidea
- **Familia:** Plutellidae
- **Género:** *Plutella*
- **Especie:** *xylostella* (Urra 2020).

3.7.2 Ciclo de vida y biología de *Plutella xylostella*

1. **Huevo:** Los huevos de la *Plutella xylostella* son ovalados y aplanados. Al principio, son de color amarillo o verde claro y luego se vuelven más oscuros. Se depositan solos o en pequeños grupos de 2 a 10 huevos en las hojas, preferentemente en depresiones y, rara vez, en tallos o pecíolos (Koppert 2023).
2. **Larvas:** pasa por cuatro estadios larvarios que miden de 2 a 10 milímetros. Son de color verde claro y tienen un par de pseudópodos (falsas patas) que forman una división característica en forma de V en el último segmento del abdomen. Los primeros dos instares se comportan como minadores, mientras que las L3 y L4 hacen agujeros en el follaje, dejando a menudo solamente la epidermis del haz de las hojas (Agrisolver 2019).
3. **Pupas:** Las pupas son inicialmente de color verde pasando por blanco y llegando a un castaño oscuro. Esta se ubica al interior de un capullo de trama blanca que la larva teje. Las pupas se encuentran preferentemente en el envés de hojas y tallos, aunque también se pueden observar por el haz. La duración promedio de este estado a 15°C es de once días (Olivares P et al. 2017).
4. **Adulto:** Una vez que la pupa ha completado su desarrollo, emerge como un adulto. El adulto de *Plutella xylostella* es una polilla de tamaño pequeño, con alas de color grisáceo y un patrón de manchas en forma de diamante en su dorso, de ahí su nombre común. Los adultos son nocturnos y se alimentan del néctar de las flores. La vida adulta de *Plutella xylostella* es relativamente corta, generalmente de 5 a 14 días (Burta 2018).

3.7.3 Biología del insecto.

Plutella xylostella tiene una biología adaptada para sobrevivir y reproducirse en cultivos de crucíferas. Las hembras depositan sus huevos en las hojas de las plantas hospederas, y las larvas se alimentan de estas hojas, causando daños a los cultivos. La capacidad de reproducción y el ciclo de vida de *Plutella xylostella* están influenciados por factores

ambientales como la temperatura y la disponibilidad de alimentos. Por ejemplo, se ha observado que la duración del ciclo de vida de *Plutella xylostella* disminuye a medida que aumenta la temperatura (Ferreira Toledo 2021).

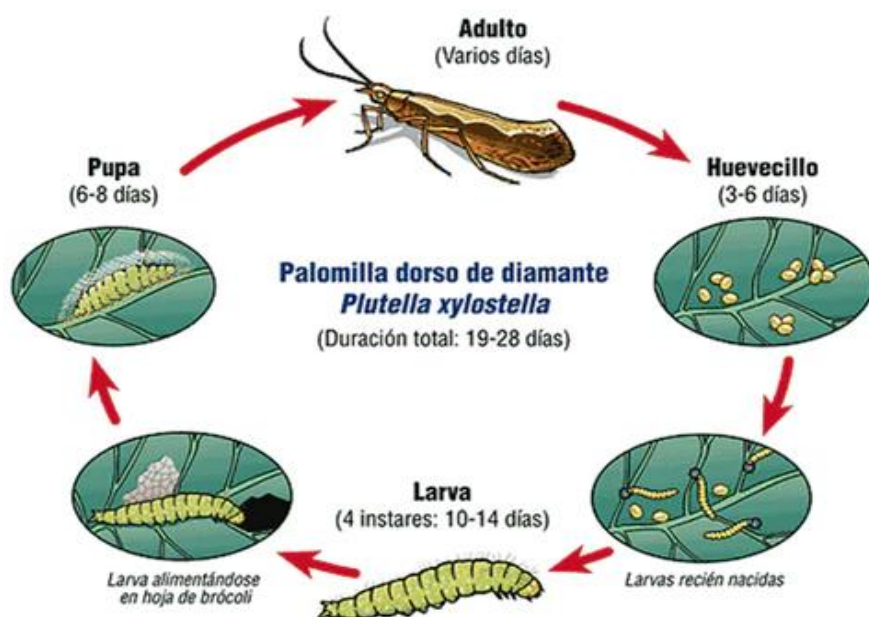


Figura 1 Ciclo biológico en días de la palomilla dorso de diamante (Proain 2020)

3.8 Bioplaguicidas como alternativa sostenible para el manejo de plagas

Los bioplaguicidas son productos que se utilizan en el manejo integrado de plagas insectiles y enfermedades de los cultivos, cuyo mecanismo de acción se basa en procesos naturales. Sin embargo, no es fácil establecer un consenso en su definición ya que resulta difícil matizar el concepto de natural, y porque dicha definición está sometida a influencias de tipo regulatorio y de percepción, por lo tanto los bioplaguicidas presentan grandes expectativas como herramientas en los programas de protección integrada de los cultivos, y que sin duda contribuirán en el futuro a afrontar los nuevos retos que la Sanidad Vegetal tiene planteados debido a la globalización de los mercados, y a nuevas plagas y enfermedades que afectan a la productividad de los cultivos (Montesinos 2011).

El desarrollo de nuevos productos para la protección y nutrición vegetal elaborados a base de microorganismos como bacterias, algas, protozoos, virus y hongos, sustancias naturales como feromonas o semi-químicos, macroorganismos e invertebrados como insectos y nematodos, así como extractos botánicos. Este tipo de productos, a veces denominados Bioplaguicidas o Biofertilizantes, o Bioestimulantes según su funcionalidad, están siendo cada vez más utilizados en la agricultura mundial como complemento o alternativa al uso de los plaguicidas tradicionales (FAO 2019).

La Guanábana es una planta de la familia de las anonáceas que ha sido ampliamente estudiada. Por sus compuestos, las acetogeninas son de especial interés debido a su comprobada actividad biológica. También están compuestas por un grupo que contiene γ -lactónico α , β -insaturado o saturado, así como uno, dos o tres anillos tetrahidrofuránicos en una cadena alquílica larga. En particular, las acetogeninas han mostrado tener una fuerte actividad ovicida y larvicida en el ámbito de los bioplaguicidas. Se ha observado que aquellas acetogeninas que contienen el anillo γ -lactónico α , β -insaturado presentan mejores resultados en términos de actividad bioplaguicida en comparación con las acetogeninas saturadas (Universitario 2016).

Los bioplaguicidas a base de semillas de guanábana suelen tener períodos de carencia cortos o incluso inexistentes, lo que significa que se pueden aplicar hasta el momento de la cosecha sin preocupación por residuos químicos (Jiménez 2016).

3.8.1 Importancia de su uso

El uso de bioplaguicidas se plantea como una alternativa viable y sostenible para el control de plagas en los cultivos, debido a que estos bioproductos no dejan residuos tóxicos y por lo general son específicos hacia su blanco biológico, reduciendo el riesgo de desarrollar de resistencia en las plagas. La incorporación de bioplaguicidas a un programa integrado de

manejos de plagas disminuye la necesidad de empleo de plaguicidas sintéticos, y no afecta el rendimiento del cultivo (Bautista et al. 2018).

Los bioplaguicidas son eficaces en el control de plagas agrícolas, sin causar daños graves al ambiente o empeorar la contaminación del medio ambiente. 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. El desarrollo de nuevos bioplaguicidas estimula la modernización de la agricultura y sin duda, va a reemplazar gradualmente a una cantidad de los plaguicidas químicos (Pérez *et al.* 2017)

En la agricultura convencional se utilizan insecticidas químicos para el control de plagas, estos dejan daños irreversibles al medio ambiente y a la salud humana por ello se buscan otras alternativas como el uso de agentes biológicos (Ayala *et al.* 2021).

La disminución del rendimiento debido a las plagas alcanza entre un 20-30% en la mayoría de los cultivos, a pesar del incremento substancial en el uso de plaguicidas (cerca de 500 mil de toneladas de ingrediente activo a nivel mundial) esto es un síntoma de la crisis ambiental que afecta a la agricultura. Por otro lado, 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 (Gutiérrez *et al.* 2017).

3.8.2 Ventajas de su uso.

Son de origen natural con baja o ninguna toxicidad intrínseca y el que no afecten la biodiversidad por carecer de los efectos biocidas de los plaguicidas químicos.

A diferencia de los compuestos sintéticos, la aplicación de bioplaguicidas no elimina completamente las poblaciones de plaga ya que actúan como reguladores de las dinámicas poblacionales, evitando que éstas rebasen el umbral de daño económico.

Los bioplaguicidas es la sustentabilidad de su reproducción a largo plazo ya que se basan en recursos naturales renovables (macro y micro-organismos), mientras que la producción de los productos químicos depende de fuentes de energía derivadas de recursos no-renovables (García de León y Mier 2010).

IV MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del sitio experimental.

El experimento se llevó a cabo en los predios de la estación experimental Raúl Rene Valle de la Universidad Nacional de Agricultura, la cual estaba ubicada en el Barrio El Espino en Catacamas, Olancho. La ciudad de Catacamas está situada entre los (14°; 54', 04'') de latitud norte y (85°; 55', 31'') del meridiano de Greenwich. La zona presenta una altitud de 450 msnm, una temperatura media anual de 24.2 °C y una precipitación aproximada de 845 mm.

