



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**"EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGANICO A BASE DE SAPONINA DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO (*Premnotrypes
vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO"**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma

Autora:

Llundo Agualongo Monica Isabel

Tutora:

Tapia Borja Alexandra Isabel

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Llundo Agualongo Monica Isabel, con cédula de ciudadanía No.1805340112, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**, siendo la Ingeniera Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, es de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Mónica Isabel Llundo Agualongo

ESTUDIANTE

CC: 1805340112

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LLUNDO AGUALANGO MONICA ISABEL**, identificada con cédula de ciudadanía **1805340112** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la Carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Inicio de la carrera: octubre 2019 – marzo 2020

Finalización: Octubre 2023– marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutora: Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

Tema: “**EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO.**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, 14 días del mes de febrero del 2024.

Mónica Isabel Llundo Agualongo

LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema PhD

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO, de Llundo Agualongo Monica Isabel, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre-defensa.

Latacunga, 14 de febrero, 2024



Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

CC: 0502661754

DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Llundu Agualongo Monica Isabel con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

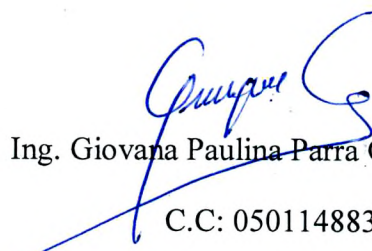
Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.
CC: 0501604409

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg.
C.C: 0501148837

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

C.C: 0502409725

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por darme esta gran bendición, a mi familia de manera especial a mi madre Eva que ha sido mi pilar fundamental en mi formación personal y profesional, gracias por sus consejos, paciencia y apoyo.

A mi novio Jonathan por el apoyo incondicional durante la realización de mi tesis.

A la Ingeniera Alexandra Tapia y de más docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme brindado la oportunidad formarme académicamente.

A nuestros familiares y amigos quienes de una u otra manera nos han expresado su apoyo necesario cuando lo hemos necesitado.

Monica Isabel Llundo Agualongo

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi Madre Eva Agualongo por su esfuerzo y sacrificio diario, pro creer en mí siempre y darme la oportunidad de cumplir este sueño tan anhelado.

A mi familia les agradezco por sus consejos y apoyo y la compañía que es un pilar fundamental para no desfallecer en el arduo camino de vida.

A mi tutora, que por su esfuerzo y constancia e alcanzado muchas metas y superado barreras, además ha sido un ejemplo para mí como futura ingeniera.

Por último, a mi novio por brindarme su apoyo incondicional en todos los momentos del proceso de mi carrera.

Monica Isabel Llundo Agualongo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.
TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO
(*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO “

Autor:
Llundo Agualongo Monica Isabel

RESUMEN

El gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) es una de las plagas que producen altas pérdidas en producción principalmente en el cultivo de papas y cucurbitáceas, afectando a los agricultores, lo que ha obligado a buscar alternativas basadas en extractos vegetales para el control de la plaga y evitar aplicaciones frecuentes de productos químicos que pueden incurrir en la resistencia de los mismos. La presente investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi y la Universidad Técnica de Ambato con el objetivo de evaluar el efecto el extracto orgánico a base de saponina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en el gusano blanco con seis concentraciones en v/v de 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60% y el testigo 0% se realizó cualitativamente y cuantitativamente la presencia de metabolitos del extracto vegetal mediante el tamizaje obteniendo como resultado los compuestos con mayor presencia alcaloides, saponinas, taninos o polifenoles y triterpenos, se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos incluido el testigo con tres repeticiones cada tratamiento contenían cinco individuos (gusanos blancos) colocados en recipientes de plástico donde se aplicó el extracto vegetal en una hora con un intervalo de 20 minutos mediante la observación se realizó el conteo de los individuos muertos después de la aplicación, la concentración del 60% a los 20 minutos obtuvo una media de 3 gusanos blancos muertos, mientras que a los 40 minutos una media de 4 y por último, a los 60 minutos una media de 5 gusanos blancos muertos.

Palabras claves: *Chenopodium quinoa, Premnotrypes vorax, concentraciones, extracto vegetal.*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO
(*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO “**

Author:

Llundo Agualongo Monica Isabel

ABSTRACT

The white worm (*Premnotrypes vorax*) is one of the pests that cause high production losses mainly in the cultivation of potatoes and cucurbits, affecting farmers, which has forced them to look for alternatives based on plant extracts to control the pest and Avoid frequent applications of chemical products that may cause chemical resistance. The present research was carried out in the laboratories of the Technical University of Cotopaxi and the Technical University of Ambato with the objective of evaluating the effect of the organic extract based on quinoa saponin (*Chenopodium quinoa*) on the white worm with six concentrations in v/ v of 10%, 20%, 30%, 40%, 50% and 60% and the control 0%, the presence of metabolites of the plant extract was qualitatively and quantitatively carried out through screening, obtaining as a result the compounds with the highest presence of alkaloids, saponins , tannins or polyphenols and triterpenes, a Completely Randomized Design (DCA) was carried out with six treatments including the control with three repetitions, each treatment contained five individuals (white worms) placed in plastic containers where the plant extract was applied in one hour with an interval of 20 minutes through observation, the dead individuals were counted after application, the 60% concentration at 20 minutes obtained an average of 3 dead white worms, while at 40 minutes an average of 4 and Finally, after 60 minutes an average of 5 dead white worms.

