

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Escuela de Posgrado

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**EFFECTO DEL BIOPLAGUICIDA UTILIZANDO *Allium sativum*
(ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) PARA CONTROLAR
Dactylopius coccus (cochinilla) EN
Opuntia ficus-indica (tuna) EN EL
VALLE DE MOQUEGUA**

TESIS

PRESENTADA POR:

NOLBERTO JOSÉ ARIAS COAYLA

Para optar el Grado Académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS (*Magister Scientiae*) CON MENCIÓN EN
GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TACNA – PERÚ
2026**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**Escuela de Posgrado**

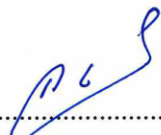
MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y
DESARROLLO SOSTENIBLE

**EFFECTO DEL BIOPLAGUICIDA UTILIZANDO *Allium sativum* (Ajo) y
Capsicum pubescens (Rocoto) PARA CONTROLAR *Dactylopius coccus*,
(Cochinilla) EN *Opuntia ficus-indica* (Tuna) EN EL VALLE DE
MOQUEGUA**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de noviembre del 2025; estando el jurado calificador
integrado por:

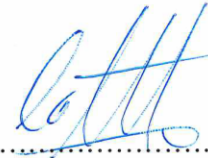
PRESIDENTE

:


.....
Dr. Tolomeo Raúl Soto Pérez

SECRETARIO

:


.....
Dr. Carlos Francisco Tito Vargas

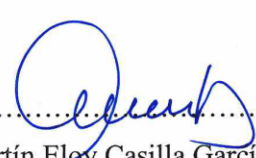
MIEMBRO

:


.....
Dr. Martín Eloy Casilla García

ASESOR

:


.....
Dr. Martín Eloy Casilla García

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Dr. MARTIN ELOY CASILLA GARCÍA en mi condición de asesor acreditado con RESOLUCION ESCUELA DE POSGRADO N° 14862-2024-ESPG/UNJBG. Tacna, 22 de noviembre del 2025, del trabajo de tesis titulado: "EFECTO DEL BIOPLAGUICIDA UTILIZANDO *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) PARA CONTROLAR *Dactylopius coccus* (cochinilla) EN *Opuntia ficus-indica* (tuna) EN EL VALLE DE MOQUEGUA", presentada por el Sr. Nolberto José Arias Coayla, para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias (*Magíster Scientiae*) con mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 10%.

Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis y está de acuerdo al nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes.

Se emite el presente certificado a solicitud del interesado con fines de continuar con los trámites respectivos para la obtención del Grado Académico de Maestro en Ciencias (*Magíster Scientiae*) Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible.

Tacna, 25 de agosto 2025

FIRMA ASESOR
Nombres y apellidos


.....
Martin Eloy Casilla García
DNI N° 00470414



FIRMA TESISTA
Nombres y apellidos


.....
Sr. Nolberto José Arias Coayla
DNI N° 04415364



DEDICATORIA

Esta tesis está dedicado a mi dios por la ayuda que me a dado y me ha permitido lograr una mis anheladas metas en esta vida

A mis padres que con tanto esfuerzo lucharon para poder encaminarme a lograr mis logros y objetivos; y que siempre tuvieron la esperanza de que siga prosperando por mi familia, mi pueblo y mi país, y que hoy desde el cielo están viéndome siempre bajo el abrigo de dios.

AGRADECIMIENTOS

Por siempre estaré agradecido a mi Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann y a toda su plana docente que me permiten forjarme como magíster, con la esperanza de ser participe en mejorar el desarrollo de nuestro Perú.

Estar agradecido por la colaboración incondicional de mi amiga Milagros del Carmen Durand Pacho, en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial al ingeniero Avelino García Lévano por la colaboración desinteresada para la redacción del presente trabajo de investigación

También agradecer a mi hija mayor por la fuerza moral que me ha permitido seguir adelante, en mis objetivos planteados y siempre estuvo pendiente de todo el esfuerzo empeñado para lograr esta meta.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	 3
1.1. Identificación del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema principal	4
1.2.2. Problemas secundarios.....	4
1.3. Justificación en importancia de la investigación	5
1.3.1. Justificación social	5
1.3.2. Justificación económica.....	5
1.3.3. Justificación técnica.....	5
1.3.4. Importancia de la investigación	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos	7
1.5. Hipótesis	7
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicas.....	8
1.6. Variables	8
1.6.1. Identificación de las variables.....	8

1.6.2.	Caracterización de las variables.....	8
1.6.3.	Definición operacional de las variables	9
1.6.4.	Limitaciones de la investigación.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		10
2.1.	Antecedentes del estudio	10
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	10
2.1.2.	Antecedentes nacionales	12
2.1.3.	Antecedentes locales	14
2.2.	Bases teóricas.....	15
2.2.1.	Insecticidas de origen botánico.....	15
2.2.2.	Bioinsecticida.....	16
2.2.2.1.	Ventajas del uso de los Bioplaguidas.....	17
2.2.3.	Insecticidas naturales	17
2.2.4.	Extractos vegetales	18
2.2.4.1.	Componentes químicos de la raíz	18
2.2.4.2.	Modo de acción de metabolitos secundarios de origen botánico frente a insectos	18
2.2.4.3.	Descripción de los metabolitos secundarios en estudio.....	20
2.2.5.	Plagas en sector agrario.....	22
2.2.5.1.	Categoría de Plagas.....	22
2.2.6.	Ajo (<i>Allium sativum</i> L.)	23
2.2.7.	Capsaicina principio activo del rocoto.....	24
2.2.8.	Modo de acción de los insecticidas orgánicos sobre insectos	25
2.2.9.	Descripción biológica y daños de la cochinilla	25
2.3.	Definición de términos.....	28

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Caracterización o tipo del diseño de investigación	30
3.1.1. Enfoque.....	30
3.1.2. Nivel.....	30
2.1.3. Diseño de investigación	30
2.1.4. Población y muestra de estudio	30
2.2. Ámbito de estudio	31
2.3. Acciones y actividades para la ejecución del proyecto.....	32
2.3.1. Acciones.....	32
2.3.1.1. Preparación del bioplaguicida natural de ajo y rocoto.....	32
2.3.1.2. Preparación del bioplaguicida a base de ajo	34
2.3.1.3. Preparación del bioplaguicida a base de rocoto.....	34
2.4. Aplicación del bioplaguicida	35
2.5. Tratamientos en estudio	37
2.6. Aleatorización de los tratamientos.....	37
2.7. Variables a evaluar.....	38
2.8. Materiales e instrumentos	38
2.8.1. Materiales y equipos de oficina:	38
2.8.2. Materiales y equipos de campo:.....	38
2.8.3. Herramientas	39
2.9. Tratamiento de datos.....	39
CAPITULO IV: RESULTADOS	40
4.1. Análisis de los porcentajes de mortandad.....	40
DISCUSIÓN	61
CONCLUSIONES	66

RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Factores que favorecen el desarrollo de la cochinilla	27
Tabla 2	Parámetros físicos de la cochinilla.....	27
Tabla 3	Composición química de la cochinilla.....	27
Tabla 4	Reporte meteorológico registrado durante la etapa del experimento	36
Tabla 5	Combinación de tratamientos	37
Tabla 6	Aleatorización	37
Tabla 7	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la primera aplicación	40
Tabla 8	Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la primera evaluación.....	41
Tabla 9	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la segunda semana de aplicación.....	43
Tabla 10	Prueba de significación de Tukey al 95 % para el porcentaje de mortandad en la segunda aplicación	43
Tabla 11	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la tercera semana de aplicación.....	45
Tabla 12	Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad en la tercera semana de aplicación	45
Tabla 13	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la cuarta semana de aplicación.....	47
Tabla 14	Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la cuarta aplicación.	48
Tabla 15	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la quinta aplicación..	50
Tabla 16	Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la quinta aplicación	50
Tabla 17	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la sexta semana de aplicación.....	52

Tabla 18	Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la sexta aplicación.....	52
Tabla 19	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la séptima semana de aplicación.....	54
Tabla 20	Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la séptima semana aplicación	54
Tabla 21	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la octava semana de evaluación.....	56
Tabla 22	Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la octava semana aplicación	56
Tabla 23	Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la novena semana de aplicación.....	58
Tabla 24	Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la novena semana aplicación	58
Tabla 25	Primera aplicación	75
Tabla 26	Segunda aplicación	76
Tabla 27	Tercera aplicación.....	77
Tabla 28	Cuarta aplicación	78
Tabla 29	Quinta aplicación	79
Tabla 30	Sexta aplicación	80
Tabla 31	Séptima aplicación.....	81
Tabla 32	Octava aplicación.....	82
Tabla 33	Novena aplicación.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Estructura de la capsaicina	20
Figura 2	Estructura de la alicina	21
Figura 3	Ciclo biológico de la cochinilla.....	26
Figura 4	Localización del campo experimental.....	31
Figura 5	Pesado de los ingredientes	32
Figura 6	Licuada de los ingredientes ajo y rocoto.....	32
Figura 7	Porcentaje de mortandad en la primera aplicación.....	42
Figura 8	Porcentaje de mortandad en la segunda aplicación.....	44
Figura 9	Porcentaje de mortandad en la tercera aplicación	46
Figura 10	Porcentaje de mortandad en la cuarta aplicación	49
Figura 11	Porcentaje de mortandad en la quinta aplicación.....	51
Figura 12	Porcentaje de mortandad en la sexta aplicación	53
Figura 13	Porcentaje de mortandad en la séptima aplicación	55
Figura 14	Porcentaje de mortandad en la octava aplicación	57
Figura 15	Porcentaje de mortandad en la novena aplicación	59
Figura 16	Lugar del experimento	84
Figura 17	Distribución de los bloques.....	84
Figura 18	Bloque I.....	85
Figura 19	Bloque II	85
Figura 20	Bloque III.....	86
Figura 21	Distribución de bloques	86
Figura 22	Distribución de los tratamientos	87
Figura 23	Presentación de los 30 tratamientos.....	88
Figura 24	Marcado de la cuadrícula 15 cm x 15 cm	88

Figura 25	Conteos de adultos	89
Figura 26	Aplicación de los bioplaguicidas	89
Figura 27	Conteo de ninfas	90
Figura 28	Conteo de adultos.....	90
Figura 29	Descripción de cuadrícula.....	91
Figura 30	Marcado de cuadrícula.....	91
Figura 31	Presentación de los tratamientos del bioplaguicida	91
Figura 32	Conteo por semanas	92

RESUMEN

La presente tesis titulada “Efecto del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua t” se llevó a cabo en el valle de Moquegua, se utilizaron 9 tratamientos combinados a base de extractos vegetales de rocoto (20 % , 30 % y 40 %) y extracto de rocoto (20 % , 30 % y 40 %) + un testigo (sin aplicación) , se utilizó el diseño de bloques al azar con 9 tratamientos en 4 repeticiones, la variable empelada se consideró el porcentaje de mortandad.

Para el análisis de datos se utilizó la varianza al 0,05 y 0,01 y para comparar de promedios entre tratamientos se usó pruebas de Tukey al 5 %. Los resultados demostraron o un efecto positivo del bioplaguicida utilizando extractos de *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) Las dosis combinadas adecuada del bioplaguicida de mayor efecto fueron la dosis 30 % del extracto de ajo + 40 % de extracto de rocoto (T₆) y la dosis de 30 % extracto de ajo + 20 % (T₄) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna). El mayor porcentaje de mortandad de *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en las dos últimas aplicaciones en *Opuntia ficus-indica* (tuna) alcanzo el 94, 626 % y 84,493 % con las combinaciones del 30 % del extracto de ajo + 40 % de extracto de rocoto (T₆) y la dosis de 30 % extracto de ajo + 20 % (T₄)

Palabras clave: rocoto, ajo, cochinilla

ABSTRACT

The present thesis entitled "Effect of the biopesticide using *Allium sativum* (garlic) and *Capsicum pubescens* (rocoto) to control *Dactylopius coccus*, (cochineal) in *Opuntia ficus-indica* (prickly pear) in the Moquegua valley" was carried out in the Moquegua valley, 9 combined treatments based on rocoto plant extracts (20 %, 30 % and 40 %) and rocoto extract (20 %, 30 % and 40 %) + a control (without application) were used, the random block design was used with 9 treatments in 4 repetitions, the variable used was considered the percentage of mortality.

For data analysis, the variance at 0,05 and 0,01 was used and to compare averages between treatments, Tukey tests at 5 % were used. The results demonstrated a positive effect of the biopesticide using extracts of *Allium sativum* (garlic) and *Capsicum pubescens* (rocoto) to control *Dactylopius coccus*, (cochineal) in *Opuntia ficus-indica* (tuna). The appropriate combined doses of the biopesticide with the greatest effect were the dose of 30 % of garlic extract + 40 % of rocoto extract (T6) and the dose of 30 % garlic extract + 20 % (T4) to control *Dactylopius coccus*, (cochineal) in *Opuntia ficus-indica* (tuna). The highest mortality percentage of *Dactylopius coccus*, (cochineal) in the last two applications in *Opuntia ficus-indica* (tuna) reached 94,626 % and 84,493 % with the combinations of 30 % garlic extract + 40% rocoto extract (T6) and the dose of 30 % garlic extract + 20 % (T4).

Keywords: Rocoto, Garlic, Cochineal

INTRODUCCIÓN

En nuestro país el cultivo de la tuna ha crecido sustancialmente en las últimas décadas, incrementando la superficie cultivada. Es necesario resaltar que el incremento dado es para la producción de cochinilla de carmín el cual tiene una alta rentabilidad económica.

Nuestro país alcanza uno de los primeros lugares tanto en la producción y exportación de la "cochinilla", aportando el 80 % a 90 % de la demanda global. Para seguir manteniendo estos lugares, existe un gran interés para lograr una buena producción y calidad del fruto de exportación. Actualmente Colea APX, es la principal empresa exportadora de carmín a países como Estados Unidos, España, Francia, Italia, Japón, Corea, Inglaterra y Argentina (ADEX 2011).

Se ha reportado en el Perú más de 300 especies biocidas, entre otros el ají, ajo, cebolla, chile picante, clavo de olor, cola de caballo, culantro, eucalipto, hinojo, hierba buena, kion, maguey, manzanilla, marco (ajenjo), molle, muña, neem, orégano, ortiga, palta, rocoto, romero, ruda, salvia, saúco, tomillo, tabaco silvestre, tarwi, etc. (Paniagua et al., 2009).

En la necesidad de buscar alternativas para controlar las poblaciones de *Oligonychus punicae*, las cuales sean amigables con el medio ambiente, eficaces, rentables y que tengan énfasis en la reducción del uso de plaguicidas en la producción de palto por la exigencia de los principales países importadores (Chávez, 2020).

El rocoto a nivel nacional y mundial es un cultivo de importancia significativa, pues se cultiva en la costa, sierra y selva del Perú; asimismo en todo el territorio sudamericano, también está en la dieta alimentaria, también el rocoto puede utilizarse como un insecticida natural, contiene la capsaicina, que es conocida por sus propiedades repelentes y tóxicas para ciertos insectos. El caso del ajo puede usarse como un insecticida natural eficaz gracias a sus compuestos azufrados, como la alicina, que repelen y combaten plagas como pulgones, ácaros y moscas blancas. Se puede preparar un

insecticida casero mezclando ajo triturado con agua y, opcionalmente, jabón para potenciar su efecto.

El presente estudio es importante y relevante porque es una alternativa importante para los productores a través del uso de estos productos naturales para el control de *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna). Estos bioplaguicidas a base de extractos vegetales *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) cuentan con una serie de beneficios que no solo se trata en la disminución de pérdidas en la producción asimismo en el mejoramiento de inocuidad y calidad de la tuna.

Se ha evidenciado que en la zona de estudio la utilización de productos químicos es el único método que los productores utilizan para bajar las poblaciones de *Dactylopius coccus*, con la aplicación de productos sintéticos de forma indiscriminada, provocando un grave problema al ecosistema, generando la resistencia de esta plaga y afectando la salud de los pobladores (productores y consumidores); es por ello que es necesario aplicar nuevas alternativas para el control de *Dactylopius coccus*, las cuales mantengan un ambiente equilibrado y que nos garanticen una buena inocuidad de los productos alimenticios, hechos que actualmente adquieren relevancia a nivel internacional. Por esta razón, se optó en esta investigación determinar la eficacia de bioplaguicidas en el control de *Dactylopius coccus* en *Opuntia ficus-indica* (tuna), formulando así la siguiente pregunta para el desarrollo de esta investigación: ¿Cuál será el efecto del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua?

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

Durante los últimos años el indiscriminado uso de insecticidas sintéticos, como método principal de control de insectos ha provocado el surgimiento de resistencia en estos organismos, la contaminación del suelo, aire, agua, la eliminación de enemigos naturales, la aparición de plagas secundarias y la resistencia a los insecticidas sintéticos, intoxicación de personas que los utilizan a corto y largo plazo así como la acumulación de residuos tóxicos en los alimentos, (Rodríguez, 1997, citado en Gonzáles, 2007).