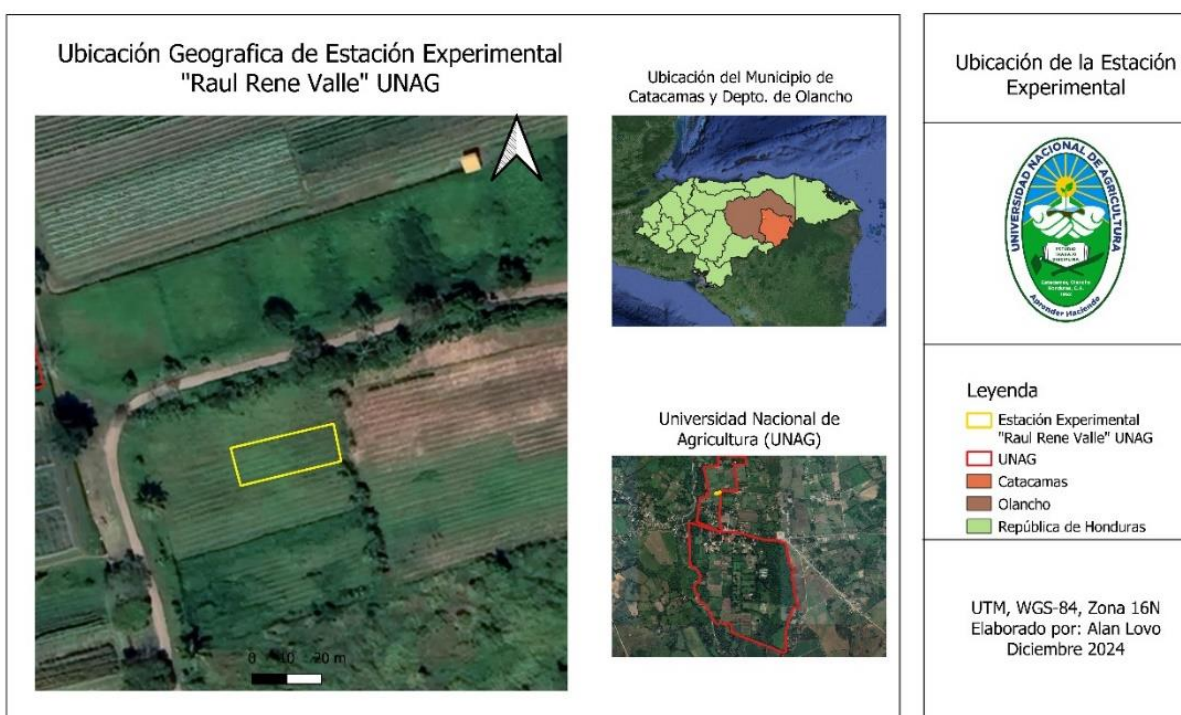


Figura 2 Mapa de ubicación geográfica del sitio de estudio.

4.2 Materiales y Equipo.

Se emplearon los siguientes materiales: machete, azadón, rastrillos, estacas, cabuya, cinta métrica, cinta de riego, bomba de mochila, semilla de repollo (Bravo F1), lupa, balanza, calculadora y libreta de campo. De igual manera, se hizo uso del equipo necesario para la recolección de datos de campo.

4.3 Manejo del experimento.

Se seleccionó la parcela donde se estableció el ensayo a realizar. Se realizó una limpieza de forma manual con azadón y machete. Se hizo un pase de rastra y luego se levantaron camas para realizar el trasplante definitivo. La producción de las plántulas se llevó a cabo en bandejas y se regaron en horas de la mañana, esto para evitar que el sustrato de la bandeja se secase y evitar la pérdida de plántulas. La variedad de repollo que se utilizó fue Bravo F1.

4.3.1 Trasplante al campo definitivo.

El trasplante se realizó con una distancia de siembra de 0.4 m entre planta y 0.90 m entre hileras. En el ensayo se sembraron un total de 672 plantas, y el trasplante se realizó en horas de la tarde para evitar las altas temperaturas del día. Se efectuó un riego profundo sin llegar a encharcamientos, con el fin de evitar problemas radiculares en la planta por exceso de humedad.

4.3.2 Riego y fertilización.

Se instaló el sistema de riego por goteo para lograr un riego uniforme, con el fin de que la humedad prevaleciera en el cultivo, ya que el experimento se realizó en época de verano. Se tuvo en cuenta que era una gran ventaja utilizar este sistema de riego debido a la menor

propagación de plagas, mientras que, si se hubiera utilizado un sistema de riego por aspersión, habría existido una mayor probabilidad de propagación de plagas. El riego se llevó a cabo durante 40 minutos a 1 hora aproximadamente por la mañana o por la tarde. Para la fertilización, se aplicó urea, que contiene nitrógeno (N), fraccionada en dos aplicaciones durante el semillero, con la mitad en el trasplante y el resto de las aplicaciones realizadas cada 3 días vía drench. El fósforo se aplicó en forma de 18-46-0 y también se utilizó sulfato de magnesio, todo durante la siembra, además de KCl. En cuanto a las cantidades, se siguieron las recomendaciones de los técnicos de la sección de hortalizas de la UNAG.

4.3.3 Control de malezas.

El control de malezas se realizó de forma manual, evitando el uso de herbicidas, y se mantuvo limpio hasta la cosecha. Se llevaron a cabo limpiezas durante la semana debido al tamaño de las plantas de repollo. Después del trasplante, se aprovecharon las labores de aporque para realizar las limpiezas necesarias.

4.3.4 Cosecha.

La cosecha se llevó a cabo cuando la cabeza alcanzó la combinación deseada en cuanto a su tamaño y firmeza, de acuerdo con el material genético. El punto ideal se determinó por su tamaño y apariencia; cuando el repollo alcanzó un tamaño adecuado y sus hojas exteriores se veían bien formadas, generalmente fue un indicador de que estaba listo para la cosecha y su peso fue un indicador de que ya era época de cosecha.

4.4 Tratamientos y diseño experimental.

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

Bioplaguicida a base de semillas de guanábana.

B1 T7 (tiempo de aplicación cada 7 días)

B1 T9 (tiempo de aplicación cada 9 días)

B1 T11 (tiempo de aplicación cada 11 días)

B1 T13 (tiempo de aplicación cada 13 días)

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

B2 T7 (tiempo de aplicación cada 7 días)

B2 T9 (tiempo de aplicación cada 9 días)

B2 T11 (tiempo de aplicación cada 11 días)

B2 T14 (tiempo de aplicación cada 13 días)

T testigo absoluto (sin aplicación)

Se utilizó un diseño experimental factorial, el cual permitió la combinación de los dos factores. El factor A correspondió a las cuatro frecuencias de aplicación para cada bioplaguicida: cada 7, 9, 11, 13 días. El factor B correspondió a los dos bioplaguicidas, uno a base de semillas de guanábana y el otro a base de ajo, chile, cebolla y detergente.

4.5 Establecimiento del ensayo de campo.

Cada parcela experimental consistió en una cama de dos surcos de repollo, se usaron 14 plantas por parcela, conteniendo 7 plantas en cada surco. Con ello, se tuvo un total de 672 plantas en el experimento. Se emplearon cuatro repeticiones, en las cuales cada cama estuvo dividida en 12 parcelas experimentales, teniendo un total de 48 parcelas experimentales. Las camas estuvieron distanciadas 1.50 m de centro a centro y la distancia entre surcos al interior de cada cama fue de 1 m. El distanciamiento utilizado entre cada planta fue de 0.40 cm.

BI	B2T9	T	B2T7	B1T9	B1T7	T	B1T13	B1T11	B2T11	T	B2T13	T
BII	T	B2T9	T	B1T9	T	B1T11	B2T7	T	B1T13	B2T13	B1T7	B2T11
BIII	T	B2T13	B2T7	T	B2T11	T	B1T9	B2T9	T	B1T11	B1T7	B1T13
BIV	B1T7	T	B1T9	B2T13	T	B2T9	B1T11	T	B2T11	B1T13	B2T7	T

34 m

1m

Figura 3 Distribución de los tratamientos en campo.

B1: Bioplaguicida a base de semillas de guanábana.

B2: Bioplaguicida a base de chile, ajo, cebolla y detergente.

T7: Tiempos de aplicación.

T: Testigo absoluto.

4.6 Preparación de los bioplaguicidas.

4.6.1 Bioplaguicida a base de semillas de guanábana

Para la elaboración del bioplaguicida a base de semillas de guanábana, se recolectaron frutos y fueron transportados al Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Agricultura, donde se desinfectaron y procesaron en condiciones controladas para evitar su degradación. Se utilizó 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, fue necesario utilizar 100 g de endospermo, 500 ml de etanol y 100 ml de agua destilada. Se aplicaron 5 ml de extracto por cada litro de agua (Álvarez *et al.*, 2002).

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 dejados reposar por 24 horas. La dosis de aplicación fue de 1 litro de solución por bomba de 20 litros (Jiménez y Gómez, 2011).

Tabla 1 Descripción de los bio-insecticidas utilizados en el estudio.

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
Extracto de semillas de guanábana	Acetogeninas	Por cada litro de agua, se aplicó 8 ml para tratamientos con menor frecuencia y para el resto 12ml, aplicados para cada siete, nueve, once y trece días.
Chile + ajo + cebolla + detergente	Capsaisina + alicina+ surfactante	50 ml por cada litro de agua, aplicados cada siete, nueve, once y trece días.