KEY WORDS: Quinoa, White grubs, Concentrations, Plant extract.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4.1 Beneficiarios directos:	4
4.2 Beneficiarios indirectos:	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1 General.....	5
6.2 Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1 Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	7
8.2 Características botánicas y morfológicas	8
8.2.1 Raíz.....	8
8.2.2 Hojas.....	8
8.2.3 Inflorescencia.....	8
8.2.4 Tallo	8
8.2.5 Semilla.....	8

8.2.6	Fruto	8
8.3	Característica de la quinua.....	9
8.3.1	Clasificación taxonómica de la quinua.	9
8.3.2	Composición Nutricional de la quinua.	9
8.4	Tipos de plagas	10
8.4.1	Gusano cogollero.....	10
8.4.2	Pulgones	10
8.4.3	Babosas.....	10
8.4.4	Gusano blanco	11
8.4.5	Trips.....	11
8.4.6	Mosca de la fruta	12
8.5	Características taxonómicas de la plaga (<i>Premnotrypes vorax</i>).....	12
8.5.1	Hábitos y daños	13
8.5.2	Taxonomía del gusano blanco	13
8.5.3	Duración de cada estado del ciclo de vida (días).....	14
8.6	Ciclo de vida de la plaga (<i>Premnotrypes vorax</i>)	14
8.6.1	Según su ciclo de vida se desglosa de la siguiente manera	14
8.6.1.1	Huevo.....	14
8.6.1.2	Larva	15
8.6.1.3	Pupa	15
8.6.1.4	Adulto.....	16
8.7	Manejo integrado de (<i>Premnotrypes vorax</i>).....	16
8.8	Importancia.....	16
8.8.1	Importancia económica por presencia de las plagas.....	16
8.9	Tipos de plaguicidas orgánicos.....	17
8.9.1	Plaguicida a base de Ajo, chile, jabón	17
8.9.2	Semillas de neem	17
8.9.3	Cebolla, ajo.....	17
8.9.4	Hojas de madero negro	18
8.9.5	Eucalipto.....	18
8.9.6	Crisantemo o flor de muerto.....	18

8.9.7	Semillas de guanábana.....	19
8.9.8	Ajo	19
8.10	Saponina	19
8.10.1	Saponina en la quinua.....	20
8.11	Estructura de la saponina.....	20
8.12	Extracto.....	21
8.12.1	Extracción por maceración	21
8.13	Control biológico.....	22
9.	HIPÓTESIS	22
9.1	Hipótesis nula.	22
9.2	Hipótesis alternativa.	22
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
10.1	Ubicación de la investigación.....	22
10.2	Tipo de investigación.....	23
10.2.1	Experimental.....	23
10.2.2	Cuali- Cuantitativa.....	23
10.3	Modalidad de la investigación.....	23
10.3.1	De campo.....	23
10.3.2	De laboratorio.....	23
10.3.3	Bibliografía documental	24
10.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	24
10.4.1	Observación científica	24
10.4.2	Observación estructurada	24
10.4.3	Diseño experimental.....	24
10.4.4	Diseño del esquema del ADEVA.....	24
10.4.5	Factores en estudio	25
10.4.6	Tratamientos del ensayo experimental	25
10.4.7	Parte experimental	26
10.4.8	Análisis funcional.....	27
10.5	Material Vegetal y Biológico.....	27
10.5.1	Material Vegetal.....	27

10.5.2	Material Biológico	27
10.6	Fase de Laboratorio	28
10.6.1	Obtención del extracto de saponina por maceración	28
10.7	Cuantificación de la saponina.....	29
10.7.1	Método espectrofotométrico ácido sulfúrico-vainillina	29
10.8	Preparación de la curva de calibración	29
10.9	Captura del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>).....	31
10.9.1	Método mecánico	31
10.9.2	Recolección de los gusanos blancos mediante trampas.....	31
10.9.3	Condiciones de conservación del Gusano blanco.....	32
10.10	Desarrollo del Ensayo.....	32
10.11	Elaboración del experimento	33
10.12	VARIABLES EN ESTUDIO	34
10.12.1	Preparación de concentraciones.....	34
10.12.2	Mortalidad de gusanos blancos	35
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
11.1	Variable Metabolitos secundarios (saponinas) de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)....	36
11.2	Mortalidad de gusanos blancos	38
12.	CONCLUSIONES.....	44
13.	RECOMENDACIONES	45
14.	BIBLIOGRAFÍA	46
15.	ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades en relación con los objetivos planteados.....	6
Tabla 2: Taxonomía de la quinua.....	9
Tabla 3: Composición nutricional.....	9
Tabla 4: Taxonomía del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>).....	13
Tabla 5: Duración del gusano blanco en días	14
Tabla 6: ADEVA.....	25
Tabla 7: Tratamientos del ensayo experimental.....	26
Tabla 8: Descripción de la parte experimental.....	26
Tabla 9: Variables a considerar	27
Tabla 10: Curva de calibración del extracto de saponina	30
Tabla 11: Resultados de interpretación	37
Tabla 12: Resultado de muestra	38
Tabla 13: ADEVA para la variable mortalidad de gusanos blancos a los 20 minutos.....	38
Tabla 14: Prueba de Tukey al 5% para la variable Mortalidad a los 20 minutos.....	39
Tabla 15: ADEVA para la variable mortalidad de gusanos blancos a los 40 minutos	40
Tabla 16: Prueba de Tukey al 5% para la variable Mortalidad a los 40 minutos.....	41
Tabla 17: ADEVA para la variable mortalidad de gusanos blancos a los 60 minutos	42
Tabla 18: Prueba de Tukey al 5% para la variable Mortalidad a los 60 minutos.....	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Planta de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	7
Gráfico 2: Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	10
Gráfico 3: Insecto pulgón (<i>Aphidoidea</i>)	10
Gráfico 4: Babosa (<i>Milax gagates</i>)	11
Gráfico 5: Gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	11
Gráfico 6: Trips (<i>Thysanoptera</i>)	12
Gráfico 7: Mosca de la fruta (<i>Anastrepha sp</i>)	12
Gráfico 8: Gusano blanco de los tubérculos (<i>Premnotrypes vorax</i>)	13
Gráfico 9: Ciclo biológico del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	14
Gráfico 10: Huevo del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	15
Gráfico 11: Larvas del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	15
Gráfico 12: Pupa del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	15
Gráfico 13: Adulto del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	16
Gráfico 14: Plaguicida orgánico a base de: a) chile, b) ajo, c) jabón	17
Gráfico 15: Plaguicida orgánico a base de Semillas de neem	17
Gráfico 16: Plaguicida orgánico a base de cebolla, ajo	17
Gráfico 17: Plaguicida orgánico a base de madero negro	18
Gráfico 18: Plaguicida orgánico a base de eucalipto	18
Gráfico 19: Plaguicida orgánica a base de crisantemo	19
Gráfico 20: Plaguicida orgánico a base de semillas de guanábana	19
Gráfico 21: Plaguicida orgánico a base de ajo	19
Gráfico 22: Estructura de la saponina	21