La *Dactylopius coccus* (cochinilla). Viene afectando a diversas las plantaciones del cultivo a, aunque no causa daños físicos de maneras significativas a la planta. Por otro lado, por ser una especie cuarentenaria en los mercados de consumo, en la actualidad parcelas de este cultivo están siendo amenazadas, esto se debe a que gran parte de las áreas de cultivo presentan un inadecuado uso de tecnología para disminuir el ataque de esta plaga que amenaza de manera significativa a la producción.

Existen diversas alternativas para poder establecer un debido control de esta plaga con la utilización de bioplaguicidas, puesto que estos hacen que esta plaga no se centre en una sola estrategia de control, debe emplearse un manejo integrado de aspectos de control que estén relacionadas con los conocimientos científicos de su ciclo de vida y un adecuado respeto al ambiente en que vivimos. Por lo tanto, el empleo de estos bioplaguicidas, y con la comprensión de su componente de acción tóxica, hacen un mecanismo efectivo de control de *Dactylopius coccus* (cochinilla) y evitar provocar efectos negativos que afecten el medio ambiente.

Actualmente el uso de los bioplaguicidas son una alternativa natural para un adecuado manejo y control de insectos- plaga , como *Dactylopius coccus*, (cochinilla) sin embargo su uso bajo por el desconocimiento de los agricultores por la persistencia y facilidad de importancia a los agroquímicos que evidentemente permanentemente contaminan las parcelas destinadas al cultivo por uso indiscriminado generando su

permanencia en el medio ambiente, provocando la desaparición de los controladores biológicos incidiendo en su restablecimiento y lamentablemente generando la presencia de restos de sustancias tóxicas en los productos que consumimos.

Es así que se tiene un nivel bajo de comprensión sobre la presencia de plantas que poseen propiedades para mitigar y controlar con el uso de estos bioplaguicidas, entre ellas están el rocoto y el ajo los cuales tienen un valor medicinal y especialmente gastronómico, pero a la vez también tiene sus usos como bioinsecticidas naturales.

Por lo expuesto anteriormente, la utilización de estos bioplaguicidas constituye una estrategia eficiente para el control *Dactylopius coccus*, (cochinilla) sin provocar efectos negativos sobre nuestro medio ambiente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿Cuál será el efecto del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua?

1.2.2. Problemas secundarios

- a) ¿Cuál será la dosis adecuada del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua?
- b) ¿Cuánta es la mortalidad de los insectos plaga de las plantas de *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) con la aplicación de las dosis adecuadas del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto)?

1.3. Justificación en importancia de la investigación

1.3.1. Justificación social

La población desea vivir siempre en un medio ambiente saludable. Los bioplaguicidas surgen como una alternativa ecológica de manejo de insectos plaga. Estas sustancias naturales se emplearán como una alternativa en el control de plagas y poco a poco fueron desplazadas el control químico. Sin embargo, siempre se han empleado en la producción tradicional como una técnica de bajar los costos y autóctona de la desaparición de las plagas.

En el caso de *Dactylopius coccus*, (cochinilla) es una plaga potencial en la producción de *Opuntia ficus-indica* (tuna); es decir que debe ser eliminada como tal. Por esto, no es necesario tener cultivos conminados, ya que el beneficio de una especie, será perjudicial para la otra. Un aspecto muy relevante para la *Dactylopius coccus* es saber qué tipo de especies que influyen sobre ella son necesarias para mitigar las poblaciones de insectos plagas que limitan la producción de tuna en el valle de Moquegua.

1.3.2. Justificación económica

La justificación económica del control con el uso de bioplaguicidas radica en su capacidad para reducir costos a largo plazo, aumentar la rentabilidad del cultivo y proteger el medio ambiente, minimizando el uso de pesticidas químicos. Al reducir la dependencia de productos químicos, se disminuyen los gastos en pesticidas, se protegen los cultivos de la resistencia a los pesticidas y se evita el aumento de costos en la producción.

1.3.3. Justificación técnica

Cada año se ha incrementado el uso de los insecticidas, lo cual se debe a la resistencia que éstos insectos producen en las plantas, haciendo cada vez más necesario utilizar nuevos productos que puedan exterminar a todas aquellas plagas que causan efectos negativos en los cultivos, por lo que la presente investigación permitirá dar a conocer el efecto positivo del uso de los plaguicidas en el control de plagas y servirá de base para otras investigaciones similares que quieran hacer en este lugar. Por lo tanto, lo señalado en los párrafos hoy en día se trata de mitigar al máximo el uso del control

químico y para ello existen diversos modos para prevenir y controlar las plagas, como el empleo de bioplaguicidas, sustancias biológicas, y la alternancia de cultivos para mitigar la erosión y el aspecto de nutricional del suelo.

1.3.4. Importancia de la investigación

El uso de bioplaguicidas en el valle de Moquegua es una opción ecológica de manejo de y control plagas, los cuales son extractos naturales que se utilizarán como primer instrumento en el control y como practica natural y ecológica, por su rápido efecto de la degradación y que son aspectos que intervienen en los procesos de producción orgánica, puesto que no dejan restos tóxicos por lo que son empleados para lograr la eficiente inocuidad de la producción

Hoy en día existen diversas alternativas para el control de plagas dentro de ellos esta el empleo de bioplaguicidas, ya que el control de *Dactylopius coccus*, (cochinilla) no debe realizarse en una sola forma estratégica, sino en el manejo integrado de formas de control que estén basadas en controles relacionadas al aspecto científico de su ciclo de vida y en el respeto al ambiente en que convivimos. En tal razón, la utilización de estos bioplaguicidas, constituye una herramienta efectiva para reducir el ataque de esta plaga sin provocar efectos negativos sobre el medio en la cual vivimos amigablemente con el medio ambiente. Los bioplaguecidas son sustitutos ideales para la salud y el medio ambiente. Actualmente el cultivo *Opuntia ficus-indica* (tuna) está a merced *Dactylopius coccus*, su ataque provoca problemas en el aspecto fisiológicos que alteran la producción y el crecimiento normal disminuyendo la eficiencia fotosintética y la producción, provocando pérdidas cuantiosas; la presencia de esta especie, ha puesto en serio riesgo el crecimiento y desarrollo de la *Opuntia ficus-indica* (tuna) además de causar serios problemas sanitarios de naturaleza fisiológica.

La presente investigación permitirá desarrollar una agricultura sostenible sin necesidad de emplear pesticidas químicos que provocan la contaminación en el medio ambiente y riesgos de accidentes por la utilización de insecticidas convencionales. Además, la utilización de bioplaguicidas a partir de extractos de ajo y rocoto, y mitigar

la resistencia de especie de plagas y sustancias nocivas residuales en los productos alimenticios.

Por tal razón se planteó la ejecución de la presente investigación para establecer el efecto que produce los bioplaguicidas utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para el manejo y control y no causar daños disminuyendo el nivel de poblacional o fundamentalmente su eliminación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Establecer la dosis adecuada del plaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua
- b) Determinar la mortalidad de los insectos plaga de las plantas de *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) con la aplicación de las dosis adecuadas del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto).

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La aplicación del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) tiene efectos positivos para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) Al menos una de las dosis del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) tiene efecto positivo para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua
- b) La aplicación de diferentes dosis de bioplaguicidas utilizando *Allium sativum* (Ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) tendrá un efecto positivo en la mortalidad de *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna).

1.6. Variables

1.6.1. Identificación de las variables

VI: Independiente (X) Bioplaguicida

X₁ *Allium sativum* (ajo)

X₂ *Capsicum pubescens* (rocoto)

VD: Variable dependiente *Dactylopius coccus*, (cochinilla)

1.6.2. Caracterización de las variables

Bioplaguicida: Son pesticidas de origen natural, originados de extractos de plantas, bacterias, hongos o ciertos minerales. Se emplean para el control de plagas y enfermedades en el campo de agrícola, brindando opciones más seguras para el medio ambiente y la salud humana en relación con los pesticidas químicos.

Plagas: Son organismos que causan daños a diferentes cultivos, mermando la producción y la calidad de los frutos, las cuales afectan el desarrollo y crecimiento de las plantas, reduciendo el rendimiento y aumentando los costos de producción.

Extractos vegetales: Son una alternativa para el control de plagas para la agricultura, menos dañinos para el medio ambiente y la salud humana en comparación con los insecticidas químicos, son derivados de una serie de plantas, las cuales contienen sustancias bioactivas que tienen acción de repeler, intoxicar o alterar la conducta de las plagas, funcionando como insecticidas, fungicidas o repelentes naturales.

1.6.3. Definición operacional de las variables

Operacionalización de variables				
Clasificación	Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente	Bioplaguicidas a base de <i>Allium sativum</i> (ajo) y <i>Capsicum pubescens</i> (rocoto)	Dosis	20 %	Razón
			30 %	
			40 %	
Variable dependiente	Control de Plaga cochinilla en tuna	Mortalidad aplicando bioplaguicida.	Porcentaje de mortandad	Razón

Nota: Elaboración propia (2024)

1.6.4. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones de la investigación están determinadas por los factores ambientales que no podemos controlar los cuales pudieron afectar a los resultados de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Myzawa et al. (2000), en su investigación sobre la actividad insecticida del extracto metanólico de *Alpinia oxyphylla*, fruta de origen Japónes, para evitar el ataque *Drosophila melanogaster* Beige. El análisis del extracto evidencio que el ingrediente activo fue el *Sesquiterpeno nootkatona* y por reducción de éste se obtuvo Epinootkatol. Sus resultados dan a conocer que el compuesto obtuvo efectividad del 100 % hacia larvas de *D. melanogaster* al utilizar dosis de 11,5 $\mu\text{mol/mL}$ y en adultos la dosis más efectiva fue de 96 $\mu\text{g/adulto}$. Por lo tanto, para Epinootkatol, se evidencio que aun cuando este tratamiento presentaba una actividad de control para las larvas y adultos, fue inferior del 50 % en relación a la Nootkatona, es decir este grupo carbonilo se comporta bioinsecticida.

Araujo et al. (2003). Refieren que este aceite esencial que se encuentran en diferentes partes de las hojas e inflorescencias de *Hyptis martiusii* Benth, arbusto conocido por su efecto medicinal, mostró actividad bioplaguicida y establecieron que los componentes en mayor cantidad de este aceite esencial relacionadas a la actividad biofuncional son los Monoterpenos; 3-careno y 1,8-cineolo. Esta propiedad se establece realizando dos tipos de pruebas: en la primera probaron diferentes niveles del extracto para la mosca blanca *Bemisia argentifolii*, en la cual se determinó que 93 % de efectividad a dosis de 2000 mg/L. La segunda prueba fue ejecutada contra larva del mosquito *Aedes aegypti*, que al usar dosis de 250 y 500 mg/L la efectividad logro el 99 % y 100 %, respectivamente.

Gaibor (2016). En la investigación denominada, “Efecto de la aplicación de tres bioinsecticidas para el control de la chinche negra (*Antiteuchus tripterus*.) en el cacao en la comunidad Nueva Esperanza”; se planteó los siguientes objetivos: Determinar las medidas de control de la chinche negra (*Antiteuchus tripterus*) en el cultivo de cacao, cuantificar el porcentaje de mortalidad de los insectos, respecto a las dosis aplicadas,

determinar los costos de producción de los bioinsecticidas. Para la metodología se utilizaron métodos y técnicas para cada objetivo, y se emplearon los métodos analíticos, inductivo - científico y estadístico, las técnicas aplicadas fueron, observación directa y bibliográfica. Los resultados logrados en el ensayo evidenciaron el tratamiento (T2) obtuvo la mayor efectividad contabilizando en el primer día 26 insectos muertos es decir un 86,66 % de mortalidad.

Chango (2018). Investigo el control de gusano trozador (*Agrotis ipsilon*) en lechuga (*Lactuca sativa* L.), utilizando extractos de dos especies de ají (*Capsicum annuum*), Su propósito fue: evaluar dos extractos de ají (*Capsicum annuum*) (ají rocoto y ají jalapeño), en 2 dosis (20 % y 40 %), para controlar gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Uso cuatro tratamientos más un testigo bajo un diseño de bloques al azar (DBCA), con estructura factorial de $2 \times 2 + 1$, con 5 repeticiones. Utilizo el ANOVA, pruebas de Tukey al 5 % para los tratamientos e interacción y pruebas de DMS al 5 % para extractos y dosis. Los resultados evidenciaron que la aplicación del extracto de ají jalapeño (e_2), obtuvo resultados significativos en menor porcentaje de incidencia a los 15 días con 11,25 %, y a los 30 días obtuvo 21,25 % y a los 45 días logro un 34,38 % ; obtuvo menor porcentaje de severidad a los 15 días con 13,90 % a los 30 días obtuvo un 15,92 % y a los 45 días de evaluación obtuvo 17,92 %

Tarqui (2007), investigo el efecto de tres bioplaguicidas para el control del pulgón (*Aphis Sp.*) en lechuga en ambientes protegidos en la Ciudad de El Alto. Sus resultados en cuanto a la eficiencia se dio al tercer día de las tres aplicaciones obtuvo con los tres bioplaguicidas y el testigo se evidencio que el bioplaguicidas a base de ají tuvo valores de 65,0 %, 62,93 % y 69,94 % de eficiencia en las tres aplicaciones, en lo relacionado al uso del molle su eficiencia fue de 52,53 %, 56,58 % y 67,33 % en sus tres aplicaciones; el bio plaguicida a base de árbol del paraíso obtuvo en las tres aplicaciones su eficiencia fue de 47,7 %, 65,76 % y 68,08 % respectivamente y el testigo con porcentajes de eficiencia de 7,17 %, 4,64 % y 13,73 %. El porcentaje de eficiencia después del séptimo día después de la primera, segunda y tercera aplicación demuestro que el bio plaguicida a base de ají tiene el mayor porcentaje con valores de 55,25 %, 49,41 % y 61,0 %

respectivamente, seguido del bio plaguicida de molle con valores 40,98 %, 39,34 % y 60,38 % de eficiencia respectivamente;

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cherres y Montero (2021) En la investigación titulada” Efecto del bioplaguicida empleando ajo para controlar del pulgón verde en maíz en un biohuerto”. En el trabajo utilizaron el bioplaguicida a partir del ajo para control de pulgón que ataca el cultivo de maíz y así elevar su productividad y disminuir la contaminación del medio ambiente. se observa en sus resultados a menos concentración de ajo es efectivo a la cantidad mayor que utilizo recomienda usar la mínima concentración de ajo para obtener un mejor resultado del efecto del bioplaguicida. Concluye en sus resultados que utilizando la dosis más baja de ajo su efecto fue similar a la de más concentraciones. Propuso ejecutar otros tipos de bioplaguicidas de mayor efecto y más eficiente para el control del pulgón.

Claros (2016) En su investigación titulada “Bioinsecticidas de capsaicinoides y glucosinolatos en el control de los insectos plaga en las plantas de *Spartium junceum* L. (*fabales: leguminosae*) en el valle del Mantaro” Los ensayos de campo se realizaron en los distritos de El Tambo, Concepción y 3 de Diciembre. Sus resultados evidenciaron que la dosis letal media (DL50) en los bioensayos de toxicidad lograron un porcentaje de mortalidad del *Aphis cytisorum* superiores al 60 % a dosis de 5 % para los capsaicinoides y 50 % para glucosinolatos y la combinación entre ambos; en campo los resultados obtenidos indicaron que los efectos de los bioinsecticidas fueron favorables en el control del *Aphis cytisorum*, obteniendo porcentajes superiores al 90% de mortalidad, el glucosinolato el más efectivo con un 99,06 %, le sigue capsaicinoide con un 98,84 % y la combinación con un 93,60 % de mortalidad encontrado. Por otra parte, se produjo una relación lineal dependiente entre las concentraciones y la efectividad de los bioplaguicidas aplicados, ya que a mayor concentración el % de mortalidad es más efectivo.

Villanueva (2021) en su trabajo de investigación titulada Evaluación de biopreparados del ajo (*Allium sativum*) como insecticida ó barrera natural del trips (*Frankliniella diffilis*) en el cultivo de haba cuyo objetivo principal fue determinar el efecto que tendrán los bioplaguicidas del ajo como barrera o insecticida natural en el

control del trips y el *Orius sp.*, se evaluó la población de trips y su enemigo natural el *Orius sp.*, las aplicaciones fueron en la brotación y floración, se evaluó antes del control y a los dos, 7 y 10 días, los registros fueron ninfas y adultos de trips vivos, número de *Orius sp.* Empleo el o Diseño de Bloque al Azar con estructura factorial más un testigo, y para la comparación de medias empleo la prueba de medias de Tukey al 0,05 de significancia. Para la brotación a los 2 días del análisis del extracto de ajo se evidencio que este minimizo en promedio 3,5 adultos que superior a decocción e infusión, los 7 días con extracto se registró 2,97 adultos superior a decocción e infusión, a los 10 días en cuanto a adultos en extracto obtuvo 10,24 adultos. En cuanto a la brotación el adherente demostró efecto positivo. En los bioplaguicidas coadyuvando a minimizar la población de trips. La concentración en la brotación se evidenció que el 40 % tuvo mayor efecto en relación del 20 %. En la etapa de floración se observó que el extracto del ajo bajo la población de trips donde se contabilizo en promedio 7,83 insectos vivos en relación a 18,61 antes de añadir las dosis que superó a decocción e infusión, sobre la dosis empleada.