4.7 Variables evaluadas

Se evaluaron 14 plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental para tomar datos de las variables que fueron propuestas en el proyecto de investigación.

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

Se inició el conteo del número de larvas y huevos presentes en las plantas el día previo a la primera aplicación de los tratamientos. Luego, un día después de cada aplicación de los tratamientos, nuevamente se determinó el número de larvas vivas y masas de huevos de *Plutella xylostella* presentes en cada una de las parcelas establecidas dentro del experimento. Los muestreos comenzaron siete días después del establecimiento del cultivo.

Tabla 2. Método de muestreo de la cantidad de larvas de *Plutella xylostella* presentes en el cultivo.

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Extracto de Semilla de Guanábana	*	*	*	*	*	CL	AI	CL	AI	CL	AI	CL	AI	CL
Chile + Ajo + Cebolla + Detergente	*	*	*	*	*	CL	AI	CL	AI	CL	AI	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 propuso tomarlo al momento de efectuar la cosecha, en la cual se contabilizaría el total de cabezas producidas por cada una de las unidades experimentales, y se separarían las cabezas de repollo sin daño de las que tuvieran daño. A su vez, se registraría el peso del total de las cabezas del lote de producción y el peso promedio por cabeza, para su uso en el análisis de relación beneficio-costeo.

4.7.3 Porcentaje de daño foliar al momento de la cosecha.

Para verificar el nivel de daño foliar para cada uno de los tratamientos, se propuso utilizar las cinco hojas envoltantes de cada una de las cabezas de repollo, basándose en la escala de daño por defoliación.

1. Sin daño aparente de insectos
2. Con ataque menor de insectos en hojas envoltantes (0-1% de la hoja dañada)
3. Con ataque moderado de insectos en hojas envoltantes, pero sin daño en la cabeza (2-5% de la hoja dañada)
4. Con ataque moderado de insectos en hojas envoltantes, y ataque menor en la cabeza (6-10% de la hoja dañada)
5. Moderado a fuerte ataque en las hojas envoltantes y en las hojas de la cabeza (11-30% de las hojas dañadas)
6. Considerable ataque de insectos en las hojas envoltantes y en las hojas de la cabeza, presentando numerosas raspaduras en la cabeza (más del 30% de las hojas dañadas)

4.7.4 Relación beneficio /costo

Se propuso elaborar un presupuesto parcial en el que se detallarían los beneficios netos por concepto de producción de repollo y los costos totales por cada tratamiento evaluado. Estos resultados se usarían para aplicar la fórmula de la relación beneficio-costos y, con ello, determinar la rentabilidad de los tratamientos, seleccionando el tratamiento que resultara más rentable y eficiente.

$$Relacion \frac{B}{C} = \frac{Beneficios \text{ totales}}{Costos \text{ totales}}$$

4.8 Costo de los tratamientos

El precio de los tratamientos está determinado por diversos factores, entre los que se incluye el tipo de bioplaguicida, ya que su costo varía según el ingrediente o componente biológico empleado en su formulación. Algunos bioplaguicidas presentan costos de producción más elevados debido a la obtención de ingredientes específicos o sustancias activas requeridas en su fabricación. Además, la escala de producción también incide en su costo, ya que este puede fluctuar dependiendo de la cantidad producida. Para determinar los costos por tratamiento, se realizó un cálculo que suma el costo total de los ingredientes activos utilizados en cada caso.

Más la mano de obra necesaria para aplicarlos (recuerde que esto es porque es un número diferente de aplicaciones por bioplaguicida)

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la ejecución del experimento en campo se presentaron una serie de factores externos e imprevistos que influyeron de manera significativa en el crecimiento y desarrollo del cultivo, lo cual incidió de manera directa en los resultados esperados, específicamente porque no se logró llegar a la etapa de cosecha del cultivo.

El experimento inició bien, las plantas se estaban desarrollando con normalidad y los muestreos de la plaga se estaban realizando conforme a lo planificado. Sin embargo, un poco más de un mes después del trasplante se dieron condiciones climáticas extremas y elementos biológicos no controlables, lo cual imposibilitó la toma de datos para las variables de rendimiento. Estos imprevistos resaltan la importancia de considerar las condiciones climáticas como un factor crítico en este y otros estudios similares. Según Funes Aguilar (2015) y Fereres (2018), el cambio climático ha aumentado la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos, los cuales afectan directamente el desarrollo y la calidad del cultivo de repollo, debido al incremento de las temperaturas y humedad, lo cual ha provocado un aumento en plagas como *Plutella xylostella*, otros insectos como *spodoptera exigua* y *Pieris brassicae* relacionados y enfermedades fúngicas que diezman los cultivos, reduciendo considerablemente los rendimientos en las áreas más vulnerables.

La incidencia de plagas como *Spodoptera exigua* y *Pieris brassicae* generaron daños significativos durante el experimento, los cuales afectaron gravemente el desarrollo del cultivo de repollo. Estas plagas provocaron la pérdida de la formación de la cabeza del repollo, registrándose un promedio de hasta ocho gusanos bien desarrollados por planta. Este nivel de infestación ocasionó daños severos en el área foliar de las plantas (ver Anexo 1).

Durante el desarrollo del cultivo, a los 35 días después del trasplante se presentaron problemas relacionados con la alta humedad en el suelo, atribuibles a las precipitaciones excesivas registradas durante el ciclo productivo. En el mes de junio se registró un promedio de 8.74 mm/día y para el mes de julio se registró un promedio de 6.84 mm/día. Estas condiciones provocaron un incremento en el nivel de saturación del suelo, dificultando la aireación y generando un ambiente desfavorable para el desarrollo radicular. Villanueva (2016), menciona que las lluvias excesivas dejan como resultado enfermedades foliares y pudrición radicular, lo que genera pérdidas económicas significativas para los productores. Como consecuencia, se observaron síntomas de estrés en las plantas, incluyendo un crecimiento reducido, amarillamiento de las hojas y falta de formación de cabeza. La humedad excesiva favorece la aparición de enfermedades radiculares, como la pudrición causada por hongos patógenos, complicando aún más el manejo fitosanitario del cultivo.

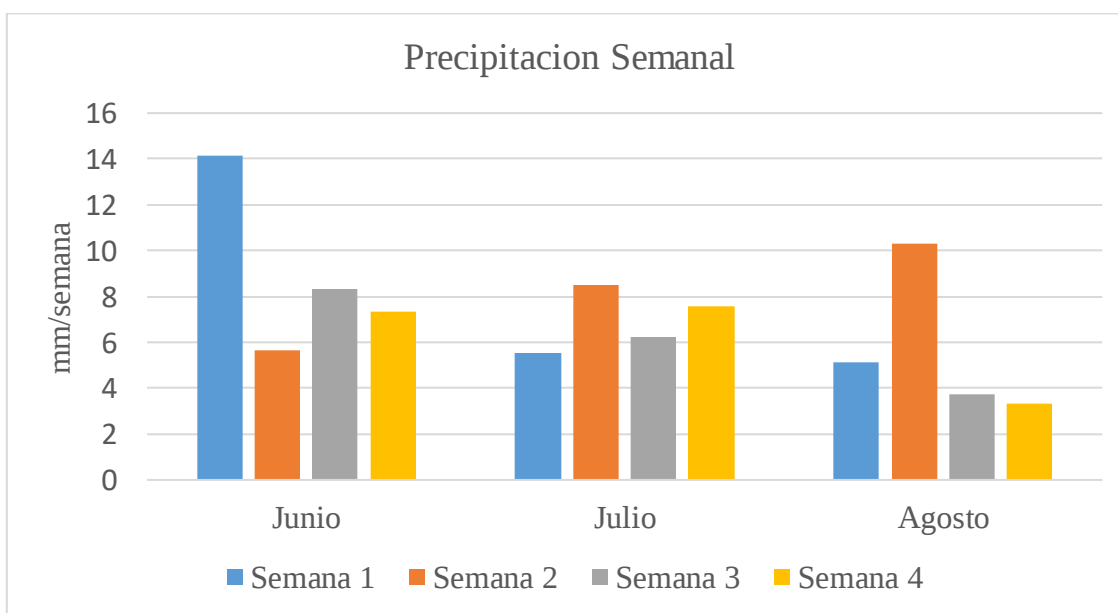


Figura 4 Precipitación semanal en el período en que se realizó el estudio

Según estudio realizado por Dolores (2023), 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. Se observa el aumento de la precipitación (mm/día) entre ese estudio de 2023 y este en 2024.