Gráfico 23: Croquis de la ubicación del proyecto	23
Gráfico 24: Muestra de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	27
Gráfico 25: Captura de los gusanos blancos (<i>premnotrypes vorax</i>)	28
Gráfico 26: Proceso de molienda de la quinua	28
Gráfico 27: Maceración y filtración	29
Gráfico 28: Preparación de la curva de calibración.....	30
Gráfico 29: Curva de calibración saponina	31
Gráfico 30: Colocación de trampas	31
Gráfico 31: Recolección del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	32
Gráfico 32: Clasificación del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	32
Gráfico 33: Unidad de experimento	33
Gráfico 34: Concentraciones	34
Gráfico 35: Flujo grama de Concentraciones	35
Gráfico 36: Medias en la variable Mortalidad de gusanos blancos a los 20 minutos.....	39
Gráfico 37: Medias en la variable Mortalidad de gusanos blancos a los 40 minutos.....	41
Gráfico 38: Medias en la variable Mortalidad de gusanos blancos a los 60 minutos.....	43
Gráfico 39: Trazabilidad de los gusanos blancos muertos a los 20, 40 y 60 minutos.	44

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título de investigación:

“EVALUACIÓN DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”.

Fecha de inicio

Noviembre 2023

Finalización:

Febrero 2024

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Agronomía

Nombres del equipo de investigación:

Tutora Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

Estudiante Monica Isabel Llundo Agualongo.

Lectores:

Lector1 (Presidente) Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.

Lector2 Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo

Lector3 Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Mg.

Coordinador del Proyecto:

Monica Isabel Llundo Agualongo.

0969571730

monica.llundo0112@utc.edu.ec

Área de conocimiento

Agricultura, silvicultura y pesca- Agronomía.

Línea de investigación

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales biodiversidad biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

Línea de vinculación de la carrera:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Caracterización de la biodiversidad.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales para evaluar las dosis de un plaguicida orgánico a base de saponina de quinua (*Chenopodium quinoa*) para el control de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en condiciones de laboratorio con el fin de ver los beneficios del extracto de saponina de quinua (*Chenopodium quinoa*) para el manejo de plagas que gravemente afecta la economía de los agricultores.

Para la evolución del plaguicida orgánico se basa en el extracto de saponina que no es tóxico en los seres humanos ni en los animales, no causa daño a los cultivos y tampoco al suelo, algunos productores lo han visto como una alternativa para el control de plagas, al mismo tiempo impide la contaminación del medio ambiente y procura la salud de los agricultores ya que ellos son los más afectados en la salud y en la economía por la compra de los productos químicos para las plagas.

El manejo del gusano blanco es uno de los principales problemas que enfrentan los agricultores, por tal razón utilizan plaguicidas tales como: Kadabra (bifentrin más fipronil), Engeo (lambdacialotrina más tiametoxan) que causan con el tiempo daño a la salud y resistencia a algunas plagas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) es una plaga que afecta a los cultivos invernales (trigo, cebada, arveja, lenteja) o siembras tempranas de cultivos estivales (maíz, sorgo, girasol), también es crucial en el cultivo de papa en las zonas altas del Ecuador, las provincias de Carchi, Chimborazo, Cotopaxi y Cañar, los niveles de daño en el valor comercial de los tubérculos afectados oscilan entre 20 y 50%, incluso provocan pérdidas totales debido a la falta de conocimiento de los pequeños y medianos productores para la manipulación de la plaga. El gusano blanco muerde las raíces y el cuello de las plantas que suele marchitar y posiblemente llegar a morir. (Caro-Arias et al., 2021)

La presente investigación tiene como finalidad proporcionar conocimientos sobre la evaluación de la saponina para el control del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) como una alternativa amigable para el medio ambiente, las saponinas son esteroídicas que suelen mostrarse en gran variedad de plantas y especialmente en las semillas de las leguminosas, las saponinas alcanzarían a reducir la disponibilidad de micronutrientes esenciales.

Mediante las investigaciones sobre el uso de las saponinas como opción de control del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) garantizan al mismo tiempo la protección del medio ambiente y la salud de productores y consumidores.

El uso excesivo de agroquímicos es una amenaza tanto para los agricultores como también para los consumidores convirtiéndose en un inconveniente para la salud humana debido a los modelos químicos a través del uso inadecuado en su lugar de trabajo y en el hogar, el consumo de alimentos e inhalación del aire infectado con agroquímicos.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1 Beneficiarios directos:

El presente trabajo investigativo beneficiará a los agricultores, estudiantes de la carrera de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4.2 Beneficiarios indirectos:

Los beneficiarios indirectos son instituciones públicas como privadas que realicen actividades en el ámbito de biocontroladores, ya que la investigación es de interés para próximos proyectos a ejecutar.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Se estima que en la actualidad existen alrededor de 67.000 especies de plagas que afectan a la producción agrícola y son responsables del 40% de la pérdida en rendimientos en los diferentes cultivos; el 15% es causado por artrópodos, 12-13% por patógenos de plantas causando enfermedades y 12-13% por malezas, dando como consecuencia el uso excesivo de productos químicos causantes de daños ambientales y de la salud de las personas que trabajan en el sector agrícola.(Hidalgo, 2018)

El gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) es una plaga causante de alimentarse de las raíces, tubérculos, tallos y hojas; esto, lo realiza antes de su desarrollo cuando solo es una larva, daña los cultivos al momento que deposita su excremento. Los trabajadores o campesinos deben tomar medidas de control basándose en productos químicos, el uso de estos plaguicidas es alto y depende del cultivo que se va a producir.