Suarez (2023) investigó el uso de plantas con propiedades biocidas en los cultivos de la provincia de Lamas, región San Martín, son utilizadas tradicionalmente para el control de plagas y enfermedades en la agricultura. En relación a la metodología la investigación fue de tipo descriptivo y exploratorio. Se utilizo la descripción de las plantas con propiedades biocidas y el uso en los principales cultivos. Concluyendo que las principales plantas que son utilizadas como biocidas fueron trece con habitat en selva alta, selva baja y ceja de selva, siendo mayormente empeladas en las diferentes comunidades nativas para el control de hongos y plagas, puesto que mayormente se plantan en pequeños huertos y comercializan son el Barbasco "*Lochocarpus nicou* L.", la Huaca "*Clibadium peruvianum*, el Ají pucunucho "*Capsicum chinense*", la Huamansamana "*Jacaranda copaia*", Jagua o huito "*Genipa americana*", sachá culantro. Por otra parte, lo emplean como bioinsecticidas y plaguicidas en esta especie, entre otros, a una concentración de 5 L/ha, también la catahua se utilizó 200 ml/ha por su alta toxicidad y mayor efectividad para el control de estos insectos plagas.

Falcon at al. (2023) investigaron el efecto de extracción de sustancias vegetales en el control del pulgón (*Brevicoryne brassicae* L.) en el cultivo de la Col (*Brassica*

oleracea var. *Capitata*), en Perú, empleo un diseño de bloques completos al azar con 3 tratamientos, con testigo y 4 repeticiones. Estos extractos se hicieron a partir de combinaciones de partes de la planta a una dosis de 1kg y aplicados a una dosis de 6 ml por litro de agua. El barbasco fue más efectivo minimizando las comunidades de pulgones por planta y la más toxica con un 75,34 % de mortalidad en 45 días de aplicado el tratamiento, le sigue el extracto a base de molle con 61,43 % y con peso de pella con 1725 g. Concluyo que los extractos empleados a base de plantas redujeron las comunidades de los pulgones y resultan para su uso en los programas de control de plagas.

2.1.3. Antecedentes locales

Escobar y Ramirez (2023) investigaron el “Efecto bioplaguicidas de los aceites esenciales de cuatro especies para el control ecológico del pulgón negro (*Aphis craccivora*) en cultivos de alfalfa, 2023”. Utilizo pruebas con diferentes concentraciones (1 µl, 3 µl y 5 µl) El extracto eucalipto mostró dos grupos diferentes de eficacia: la concentración de 1 µl provocó mortandad de 3,75 pulgones, en tanto que las concentraciones de 3 µl y 5 µl logro 6,13 y 6,75 pulgones muertos, la planta de orégano evidencio dos grupos de eficacia: la concentración de 1 µl provocolol 2,94 pulgones muertos, en tanto las dosis de 3 µl y 5 µl tuvo un 5,82 y 6,38 pulgones muertos, en relación al extracto de molle mostró tres grupos de eficacia: la concentración de 1 µl provocó 1,44 pulgones muertos, la concentración de 3 µl causo la muerte de 3,5 pulgones y la concentración de 5 µl causo la muerte 4,44 pulgones. La planta de cola de caballo evidencio dos grupos de eficacia: la concentración de 1 µl causo 0,63 pulgones muertos, en tanto que las concentraciones de 3 µl y 5 µl provocó 1,63 y 2,0 insectos muertos.

Sulca (2023) Eficacia de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en el control de la pudrición radicular (*Cylindrocarpon destructans*) del orégano (*Origanum vulgare* L.), bajo condiciones de invernadero. Las variables de respuesta fueron: porcentajes de incidencia y reducción de la enfermedad, altura de la planta, longitud de la raíz, porcentaje de materia seca del follaje y raíz. Sus resultados indicaron que el mayor porcentaje de incidencia lo logro el testigo enfermo inoculado con *Cylindrocarpon destructans* (100 %) le sigue el azoxystrobin (67 %). Los resultados inferiores se obtuvieron con el testigo absoluto (5,5 %), *Trichoderma harzianum* inoculado antes y juntos con el patógeno y

Bacillus subtilis inoculado juntos con el patógeno (17 %). Finalmente demostró que los tratamientos a base de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* inoculados juntos en los cinco días antes que *Cylindrocarpon destructans* siendo alternativa para un uso sustentable y eficaz en la enfermedad radicular del cultivo del *Origanum vulgare*.

Gonzales (2023) Efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico del *cinnamomum zeylanicum* (CANELA) sobre el *Fusobacterium nucleatum* ATCC 25586 y *Porphyromona gingivalis* ATCC 33277. Tacna, 2021”. Material y método: El tipo de investigación fue experimental, elaboro un extracto etanólico de *Cinnamomum zeylanicum* (EEC) a diferentes dosis frente a *Fusobacterium nucleatum* (Fn) ATCC 25586 y *Porphyromona gingivalis* (Pg) ATCC 33277. El EEC lo realizo a base de maceración en alcohol de 70°/45 siendo diluido con agua destilada para obtener dosis de 25 %, 50 %, 75 % y 100 %, como tratamiento positivo utilizo Clorhexidina a una concentración al 0,12 %. Posteriormente utilizo la prueba de difusión de disco de Kirby Bauer en medios de Mueller Hinton Agar (MHA), inoculadas con Fn y Pg por 24 horas a 37°C bajo anaerobiosis total. ml. Se concluyo que la respuesta del antibacteriano en todas las dosis a base de extracto etanólico de *cinnamomum zeylanicum* sobre *Fusobacterium nucleatum* ATCC 25586, la mayor respuesta se evidencio sobre *Porphyromona gingivalis* ATCC 33277 respectivamente.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Insecticidas de origen botánico

Leng et al., (2011), citados en Nava et al., (2012) Mencionan que los bioinsecticidas de extractos de origen vegetal son obtenidos de algunas partes o ingredientes activos de algunas especies de plantas. En la última década la utilización de varios productos de especies medicinales están siendo utilizadas como alternativas eficientes a los pesticidas químicos. Estos productos de origen vegetal son muy eficientes, a menor costo, biodegradables y con mayor seguridad que sus semejantes químicos, que son muy persistentes en el medio donde convivimos y tóxico para los conjuntos de especies, organismos y microorganismos e incluidos los humanos a los cuales provocan bastantes las enfermedades no conocidas luego de su acumulación.

George et al., (2000). citado en Caballero (2004). Señalan que los extractos vegetales son usados como elementos para el control de plagas desde las primeras etapas de la vida. En muchas naciones a nivel mundial, en especial en los pueblos nativos donde se producen productos para su consumo directo, esta tarea continua a través de reiteradas generaciones ya que son productos renovable, más accesible y económico que los insecticidas sintéticos. La producción orgánica ha surgido en los países desarrollados en el aspecto industrial, que impulsa el uso de estos productos, haciendo despertar la economía y la búsqueda de plantas con nuevos insecticidas biológicos. Actualmente el uso de insecticidas de origen vegetal basados en extractos de plantas activas, viene logrando un incremento significativo en los últimos años. En la actualidad el 1 % depende del mercado mundial de pesticidas y con incrementos al año que varían dentro 10 y el 15 %.

2.2.2. Bioinsecticida

Tamez y Galán (2001) Menciona que los bioinsecticidas son organismos vivos (hongo, bacteria, virus), capaz de eliminar a los insectos. También puede ser una sustancia química, que, estando presente en una determinada planta, puede repeler o matar a los insectos.

Por otra parte, Trejo (2013), menciona que los insecticidas orgánicos o biológicos son preparados a partir de materiales básicos de hojas, raíces, tubérculos, semillas y frutos, estos son utilizados para repeler, matar y detener las agresiones de las plagas en los cultivos.

Asimismo, Jannet (2001) indica que el efecto nocivo de los extractos de plantas o sus compuestos puros contra los insectos se puede manifestar de diversas maneras, incluyendo la toxicidad, la mortalidad, inhiben el crecimiento, la supresión de comportamiento reproductivo y reducen la fertilidad y la fecundidad a través de la alimentación.

2.2.2.1. Ventajas del uso de los Bioplaguicidas

Según Mateus (2013) Los bioplaguicidas tienen las siguientes ventajas:

- Que esta especie es difícil que pueda desarrollar resistencias, a los bioplaguicidas, puesto que éstos pueden evolucionar de manera similar a lo que pueden hacerlo los insectos plaga.
- Algunos bioplaguicidas (a base de hongos, virus, bacterias) son muy específicos, y solo atacan a una sola especie de insecto plaga.
- Los bioplaguicidas, siendo muy confiables no afectan ni a la sociedad, ni animales, plantas e insectos benéficos.
- Estos productos son biodegradables, es decir no contaminan el medio ambiente, su impacto ambiental es muy reducido.
- Ejercen sobre el insecto plaga a muy baja concentración.
- Se puede realizar preparados artesanales si se cuenta con la especie que contiene un determinado compuesto activo. Por lo tanto, son de bajo costo.
- Existe la peripetia de uso en estrategias de control integrado y ecológico de plagas (MIP) y (MEP) amigables con el medio ambiente
- Estas aplicaciones de estos bioplaguicidas en conjunto toman medidas de prevención y control de insectos, donde incluyen el uso racional de estos pesticidas, de baja toxicidad para las personas y no contaminantes.

2.2.3. Insecticidas naturales

Salas (2015) Indica que para la búsqueda de técnicas para la defensa natural de los cultivos sigue latente a pesar que actualmente se ofrece una variedad de productos muy amplios. La protección de cultivos de forma natural mitiga el riesgo de la resistencia en los insectos, tiene menos consecuencias letales para los enemigos naturales, mitiga la aparición de plagas secundarias, es menos nocivo para la sociedad y no ocasiona daños a

la ecología. Es una alternativa estos productos naturales que se extraen de una gran variedad de especies de plantas, funcionan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando a las plagas de distintos tipos (rastreros, voladores, chupadores, defoliadores, etc.) por otro lado estimulan procesos vitales de las plantas cultivadas para protegerse de los ataques de las plagas. Algunas especies de plantas han sido usadas científicamente y otras siguen vigentes desde la antigüedad.

2.2.4. Extractos vegetales

Al respecto Farfán y Mora (2011) indican que los extractos de plantas se pueden componer de varias componentes de origen natural, estas sustancias se pueden extraer de una o varias especies de plantas las cuales poseen diferentes sustancias repelentes o biocidas. Estas sustancias de plantas se usan para mitigar el ataque de plagas y de enfermedades que puedan aparecer en las especies vegetales, utilizado para la desinfección de superficie y productos, pero el costo inferior se compensa con el ahorro y eficiencia

2.2.4.1. Componentes químicos de la raíz

Enríquez (2016) refiere que las raíces se extraen básicamente las sustancias a base de rotenona, la deguelina, trefosina y el toxicarol; también pueden aparecer otros compuestos de baja importancia y desconocidos. De todas ellas la más importante y toxica es la rotenona, por tratarse de una raíz diluida por medio de un componente orgánico, así como el tetracloruro de carbono, al efectuar la concentración por medio de la evaporación se tiene la rotenona cristalizada, que al desunirla y evaporar el resto de la sustancia va quedar un residuo resinoso la cual tiene una alta concentración de deguelia y toxicarol.

2.2.4.2. Modo de acción de metabolitos secundarios de origen botánico frente a insectos

Coats, (1994); Silva et al., (2002), citados en Vázquez et al., (2007). Señalan que su metabolismo iniciado de las especies vegetales sintetiza sustancias esenciales y de presencia generalizada en las especies de plantas, por otro lado, estos productos finales del metabolismo de segundo orden como los alcaloides, aminoácidos no proteicos,

esteroides, fenoles o taninos, pueden estar en diferentes funciones biológicas, la actividad contra el ataque y proliferación de plagas evitando ser consumidas por los animales herbívoros.

Se ha precisado que los metabolitos de segundo orden, que emplean las especies de plantas para protegerse ya pueden inhibir la aparición normal de los insectos que trabajan como reguladores del crecimiento, inhibidores de la alimentación y repulsivo para las plagas.

Los metabolitos secundarios con capacidad tóxica pueden actuar a diferentes niveles sobre la fisiología de la plaga. El modo de acción más conocidos es aquellos que afectan a:

- a) Al sistema nervioso, como agonistas de neurotransmisores o interfiriendo con los canales que emplean en la transmisión del impulso nervioso (Wink, 2000, citado en Caballero, 2004)
- b) La productividad de energía, inhibiendo enzimas que interviene en la respiración celular (Miyoshi, 1998, citado en Caballero, 2004)
- c) Al sistema endocrino, actuando como reguladores del crecimiento que inhiben la aparición de la muda o afectando la función de las hormonas que regulan estos mecanismos (Mordue (Luntz) y Blackwell, 1993, citados en Caballero, C., 2004);
- d) La replicación del DNA (Wink, 2003, citado en 22 Caballero, C., 2004)
- e) En el proceso digestivo, actuando como reductores de la digestibilidad o inhibiendo la actividad de enzimas hidrolíticas (Rhoades, 1979; Koul et al, 1996, citados en Caballero, 2004)

2.4.4.3. Descripción de los metabolitos secundarios en estudio

a) Capsaicinoide

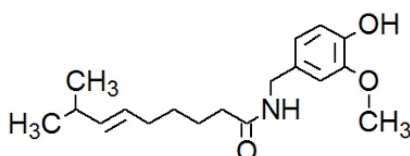
El género capsicum son especies conocidas que producen la sustancia química llamada capsaicina, que provoca que el rocoto comience a picar. La capsaicina es una sustancia que se encuentra en forma natural en los frutos, en distintas cantidades, La capsaicina puede variar entre 0,1 hasta 1 % en peso. Esta pequeña proporción de capsaicina es válida para producir la sustancia a picar. Se evidencia que la capsaicina no se está distribuida idénticamente en el fruto; esta puede aparecer en las semillas y en el pericarpio.

Los productos que se comercializan y las sustancias artesanales de rocoto se aplican sobre desiguales especies de plantas para rechazar el ataque de plagas y los ácaros. La capsaicina, es un constituyente irritante de dicho extracto.

La fórmula molecular $C_{18}H_{27}NO_3$ cuya estructura molecular se puede establecer como un derivado del ácido homovanílico, concretamente como una N-vainilamina de un ácido graso de cadena ramificada, particularmente es la trans-8-metil-N-vanillil-6-nonenamida. (Rhoades, 1979; Koul et al, 1996, citados en Caballero, 2004)

Figura 1

Estructura de la capsaicina



Está compuesta por una estructura lipídica y se produce en los pimientos picantes (género *Capsicum*) a partir de la vainilamina y el 8-metil-6-nonenol-CoA.

- **Estructura química:** Es un alcaloide lipídico derivado del ácido homovanílico.

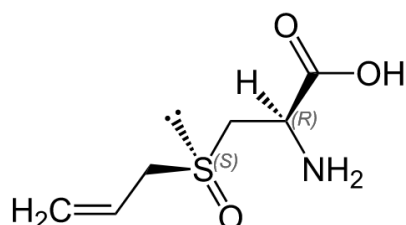
- **Precursores:** Se forma por la condensación de vainilamina y 8-metil-6-nonenoil-CoA, que a su vez provienen de las vías metabólicas de los aminoácidos y los ácidos grasos.
- **Otros compuestos relacionados:** Junto con la dihidrocapsaicina, forma alrededor del 90 % de los compuestos responsables del picor en los pimientos. (Rhoades, 1979; Koul et al, 1996, citados en Caballero, 2004)

b) Alicina

La alicina es el componente responsable del olor del ajo, un bulbo se origina cuando la enzima primeramente para su formación inicia su etapa en la molécula precursora inodora, que es (+)-S-ali1- L-cisteini1 sulfoxido (aliina). Que al moler el ajo inicia el contacto con la aliina y desencadene la formación de alicina. La fórmula química de la alicina es $C_6H_{10}OS_2$ es decir, contiene 6 átomos de carbono, 10 átomos de hidrógeno, 2 átomos de azufre y 1 átomo de oxígeno (Tamo, 1993).

Figura 2

Estructura de la alicina



La alicina es un compuesto orgánicos azufrados con la fórmula química $C_6H_{10}OS_2$. Su compuesto volátil e inestable que se forma cuando el ajo es triturado o cortado, a partir de la aliina por acción de la enzima aliinasa. (Vázquez et al., 2007).

a. Composición y formación

- Precursor: Se forma a partir de la aliina (S-ali1-L-cisteína sulfóxido).
- Enzima catalizadora: La aliinasa rompe la aliina para formar alicina.