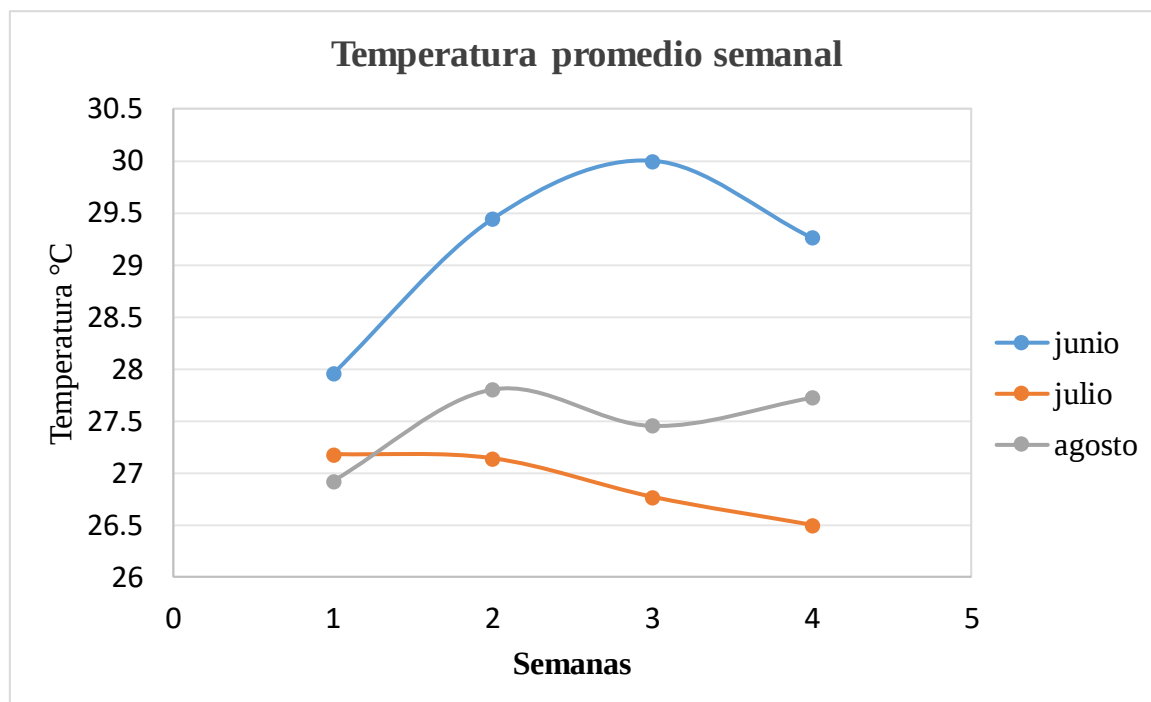


Figura 5 temperatura promedio semanal 2024

La temperatura durante la etapa de desarrollo de cultivo osciló entre los 26.92 hasta los 30 grados Celsius. Menciona Wang (2001) en su estudio, que las larvas de *Plutella xylostella* tienden a completar su ciclo de vida más rápido en temperaturas de 20 a 25°C, lo cual aumenta las infestaciones de dicha plaga en el cultivo de repollo. De acuerdo con Zhu *et al.* (2024), las temperaturas extremas pueden afectar de manera diferencial las etapas larvales y adultas de *P. xylostella*, donde las larvas son más susceptibles a temperaturas extremadamente altas mayores a 35°C. Por otro lado Marchioro y Foerster (2011) en su estudio denotan que el rango óptimo para el desarrollo de la plaga es de 25 a 30 °C, lo cual concuerda con los promedios registrados durante las semanas de desarrollo del cultivo y la toma de datos en campo.

5.1 Variables evaluadas

5.2 Número de larvas vivas

Luego del trasplante al campo definitivo, a los siete días se inició con los muestreos, los cuales se realizaron de ahí en adelante cada 7, 9, 11 y 13 días. Este período inicial permitió el establecimiento de las plantas y también de las poblaciones de la plaga.

5.2.1 Número de larvas vivas de *P. xylostella* en fase I

En zonas con lluvias fuertes, las poblaciones de larvas tienden a disminuir significativamente (Cerquín 2019). Según el estudio de Del Solar (2023) realizado durante altas precipitaciones, las larvas experimentaron una disminución significativa, debido al arrastre físico de las larvas y huevos hacia el suelo. Sin embargo, las lluvias moderadas pueden crear un microclima favorable que prolonga la permanencia de la plaga en la planta (Barrueta *et al.* 2017).

Durante la fase inicial del experimento, los análisis estadísticos mostraron un coeficiente de variación (CV) elevado (ver Anexo 2), alcanzando un 96.28%, lo cual indica una alta variabilidad relativa en los datos analizados. Este elevado CV se atribuye a la baja incidencia de la plaga insectil en esta etapa, con un promedio de apenas 0.42 larvas por planta. Estos resultados reflejan una actividad limitada de la plaga en las condiciones evaluadas durante la fase inicial.

Basado en los resultados (ver figura 3), el tratamiento con extracto de guanábana mostró consistentemente el mayor porcentaje de reducción de larvas de *Plutella xylostella* en todos los tiempos de aplicación evaluados. El mayor nivel de efectividad se registró a los 11 días, alcanzando un 59.28% de reducción. En cambio, el bioplaguicida a base de ajo presentó su mayor efectividad a los siete días de aplicación con un 45.34%, el testigo fue el menos efectivo, con porcentajes que oscilaron entre 0% y 31.25%.

Estos resultados evidencian la superioridad del extracto de guanábana como opción de control biológico, particularmente en comparación con el tratamiento a base de ajo y el grupo testigo, que no recibió ningún tipo de aplicación."

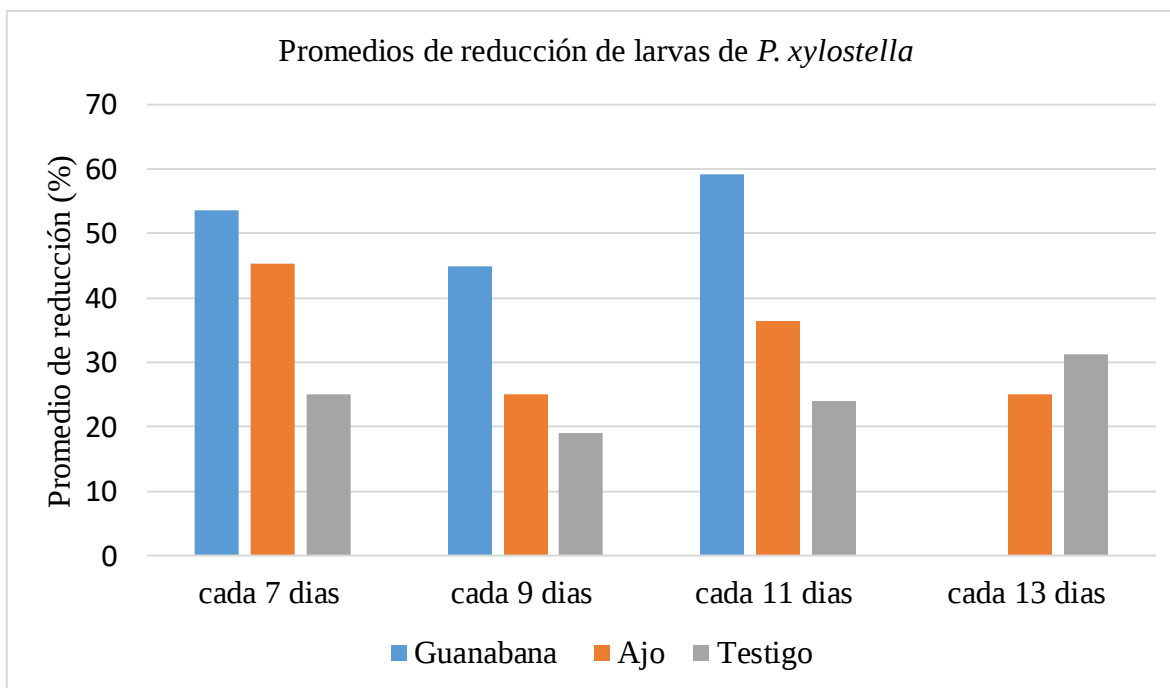


Figura 6 Promedios de reducción de larvas de *P. xylostella*

5.2.2 Número de larvas vivas de *P. xylostella* en fase II

Según el análisis de varianza (ANOVA) realizado el modelo general es altamente significativo ($p < 0.0001$), lo cual confirma que al menos uno de los factores evaluados o su interacción tiene un efecto significativo sobre la variable de respuesta, reducción de larvas. Sin embargo, el análisis individual de los factores mostró que el factor A (frecuencias de aplicación) no presentó un efecto estadísticamente significativo ($p = 0.3950$), mientras que el factor B (biplaguicidas) sí tuvo un efecto altamente significativo sobre la reducción de larvas ($p < 0.0001$). Asimismo, la interacción entre ambos factores (Frecuencias*Bioplaguicidas) no resultó significativa ($p = 0.7628$), lo que indica la ausencia de una interacción relevante entre estos factores en relación con la variable de interés. El coeficiente de variación (CV) calculado fue de 22.26%, lo que sugiere una variabilidad

moderada dentro de los tratamientos, considerada aceptable, y que refuerza la confiabilidad y robustez de los resultados experimentales obtenidos, ver (Anexo 3)

De acuerdo con los resultados (ver figura 4), el tratamiento con ajo alcanzó los mayores porcentajes de reducción de larvas de *Plutella xylostella* en todas las frecuencias evaluadas, destacándose especialmente a los once días con un 44.24% de reducción. Por otro lado, el tratamiento con guanábana también demostró una efectividad considerable, con porcentajes que oscilaron entre 37.16% (a los siete días) y 38.48% (a los once días), mostrando una reducción constante y efectiva a lo largo de los tiempos de aplicación. En cambio, el testigo absoluto mostró los menores porcentajes de reducción en todos los tiempos de aplicación, con valores que oscilaron entre el 15.8% (a los siete días) y el 20.28% (a los 13 días).