En la Región de la Sierra del Ecuador el daño causado por el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en el cultivo de papa es de 87.2%, de acuerdo al INIAP, en el Ecuador en Cañar, Carchi,

Chimborazo y Cotopaxi, las pérdidas comerciales de tubérculo oscilan entre el 20 y 50%. (Maldonado, 2022)

Las pérdidas en los cultivos por las larvas del gusano blanco oscilan entre 5 y 50% dependiendo del nivel de su producción y del tipo de cultivo, cuando la plaga adentra al cultivo su daño es severo ya que puede ocasionar la pérdida total.

Mediante esta investigación se presenta una alternativa de control de plagas como será el del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) mediante la extracción de la saponina de la quinua de bajo costo y efectiva para la mitigación de la plaga teniendo como prioridad que la producción de cultivos no se vea afectada y sea amigable con el medio ambiente y la salud de los productores agrícolas. (Mag, 2018)

6. OBJETIVOS

6.1 General

Evaluar el plaguicida orgánico a base de saponina de quinua (*Chenopodium quinoa*) para el control de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en condiciones de laboratorio.

6.2 Específicos

- Obtener el extracto de la saponina de la quinua (*Chenopodium quinoa*) por medio de una extracción por maceración.
- Identificar cualitativamente y cuantitativamente la presencia de los metabolitos secundarios (saponinas) en la quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Determinar el efecto plaguicida en base de la saponina en diferentes concentraciones 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60% para el control del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en condiciones de laboratorio.

7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1:

Actividades en relación con los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Obtener extracto de saponina de la quinua (<i>Chenopodium quínoa</i>) por medio de maceración.	Salida a campo	Obtención de quinua	Registro fotográfico
	Fase de laboratorio: secado de la muestra de quinua	Obtención de materia prima para obtención del extracto	Registro fotográfico
	Maceración de quinua	Obtención de extracto	Registro fotográfico
	Pruebas químicas para identificar metabolitos secundarios	Identificación de metabolitos secundarios en extracto	Registro fotográfico/ reporte de resultado
	Cuantificación de saponina por método UV-VIS	Concentración de saponina en extracto obtenido	Registro fotográfico/ reporte de resultado
Identificar cualitativamente y cuantitativamente la presencia de los metabolitos secundarios (saponinas) en la quinua (<i>Chenopodium quínoa</i>).	Pruebas químicas	Identificación de metabolitos secundarios en extracto obtenido	Registro fotográfico/ reporte de resultados
	Cuantificación de saponina por método UV-VIS	Concentración de saponina en extracto obtenido	Registro fotográfico/ reporte de resultado
Determinar el efecto plaguicida en base de la saponina en diferentes concentraciones 10%,20%,30%,40%, 50% y 60% para el control del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>) en condiciones de laboratorio.	Captura de gusano blanco	Obtención de las soluciones especificadas (10%, 20%,30%,40%, 50%, y 60%)	Registro fotográfico/ reporte de resultado
	Preparación de diluciones	Obtención de las soluciones especificadas	
	Ensayos de actividad plaguicida	Mortalidad de gusanos blancos	
	Cálculos	Determinación de la DL50	

Fuente: (Llundo, 2024)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Quinua (*Chenopodium quinoa*)

La quinua fue desde épocas precolombinas un componente central de la base alimenticia de las culturas andinas cercano al maíz, papa y otras especies tubérculos, dispone de características como: amplia variabilidad genética cuyo acervo es estratégico para amplificar variedades superiores, y la ventaja nutricional debida a la composición de aminoácidos esenciales y diferentes usos. (Amari, 2023)

En la actualidad la producción de la quinua se ha incrementado de una manera notoria fuera de su país originario como en los países del sur de América, la producción aumenta en Bolivia, Perú y Ecuador estos son los principales países productores.(Orgaz Garcia, 2020) ya que por sus propiedades alimenticias y medicinales llevó hacer un alimento muy apreciado. (Nuñez, 2021)

Los pequeños productores utilizan la semilla que está en el ámbito familiar y escoge cultivar la quinua nativa por su sabor y por la demanda del mercado locales.(Castro-Albán et al., 2023) tomando importancia sobre todo en los países industrializados en donde reconocen sus altos valores nutricionales. En Ecuador la producción de la quinua está a cargo de las comunidades indígenas de las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Carchi, Imbabura y Pichincha, en el año 2018 el 36% de la cosecha se hallaba en Chimborazo y el 24% en Imbabura. (Ing et al., 2023)

Gráfico 1: Planta de quinua (*Chenopodium quinoa*)



Fuente:(Agroecológica, n.d.)

8.2 Características botánicas y morfológicas

8.2.1 Raíz

La raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, es capaz de darle resistencia a la sequía y una buena estabilidad a la planta, la raíz principal se distingue de las secundarias que son un gran número. (Lara, 2022b)

8.2.2 Hojas

Las hojas tienen dos partes diferentes como. El peciolo y la lámina, el peciolo de las hojas es largo y acanalado, la lámina tiene tres venas principales que se origina del peciolo, estas son más grandes en el follaje y más pequeñas en la inflorescencia. (Ilbay, 2020)

8.2.3 Inflorescencia

La inflorescencia se forma en el ápice del tallo o de las ramas, esta establece un eje central y muchos secundarios y terciarios que ponen a los pedicelos a mantener los glomérulos. (Orgaz García, 2020)

8.2.4 Tallo

El tallo tiene una altura de 144 cm de altura, (Ing et al., 2023) es erecto, cilíndrico hacia el cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, son de distintos colores como: verde, rojo y amarillo. (Ilbay, 2020)

8.2.5 Semilla

La semilla del fruto maduro sin el perigonio, tiene un diámetro de 1.8mm a 2mm, su color es amarillo, café, crema, blanco, plomo, en el pericio contiene saponina en la mayor parte de los granos.(Alhogbi et al., 2018)