- **Reacción:** Cuando el ajo se daña (machaca o corta), la enzima aliinasa entra en contacto con la aliina y la convierte en alicina. Dos moléculas de ácido alilsulfénico (un intermedio en la reacción) se condensan para formar alicina.

2.2.5. Plagas en sector agrario

Tapia y Lizárraga (2005). Mencionan que son poblaciones de insectos fitófagos que merman la producción del cultivo, incide en la rentabilidad de la cosecha o elevando sus costos de producción. Se trata de un criterio especialmente relacionado con la rentabilidad.

2.2.5.1. Categoría de Plagas

Tapia y Lizárraga (2005) refieren a la frecuencia de ataque de una plaga y al daño que ocasiona a la planta, diversos autores la clasifican de varias formas.

Plaga Clave: Para Tapia y Lizárraga (2005) son especies que ocurren en forma continua en fuertes poblaciones, son persistente y varias de las veces no pueden ser controladas por las técnicas de control; si es que se emplean medidas de control pueden provocar fuertes daños en la economía. Existen pocas especies que adquieren esta categoría dentro de las prácticas de cultivo, puesto que generalmente no poseen enemigos naturales eficientes.

Plagas ocasionales: Son insectos donde las poblaciones representan altos perjuicios en ciertas temporadas, en tanto que en otras temporadas carecen de categoría que perjudique económicamente. El aumento poblacional por lo general está en relación cambios climáticos o alteraciones provocadas por el hombre. (Tapia y Lizárraga 2005).

Plagas potenciales: La mayor cantidad de estas especies de insectos atacan al cultivo y siempre tienen poblaciones inferiores sin afectar la cantidad y calidad de sus cosechas porque sus poblaciones se mantienen bajas. Sin embargo, en alguna circunstancia pueden desaparecer. Estas especies de plagas potenciales pueden lograr pasar a las categorías mencionadas anteriormente. (Tapia y Lizárraga 2005).

Plagas migrantes: Son especies no resistentes en las parcelas cultivadas sin embargo llegan en ciertas temporadas debidos a que sus migraciones causan severos daños a las especies cultivadas.

Plagas directas: Refieren que los insectos dañan severamente los órganos de los cultivos; sin embargo, las larvas de la polilla suelen perforar los frutos y el gorgojo de los andes dañan los tubérculos. (Tapia y Lizárraga 2005).

Plagas indirectas: Este insecto daña órganos de los cultivos que no son las partes que el productor va cosechar, tal como el caso de las moscas minadoras que perjudican las hojas del tomate mientras que los organismos que se cosechan son los frutos y los tubérculos. (Tapia y Lizárraga 2005).

2.2.6. Ajo (*Allium sativum* L.)

El extracto de *Allium sativum* es usado como bioplaguicidas se ha corroborado con ciertos insectos, es inofensivo en los ecosistemas, no afecta a especies benéficas y a los cultivos aplicados con concentraciones de ajo puede ingerirse al instante sin causar daño. El extracto a base de ajo es necesario tener paciencia y ser constante para su utilización (Agricultura Ecológica, 2017).

Es utilizado para el control de larvas que dañan las hojas de cultivos, contra los pulgones e inhabilita la aparición de especies hongos. Actúa por ingesta, provoca una exaltación del aparato nervioso de la plaga que provoca repelencia, y si es mezclado con agua jabonosa su efecto por contacto. También se emplea al lado de cultivos y actúa como un plaguicida sistémico. Se ha corroborado su efectividad sobre la mosca de la cebolla (*Hylema o Phorbia antiqua*) con plantaciones de ajos entre las filas de cebolla (Agricultura Ecológica, 2017).

El extracto de ajo actúa con otros repelentes y fungicidas vegetales como las guindillas, o la nicotina laurel hasta pueden doblar su eficacia, habría que experimentar con cantidades y tratamientos sobre las diferentes plagas presentes en los cultivos (Agricultura Ecológica, 2017).

El ajo, es un alimento el cual da sabor muy característico y empleado tanto en la cocina como la medicina siendo una alternativa natural contra los insectos que causan daño el cual se utiliza de diferentes maneras, en extracto, purines y maceración (Gimeno, 2008).

Posee composición activa el ajo las cuales son: alina, alicina, cicloide de alitina y disulfato de dialil. Su agente activo básico del ajo, la alina, que cuando es liberada interactúa con una enzima llamada alinasa y esta genera la alicina, el compuesto que contiene el olor particular y penetrante del ajo, asimismo es rico en compuestos azufrados (Gimeno, 2008).

Gimeno (2008). Refiere que sus componentes activos se adhieren en los dientes de ajo, que se pueden utilizarse en preparaciones o enteros. Este ejerce provoca una hiperexcitación del aparato nervioso del insecto, cuyo efecto es la repelencia, inhibición al alimentarse, inhibición del desarrollo e inhibición de la puesta de huevos. En caso se junto con jabón, el ajo expulsa por contacto a las plagas en general ya que el ajo sin mezclarse actúa por ingestión.

2.2.7. Capsaicina principio activo del rocoto

Claros (2016), señala que todas las especies del género capsicum son reconocidas porque producen un compuesto químico llamado capsaicina, la cual es responsable de que esta especie pique. Este compuesto se encuentra de manera natural en el fruto, aunque en distintas concentraciones la cual puede variar entre 0,1 hasta 1 % en peso.

Koleva et al. (2012), Mencionan que es de suma importancia tener en cuenta que las especies que contienen capsaicina se han usados principalmente para repeler las plagas desde la antigüedad. Estudios han demostrado que la capsaicina tiene efectos letales sobre diversas especies de plagas, para que la agricultura ecológica se dirija hacia la producción de bioplaguicidas

Cázares et al. (2005), Mencionan que la capsaicina y otros compuestos capsaicinoides emiten gran número de estímulos fisiológicos tales como: efectos sobre

el tracto gastrointestinal, el sistema cardiovascular y respiratorio, asimismo en el sistema sensorial y la termorregulación.

2.2.8. Modo de acción de los insecticidas orgánicos sobre insectos

Wink (2000) refieren que la actividad tóxica actúa en diferentes cantidades de estructura sobre el ciclo de la plaga siendo su efecto los siguientes

- a) Al sistema nervioso, como agonistas de neurotransmisores o interfiriendo en las etapas implicadas en la transmisión en el aparato nervioso
- b) En la productividad de energía, inhibiendo enzimas que alteran la respiración celular
- c) Al sistema endocrino, las cuales actúan como sustancias de crecimiento que inhiben la acción de muda o alterando la función de las hormonas que regulan a estos mecanismos
- d) La multiplicación del ADN.

2.2.9. Descripción biológica y daños de la cochinilla

Esta especie presenta metamorfosis hemimetábola en las hembras y holometábola en los machos. Los huevos son amarillos, muy reducidos y son puestos colocados al cuerpo de la hembra, abajo del escudo. Las hembras poseen dos estados de ninfa en tanto que los machos poseen además de estos en los que no se alimentan (pre pupa y pupa) (Hernández, 2014).

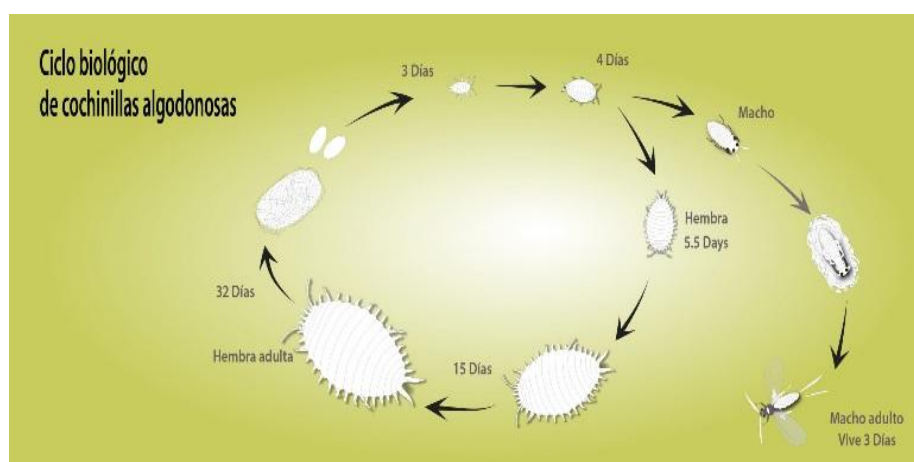
La hembra de esta especie es áptera (sin alas), ovalada y de cuerpo suave, la cual presenta una coloración entre el color rosado y tonos amarillentos; la cuales poseen cubiertas por una capa de cera blanca la cual se proyecta lateralmente en forma de filamentos (Hernández, 2015).

Los machos de esta especie son alados y su acción es fecundar a las hembras, viviendo en colonias compuestas por decenas de insectos. Cuando las ninfas eclosionan y salen del ovisaco, causando movimientos rápidos buscando un lugar ideal para su ingesta de alimentos y refugio. Estos últimos estadios ninfales estas van perdiendo movilidad, formando las colonias (Dueñas, 2013).

Su ciclo de vida depende directamente de la temperatura, es decir que esta plaga tiene un raposino desarrollo en la estación de invierno, el cual se pondrá muy lento en la época de verano. Por lo tanto, los ataques solo tomaran carácter de gravedad en las zonas más calientes que es donde la actividad de este insecto continúa latente por más tiempo (Quintana, 2018).

Figura 3

Ciclo biológico de la cochinilla



Nota (Vázquez, 2014).

Daños

La presencia de este insecto en escamas ocurre por pequeñas manchas cloróticas circulares en la superficie del órgano de la planta en la cual está pegado el cuerpo de cada parte de la especie en cuanto a las colonias densas estas manchas tienden a unirse en la cual aparecen manchas en cantidad en el envés de las hojas. Estos insectos succionan savia de su huésped de las plantas con altas infestaciones donde se observa muerte prematura de hojas, disminuyendo el crecimiento provocando la muerte de la planta (Vázquez, 2014).

Tabla 1*Factores que favorecen el desarrollo de la cochinilla*

Factores	Rangos
Temperatura	20°C – 32°C
Humedad relativa	40 % – 75 %
Precipitación pluvial	100 mm a 700 mm
Altitud	800 - 2500 msnm
Iluminación	40 % – 60 %

Nota (Vázquez, 2014).

Tabla 2*Parámetros físicos de la cochinilla*

Color	Rojo oscuro cubierta con polvo blanquecino
Forma	Ovalada
Sabor	Agrio
Peso	0,006 g
Tamaño	5 mm
Alimentación	La savia de las pencas
Clima	Seco y cálido
Textura	Suave
Ciclo biológico	120 días aproximadamente

Nota (Vázquez, 2014).

Tabla 3*Composición química de la cochinilla*

Composición	Porcentajes (%)
Ac. Carmínico	10-22
Proteínas	40-45
Grasas	10-12
Carbohidratos	10-12
Ceras	2-3
Cenizas	3-5
Humedad	10-12

Nota (Vázquez, 2014).

2.3. Definición de términos

Insecticida orgánico Caballero (2013) manifiesta “Los insecticidas son productos obtenidos de manera natural ya sea mediante maceración, descomposición e infusión para el tratamiento de plagas y enfermedades en los cultivos”

Dosis Letal media (DL50) Silva (2011), indica que la dosis letal media es aquella concentración de cierto biocida, que al ser aplicada por cualquier vía de ingreso (contacto o sistémico, por ejemplo), en un determinado periodo de tiempo mata el 50% de la población de insectos evaluados. Estos niveles que provocan una acción al 50% de los insectos de cierta población bajo investigación siendo una variable importante para ser caracterizado como DL50.

Control biológico. El control biológico es un componente de los programas de manejo integrado de plagas y enfermedades, utiliza recursos naturales para mantener a las poblaciones de especies dañinas para el cultivo por debajo de niveles que causen daño económico (García, et al., 2000)

Insecticida botánico: Es un preparado que se obtiene a partir de procesos de maceración, decocción, infusión, extrusión, arrastre de vapor, uso de solventes o 65 - Isopreno: El isopreno es el terpenoide más simple, es un producto volátil producido por los tejidos fotosintéticos.

Maceración: Es un proceso de extraer una sustancia sólido-líquido. La parte sólida (materia prima) posee una sustancia soluble en un líquido que al ser extraído son los se tiene que ser usados.

Sustentable: Viene a ser sostenimiento del equilibrio de las acciones de la sociedad con el medio ambiental, consiguiendo un aspecto económicamente competitivo.

Terpenos: Vienen hacer toxinas que se encuentran en las plántulas, que pueden actuar como repelentes de diferentes plagas y mamíferos que las ingieren de diferentes especies vegetales desempeñando un papel fundamental en la defensa de las plantas cultivadas.

Biopesticida Se refiere tanto a insecticidas y a otros elaborados con insumos naturales sin productos sintéticos. Un biopesticida es una sustancia elaborada para controlar eliminar, repeler o atraer cierta plaga. (California Department of Pesticide Regulation 2016)

Plaga: Es designada inicialmente a la proliferación de estos insectos perjudiciales, que periódicamente arrasaban con los cultivos y plantaciones. (Gómez, 2000)

Eficiencia: Se refiere a la acción, fuerza, producción. Es la capacidad de disponer de algo para conseguir un efecto o cambio determinado. (Iglesias, 2010)

Eficacia: Es la capacidad de obtener la respuesta que desea obtener. (Enciclopedia Encarta.2009) virtud, actividad y poder para obrar, y obtener un resultado provechoso de una acción o actividad (Diccionario Universal. 1998)

Infestación: Invasión de un organismo vivo por agentes parásitos externos o internos. La diferencia fundamental con el término infección es que este último, se aplica exclusivamente a microorganismos que tienen como objetivo su reproducción en el organismo infectado. (Wikipedia. 2010)

Manejo integrado: el manejo integrado de plagas es la utilización de todos los recursos necesarios por medio de procedimientos operativos estandarizados, para minimizar los peligros ocasionados por la presencia de plagas. (Nuñez, 2007)

Mortalidad: la mortalidad mide el número de defunciones que se producen en un área concreta durante un periodo de tiempo, entre las cuales hay tipos como la endógena ocasionada por causas que la especie misma lleva o endógena por resultado de la acción del medio. (Foschiatti, 2010)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Caracterización o tipo del diseño de investigación

3.1.1. Enfoque

La investigación se enmarca dentro del enfoque cuantitativo-experimental, ya que se manipularán deliberadamente las variables (aplicación de bioplaguicidas) para observar y medir sus efectos controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna). Este enfoque permite establecer relaciones de causalidad entre las variables y contrastar hipótesis de manera controlada (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

3.1.2. Nivel

El nivel de la investigación es explicativo, puesto que busca determinar el efecto de la aplicación del bioplaguicida utilizando *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna). Se pretendió ir más allá de la descripción de fenómenos y establecer relaciones de causa-efecto (Sampieri, 2018).

2.1.3. Diseño de investigación

Se utilizó el diseño de bloques al azar con 9 combinaciones de tratamientos más un testigo totalizando 30 unidades experimentales.

2.1.4. Población y muestra de estudio

El universo de la investigación estuvo conformado por:

a) Población

La población estuvo compuesta por el total de plantas de tunas incluidas en el diseño experimental

b) Muestras

De cada unidad experimental se evaluó 10 plantas elegidas al azar de cada uno de las combinaciones de los tratamientos.

2.2. Ámbito de estudio

La presente tesis se desarrolló en el fundo Santa Rosa, sector Yaravico ubicado en la región Moquegua cuyas coordenadas geográficas son las siguientes.

Latitud Sur:	17° 11' 46,45"
Longitud Oeste:	70° 57' 50 53,98"
Altitud	1410 msnm

Figura 4

Localización del campo experimental.



Nota. google map

2.3. Acciones y actividades para la ejecución del proyecto

2.3.1. Acciones

2.3.1.1. Preparación del bioplaguicida natural de ajo y rocoto

Figura 5

Pesado de los ingredientes



Figura 6

Licuada de los ingredientes ajo y rocoto



a) Ingredientes

Para preparar estos bioplaguicidas se utilizaron los siguientes ingredientes:

Ajo: El ajo contiene compuestos como la alicina, que tiene propiedades insecticidas y repelentes. Su uso en agricultura es ampliamente reconocido por su eficacia contra diversas plagas que hacen daño a los cultivos.

Rocoto: Los rocotos son pimientos picantes que poseen capsaicina, que es un compuesto que irrita a las plagas y las disuade de alimentarse.

Agua: El agua es el medio que permitió diluir y mezclar los ingredientes, facilitando su aplicación sobre las plantas.

b) Equipos

Para la preparación del bioplaguicida se tuvo a la mano los siguientes equipos:

Licuada: Para triturar y mezclar los ingredientes de manera efectiva.