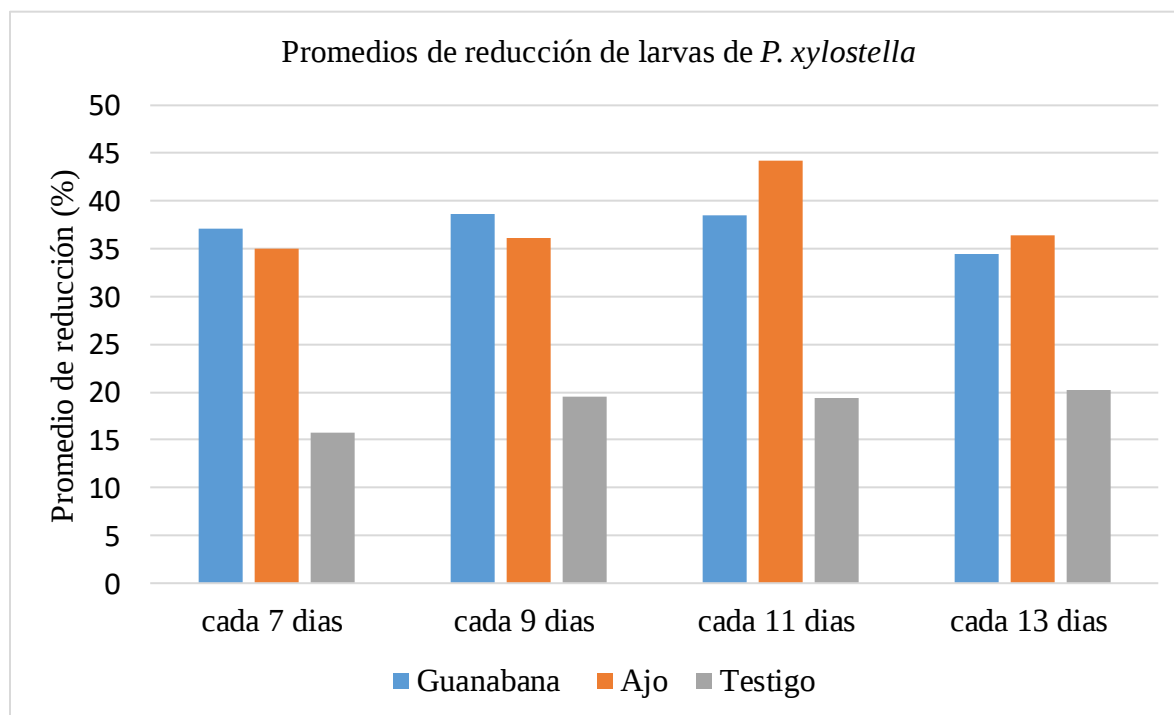


Figura 7 Promedios de reducción de larvas de *P. xylostella*

5.2.3 Número de larvas vivas de *P. xylostella* en fase III

Según el análisis de varianza (ANOVA), (Anexo 4), tanto el Factor A ($p = 0.0146$) como el Factor B (biplaguicidas) ($p < 0.0001$) tienen efectos significativos sobre la reducción de larvas de *Plutella xylostella*. Sin embargo, la interacción entre ambos factores no resultó significativa ($p = 0.9894$), indicando que sus efectos son independientes. El Factor B mostró un mayor impacto, destacándose el nivel 3 con la mayor reducción, mientras que, para el Factor A, el nivel 4 fue el más efectivo. El coeficiente de variación (CV) de 25.71% refleja una variabilidad moderada, validando la confiabilidad de los resultados. Estos hallazgos confirman la relevancia del Factor B (biplaguicidas) como principal determinante en la reducción de larvas, con un efecto adicional significativo del Factor A.

De acuerdo con los resultados presentados en la figura 5, el tratamiento con guanábana alcanzó el mayor porcentaje de reducción de larvas de *Plutella xylostella* a los siete días con un 40.8%, superando al tratamiento con ajo, que obtuvo un 37.05% en el mismo tiempo de aplicación. Sin embargo, en los días posteriores, el tratamiento con ajo mostró una efectividad consistente y comparable, alcanzando su punto más alto a los once días con un 33.02%. Por otro lado, el testigo presentó los porcentajes más bajos de reducción en todos los tiempos de aplicación evaluados, con valores que oscilaron entre el 16.38% (a los 13 días) y el 21.53% (a los siete días).

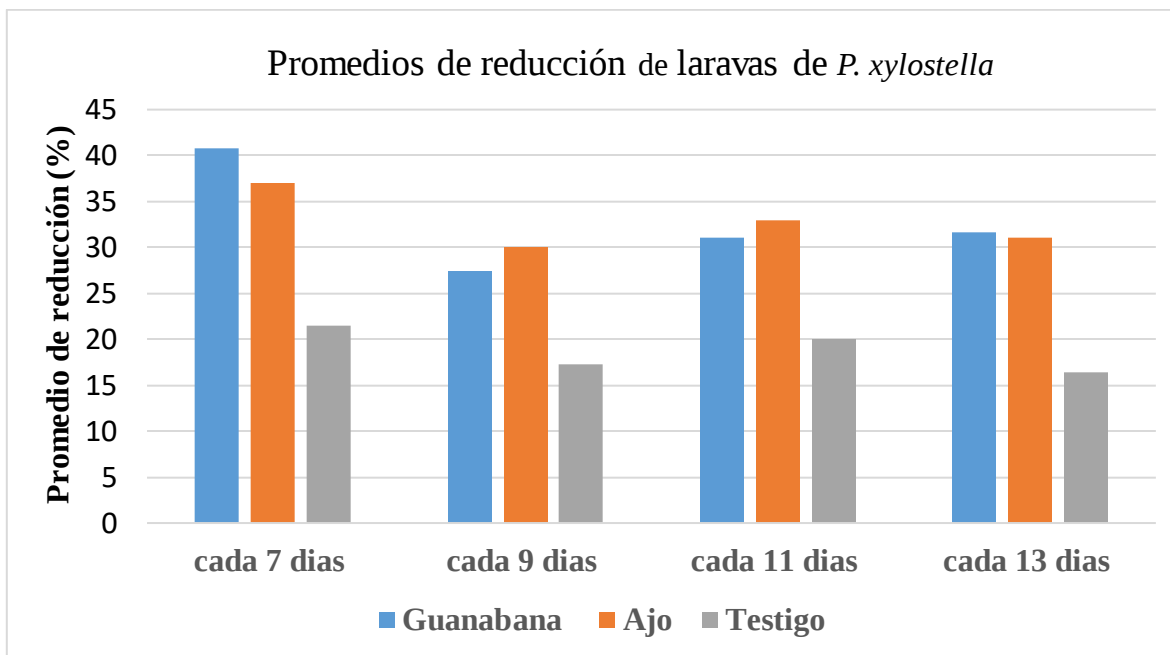


Figura 8 Promedios de reducción de *P. xylostella*

5.3 Masas de huevos de *Plutella xylostella*

Esta variable fue evaluada durante el crecimiento del cultivo, dividida en tres fases que son, fase inicial, fase media y fase final. Sí, pero debe decir que significa cada una. Puede ser en términos de días después del trasplante. Esto también es válido para a la variable anterior.

5.3.1 Masas de huevos en fase I: etapa inicial

quede acuerdo con los resultados, la frecuencia de aplicación de los bioplaguicidas tuvo un efecto significativo en la reducción de masas de huevo ($p < 0.0001$), mientras que el tipo de bioplaguicida no presentó diferencias estadísticamente relevantes ($p = 0.1355$) (Anexo 5). No se detectó interacción significativa entre ambos factores ($p = 0.211$), indicando que la frecuencia de aplicación es independiente del bioplaguicida utilizado. Las aplicaciones cada siete días fueron las más efectivas, mientras que las menos frecuentes (cada trece días) resultaron menos eficaces. Los bioplaguicidas de guanábana y ajo mostraron un desempeño similar y superior al testigo absoluto, que tuvo la mayor cantidad de masas de huevo.