8.2.6 Fruto

El fruto seco, formado por el perigonio en forma de estrella que contiene la semilla, en la maduración su color es de gris, amarillo, café rojizo o negro, la fisiológica del fruto suele darse entre los 16 y 18%, dependiendo la variedad.(Alhogbi et al., 2018)

8.3 Característica de la quinua.

8.3.1 Clasificación taxonómica de la quinua.

Tabla 2:

Taxonomía de la quinua.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Dicotiledoneas
Subclase	Angiospermas
Orden	Centrospermales
Familia	Chenopodiáceas
Genero	Chenopodium
Especie	<i>Chenopodium quinoa</i>

Fuente:(Suquillo, 2018)

8.3.2 Composición Nutricional de la quinua.

Tabla 3:

Composición nutricional

Nutrientes	Unidad	valor por 100 gr
Agua	Gr	13,28
Energía	Kcal	368
Energía	KJ	1539
Proteínas	Gr	14,12
Lípidos Totales (Grasas)	Gr	6,07
Cenizas	Gr	2,38
Carbohidratos por diferencia	Gr	64,16
Fibra Total Dietaria	Gr	7
Almidón	Gr	52,22
Calcio, Ca	Mg	47
Fierro, Fe	Mg	4,57
Magnesio, Mg	Mg	197
Fósforo, P	Mg	457
Potasio, K	Mg	563
Sodio, Na	Mg	5
Zinc, Zn	Mg	3,1
Cobre, Cu	Mg	0,59
Manganeso, Mn	Mg	2033
Selenio, Se	Ug	8,5

Fuente:(Mora, 2023)

8.4 Tipos de plagas

8.4.1 Gusano cogollero

(*Spodoptera frugiperda*) es de color caoba, mide de 14 a 18 mm de longitud y alrededor es de 4.5 mm de diámetro, su extremo abdominal (cremaster) termina en dos ganchos en forma de “U”, esta pérdida se desarrolla en el suelo, el insecto reposa de 8 a 10 días en ser adulto o mariposa. (LG Semillas, 2020)

Gráfico 2: Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)



Fuente: (Ramírez-Cabral & Mena Covarrubias, 2019)

8.4.2 Pulgones

(*Aphidoidea*) Son insectos pequeños el tamaño es de 1-5 milímetros, son de colores variados, la mayoría de pulgones son de color amarillo, verde y negro en general son lisos y algunos puede tener manchas, el cuerpo es blando en forma ovoidal, algunos pueden tener alas y otros no. (Ventigra et al., 2021)

Gráfico 3: Insecto pulgón (*Aphidoidea*)



Fuente: (DGSV-CNRF, 2020)

8.4.3 Babosas

(*Milax gagates*) ellas se esconden por el día y salen por la noche ya que a ellas no les gusta el calor ni la luz brillante, suele salir en el día cuando este nublado, se ocultan debajo de piedras, desechos,

melaza, ramas con hojas. Las babosas crecen en el suelo húmedo y fresco; esta plaga ataca a las plantas recién plantadas comiendo se las hojas y en algunas ocasiones el fruto.(Lara, 2022a)

Gráfico 4:Babosa (*Milax gagates*)



Fuente:(Antioqueño, n.d.)

8.4.4 Gusano blanco

(*Premnotrypes vorax*) Es la plaga que afecta más al cultivo de papa se alimenta de hojas de las plantas y melazas, el daño más riesgoso es causado por las larvas cuales perforan a los tubérculos,(Laura & Baldiviezo, 2020) las larvas llegan a medir 3 centímetros tiene semblante rugoso, color blanco y cabeza grande de color café tiene grandes mandíbulas y cuando está reposando tiene una forma arqueada similar una letra C. (Lara, 2022a)

Gráfico 5:Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Fuente:(Agricultura Ecol ó Gica (Uom), n.d.)

8.4.5 Trips

(*Thysanoptera*) son insectos muy pequeños miden entre 0,3 y 14 mm de longitud tiene un cuerpo cilíndrico su color son entre negro y amarillo, se alimentan de flores o plan, suele aparecer en tiempo seco, aumenta su población con la elevación de la temperatura.(Gerding & Rodríguez, 2020) .

Gráfico 6: Trips (*Thysanoptera*)

Fuente:(Goldarazena, 2018)

8.4.6 Mosca de la fruta

(*Anastrepha sp*) se considera una de las plagas de mayor importancia económica para la producción, ya que ocasiona daños a la fruta, los adultos deben emerger en la mañana para obtener su alimento y agua, porque pueden morir en 4 días si no se alimentan (Agropecuaria & Rioja, 2023).

Gráfico 7: Mosca de la fruta (*Anastrepha sp*)

Fuente:(Tigrero, 2019)

8.5 Características taxonómicas de la plaga (*Premnotrypes vorax*)

Esta plaga puede amenguar la cosecha hasta en un 90 % cuando no existe un acertado combate, el insecto en estado de larva causa daños serios, produciendo agujeros en los tubérculos. Se controla por medio de productos químicos, rotación de cultivos o semilla sana.(Fajardo, 2021)

El gusano blanco se alimenta de materia orgánica, raíces vivas, maleza, plantas forrajeras, arbustos frutales y cultivos anuales, estos logran producir fuertes daños de producción, además rigurosos cambios en la composición botánica, ocasionando una rápida degradación. (Cisternas, 2021)

Las hembras pondrán los huevos dentro de los tallos secos, en grupos de 5 a 25 huevos o más, tiene una forma de capsular, recién puesto tiene una apariencia hialino brillante prontamente adquiere un colorido blanco crema y después entra ámbar a marrón oscuro cuando está cercano a eclosionar.(Fajardo, 2021)

Gráfico 8: Gusano blanco de los tubérculos (*Premnotrypes vorax*)



Fuente: (Agricultura Ecol ó Gica (Uom), n.d.)