Recipientes: Son recipientes de vidrio o plástico que se utilizaran para mezclar y dejar reposar la solución.

Colador: El colador que se utilizó será metálico o de plástico y sirvió para separar los sólidos del líquido después del licuado.

Envases con tapa hermética: estos envases son de plástico de capacidad de dos litros (10 envases herméticos de un litro).

Atomizador: Es un esparcidor pequeño que sirvió para realizar las aspersiones en las pencas de la tuna infestadas con cochinilla.

Gautes: Son materiales que se utilizaron para proteger las manos al realizar el manipuleo de los ingredientes como son el rocoto y el ajo, y así evitar las irritaciones a la piel.

c) Proceso de preparación del bioplaguicida

Primeramente, se realizó el pelado de los dientes de ajo y luego se procedió a lavarlos y realizar el picado de los rocotos en tamaño de cuadritos pequeños para facilitar el licuado.

Luego debido a la naturaleza de los productos ajo y rocoto fueron preparados independiente mediante el pesado haciendo uso de una balanza.

Las dosis fueron preparadas al 20 %, al 30 %, al 40 % para ambos, empleándose un envase hermético independiente para cada una de las dosis.

2.3.1.2. Preparación del bioplaguicida a base de ajo

- a) Primeramente, se realizó el pesado de 200 gramos de ajo y luego se licuo en un litro de agua, dicho licuado se procedió a envasar en un depósito hermético de plástico y luego a macerar durante un tiempo 48 horas.
- b) Posteriormente se realizó el pesado de 300 gramos de ajo y se licuo en un litro de agua, que fue envasado en un depósito hermético de plástico y se procedió a macerar durante 48 horas.
- c) Finalmente se pesaron los 400 gramos de ajo y se licuo en un litro de agua que fue envasado en un depósito hermético de plástico y se procedió a macerar durante 48 horas.

2.3.1.3. Preparación del bioplaguicida a base de rocoto

- a) Primeramente, se realizó el pesado de 200 gramos de rocoto y se licuo en un litro de agua, envasándose en un depósito hermético de plástico y se procedió macerar durante 48 horas.
- b) Posteriormente se procedió al pesado de 300 gramos de rocoto y se licuo en un litro de agua, envasándose en un depósito hermético de plástico y se procedió a macerar durante 48 horas.
- c) Finalmente se procedió al pesado de 400 gramos de rocoto y se licuo en un litro de agua, envasándose en un depósito hermético de plástico y se procedió a macerar durante 48 horas.

2.4. Aplicación del bioplaguicida

a) Primera aplicación:

- Primeramente, para a cada maceración de las dosis preparadas se colocó a un atomizador completamente limpio y se procedió a realizar la aspersión a cada una de las unidades experimentales según las dosis planteadas en la investigación.
- Se seleccionó el área definida para cada unidad experimental la cual fue de 225 cm². (Área de 15 cm x 15 cm para cada penca de tuna).
- Finalmente, las aspersiones fueron dirigidas a las pencas de tuna infestadas con cochinilla donde estuvo con presencia de adultos y ninfas del primero y segundo estadio. Dichas aplicaciones en cada tratamiento se mantuvieron bajo las condiciones normales del medio ambiente de la zona como son temperatura, humedad relativa y luminosidad.

b) Segunda Aplicación:

- Se realizó a los 7 días de haber transcurrido la primera aplicación y manteniendo las dosis planteadas en la investigación (20 %, 30 % y 40 %) respectivamente.
- Considerando un testigo al cual se le aplico agua corriente la cual sirvió para comparar la efectividad en la mortandad de la cochinilla en relación a las dosis aplicadas de ajo y rocoto.

c) Tercera aplicación:

- La tercera aplicación fue a los 7 días de haber transcurrido la segunda aplicación y manteniendo las dosis planteadas en la investigación (20 %, 30 % y 40 %) respectivamente
- Considerando un testigo al cual se le aplico agua corriente lo que sirvió para comparar la efectividad de la mortandad de la cochinilla en relación a las dosis aplicadas de ajo y rocoto.

- Y así sucesivamente las demás aplicaciones se realizaron cada 7 días durante el periodo de ejecución del presente trabajo de investigación.

Tabla 4

Reporte meteorológico registrado durante la etapa del experimento

Mes	Temperatura (°C)	Precipitación (Mm/Hora)	Humedad (%)	Velocidad Del Viento (M/S)
Promedio mensual enero	20,08	0,01	67,30	2,10
Promedio mensual febrero	20,24	0,02	72,83	2,01
Promedio mensual marzo	20,10	0,00	65,44	1,79
Promedio mensual abril	19,26	0,00	58,45	1,70
Promedio mensual mayo	19,50	0,00	44,15	1,62
Promedio mensual junio	18,11	0,00	45,88	1,53
Promedio mensual julio	19,30	0,06	30,73	1,66

Nota: Senamhi Moquegua (2025)

La tabla 4 muestra los reportes meteorológicos registrados durante la etapa de investigación como las temperaturas, precipitación, humedad relativa y la velocidad del viento de acuerdo al ciclo de vida de la cochinilla esta requiere condiciones climáticas específicas para su desarrollo. Principalmente, prefiere climas templados a cálidos, con temperaturas entre 10°C y 27°C, y humedad relativa entre 45 % y 80 %. La altitud también juega un papel, cuyos rangos óptimos varían 100 y 3000 metros sobre el nivel del mar, los datos meteorológicos registrados se encuentran dentro de los valores requeridos para la óptima reproducción y desarrollo de *Dactylopius coccus*, (cochinilla)

2.5. Tratamientos en estudio

Tabla 5

Combinación de tratamientos

Numero	Tratamientos	Combinaciones
1	T ₀ :	Sin aplicación
2	T ₁ :	20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto
3	T ₂ :	20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto
4	T ₃ :	20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto
5	T ₄ :	30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto
6	T ₅ :	30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto
7	T ₆ :	30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto
8	T ₇ :	40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto
9	T ₈ :	40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto
10	T ₉ :	40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Nota: Elaboración propia – Dosis empleadas

2.6. Aleatorización de los tratamientos

Tabla 6

Aleatorización

Bloque I	Bloque II	Bloque III
Testigo	T ₂	T ₉
T ₄	T ₃	T ₆
T ₁	T ₈	T ₇
T ₂	T ₇	T ₃
T ₅	T ₆	T ₁
T ₉	Testigo	T ₄
T ₃	T ₄	T ₈
T ₈	T ₁	T ₅
T ₇	T ₉	T ₂
T ₆	T ₅	Testigo

Nota Elaboración propia

2.7. Variables a evaluar

a) Porcentaje de mortandad

La evaluación se registró de la presencia de la cochinilla y se efectuó mediante una cuadrícula de 225cm², en la penca de la tuna. Se colocaron las cuadrículas al azar en la parcela en parcela experimental para ello procedió a realizar un conteo inicial en cada una de las unidades experimentales donde se identificó la presencia de adultos *Dactylopius coccus*, (cochinilla)

Posteriormente previamente de las aplicaciones sucesivas se realizó el conteo respectivo de los adultos *Dactylopius coccus*, (cochinilla) y así poder determinar el porcentaje de mortandad en cada uno de los periodos de evaluación, los cuales estos conteos fueron semanalmente cada 7 días durante el periodo de investigación.

b) Determinar la dosis adecuada

Se determinó la dosis adecuada de combinación de tratamientos de ajo y rocoto en las 9 aplicaciones cada una de las unidades experimentales para el control de la plaga *Dactylopius coccus*.

2.8. Materiales e instrumentos

Para el presente trabajo de investigación se utilizó:

2.8.1. Materiales y equipos de oficina:

- Computadora e Impresora
- Papel A4
- Lapiceros
- Plumones

2.8.2. Materiales y equipos de campo:

- Celular con cámara
- Libreta de campo
- Lápiz, lapiceros
- Plumón indeleble

- Guantes, barbijo.
- Botas
- Bolsas de papel
- Wincha
- Cámara fotográfica
- Cinta maskentein
- Cinta de embalaje

2.8.3. Herramientas

- Espátulas
- Colador
- Bolsas de plástico
- Cartoné cartulina
- Triplay
- Envases de plástico

2.9. Tratamiento de datos

Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza al α 0,05 y α 0,01 y para la comparación de medias se empleó la prueba de significación de Tukey al 5 % de confiabilidad

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de los porcentajes de mortandad

Tabla 7

Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la primera aplicación

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab 0,05 0,01		
Bloques	2	12,666	6,333	1,61	3,55	6,010	ns
Tratamientos	9	265,905	29,545	7,515	2,46	3,600	**
Error	18	70,764	3,931				
Total	29	349,336					

CV= 27,105 % NS: No significativo **: Alta significación

Nota: Elaboración propia – Dosis base de datos del Statgraphics

La tabla 7 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la primera semana no hubo significación estadística entre los bloques, por otra parte para tratamientos se halló alta significación estadística con un 99 % de confiabilidad puesto que F calculado 7,515 supera a los valores F_{α} 2,46 y 3,60, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 27,150 % es aceptable para el ensayo.

Tabla 8

Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la primera evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha 0,05$
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	14,43	a
2	rocoto	9,41	b
3	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de	8,16	bc
4	rocoto	7,57	bc
5	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de	6,88	bc
6	rocoto	6,64	bc
7	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de	6,43	bc
8	rocoto	6,22	bc
9	T ₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto	5,05	cd
10	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de	2,31	d
	rocoto		
	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₂ : 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₀		

Nota: Elaboración propia – Dosis base de datos del Statgraphics

La tabla 8 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la primera evaluación se observa que el tratamiento T₆: 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto tuvo el mayor porcentaje de mortandad con 14,43% seguido del tratamiento T₉ : 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto con 9,41 %, existen un grupo de 6 tratamientos que estadísticamente son similares y los tratamientos de menor efecto fueron los T₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto con 5,05 %; y el tratamiento testigo T₀ con 2,31 % respectivamente

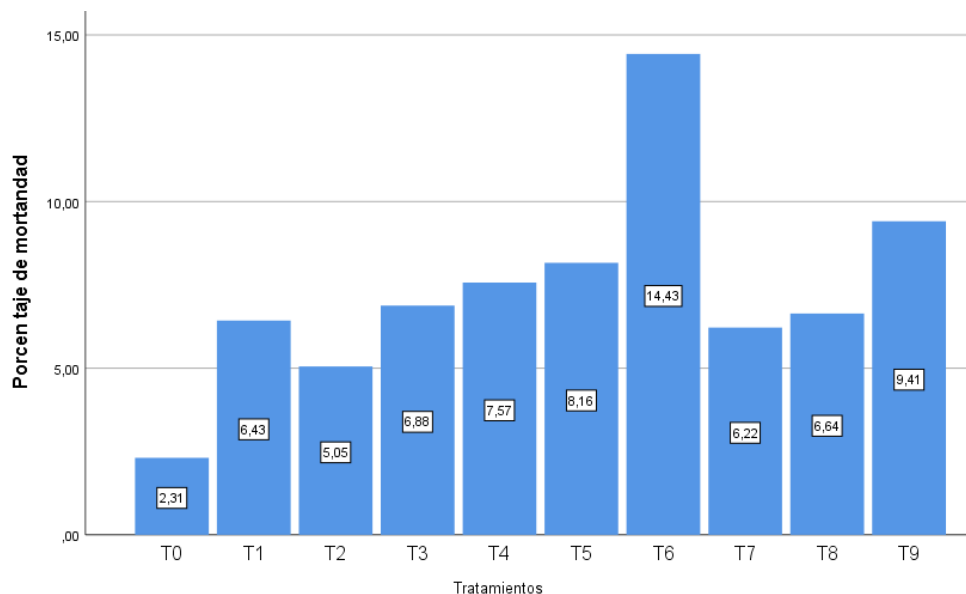
Figura 7*Porcentaje de mortandad en la primera aplicación***Leyenda:**T₀ 0 extractoT₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocotoT₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocotoT₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocotoT₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocotoT₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocotoT₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocotoT₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocotoT₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocotoT₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Tabla 9

Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la segunda semana de aplicación

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,266	0,133	0,033	3,55	6,010 ns
Tratamientos	9	856,553	95,172	24,181	2,46	3,600 **
Error	18	70,843	3,935			
Total	29	927,663				

CV= 20,066 % NS: No significativo **: Alta significación

La tabla 9 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la segunda semana de evaluación, no hubo significación estadística entre los bloques, por lo tanto fueron homogéneos por otra parte para tratamientos se halló alta significación estadística con un 99 % de confiabilidad puesto que F calculado 24,181 supera a los valores F_{α} 2,46 y 3,60, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 20,066 % es aceptable para el ensayo

Tabla 10

Prueba de significación de Tukey al 95 % para el porcentaje de mortandad en la segunda aplicación

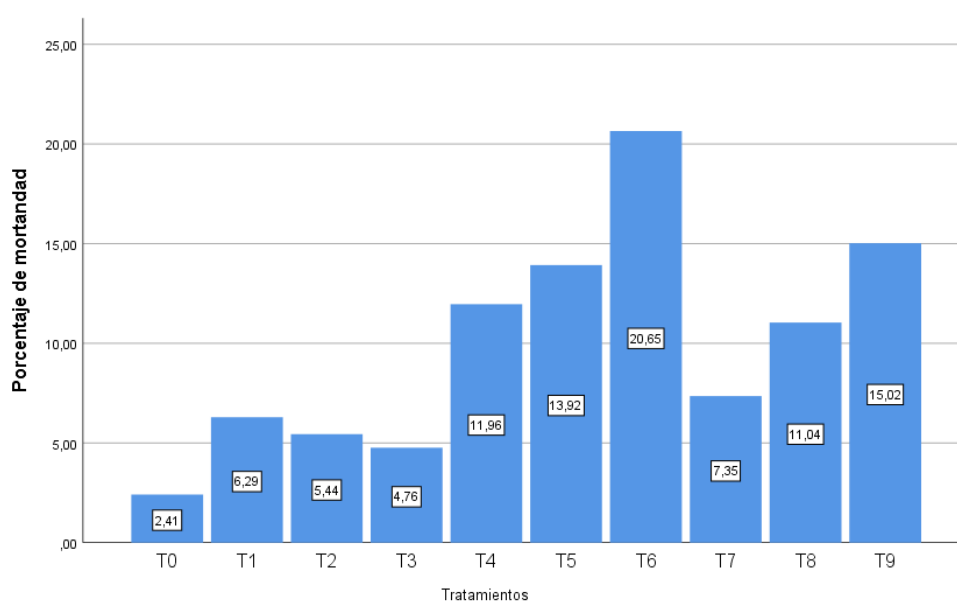
O.M.	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha 0,05$
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto	20,65	a
2	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto	15,02	b
3	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto	13,92	bc
4	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto	11,96	bc
5	T ₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto	11,04	c
6	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto	7,35	d
7	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto	6,29	d
8	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto	5,44	de
9	T ₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto	4,76	de
10	T ₀	2,41	e

La tabla 10 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la segunda aplicación se observa que el tratamiento T₆: 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto tuvo el mayor porcentaje de mortandad con 20,65 % seguido del tratamiento T₉: 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto con 15,02 %, se puede apreciar que

existen tres grupos de tratamientos que estadísticamente son similares en sus respectivos promedios y los tratamientos de menor efecto fueron los T2 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto y T3 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto: con 5,44 % y 4,76 % frente al tratamiento testigo T0 que obtuvo el menor promedio con 2,41 % respectivamente.