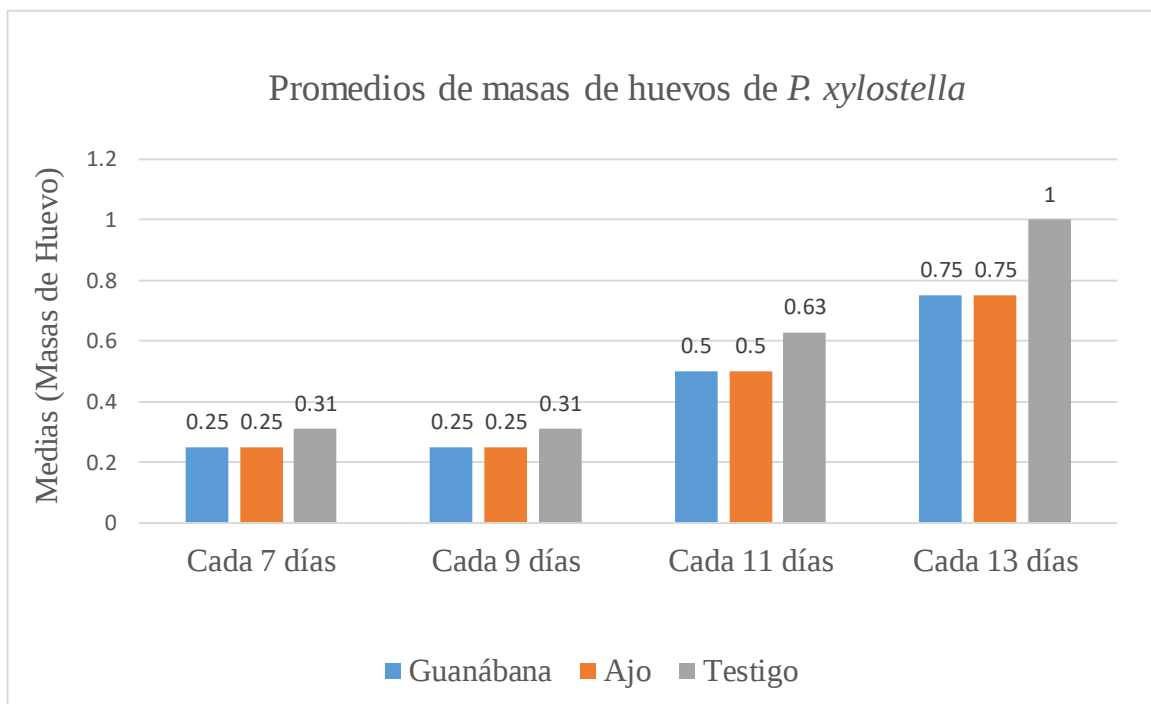


Figura 9 Promedios de masas de huevos de *P. xylostella* por planta

5.3.2 Masa de huevos en fase II: etapa media

La interpretación del análisis muestra que tanto las frecuencias de aplicación como los bioplaguicidas tienen un efecto significativo en las masas de huevos, mientras que no se detectó una interacción relevante entre ambos factores (Anexo 6). Las aplicaciones más frecuentes, cada siete y nueve días, demostraron ser significativamente más efectivas, mientras que las aplicaciones menos frecuentes, cada 11 y 13 días, fueron menos eficientes. En cuanto a los bioplaguicidas, el tratamiento con guanábana fue el más efectivo, seguido por el ajo, y el testigo absoluto presentó el menor impacto. Aunque no hubo interacción significativa, las combinaciones más favorables fueron las aplicaciones más frecuentes junto con el bioplaguicida de guanábana (Anexo 5).

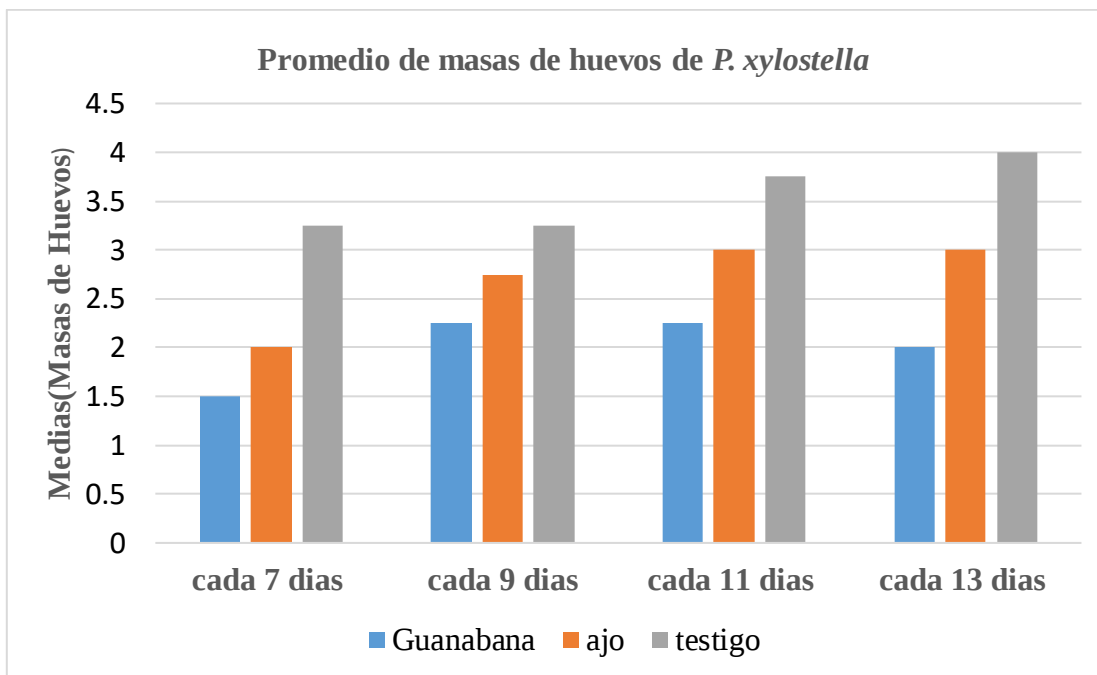


Figura 10 Promedios de masas de huevos de *P. xylostella*

5.3.3 Masas de huevos en fase III: etapa final

El análisis mostró que tanto las frecuencias de aplicación como los bioplaguicidas tienen un efecto significativo en la cantidad de masas de los huevos (Anexo 7), mientras que la interacción entre ambos factores no es relevante. Las aplicaciones más frecuentes, como cada siete días, demostraron ser las más efectivas, seguidas por las realizadas cada nueve días, mientras que las aplicaciones menos frecuentes (cada 11 y 13 días) fueron considerablemente menos eficientes. En cuanto a los bioplaguicidas, el tratamiento con guanábana fue el más efectivo, seguido por el ajo, mientras que el testigo absoluto presentó el menor impacto. Aunque la interacción no fue significativa, las mejores combinaciones correspondieron al bioplaguicida de guanábana aplicado cada siete días.

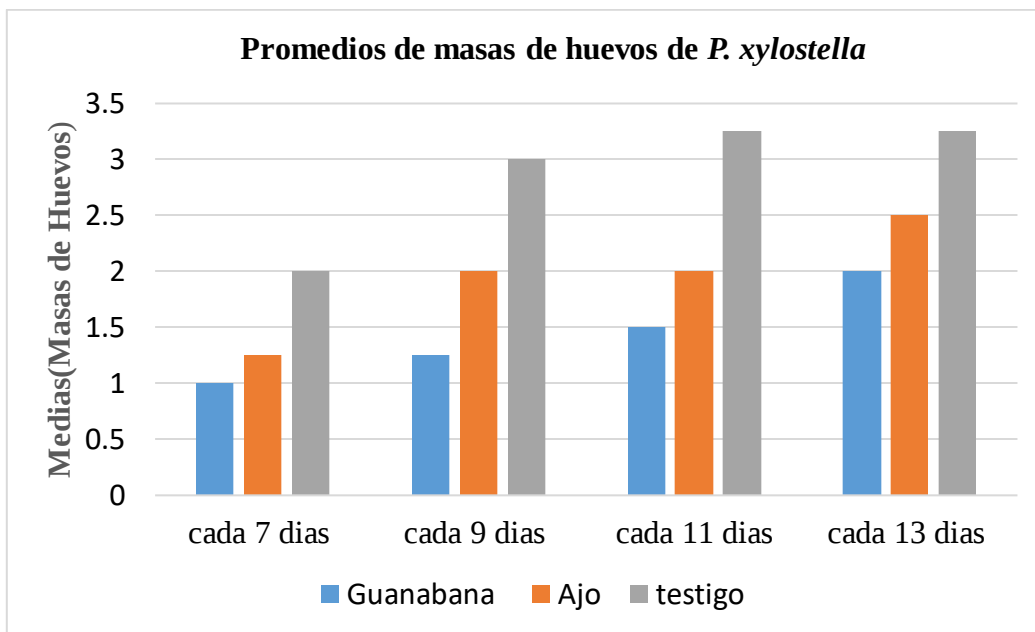


Figura 11 Promedios de masas de huevos de *P. xylostella*

5.4. Costos de los tratamientos evaluados

Tabla 3 Costos de cada tratamiento evaluado según su aplicación

Tratamientos	N° de aplicaciones	Litros/hectárea	Costo/hectárea	Costo/mano de obra	Costo total/tratamiento
B1T7	5	12 L	13,800 lps	2,000 lps	15,800 lps
B1T9	4	9.5 L	10,925 lps	1,600 lps	12,525 lps
B1T11	3	7.2 L	8,280 lps	1,200 lps	9,480 lps
B1T13	3	7.2 L	8, 280 lps	1,200 lps	9,480 lps
B2T7	5	50 L	17, 250 lps	2,000 lps	19,250 lps
B2T9	4	40 L	13,800 lps	1,600 lps	15,400 lps
B2T11	3	30 L	10,350 lps	1,200 lps	11,550
B2T13	3	30 L	10,350 lps	1,200 lps	11,550 lps

El uso de una menor concentración de ingredientes en el bioplaguicida a base de semilla de guanábana (B1) resultó en un mayor costo por litro de producto preparado, alcanzando un valor de 1030 Lps. Esto puede deberse a que las materias primas o ingredientes utilizados en la elaboración de ciertos bioplaguicidas varían en precio, y aquellos con menor concentración de componentes pueden resultar más costosos.

Por otro lado, el bioplaguicida elaborado a base de extractos de ajo, chile, cebolla y detergente (B2) mostró un costo de producción significativamente más bajo, de 115 Lps por litro, debido a la presencia de múltiples ingredientes activos en su formulación, lo cual mejora su eficiencia y reduce los costos asociados a la producción (Anexo 8).