8.5.1 Hábitos y daños

Señala que durante el día, los adultos eligen esconderse en lugares frescos, oscuros y húmedos como: en terrones o debajo de los arbustos, durante la noche, los adultos caminan los campos en busca de alimento logran recorrer hasta 12m en la noche y se indica que en 6 meses un 1 Km.(Peralta-Velsaco, 2019)

La hembra pone los huevecillos a partir de la primera semana dentro de 3 a 5 días ponen entre 13 a 21 huevos y alcanzan a poner un total de 260 huevecillos, estos buscan su alimento en las hojas de la papa se comen los bordes formando una media luna causando daños, también perjudica a la base del tallo en caso de no encontrar su alimento se comen parte del tubérculo cuando estos se encuentran expuestos a la superficie del suelo. (Peralta-Velsaco, 2019)

8.5.2 Taxonomía del gusano blanco

Tabla 4:

Taxonomía del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)

Orden	Coleoptera
Suborden	Polyphaga
Superfamilia	Curculionoidae
Familia	Curculionidae
Genero	Premnotrypes
Especie	Vorax

Fuente:(Mogro & Javier, 2023)

8.5.3 Duración de cada estado del ciclo de vida (días)

Tabla 5:

Duración del gusano blanco en días

Estado	Duración (días)
Huevo	35
Gusano o Larva	38
Pre-pupa	18
Pupa	26
Periodo de endurecimiento del adulto	17
TOTAL	134

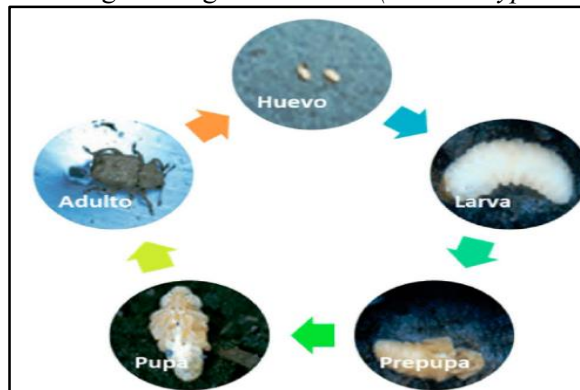
Fuente:

8.6 Ciclo de vida de la plaga (*Premnotrypes vorax*)

La estabilidad de cada estado es de la temperatura promedio de 16°C , puede variar en las localidades más frías.(Peralta-Velsaco, n.d.)

Gráfico 9:

Ciclo biológico del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Fuente:(Peralta-Velsaco, n.d.)

8.6.1 Según su ciclo de vida se desglosa de la siguiente manera

8.6.1.1 Huevo

Los huevos son cilíndricos ligeramente ovalados, una longitud de 1,7 mm y un diámetro de 0,50mm, de color blanco cremoso y color ámbar opaco, están recubiertos por una sustancia mucilaginosa, se localizan por una sustancia blanda (Guerrero, 2019).

Gráfico 10: Huevo del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Fuente:(Guerrero, 2019)

8.6.1.2 Larva

La larva tiene un color blanco cremoso, la cabeza de color café, mide de 11 a 14 mm de largo el cuerpo tiene en forma de la letra C, ellas forma túneles en los tubérculos que tenga de profundidad de 3 a 4 cm y consiguen a atravesar una papa.(Navarro & Acuña, 2019)

Gráfico 11: Larvas del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Fuente:(Navarro & Acuña, 2019)

8.6.1.3 Pupa

Las pupas tienen un color blanquecino y con movimientos restringidos, según como vayan desarrollando cambia de color de color blanca a crema, naranjado y marrón. (Para & Asesor, 2021)

Gráfico 12:Pupa del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Fuente:(Para & Asesor, 2021)

8.6.1.4 Adulto

El adulto es un insecto que mide aproximadamente 7mm de largo y 4 mm de ancho, suele ser de color gris y color del suelo. Las hembras suelen ser más grandes que los machos, tiene una línea amarilla en el largo del lomo y son de aspecto redondeado, el macho no tiene la línea y es más pequeño y alargado, el adulto no vuela ya que sus alas son soldadas entre sí pero son hábiles para caminar pueden caminar hasta 12 metros en una noche.(Maldonado, 2022)

Gráfico 13: Adulto del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Fuente:(Navarro & Acuña, 2019)

8.7 Manejo integrado de (*Premnotrypes vorax*)

Plantean que el manejo integrado de plagas tiene como objetivo reducir el daño, reducir los costos de protección de los cultivos y evitar los efectos colaterales indeseables ocasionados por los insecticidas. El mejor control del gusano blanco se aplica secuencialmente de un conjunto proporcionado de manera que cada una de ellas contribuya a una mayor sanidad de los tubérculos.(Peño, 2022)

8.8 Importancia

Dentro de los factores limitantes en la producción las plagas juegan un papel muy importante en los cultivos a la hora de la cosecha.

8.8.1 Importancia económica por presencia de las plagas

Se considera al gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) como una de las plagas más perjudiciales para los cultivos, ya que causan daño en el follaje de dichas siembras como: las papas, zanahorias, yucas, etc. Como consecuencia de estas plagas es en la producción reduciendo su valor comercial de la cosecha, los tubérculos ya mencionados tienen pérdidas entre 30 y 42 % en la venta del producto, se debe tener en cuenta que al momento que el gusano blanco ataca al cultivo si no se controla esta plaga se generan daños donde se puede perder el cultivo entero quedando su producción en 0% y

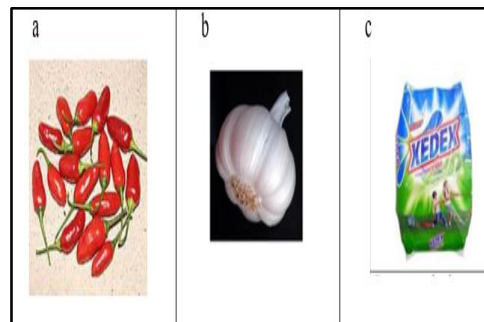
perdiendo la inversión de estos, es por esto que los agricultores al instante que se presenta esta plaga opta por utilizar altas dosis de plaguicidas que contaminan el medio ambiente.(A, 2021)

8.9 Tipos de plaguicidas orgánicos

8.9.1 *Plaguicida a base de Ajo, chile, jabón*

Es un insecticida y acaricida botánico que funciona principalmente para los ácaros blancos. (Jimenez, 2018)