Figura 8

Porcentaje de mortandad en la segunda aplicación



Leyenda:

T₀ 0 extracto

T₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Tabla 11*Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la tercera semana de aplicación*

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	2	73,104	36,552	1,494	3,55	6,010 ns
Tratamientos	9	2174,103	241,567	9,878	2,46	3,600 **
Error	18	440,154	24,453			
Total	29	2687,361				

CV= 32,825 % NS: No significativo **: Alta significación

La tabla 11 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la tercera semana de aplicación no hubo significación estadísticas entre los bloques, por lo tanto fueron homogéneos por otra parte para tratamientos se halló alta significación estadística puesto que F calculado 241,567 supera a los valores F_{α} 2,46 y 3,60 es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 32,825 % es aceptable para el ensayo

Tabla 12*Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad en la tercera semana de aplicación*

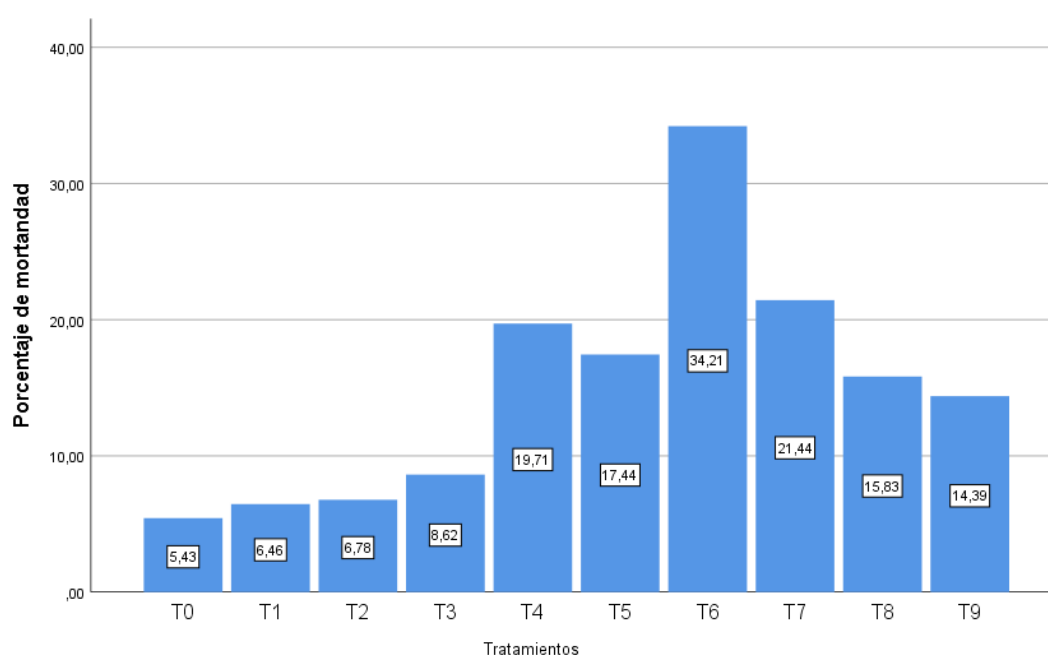
O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto	34,53	a
2	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto	21,44	b
3	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto	19,71	b
4	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto	17,44	bc
5	T ₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto	15,83	bcd
6	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto	14,39	bcde
7	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto	8,62	cde
8	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto	6,78	de
9	T ₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto	6,46	e
10	T ₀	5,43	e

La tabla 12 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la tercera aplicación se observa que el tratamiento T₆: 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto tuvo el mayor porcentaje de mortandad con 34,53 % superando el resto. Le siguen los tratamientos T₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto y T₄ 30 % extracto de

ajo + 20 % extracto de rocoto ₁ con 21,44 % y 19,71 también podemos apreciar que existen 4 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, por otra parte, se observa que los tratamientos T₁: 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto y el T₀ que obtuvieron los menores promedios con 6,46 % y 5,43 % respectivamente.

Figura 9

Porcentaje de mortandad en la tercera aplicación



Leyenda:

T₀ 0 extracto

T₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Tabla 13

Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la cuarta semana de aplicación

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	2	191,05	95,525	2,601	3,55	6,010 ns
Tratamientos	9	6068,4	674,266	18,369	2,46	3,600 **
Error	18	660,902	36,716			
Total	29	6920,354				

CV= 29,378 %

NS: No significativo **: Alta significación

La tabla 13 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la cuarta semana de evaluación no hubo significación estadísticas entre los bloques, por lo tanto fueron homogéneos por otra parte para tratamientos se halló alta significación estadística con un 99 % de confiabilidad puesto que F calculado 18,369 supera a los valores F_{α} 2,46 y 3,60 , es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 29,378 % es aceptable para el ensayo.

Tabla 14

Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la cuarta aplicación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha 0,05$
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	57,473	a
2	rocoto	29,954	b
3	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de	26,27	bc
4	rocoto	20,66	bcd
5	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de	17,66	cde
6	rocoto	15,56	cde
7	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de	14,11	de
8	rocoto	9,05	e
9	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	9,02	e
10	rocoto	6,44	e
	T ₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de		
	rocoto		
	T ₂ : 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₀		

La tabla 14 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la cuarta aplicación se observa que el tratamiento T₆: 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto tuvo el mayor porcentaje de mortandad con 57,473% superando el resto. Le sigue T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto, con 29,954 % también podemos apreciar que existen 4 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, por otra parte, se observa que los tratamientos T₁: 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto y T₂: 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto 9,05% y 9,02 % y el tratamiento testigo T₀ 6,44 %.

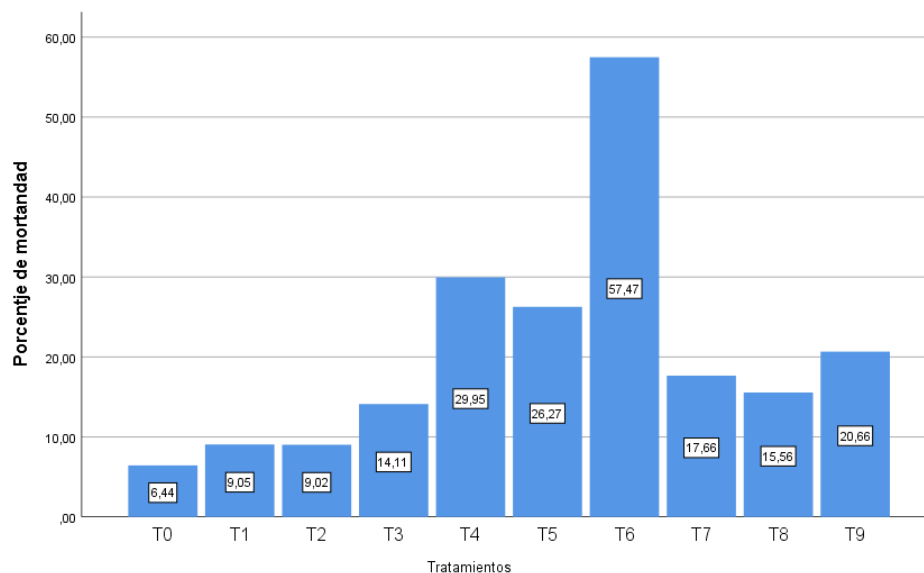
Figura 10*Porcentaje de mortandad en la cuarta aplicación***Leyenda:**T₀ 0 extractoT₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocotoT₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocotoT₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocotoT₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocotoT₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocotoT₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocotoT₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocotoT₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocotoT₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Tabla 15*Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la quinta aplicación*

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	2	62,116	31,058	0,534	3,55	6,010 ns
Tratamientos	9	8286,746	920,749	15,581	2,46	3,600 **
Error	18	1042,569	58,087			
Total	29	9394,432				

CV= 28,603 % NS: No significativo **: Alta significación

La tabla 15 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la quinta semana de evaluación no hubo significación estadística entre los bloques, por lo tanto fueron homogéneos por otra parte para tratamientos hubo alta significación estadística 99 % de confiabilidad puesto que F calculado 15,581 supera a los valores F_{α} 2,46 y 3,60, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 28,603 % es aceptable para el ensayo.

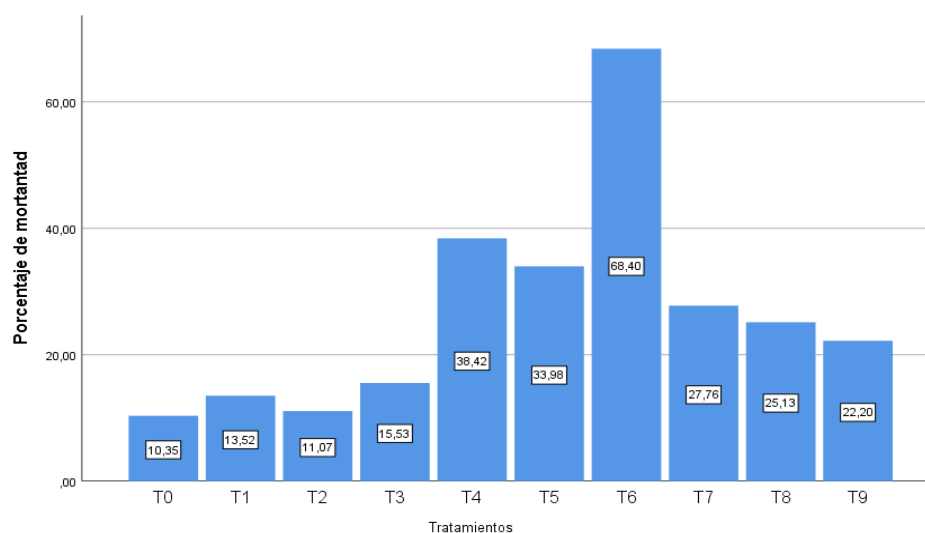
Tabla 16*Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la quinta aplicación.*

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	68,40	a
2	rocoto	38,42	b
3	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de	33,98	bc
4	rocoto	27,76	bcd
5	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de	25,13	bcde
6	rocoto	22,20	cdef
7	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	15,53	ded
8	rocoto	13,52	def
9	T ₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de	11,07	ef
10	rocoto	10,35	f
	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de		
	rocoto		
	T ₂ : 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₀		

La tabla 16 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la quinta aplicación se observa que el tratamiento T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto: tuvo el mayor porcentaje de mortandad con 68,40 % superando el resto de tratamientos. Le sigue T₄: 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto con 38,42 % también podemos apreciar que existen 5 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, por otra parte, se observa que los tratamientos T₁: 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto T₂: 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto y T₀ obtuvieron los menores promedios con 13,52 % 11,07 % y 10,35 % respectivamente.

Figura 11

Porcentaje de mortandad en la quinta aplicación



Leyenda:

T₀ 0 extracto

T₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Tabla 17

Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la sexta semana de aplicación

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	2	46,836	23,418	0,360	3,55	6,010 ns
Tratamientos	9	6736,401	748,489	11,537	2,46	3,600 **
Error	18	1167,791	64,877			
Total	29	7951,028				

CV= 35,175 % NS: No significativo **: Alta significación

La tabla 17 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la sexta semana de evaluación no hubo significación estadísticas entre los bloques, por lo tanto fueron homogéneos por otra parte para tratamientos se halló alta significación estadística un 99 % de confiabilidad puesto que F calculado 11,537 supera a los valores F_{α} 2,46 y 3,60, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 35,175 % es aceptable para el ensayo.

Tabla 18

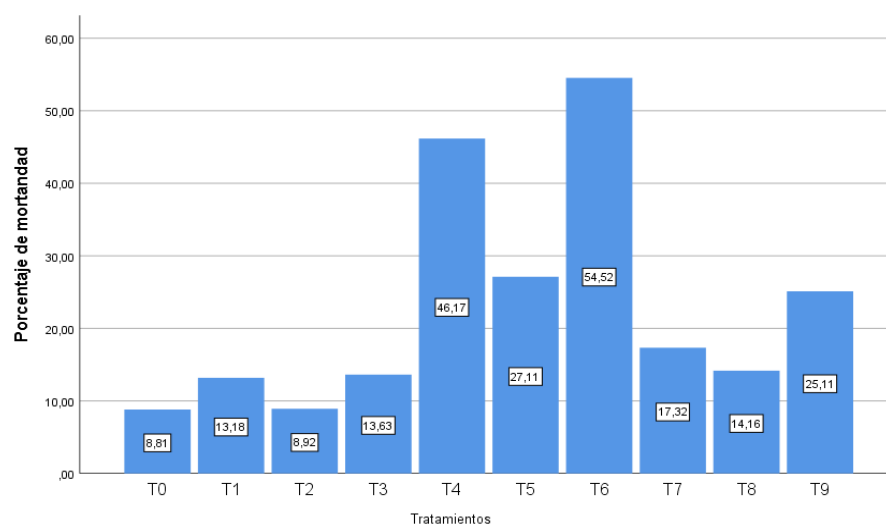
Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la sexta aplicación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	54,52	a
2	rocoto	46,17	a
3	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de	27,11	b
4	rocoto	25,11	b
5	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de	17,32	bc
6	rocoto	14,16	bc
7	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de	13,63	bc
8	rocoto	13,18	bc
9	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	8,92	c
10	rocoto	8,81	c
	T ₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de		
	rocoto		
	T ₂ : 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₀		

La tabla 18 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la sexta aplicación se observa que los tratamientos T₆: 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto y T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto, tuvieron el mayor porcentaje de mortandad con 54,52 % y 46,17 % superando el resto de tratamientos. Podemos apreciar que existen 3 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, por otra parte se observa que los tratamientos T₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto T₂: 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto y el tratamiento testigo T₀ tuvieron los menores promedios con 13,18 %, 8,92 % y 8,81 % respectivamente.

Figura 12

Porcentaje de mortandad en la sexta aplicación



Leyenda:

T₀ 0 extracto

T₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Tabla 19

Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la séptima semana de aplicación

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	2	218,091	109,045	0,974	3,55	6,01 ns
Tratamientos	9	10 463,79	1 162,653	10,384	2,46	3,60 **
Error	18	2 015,221	111,956			
Total	29	1 2697,10				

CV= 38,852 % NS: No significativo **: Alta significación

La tabla 19 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la séptima semana de evaluación no hubo significación estadísticas entre los bloques, por lo tanto fueron homogéneos por otra parte para tratamientos se halló alta significación estadística de confiabilidad puesto que F calculado 10,384 supera a los valores F_{α} 2,46 y 3,60 , es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 38,852 % es aceptable para el ensayo

Tabla 20

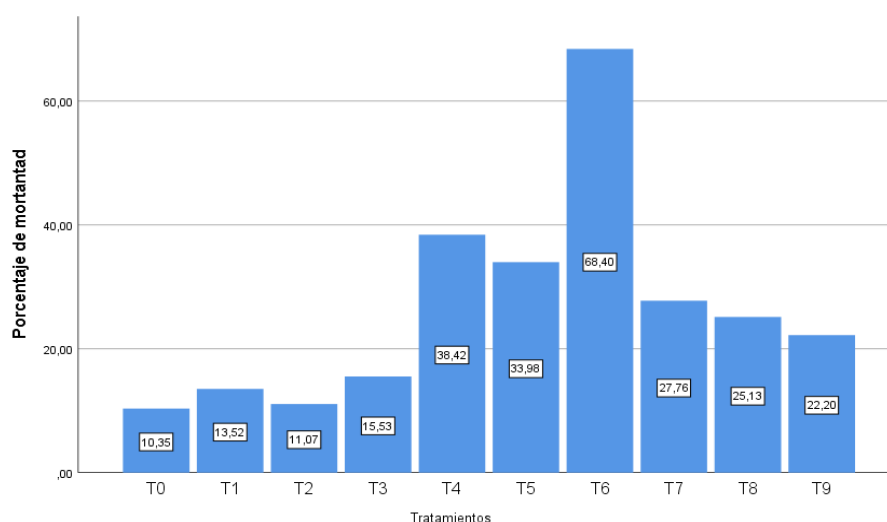
Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la séptima semana aplicación

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	65,61	a
2	rocoto	59,04	a
3	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto	35,17	b
4	de rocoto	20,71	bc
5	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de	18,91	bc
6	rocoto	18,36	bc
7	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	15,66	bc
8	rocoto	13,98	c
9	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de	13,52	c
10	rocoto	11,35	c
	T ₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de		
	rocoto		
	T ₂ : 20 % extracto de ajo + 30 % extracto		
	de rocoto		
	T ₀		

La tabla 20 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la séptima aplicación se observa que los tratamientos T₆: 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto y T₄ : 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto tuvieron el mayor porcentaje de mortandad con 65,61 % y 59,04 % superando el resto de tratamientos. Podemos apreciar que existen 3 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, por otra parte, se observa que los tratamientos T₂: 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto T₁ : 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto, y el tratamiento testigo T₀ tuvieron los menores promedios con 13,98 %, 13,52 % y 11,35% respectivamente

Figura 13

Porcentaje de mortandad en la séptima aplicación



Leyenda:

T₀ 0 extracto

T₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Tabla 21

Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la octava semana de evaluación

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab 0,05 0,01	
Bloques	2	339,396	169,698	2,117	3,55	6,01 ns
Tratamientos	9	11 418,47	1 260,719	15,830	2,46	3,60**
Error	18	1 442,59	80,143			
Total	29	1 320,00				

CV= 17,278 % NS: No significativo **: Alta significación

La tabla 21 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la octava semana de evaluación no hubo significación estadísticas entre los bloques, por lo tanto fueron homogéneos por otra parte para tratamientos se halló alta significación estadística 99 % de confiabilidad puesto que F calculado 15,380 supera a los valores Fa 2,46 y 3,60 , es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 17,278 % es aceptable para el ensayo