VI CONCLUSIONES

El bioplaguicida a base de semillas de guanábana mostró consistentemente una mayor efectividad en la reducción de larvas de *Plutella xylostella*, alcanzando su máxima eficacia al aplicarse cada siete días.

Las aplicaciones más frecuentes, cada siete días, resultaron más efectivas en la reducción de masas de huevos, esto demuestra que ajustar la frecuencia de aplicación es clave para mejorar la efectividad dependiendo de la etapa del desarrollo de la plaga.

Las condiciones climáticas, especialmente las precipitaciones elevadas durante el ciclo del cultivo, influyeron significativamente en los resultados del experimento, debido a que impidieron la formación de cabeza y provocaron la aparición de otras plagas que dañaron el área foliar de manera excesiva.

Ambos bioplaguicidas superaron significativamente al testigo absoluto. Este resultado evidencia la viabilidad de los bioplaguicidas como una alternativa sostenible y efectiva para el manejo de *Plutella xylostella* en el cultivo de repollo.

A cuales tratamientos se refiere?

VII RECOMENDACIONES

Desarrollar un estudio experimental en dos épocas climáticas distintas, invierno y verano, para analizar el impacto diferencial de la precipitación sobre la dinámica poblacional de *Plutella xylostella* y el rendimiento del cultivo de repollo.

Promover el uso de otros bioplaguicidas como alternativas viables y sostenibles para el manejo de *Plutella xylostella* en cultivos de repollo.

Sugerir plaguicidas específicos que se adapten a las condiciones locales y a las necesidades técnicas y económicas de los productores, priorizando que sean de fácil preparación, bajo costo, y efectivos en el control de plagas como *Plutella xylostella*.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agricultura, A en la. 2021. IMPORTANCIA DE UN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA (en línea). . Disponible en <https://abejasenagricultura.org/importancia-del-manejo-de-plagas-para-la-seguridad-alimentaria/>.

Agrisolver. 2019. Manejo integrado de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.agrisolver.com/blog/manejo-integrado-de-la-palomilla-dorso-de-diamante-plutella-xylostella>.

Aizpuru, Canals, Duthil, G. 2002. Herbario de la universidad de navara (en línea). . Disponible en https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Bras_oler_p.htm.

Bautista, E; Mesa, L; Gómez, M. 2018. Alternatives for the production of microbial biopesticides based on fungi: the case of Latin America and the Caribbean. *Scientia Agropecuaria* 9(4):585-604. DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.15>.

Burta, FS. 2018. Ciclo biológico. (1):430-439.

Cals, C. 2022. Manejo integrado de plagas del estado de Nueva York (en línea). . Disponible en <https://cals.cornell.edu/new-york-state-integrated-pest-management/research-initiatives/nysipm-publications>.

Centroamérica, PF. 2007. La importancia de la biodiversidad agrícola para la seguridad alimentaria, la nutrición y la calidad de vida en América Central (en línea). :1-26. Disponible en La conservación de la biodiversidad debe ser integrada con las prácticas agrícolas, una estrategia que a la larga puede reportar enormes beneficios sociales, económicos y ecológicos.

Desjardins. 2020. Promover la transformación de los sistemas agroalimentarios Índice. .

EOSDA. 2023. Manejo integrado de plagas (en línea). . Disponible en <https://eos.com/es/blog/manejo-integrado-de-plagas/>.

Europea, U. 2021. regmurcia integra. .

FAO. 2004. La ética de la intensificación sostenible de la agricultura (en línea). . Disponible en <https://www.fao.org/documents/card/es?details=04033b64-9e0b-52da-b2e6->

7ec165ab00ce.

_____. 2014. Intensificación de la producción sostenible y sistemas alimentarios sostenibles (en línea). . Disponible en <https://www.fao.org/3/ml242s/ml242s.pdf>.

_____. 2016. SOSTENIBLE Y (en línea). . Disponible en <https://www.fao.org/3/i6602s/i6602s.pdf>.

_____. 2019. Bioplaguicidas , biofertilizantes, bioestimulantes (en línea). :7-8. Disponible en http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcode%252FMeetings%252FCX-701-40%252FCRD%252FCRDs%252Fcac40_CRD_28s.pdf.

_____. 2023. Alimentacion y agricultura sostenible (en línea). . Disponible en <https://www.fao.org/sustainability/es/>.

_____. 2023. Manejo integrado de plagas y plaguicidas (en línea). . Disponible en <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>.

_____. 2023. Seguridad Alimentaria (en línea). . Disponible en <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-director-general-gives-lecture-at-Columbia-University/es>.

Ferreya 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 optar título de Biologo facultad de Ciencias Exactas, fFísicas y Naturales - Universidad Nacional de Cordoba :48.

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 <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/2.-REPOLLO-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-v.-2014.pdf>.

Henao Sandoval, JR. 2016. El cultivo del repollo. (en línea). :19 p. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2362>.

Jica. 2007. Necesidad de plaguicidas Pérdida de cosecha en caso de no usar Cultivo Arroz Manzana Repollo Pérdida (en línea). . Disponible en https://www.jica.go.jp/Resource/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf.

Koppert, M. 2023. Palomilla dorso de diamante (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.koppert.mx/retos/control-de-plagas/orugas/palomilla-dorso-de-diamante/>.

Montesinos, E. 2011. Los bioplaguicidas: expectativas y nuevos retos. 1.

Olivares P, N; Guzmán L, A; Morán V, A. 2017. guía para el reconocimiento de la polilla de la col: Con apetito de hojas (en línea). Revista Mundoagro :70-71. Disponible en https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2017/06/INIA-Polilla-de-la-col-86_MundoAgro_Ene2017.pdf.

OPS. 2018. Sistemas Alimentarios Sostenibles para una Alimentación Saludable. .

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>.

Proain. 2020. CICLO BIOLÓGICO DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE. .

Regional, EP; Tecnol, D; Sur, C; Plazo, M; Pa, M; Le, AF; Aut, C; Aires, B. 2018. Línea Estratégica Intensificación Sostenible: conceptualización regional (en línea). :1-7. Disponible en https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_intensificacion-sostenible-documento-base_5c0.pdf.

Rizo, D; Palma, N; De León, D. 2014. Producción de repollo con buenas prácticas agrícolas (en línea). Rikolto :1-40. Disponible en www.rikolto.org/latinoamerica.

Sifuentes, M. 2015. Guía sobre Manejo Integrado de Plagas (en línea). Psi Sierra :2. Disponible en http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Control_mecanico_biologico.pdf.

Smith, HA. 2019. Manejo de Insectos en Crucíferas (Cultivos de Coles) Rábano , Nabos). IFAS Extension :1-30.

Urra, F. 2020. La polilla de la col Plutella (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/la-polilla-de-la-col-plutella-xylostella>.

Vivas-Carmona, LE. 2017. El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. Journal of the Selva Andina Biosphere 5(2):67-69.

ANEXOS

Anexo 1 Incidencia de plagas como *Spodoptera exigua* y *Pieris brassicae* generaron daños significativos durante el experimento



Anexo 2 Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) de promedios de reducción 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
reduccion%	48	0.29	0.00	96.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13121.32	14	937.24	0.96	0.5085
bloque	1221.66	3	407.22	0.42	0.7410
factorA	3946.23	3	1315.41	1.35	0.2746
factorB	1718.47	2	859.24	0.88	0.4232
factorA*factorB	6234.96	6	1039.16	1.07	0.4014
Error	32117.79	33	973.27		
Total	45239.11	47			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 973.2663 gl: 33

factorA	Medias	n	E.E.
4	18.75	12	9.01 A
2	29.68	12	9.01 A
3	39.88	12	9.01 A
1	41.30	12	9.01 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 973.2663 gl: 33

factorB	Medias	n	E.E.
3	24.82	16	7.80 A
2	32.95	16	7.80 A
1	39.45	16	7.80 A

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

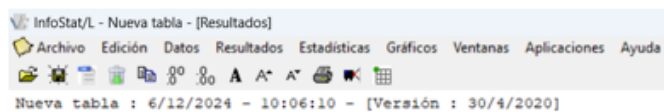
Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 973.2663 gl: 33

factorA	factorB	Medias	n	E.E.
4	1	0.00	4	15.60 A
2	3	19.05	4	15.60 A B
3	3	23.93	4	15.60 A B
2	2	25.00	4	15.60 A B
4	2	25.00	4	15.60 A B
1	3	25.05	4	15.60 A B
4	3	31.25	4	15.60 A B
3	2	36.44	4	15.60 A B
2	1	45.00	4	15.60 A B
1	2	45.34	4	15.60 A B
1	1	53.51	4	15.60 B
3	1	59.28	4	15.60 B

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

Anexo 3 Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) de promedios de reducción de larvas de *Plutella xylostella* antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas por tratamiento, en la fase intermedia.



Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
reduccion	48	0.74	0.62	22.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4466.54	14	319.04	6.59	<0.0001
bloque	379.55	3	126.52	2.61	0.0678
factorA	148.69	3	49.56	1.02	0.3950
factorB	3777.08	2	1888.54	38.98	<0.0001
factorA*factorB	161.22	6	26.87	0.55	0.7628
Error	1598.75	33	48.45		
Total	6065.30	47			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 48.4471 gl: 33

factorA Medias n E.E.