Gráfico 14:Plaguicida orgánico a base de: a) chile, b) ajo, c) jabón



Fuente:(Jimenez, 2018)

8.9.2 *Semillas de neem*

Es un insecticida botánico que funciona principalmente para la mosca blanca, Diabrotica y el cogollero.(Jimenez, 2018)

Gráfico 15:Plaguicida orgánico a base de Semillas de neem



Fuente:(Jimenez, 2018)

8.9.3 *Cebolla, ajo*

Es un insecticida botánico que funciona botánico estos funcionan para las chinche y mosca blanca.(Jimenez, 2018)

Gráfico 16: Plaguicida orgánico a base de cebolla, ajo



Fuente:(Jimenez, 2018)

8.9.4 *Hojas de madero negro*

Es un insecticida botánico que se utiliza para la mosca blanca y pulgones. (Jimenez, 2018)

Gráfico 17: Plaguicida orgánico a base de madero negro



Fuente:(Jimenez, 2018)

8.9.5 *Eucalipto*

Es un insecticida utilizado para la mosca blanca y minador de hojas.(Jimenez, 2018)

Gráfico 18: Plaguicida orgánico a base de eucalipto



Fuente:(Jimenez, 2018)

8.9.6 *Crisantemo o flor de muerto*

Se utiliza como insecticida para la mosca blanca, áfidos, chinches, cogollero, nematodos. (Jimenez, 2018)

Gráfico 19: Plaguicida orgánica a base de crisantemo



Fuente:(Jimenez, 2018)

8.9.7 Semillas de guanábana

Es un insecticida que se utiliza para gusanos, áfidos, trips, saltamontes, escamas.(Jimenez, 2018)

Gráfico 20: Plaguicida orgánico a base de semillas de guanábana



Fuente:(Jimenez, 2018)

8.9.8 Ajo

Sé un insecticida este se utiliza para pulgones, mosca blanca, gusanos, mildius y royas (Jimenez, 2018).

Gráfico 21: Plaguicida orgánico a base de ajo



Fuente:(Jimenez, 2018)

8.10 Saponina

Las saponinas son productos naturales obtenidos de diversas especies vegetales como la yuca, el ginseng, la quinua, las algas marinas, la coliflor, etc., que tienen propiedades espumantes, es decir.

tensioactivos y agentes de limpieza porque contienen compuestos liposolubles. Las saponinas tienen un núcleo lipófilo (globular o triterpenoide) y una o más cadenas laterales hidrolizables compuestas de carbohidratos (Góngora Chi et al., 2022).

8.10.1 Saponina en la quinua

Las saponinas son metabolitos secundarios involucrados en proceso de defensa contra hongos, bacterias, levaduras y algunos insectos, (Lopez, 2023) también utilizada como mecanismo de protección en las plantas, porque tiene importantes propiedades biológicas de actividad antimicrobiana, inmunológicas, como agente plaguicida ya que produce un sabor amargo y posee componentes anti nutricionales, para esto utilizamos la planta de quinua (*Chenopodium quinoa*), la función biológica de la saponinas no es en su totalidad comprendido, pero totalmente son consideradas como parte del sistema de defensa de las plantas frente a patógenos y herbívoros (Lara, 2022a).

La saponina se encuentra en la quinua y también le confiere su característico sabor amargo, provoca efectos anti nutricionales en humanos al provocar la rotura de la membrana celular, la función del intestino delgado impide la asimilación de algunas proteínas para funcionar proporciona protección contra plagas como aves, insectos y nematodos (Lara, 2022a).

Se utiliza el extracto de saponinas para mejorar la producción y la calidad agrícola ya que estimula el crecimiento de las plantas, ya funciona como un plaguicida orgánico y antifúngica. (Góngora Chi et al., 2022) menciona que las diversas aplicaciones expuestas para las saponinas se basan en que su efecto y actividad colectivamente son inocuas, algunas saponinas o extractos rico en saponinas ha logrado certificaciones tipo GRAS. (generalmente reconocida como segura).

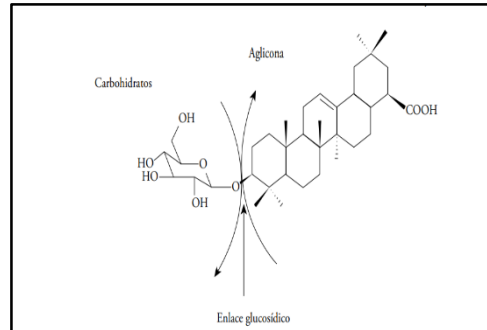
Actualmente en las investigaciones científicas continúan indagando las características químicas y propiedades prácticas de saponinas de distintas fuentes vegetales como; la mejora de la tecnología para la aplicación de los extractos ricos en saponinas, especialmente en áreas de médicas, tecnología de alimentos, nutricionales, ganadería, agricultura (Góngora Chi et al., 2022).

8.11 Estructura de la saponina

En su estructura se observa la presencia de anillos terpenoides, principalmente llamados agliconas, y los enlaces glicosídicos crean un carácter anfífilico y forman la estructura general de las

saponinas, pero esto también puede variar dependiendo de la cantidad de agliconas presente. Agliconas mono glicosiladas, di glicosiladas o triglicosiladas (Lopez, 2023).

Gráfico 22: Estructura de la saponina



Fuente:(Lopez, 2023)

8.12 Extracto

Las saponinas son compuestos anfipáticos polares de peso molecular relativamente alto que se presentan en las plantas como mezclas heterogéneas, lo que hace que su aislamiento y elucidación de su estructura a menudo sean muy difíciles. Las saponinas se pueden extraer mediante extracción como: Soxhlet, microondas, ultrasonido, destilación, y otros métodos. Se deben considerar las siguientes variables al elegir un método: eficiencia de extracción, factores técnicos, ambientales y económicos (Quijia, 2018).