Tabla 22

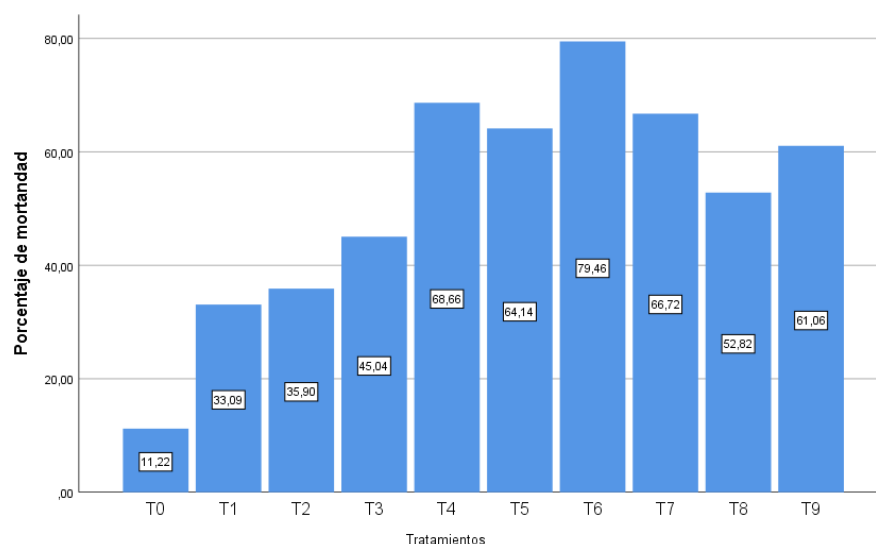
Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la octava semana aplicación

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	79,46	a
2	rocoto	68,66	ab
3	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de	66,72	ab
4	rocoto	64,14	ab
5	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	61,06	bc
6	rocoto	52,82	bc
7	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de	45,04	cd
8	rocoto	35,90	d
9	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de	33,09	d
10	rocoto	11,22	
	T ₈ 40 % extracto de ajo +30 % extracto de		c
	rocoto		
	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₂ :20 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de		
	rocoto		
	T ₀		

La tabla 22 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la octava aplicación se observa que los tratamientos T6: 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto y T4: 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto tuvieron el mayor porcentaje de mortandad con 79,46 % y 68,66 % superando el resto de tratamientos. Podemos apreciar que existen 4 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, por otra parte, se observa que los tratamientos T2: 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto T1: 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto y el tratamiento testigo T0 tuvieron los menores promedios con 35,90 %, 33,09 % y 11,22% respectivamente

Figura 14

Porcentaje de mortandad en la octava aplicación



Leyenda:

T₀ 0 extracto

T₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

Tabla 23*Análisis de varianza de porcentaje de mortandad en la novena semana de aplicación*

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ftab 0,05 0,01	
Bloques	2	286,856	143,428	0.949	3,55	6,01 ns
Tratamientos	9	11 801,00	2 009,00	13,831	2.46	3,60 **
Error	18	2 718,605	151,033			
Total	29	14 806,461				

CV= 20,796 % NS: No significativo **: Alta significación

La tabla 23 del análisis de varianza para el porcentaje de mortandad en la novena semana de evaluación no hubo significación estadísticas entre los bloques, por lo tanto fueron homogéneos por otra parte para tratamientos se halló alta significación estadística 99 % de confiabilidad puesto que F calculado 12,831 supera a los valores F_{α} 2,46 y 3,60, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable de estudio, el coeficiente de variabilidad fue de 20,796 % es aceptable para el ensayo

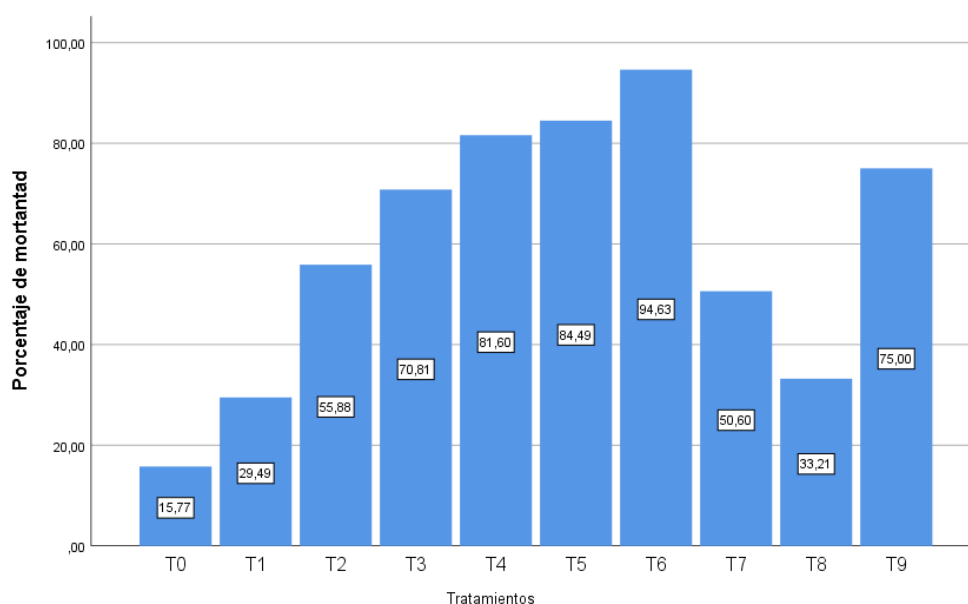
Tabla 24*Prueba de significación de Tukey al 95 % de porcentaje de mortandad para la novena semana aplicación*

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de	94,626	a
2	rocoto	84,493	a
3	T ₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de	81,607	a
4	rocoto	75,000	ab
5	T ₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de	70,816	abc
6	rocoto	55,877	bc
7	T ₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de	50,600	cd
8	rocoto	33,210	de
9	T ₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de	29,490	de
10	rocoto	15,770	e
	T ₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de		
	rocoto		
	T ₇ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de		
	rocoto		
	T ₈ 40 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₂ : 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de		
	rocoto		
	T ₀		

La tabla 24 de la prueba de Tukey para porcentaje de mortandad en la novena aplicación se observa que los tratamientos T₆: T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto, T₄: 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto y T₅: 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto tuvieron los mayores porcentajes de mortandad con 94,696 % 84,493 y 81,607 % superando el resto de tratamientos. Podemos apreciar que existen 5 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, por otra parte, se observa que los tratamientos T₂: 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto y el tratamiento testigo T₀ tuvieron los menores promedios con 29,90 %, y 15,77% respectivamente

Figura 15

Porcentaje de mortandad en la novena aplicación



Leyenda:

T₀ 0 extracto

T₁ 20 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₂ 20 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₃ 20 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₄ 30 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₅ 30 % extracto de ajo + 30 % extracto de rocoto

T₆ 30 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

T₇ 40 % extracto de ajo + 20 % extracto de rocoto

T₈ 40 % extracto de ajo +30 % extracto de rocoto

T₉ 40 % extracto de ajo + 40 % extracto de rocoto

DISCUSIÓN

Se demostró en la investigación que las pencas de tuna de las diferentes unidades experimentales y en los diferentes días en los cuales se aplicaron los bioplaguicidas de extractos de rocoto y ajo, dieron como resultado, que los tratamientos T₆: 30 % y el extracto de ajo + 40 % de extracto de rocoto y el tratamiento T₄ : 30 % extracto de ajo + 20 % extracto obtuvieron los mejores resultados elaborado, esto se debe a que su protección en la planta es más por más tiempo, la cual presentaba, daños de insectos y evitaban acercarse a la planta debido al olor del repelente.

La efectividad de bioplaguicidas para controlar la cochinilla se define lo siguiente: De acuerdo con el primer objetivo, se determinó si el control de cochinilla por medio de bioplaguicidas disminuye el porcentaje de afectación de la plantación de tuna, los datos obtenidos demostraron que la combinación de dosis de bioplaguicidas orgánicos presentó efectos positivos en la disminución de afectación de la plaga *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en el cultivo de tuna,

Estos resultados concuerdan con Zela (2016), que menciona que el uso de insecticidas orgánicos es una herramienta para contrarrestar la proliferación de la plaga cochinilla y poderlos eliminar, este método permite disminuir la incidencia de la plaga y ayuda a reducir el uso de insecticidas químicos. En el trabajo experimental el tratamiento con mayor eficaz al momento de controlar la plaga de la cochinilla se determinó los valores mayores porcentajes de mortandad de la plaga en el cultivo de tuna superando al testigo absoluto, Por lo tanto, concordamos con Menchaca (2013), quien refiere que los tratamientos correspondientes a los insecticidas naturales que tuvieron más eficiencia en el control de áfidos fueron: el extracto de ajo y cebolla con 55,43 % en la primera aplicación y 68,48 % en la segunda aplicación, seguido del extracto de rocoto con 51.60% en la primera aplicación y 54,19 % en la segunda aplicación, por último, el extracto de tarwi con 33,56 % en la primera aplicación y 49,30 % en la segunda aplicación, en el caso del ajo es un repelente sistémico de alto espectro y rico en azufre.

Por lo que se coincide con Cervantes (2015) que señala que el reemplazo de los insecticidas sintéticos por sustancias vegetales representa una alternativa viable; gran variedad de plantas puede utilizarse para hacer productos bioplaguicidas. Este tipo de productos, podemos indicar, el Neem, *Azadirachta*, árbol asiático el cual es utilizado para controlar de hemípteros y coleópteros, entre otros. También el extracto de *Meliazedarach* para control de lepidópteros, áfidos, ácaros, y que otros extractos y/o infusiones a base: el ajo, el ají, la guanábana, el tabaco, usados para el control de lepidópteros, áfidos, trips, y hemípteros. La hipótesis alterna se aceptó porque al menos uno de estos tratamientos utilizados presento el resultado adecuado en la cochinilla (*Dactylopius coccus*), controlando el ataque de este hemíptero.

Se presentan un comportamiento significativo del efecto de los tratamientos T₆ 30 % y el extracto de ajo + 40 % de extracto de rocoto y el tratamiento T₄: 30 % extracto de ajo + 20 % y luego va descendiendo en el momento que el efecto de los bioplaguicidas pierde su pureza, esto permite a los insectos nuevamente invadir el cultivo. El efecto de los extractos perdura aproximadamente entre 7 y 15 días donde las aplicaciones del producto se realizaron a plantas diferentes en la parcela experimental.

Los resultados de este estudio aportan información valiosa sobre el uso de los bioplaguicidas., queda demostrado que los bioplaguicidas base del fruto de rocoto y de ajo en el caso posee un alto contenido alicina responsable del característico olor del ajo. La alicina se origina en el ajo cuando una enzima inicia su formación a partir de una molécula precursora inodora, identificada como (+)-S-ali1- L-cisteinil sulfoxido (aliina). Al cortar o machacar un ajo se posibilita el contacto entre la enzima llamada alinasa y el precursor de la alicina (Tamo, 1993), a consecuencia de esta sustancia determina la mortandad del insecto.

Se ha evidenciado que el uso de los bioplaguicidas a base de extractos de rocoto y ajo reducen la aparición de plagas secundarias y es menos tóxico para la sociedad. En tal razón, se tiene la certeza y colaborando de forma eficiente con el medio ambiente, más a un mejor aprovechamiento de recursos naturales.

Las dosis de los bioplaguicidas fueron aplicadas durante la hora de la tarde tuvieron mayor eficacia que las dosis aplicadas durante horas de la mañana en los insectos ya que en el caso del rocoto las capsaicinoides actúan mejor en presencia del sol del mediodía en adelante. La elaboración y aplicación de los bioplaguicidas a base de rocoto combinados con ajo tienen un efecto mucho eficiente para la cochinilla (*Dactylopius coccus*).

El ajo, gracias a sus compuestos azufrados, tiene propiedades insecticidas y antifúngicas, mientras que el rocoto, con su capsaicina, actúa como repelente y paralizante de insectos.

O'Farril, (2010). Refiere que la eficacia del extracto de ajo (*A. sativum*) como plaguicida natural se ha demostrado con ciertas plagas, como son larvas de lepidópteros, áfidos, chinches pequeños y varias enfermedades causadas por hongos, su mecanismo de acción es por ingestión, provocando una excitación del sistema nervioso, que provoca repelencia, (Ramos, 2017). El extracto contiene compuestos de azufre (tiosulfatos) que sobreexcitan el sistema nervioso de insectos y ácaros produciendo desorientación y repelencia. Además de repelente, tiene acción bactericida y fungicida

O'Farril, (2010). Menciona que las especies de *Capsicum* se cultiva para utilizarlo como condimento, pero es también muy conocido por su alto contenido de alcaloides en las frutas maduras. Estas sustancias tienen efecto como insecticida, repelente y antiviral. La pungencia o cualidad de picante de la mayoría de las especies de *Capsicum* se debe a un alcaloide, llamado capsaicina (8-metilN-vanillil-6-nonenamida) es una sustancia alcalina y aceitosa, soluble en agua, que solamente está presente en la placenta de los frutos. Esta Oleorresina es irritante para los mamíferos; produce una fuerte sensación de ardor (pungencia) en la boca y es utilizado ampliamente como insecticida, ya que controla larvas de lepidópteros, áfidos y hemípteros. Los productos comerciales y los extractos caseros de rocoto y ajo se rocían sobre los cultivos y las plantas ornamentales para repeler los insectos y los ácaros. La capsaicina, un alcaloide, es el componente irritante y repelente del extracto, tal como comprobamos en la presente investigación.

Por otro lado, es meritorio destacar el efecto producido por los extractos vegetales en mezcla de ajos + rocoto que por sus diversas propiedades de repelencia del ajo (Gimeno, 2011) y del rocoto (Ramos, 2017), y efecto insecticida en el cultivo de tuna, los bioplaguicidas a base ajo y rocoto, se debe a que el ajo contiene compuestos tiosulfatos y el rocoto por la capsina que es un alcaloide repelente con resistencia al calor (O’Farril, 2010). Los resultados son corroborados con el estudio de Varón et al (2011) sobre el control de *Neohydatothrips signifer* en el cultivo de maracuyá, donde la mezcla Ajo 10 % + Cebolla 10 % + Ají 10 % causó un 63 % de mortalidad en individuos de *N. signifer*.

Sin embargo, los extractos vegetales de ajo y rocoto tuvieron un efecto notable, por la composición química los cuales repelen y posee aptitud insecticida (Ramos, 2017, Gimeno, 2011; García, 2013). Los compuestos de azufre del ajo y el alcaloide capsicina del rocoto son los que otorgan estos beneficios a los extractos, especialmente el extracto de ajo que sobrexcita el sistema nervioso de lo insectos lo que produce desorientación y repelencia (O’Farrill, 2010).

Los extractos vegetales en mezcla (ajo + rocoto) mostraron un efecto destacable porque combina las sustancias químicas de los vegetales, mejorando su acción que cuando se aplican de forma combinada, tal como se demostró en la investigación de Varón et al (2011), que en condiciones de campo la mezcla ajo 10 % (+) cebolla 10 % (+) ají 10 % causó un 63 % de mortalidad en individuos cochinilla.

Las sustancias químicas del ajo y rocoto contribuyen a generar espacios para futuros trabajos de investigación que el excesivo uso de insecticidas, especialmente los neonicotinoides está repercutiendo a los insectos benéficos como las abejas, abejorros, sírfidos y mariposas que colectan polen y néctar contaminado del cultivo tratado también serán envenenados (Abbink, 1991).

Para el control de la cochinilla en el cultivo de tuna, actualmente en el valle de Moquegua mayormente se viene utilizando insecticidas de carácter químicos como por ejemplo Vertimec cuyo ingrediente activo es (Avermectin B1a y B1b), Rescate (Cloronicotinilo), DK-Tina (Abamectina) y otros insecticidas convencionales que en las aplicaciones, no solamente matan o eliminan cochinilla, si no también matan insectos

benéficos como las abejas, avispa parasitoides de huevos de cochinilla, mariquita (*Hippodamia convergens*) y otros, alterando el nicho biológico de la zona del valle de Moquegua. Ya que en experiencias realizadas en aplicaciones y uso de insecticidas convencionales, se ha observado esta alteración mediante la mortandad de insectos benéficos a lo largo del valle. Así también se ha observado que la zona del valle de Moquegua presenta peculiarmente un clima óptimo para el crecimiento y desarrollo de la cochinilla, principalmente en el cultivo de la Tuna.

Es preciso señalar que en el valle de Moquegua es más viable conseguir el insumo de rocoto, a comparación del ajo que es más difícil conseguir, asimismo durante la preparación es más dificultoso la manipulación del extracto de ajo en comparación al extracto de rocoto que es más fácil su manipulación para proceder al extracto y licuado. Específicamente en el valle existen cultivos de rocoto en zonas aledañas donde se realizó el experimento, lo que más bien en el caso del ajo es un cultivo que necesariamente es traído desde la región Arequipa.