1	29.30	12	2.01	A
4	30.37	12	2.01	A
2	31.38	12	2.01	A
3	34.04	12	2.01	A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 48.4471 gl: 33

factorB Medias n E.E.

3	18.73	16	1.74	A
1	37.17	16	1.74	B
2	37.91	16	1.74	B

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 48.4471 gl: 33

factorA factorB Medias n E.E.

1	3	15.80	4	3.48	A
3	3	19.41	4	3.48	A
2	3	19.46	4	3.48	A
4	3	20.28	4	3.48	A
4	1	34.46	4	3.48	B
1	2	34.94	4	3.48	B
2	2	36.10	4	3.48	B
4	2	36.37	4	3.48	B
1	1	37.16	4	3.48	B
3	1	38.48	4	3.48	B
2	1	38.57	4	3.48	B
3	2	44.24	4	3.48	B

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

Anexo 4 análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) de promedios de reducción de larvas de *Plutella xylostella* antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas por tratamiento, en la fase final.



Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Adj	CV
reduccion%	48	0.62	0.46	25.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2779.09	14	198.51	3.80	0.0008
bloque	138.23	3	46.08	0.88	0.4601
factorA	464.85	3	154.95	2.97	0.0460
factorB	2063.08	2	1031.54	19.76	<0.0001
factorA*factorB	112.94	6	18.82	0.36	0.8984
Error	1722.50	33	52.20		
Total	4501.59	47			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 52.1968 gl: 33

factorA	Medias	n	E.E.
2	24.88	12	2.09 A
4	26.34	12	2.09 A
3	28.05	12	2.09 A B
1	33.13	12	2.09 B

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 52.1968 gl: 33

factorB	Medias	n	E.E.
3	18.83	16	1.81 A
1	32.70	16	1.81 B
2	32.77	16	1.81 B

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

¶

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 52.1968 gl: 33

factorA	factorB	Medias	n	E.E.
4	3	16.38	4	3.61 A
2	3	17.31	4	3.61 A
3	3	20.09	4	3.61 A B
1	3	21.54	4	3.61 A B C
2	1	27.37	4	3.61 A B C D
2	2	29.98	4	3.61 B C D E
3	1	31.03	4	3.61 B C D E
4	2	31.03	4	3.61 B C D E
4	1	31.61	4	3.61 B C D E
3	2	33.02	4	3.61 C D E
1	2	37.05	4	3.61 D E
1	1	40.80	4	3.61 E

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

Anexo 5 análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para masas de huevos de *Plutella xylostella* diferentes tiempos de aplicación en la fase inicial.

```

InfoStat/ANALISIS 2 - [Resultados]
Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda
C:\Users\lovoo\OneDrive\Documentos\ANALISIS 2.IDB2 : 30/11/2024 - 23:55:25 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza
Variable      N      R²      R² Aj      CV
masas de huevo 48 0.78 0.68 50.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)
F.V.          SC      gl      CM      F      p-valor
Modelo        23.63  14      1.69    8.12    <0.0001
bloque        0.40   3       0.13    0.64    0.5976
factorA        6.73   3       2.24    10.80    <0.0001
factorB       14.29   2       7.15    34.40    <0.0001
factorA*factorB 2.21   6       0.37    1.77    0.1355
Error         6.85   33      0.21
Total        30.48  47

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2077 gl: 33
factorA Medias n E.E.
4      0.25 12 0.13 A
2      1.08 12 0.13 B
1      1.08 12 0.13 B
3      1.17 12 0.13 B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2077 gl: 33
factorB Medias n E.E.
1      0.31 16 0.11 A
2      0.75 16 0.11 B
3      1.63 16 0.11 C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2077 gl: 33
factorA factorB Medias n E.E.
4      1      0.00 4 0.23 A
4      2      0.25 4 0.23 A B
2      1      0.25 4 0.23 A B
4      3      0.50 4 0.23 A B
1      1      0.50 4 0.23 A B
3      1      0.50 4 0.23 A B
1      2      0.75 4 0.23 B
2      2      1.00 4 0.23 B
3      2      1.00 4 0.23 B
1      3      2.00 4 0.23 C
2      3      2.00 4 0.23 C
3      3      2.00 4 0.23 C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

```

Anexo 6 análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para masas de huevos de *Plutella xylostella* diferentes tiempos de aplicación en la fase intermedia.

InfoStat/L - masas de huevos 2 - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

C:\Users\lovva\OneDrive\Documentos\masas de huevos 2.IDB2 : 2/12/2024 - 22:36:56 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Ajustado	CV
masas de huevos	48	0.75	0.65	18.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.33	14	1.88	7.16	<0.0001
bloque	0.83	3	0.28	1.06	0.3803
factorA	4.50	3	1.50	5.71	0.0029
factorB	19.63	2	9.81	37.36	<0.0001
factorA*factorB	1.38	6	0.23	0.87	0.5254
Error	8.67	33	0.26		
Total	35.00	47			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2626 gl: 33

factorA Medias n E.E.

1	2.25	12	0.15	A
2	2.75	12	0.15	B
3	3.00	12	0.15	B
4	3.00	12	0.15	B

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

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2626 gl: 33

factorB Medias n E.E.

1	2.00	16	0.13	A
2	2.69	16	0.13	B
3	3.56	16	0.13	C

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

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2626 gl: 33

factorA factorB Medias n E.E.

1	1	1.50	4	0.26	A
4	1	2.00	4	0.26	A B
1	2	2.00	4	0.26	A B
3	1	2.25	4	0.26	A B C
2	1	2.25	4	0.26	A B C
2	2	2.75	4	0.26	B C D
3	2	3.00	4	0.26	C D E
4	2	3.00	4	0.26	C D E
1	3	3.25	4	0.26	D E F
2	3	3.25	4	0.26	D E F
3	3	3.75	4	0.26	E F
4	3	4.00	4	0.26	F

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

Anexo 7 análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para masas de huevos de *Plutella xylostella* diferentes tiempos de aplicación en la fase final.

InfoStat/L - Nueva tabla - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

C:\Users\lovoo\OneDrive\Documentos\análisis 3 final AA.IDB2 : 2/12/2024 - 22:52:40 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
masas de huevo	48	0.78	0.69	23.35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27.83	14	1.99	8.38	<0.0001
bloque	1.17	3	0.39	1.64	0.1993
factorA	8.67	3	2.89	12.17	<0.0001
factorB	17.04	2	8.52	35.90	<0.0001
factorA*factorB	0.96	6	0.16	0.67	0.6722
Error	7.83	33	0.24		
Total	35.67	47			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2374 gl: 33

factorA Medias n E.E.

1	1.42	12	0.14	A
2	2.08	12	0.14	B
3	2.25	12	0.14	B C
4	2.58	12	0.14	C

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

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2374 gl: 33

factorB Medias n E.E.

1	1.44	16	0.12	A
2	1.94	16	0.12	B
3	2.88	16	0.12	C

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

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2374 gl: 33

factorA factorB Medias n E.E.

1	1	1.00	4	0.24	A
2	1	1.25	4	0.24	A B
1	2	1.25	4	0.24	A B
3	1	1.50	4	0.24	A B
3	2	2.00	4	0.24	B C
4	1	2.00	4	0.24	B C
1	3	2.00	4	0.24	B C
2	2	2.00	4	0.24	B C
4	2	2.50	4	0.24	C D
2	3	3.00	4	0.24	D
3	3	3.25	4	0.24	D
4	3	3.25	4	0.24	D

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

Anexo 8 esquema de costos del ensayo

Concepto	Cantidad		Costo unitario	Costo Total (Lps)
Costos de bioplaguicidas				
B1: Bioplaguicida a base de semilla de guanábana.				
• Semilla de guanábana	1 lb		1.000 lps	1.000Lps
• Agua destilada	2 litros		40 lps	60 Lps
• ETANOL 96%	1 litros		90 lps	<u>90.00 Lps</u>
B2: Bioplaguicida a base de extracto de ajo, chile, cebolla y detergente.				1.150Lps
• Chile molido	3 lb		30 lps	90
• Ajo	3.lb		30 lps	90
• Cebolla	3 lb		30 lps	90
• Detergente	3 lb		25 lps	75
				345 Lps
Costos totales de bioplaguicida por frecuencia de aplicación				
B1 T7	0.24 L			
B1 T9	0.19L			
B1 T11	0.14L			
B1 T13	0.14 L			
				740.96 Lps
B2 T7	1 L			
B2 T9	0.80 L			
B2 T11	0.60L			
B2 T13	0.60L			
				345 Lps
				1.085.96Lps

Costo de mano de obra por frecuencia de aplicación por hectárea	Numero de aplicaciones	Cantidad de producto/hectárea	Costo de producto/hectárea	Costó por mano de obra
Extracto de guanábana				1,500 lps
B1T7	5	12 l	13,800 lps	1,200 lps
B1T9	4	9.5 l	10,925 lps	900 lps
B1T11	3	7.2 l	8,280 lps	900 lps
B1T13	3	7.2 l	8,280 lps	
Extracto de ajo, chile, cebolla				
B2T7				
B2T9	5	50 l	17,250 lps	1,500 lps
B2T11	4	40 l	13,800 lps	1,200 lps
B2T13	3	30 l	10,350 lps	900 lps
	3	30 l	10,350 lps	900 lps