CONCLUSIONES

Con todo lo expuesto y con los resultados estadísticos obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se evidencio un efecto positivo del bioplaguicida utilizando extractos de *Allium sativum* (ajo) y *Capsicum pubescens* (rocoto) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua.
2. La dosis adecuada del bioplaguicida que tuvieron el mayor efecto fueron la dosis 30 % del extracto de ajo + 40 % de extracto de rocoto (T₆) y la dosis de 30 % extracto de ajo + 20 % (T₄) para controlar *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en *Opuntia ficus-indica* (tuna) en el valle de Moquegua.
3. El mayor porcentaje de mortandad de *Dactylopius coccus*, (cochinilla) en las dos últimas aplicaciones en *Opuntia ficus-indica* (tuna) alcanzo el 94,626 % y 84,493 % con las combinaciones del 30 % del extracto de ajo + 40 % de extracto de rocoto (T₆) y la dosis de 30 % extracto de ajo + 20 % (T₄)

RECOMENDACIONES

1. Utilizar los bioplaguicidas amigables con el medio ambiente, seguros para la salud humana, y potencialmente más económicos. También pueden ser más selectivos, afectando principalmente a las plagas objetivo y minimizando el daño a otras especies, como los polinizadores.
2. Realizar el mismo ensayo con otros cultivos tradicionales del valle de Moquegua para comparar la productividad y variabilidad que se pueda presentar con el bioplaguicida a base de extracto de ajo y rocoto.
3. Se sugiere utilizar la dosis de los extractos con la combinación del 30 % del extracto de ajo + 40 % de extracto de rocoto y la dosis de 30 % extracto de ajo + 20 % y monitorear los resultados
4. Recomendar en otra investigación efectuar un análisis de los componentes de la lisina y capsaicina

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abbink, J. (1991). *The biochemistry of imidacloprid*. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 42(2):183-95.
<https://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=DE92U0190>
- ADEX (asociación de exportadores). Uulio, 2011). *Boom de exportaciones de colorantes naturales, revista on line*. Consultado 30 julio 2024 disponible en:
<http://exportacionesdelperu.blogspot.com/search/label/cochinilla>.
- Agricultura ecológica. (15 de mayo de 2025). *El ajo como insecticida repelente y fungicida*. Obtenido de
<http://www.agriculturaecologica.com/index.php/Agriculturaecologica/el-ajo-como-insecticida-repelente-yfungicida.html>.
- Araujo, E.; Silveira, E.; Lima, M. A.; Andrade, M.; Lima, M. A. A. (2003). *Insecticidal activity and chemical composition of volatile oils from Hyptis martiusii Benth. Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 3760-3762.
- Caballero Y. (2013). *Abonos orgánicos y biosidas naturales*. Lima: IDMA.
- Cano, P. (2016). *Evaluación de tres extractos vegetales para el control de plagas en el cultivo de frijol arbustivo*. [Tesis de maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UMANIZALES.
<https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2859>
- Cázares, E., Ramírez. P., Castillo, F., Soto, R., Rodríguez, M., y Chávez, J. (2005). *Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chiles (Capsicum annuum L.) del centro oriente de Yucatán. Agrociencia* 39(6): 627-638.
<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301049318>
- Claros, J. (2016). “*Bioinsecticidas de capsaicinoides y glucosinolatos en el control de los insectos plaga en las plantas de Spartium junceum L. (Fabales:*

Leguminosae) en el valle del Mantaro. Universidad Nacional del Centro del Perú. Escuela de posgrado. Unidad de posgrado de la Facultad de Ciencias

Chango, C, (2018). *Manejo de gusano trozador (Agrotis ipsilon) en lechuga (Lactuca sativa L.), a partir de extractos de dos variedades de ají (Capsicum annun),* Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador Tesis 71 pp

Cherres y Montero (2021) *Efecto del bioplaguicida utilizando Allium sativum (ajo), para controlar Myzus persicae (pulgón verde) en Zea mays (maíz) en un biohuerto*

Enríquez (2016) *Define las raíces del barbasco se extraen principalmente la rotenona, la deguelina, trefosina y el toxicarol*

Escobar y Ramirez (2023) *Efecto biocida de los aceites esenciales de cuatro plantas para el control ecológico del pulgón negro (Aphis craccivora) en cultivos de alfalfa, 2023 Tesis Universidad Privada de Tacna. Tesis Ingeniería ambiental 91 pp.*

Falcon.J.; Valverde,A. ; Benaute, L.; Briceño, H.; Campos-Albornoz, M. (2023) *Extractos vegetales en el control del pulgón (Brevicoryne brassicae L.) en el cultivo de la Col (Brassica oleracea var. Capitata), en Perú, Revista Manglar 7 pp.*

Farfán y Mora (2011) *Evaluación in-vitro del efecto de extractos vegetales sobre las bacterias Erwinia carotovora, Xanthomonas campestris y Pseudomonas solanacearum. pp. 118*

Foschiatti, A. (2010). *revista geográfica digital.* Recuperado de <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/default.htm>

Kumar, S., Brushan, C., & Vikram, N. (2020). *Effect of Bio-Fertilizers on Growth Behaviour and Quality Parameters of Garlic (Allium sativum Linn.).*

International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(7), 228- 232.

- García F., Amaya M., Jiménez J., (2000) *Guía de insumos biológicos para el manejo integrado de plagas, Corporación para el Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Harmonía*. Control biológico (pp.15-49), Colombia
- García, F. (2013). *Evaluación de cuatro insecticidas orgánicos artesanales para el control de la tortuguilla (Diabrotica spp) en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la finca experimental del centro universitario de Petén, Santa Elena, Flores, Petén*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://bit.ly/3A85Uoz>
- Gaibor (2016). “*Efecto de la aplicación de tres bioinsecticidas para el control de la chinche negra (Antiteuchus tripterus.) en el cacao en la comunidad Nueva Esperanza*”
- Gimeno, J. (15 de mayo de 2025). *El uso del ajo como repelente de plagas insectos y como control de enfermedades criptogámicas*. Obtenido de <http://ecomaria.com/blog/el-usodel-ajo-como-repelente-de-plagas-insectos-y-como-control-de-enfermedadescriptogamicas>.
- Gimeno, J. (2011). *El uso de ajo como repelentes de plagas, insectos y como control de enfermedades criptogámicas*. Ecomania. Consultado el 12 setiembre de 2025. <https://bit.ly/3zgt7E5>
- Gómez, M. (2000). *Cóccidos de España*. Instituto de Investigaciones Agronómicas, 332-345.
- Gonzales, M. (2023) *Efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico del cinnamomum zeylanicum (CANELA) sobre el Fusobacterium nucleatum ATCC 25586 y Porphyromona gingivalis ATCC 33277*. Tacna, 2021 tesis UPT 109 pp.

- Hernández F. (2014). *Identificación, biología y adaptación de la cochinilla en diferentes condiciones ambientales*. Departamento de Parasitología Agrícola- UACH. Obtenido de <https://www.redalyc.org/html/4555/455545053006/>
- Hernández, I. (2015). *La cochinilla fina del nopal, colorante mexicano para el mundo*. FAO. Obtenido de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/56_4/cochinilla.pdf
- Jannet . A, (2001) *Overview of a classical biological control project directed against the red palm mite in Florida*. *Experimental and Applied Acarology* 57:381-393.
- Koleva, L., Mitrev, S., Maksimova, V., & Spasov, D. (2012). Recuperado el 16 de mayo de 2025, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/257582302_Content_of_capsaicin_extracted_from_hot_pepper_Capsicum_annuum_ssp_microcarpum_L_and_its_use_as_an_ecopesticide
- Kumar, S., Brushan, C., & Vikram, N. (Julio de 2020). *Effect of Bio-Fertilizers on Growth Behaviour and Quality Parameters of Garlic (Allium sativum Linn.)*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(7), 228- 232.
- Mateus, C. (2013). *Biopesticides and the EU regulatory process*. Recuperado de <http://www.sccg>
- Miyazawa, M.; Nakamura, Y.; Ishikawa, Y. (2000). *Insecticidal sesquiterpene from *Alpinia oxyphylla* against *Drosophila melanogaster**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 3639-3641
- Núñez M, (2007), *Introducción general al control de plagas, Formación y asesoría de empresa en saneamiento ambiental*, UNMSM, 1-12

- O'Farril, H. (2010). *Insecticidas biorracionales*. Servicio de Extensión Agrícola. Universidad de Puerto Rico. <https://academic.uprm.edu/ofarrill/HTMLobj323/biorational.pdf>
- Quintana L. (2018). *Diseño de un clasificador de las fases del ciclo biológico de la cochinilla*. Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/24911/Quintanar%20Res%C3%A9ndiz%20Ana%20Laura.pdf?sequence=1&isAllowed>.
- Pinedo, S. (2012). *Efecto de tres dosis de extracto de dos especies de ajo (Allium spp.) en el control de larvas de la polilla de la quinua*. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Silva, G. (2011). *Qué es y Cómo se Calcula la DL50 en Insecticidas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/64648821/DL50>
- Suarez, J. (2023) *Uso de plantas con propiedades biocidas en los cultivos de la provincia de Lamas, región San Martín* Universidad Nacional del Centro TESIS 65 p
- Tamez P., Galán L. (2001). *Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México*. Ciencia UANL, 4(2), 143- 152.
- Tamo, J. (1993). *El Nitrógeno de la Folcisteina en el Rendimiento y contenido de Alisina en dos cultivares de ajo (Allium sativum L.)*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín
- Tapia, L., & Lizarraga, A. (2005). *Manejo ecológico de plagas*. Lima - Perú: Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos – RAAA
- Tarqui, J. (2007) *Efecto de tres bioplaguicidas para el control del pulgon (Aphis Sp.) en el cultivo de lechuga en ambientes protegidos en La Ciudad de El Alto*. Universidad Mayor De San Andrés Facultad de Agronomía. Bolivia 91 pp.
- Trejo, J. (2013), *Insecticidas biológicos u orgánicos*

- Ramos, L. 2017. *El ajo en la huerta familiar. Serie Notas Técnicas*. INTA. Paraná, Argentina. <https://bit.ly/2XiBa6e>
- Salas P. (2015). *Uso de Productos Botánicos para el Control de Plagas Agrícolas*. p 8.
- Varón, D. E.; Barrero, F.; Santos, A.; Buenaventura, M.; Salamanca, J. (2011). *Extractos vegetales para el control de trips en maracuyá. Capítulo 3. In: Producción tecnológica* AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/618>
- Villanueva, V. (2021) *Evaluación de biopreparados del ajo (Allium sativum) como insecticida ó barrera natural del trips (Frankliniella diffcilis)* Universidad Nacional del Centro del Perú Tesis 79 p.
- Wink, M. (2000). *Interference of alkaloids with neuroreceptors and ion channels. Bioactive Natural Products*, 3-4.

ANEXOS

ANEXO 1: TRATAMIENTOS

Tabla 25

Primera aplicación

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	2,97	3,40	1,17
T ₁ a ₁ b ₁	7,14	5,07	7,09
T ₂ :a ₁ b ₂	4,06	5,45	5,62
T ₃ :a ₁ b ₃	3,80	9,09	7,76
T ₄ :a ₂ b ₁	6,26	10,95	6,12
T ₅ :a ₂ b ₂	11,07	6,12	4,92
T ₆ a ₂ b ₃	16,49	16,00	10,81
T ₇ :a ₃ b ₁	6,58	5,33	6,77
T ₈ :a ₃ b ₂	7,65	5,13	5,75
T ₉ :a ₃ b ₃	8,33	10,83	9,09

Tabla 26*Segunda aplicación*

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	3,06	1,90	2,27
T ₁ a ₁ b ₁	5,38	6,11	7,50
T ₂ :a ₁ b ₂	5,26	6,73	4,33
T ₃ :a ₁ b ₃	5,26	5,00	4,02
T ₄ :a ₂ b ₁	12,22	12,33	11,35
T ₅ :a ₂ b ₂	14,71	11,61	15,45
T ₆ a ₂ b ₃	19,72	23,81	18,43
T ₇ :a ₃ b ₁	5,63	7,04	9,68
T ₈ :a ₃ b ₂	10,71	13,11	9,32
T ₉ :a ₃ b ₃	18,18	11,21	15,67

Tabla 27*Tercera aplicación*

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	9,48	11,23	12,50
T ₁ a ₁ b ₁	18,75	10,28	11,54
T ₂ :a ₁ b ₂	8,70	10,52	11,84
T ₃ :a ₁ b ₃	11,69	16,67	16,42
T ₄ :a ₂ b ₁	28,21	54,21	32,86
T ₅ :a ₂ b ₂	44,44	36,67	20,64
T ₆ a ₂ b ₃	56,09	77,78	71,35
T ₇ :a ₃ b ₁	28,85	21,62	32,62
T ₈ :a ₃ b ₂	28,70	24,00	22,70
T ₉ :a ₃ b ₃	25,00	23,44	18,18

Tabla 28*Cuarta aplicación*

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	4,30	8,00	7,04
T ₁ a ₁ b ₁	15,79	6,14	5,13
T ₂ :a ₁ b ₂	9,80	7,14	10,14
T ₃ :a ₁ b ₃	11,80	14,29	16,25
T ₄ :a ₂ b ₁	27,14	44,12	18,60
T ₅ :a ₂ b ₂	28,00	33,16	17,65
T ₆ a ₂ b ₃	57,86	65,38	49,03
T ₇ :a ₃ b ₁	14.75	26,45	11,88
T ₈ :a ₃ b ₂	20,0	10,71	15,97
T ₉ :a ₃ b ₃	20,00	20,00	22,00

Tabla 29*Quinta aplicación*

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	9,48	11,23	12,50
T ₁ a ₁ b ₁	18,75	10,28	11,54
T ₂ :a ₁ b ₂	8,70	10,52	11,84
T ₃ :a ₁ b ₃	11,69	16,67	16,42
T ₄ :a ₂ b ₁	28,21	54,21	32,86
T ₅ :a ₂ b ₂	44,44	36,67	20,64
T ₆ a ₂ b ₃	56,09	77,78	71,35
T ₇ :a ₃ b ₁	28,85	21,62	32,62
T ₈ :a ₃ b ₂	28,70	24,00	22,70
T ₉ :a ₃ b ₃	25,00	23,44	18,18

Tabla 30*Sexta aplicación*

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	5,19	11,90	9,35
T ₁ a ₁ b ₁	15,38	9,38	14,78
T ₂ :a ₁ b ₂	11,90	6,41	8,47
T ₃ :a ₁ b ₃	16,67	10,00	14,29
T ₄ :a ₂ b ₁	47,14	66,67	24,71
T ₅ :a ₂ b ₂	30,00	21,82	29,52
T ₆ a ₂ b ₃	45,35	55,42	62,80
T ₇ :a ₃ b ₁	15,41	19,43	17,14
T ₈ :a ₃ b ₂	14,76	15,79	10,91
T ₉ :a ₃ b ₃	21,11	28,57	26,67

Tabla 31*Séptima aplicación*

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	8,22	11,73	14,00
T1 a1b1	9,09	11,49	20,00
T2:a1b2	13,51	15,48	12,96
T3:a1b3	17,14	11,11	18,75
T4:a2b1	63,85	80,00	33,79
T5:a2b2	42,86	25,58	37,89
T6 a2b3	65,22	85,0	46,51
T7:a3b1	17,14	28,33	16,67
T8:a3b2	20,00	18,75	16,33
T9 :a3b3	22,50	14,29	20.,00

Tabla 32*Octava aplicación*

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	9,40	8,46	15,79
T ₁ a ₁ b ₁	20,00	31,69	41,67
T ₂ :a ₁ b ₂	34,38	32,90	40,43
T ₃ :a ₁ b ₃	41,15	35,00	58,97
T ₄ :a ₂ b ₁	62,00	80,00	64,00
T ₅ :a ₂ b ₂	70,00	58,13	64.29
T ₆ a ₂ b ₃	62,50	90,00	85,38
T ₇ :a ₃ b ₁	60,34	71,36	68,46
T ₈ :a ₃ b ₂	55.56	61,54	41,95
T ₉ :a ₃ b ₃	57.14	60,87	66,67

Tabla 33*Novena aplicación*

TRATAMIENTOS	I	II	III
Testigo	14,81	18,75	13,75
T ₁ a ₁ b ₁	50,00	46,18	71,43
T ₂ :a ₁ b ₂	28,57	31,94	28,57
T ₃ :a ₁ b ₃	64,63	66,67	81,25
T ₄ :a ₂ b ₁	78,18	90,00	76,84
T ₅ :a ₂ b ₂	100,00	73,48	80,00
T ₆ a ₂ b ₃	100,00	100,00	82,08
T ₇ :a ₃ b ₁	56,92	62,82	32,50
T ₈ :a ₃ b ₂	17,65	60,00	21,88
T ₉ :a ₃ b ₃	80,00	60,00	55,00

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 16

Lugar del experimento



Figura 17

Distribución de los bloques



Figura 18

Bloque I



Figura 19

Bloque II



Figura 20*Bloque III***Figura 21***Distribución de bloques*

Figura 22

Distribución de los tratamientos



Figura 23

Presentación de los 30 tratamientos

**Figura 24**

Marcado de la cuadrícula 15 cm x 15 cm



Figura 25*Conteos de adultos***Figura 26***Aplicación de los bioplaguicidas*

Figura 27*Conteo de ninfas***Figura 28***Conteo de adultos*

Figura 29*Descripción de cuadrícula***Figura 30***Marcado de cuadrícula***Figura 31***Presentación de los tratamientos del bioplaguicida*

Figura 32*Conteo por semanas*