8.12.1 Extracción por maceración

La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido en el que las materias primas del extracto contienen varios compuestos solubles. Utilizan para remojar y extraer. La eficiencia del proceso de maceración esto está determinado por dos factores principales, la solubilidad y la difusión efectiva. Esta es la disolubilidad se rige por la regla básica de que lo común disuelve lo común y muestra: los compuestos polares se disuelven en disolventes polares y no polares. (Castillo et al., 2021)

Los disolventes polares se disuelven en disolventes no polares. La tasa de disolución se determina la tasa de transferencia de solutos en el disolvente de extracción.

Solvente del material vegetal al solvente y debido al gradiente de concentración de sólidos en interfaces líquidas transporte de sustancias disueltas en las plantas resultantes mostraron que se había producido una propagación eficiente. (Castillo et al., 2021)

No se necesita utensilios ni requieren aparatos ni equipos complejos para configurar el sistema extracción por maceración, lo que la convierte en una opción popular investigadores. El único factor importante a considerar al actualizar, el objetivo de la extracción es comprender la similitud de los compuestos bioactivos de interés y polaridad del disolvente.(Castillo et al., 2021)

8.13 Control biológico

Control biológico es la manipulación de enemigos naturales y organismos benéficos que disminuyen la población de insectos considerados plagas para los cultivos, las ventajas sobre otros tipos control, ya que es más seguro y económico, es decir, el propósito de este control biológico es disminuir las poblaciones a nivel inferior por medio del uso de sus enemigos naturales.(Aragón F., 2018)

9. HIPÓTESIS

9.1 Hipótesis nula.

Ho: El plaguicida orgánico a base de saponina de quinua a diferentes concentraciones no controlan el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en condiciones de laboratorio.

9.2 Hipótesis alternativa.

H1: El plaguicida orgánico a base de saponina de quinua a diferentes concentraciones si permite controlar el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en condiciones de laboratorio.

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en el Laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache, está dentro del perímetro rural cantón Latacunga, ubicada al suroeste de la cabecera cantonal, junto a la E35 en el km 7.53, en el barrio Salache Eloy Alfaro, donde su ubicación geográfica se encuentra en la altura de 2720 (m.s.n.m) con 78°37'23" de longitud oeste y 0°59'58" latitud Sur.

Gráfico 23: Croquis de la ubicación del proyecto



Fuente: (Mehta, 2020)

10.2 Tipo de investigación

10.2.1 Experimental

Para llevar a cabo esta investigación se integró un conjunto de actividades metodológicas (variables en estudio e hipótesis planteadas) y técnicas las cuales ayudaron a recabar la información y datos necesarios.

10.2.2 Cualitativa- Cuantitativa

Recae en lo cualitativo ya que describe sucesos complejos en su medio natural, y cuantitativa porque recolectan datos cuantitativos, posterior a ello se tabuló y analizó todos los datos numéricos en lo que se logró obtener resultados científicos que avalen a la investigación planteada.

10.3 Modalidad de la investigación

10.3.1 De campo

Se llevó a cabo en la parroquia Constantino Fernández perteneciente a la ciudad de Ambato, el tema planteado fue la Evaluación del plaguicida orgánico a base de saponina de quinua (*Chenopodium quinoa*) para el control de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en condiciones de laboratorio; con la finalidad de dar respuesta al problema planteado, de ahí se recolectó los gusanos blancos el cual nos permitió obtener nuevos conocimientos relacionado con la realidad de los productores.

10.3.2 De laboratorio

La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi con el apoyo de la Universidad Técnica de Ambato, esto con la finalidad de dar respuesta al problema planteado, de ahí se extrajo

la toma de datos durante todo el proceso el cual nos permitió obtener nuevos conocimientos relacionado con la realidad de los productores.

10.3.3 Bibliografía documental

Se hizo un riguroso análisis a la información en concordancia con el problema planteado mediante la utilización de la lectura científica y resúmenes de diferentes fuentes de información válidas (libros, revistas, artículos científicos, tesis de grado) las cuales sirvió como base para el contexto del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos.

10.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

10.4.1 Observación científica

El registro de datos se llevó a cabo cada 20, 40 y 60 minutos de haber aplicado el extracto vegetal de quinua (*Chenopodium quinoa*) en diferentes concentraciones.

10.4.2 Observación estructurada

Se realizó mediante los hechos observados utilizando elementos técnicos apropiados como: libros de campo, fotografías y tablas teniendo como resultado una observación sistemática de los diferentes tratamientos aplicados.

10.4.3 Diseño experimental

Se realizó un Diseño completamente al azar (DCA), es decir seis tratamientos con diferentes concentraciones (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%) incluido el testigo (sin ninguna aplicación) con tres repeticiones, siendo un total de 21 unidades experimentales.

10.4.4 Diseño del esquema del ADEVA

A continuación, en la **Tabla 6** se observa el esquema del ADEVA, donde la investigación fue de 21 unidades experimentales, es decir 3 repeticiones y 6 tratamientos incluido el testigo con un DCA.

Tabla 6:

ADEVA

Fuente de variación	Gl	Resultados
Concentraciones	c-1	6
Error experimental	c(r-1)	14
Total	cr-1	20

Fuente: (Llundo, 2024)**10.4.5 Factores en estudio**

Factor: Concentraciones del plaguicida orgánico de saponina a base de quinua (*Chenopodium quinoa*.)

- **T0** = 0%
- **C1** = 10%
- **C2** = 20%
- **C3** = 30%
- **C4** = 40%
- **C5** = 50%
- **C6** = 60%

El factor de estudio es el extracto vegetal que fue aplicado en 6 concentraciones (10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60%) teniendo 3 repeticiones en cada tratamiento, tomando en cuenta que al testigo no se le aplicó nada.

10.4.6 Tratamientos del ensayo experimental

En la **tabla 7**, se observa la descripción de cada tratamiento con su codificación que fue implementada en el trabajo de investigación:

Tabla 7:

Tratamientos del ensayo experimental

Factor	Concentraciones	Descripción del tratamiento
Concentraciones del plaguicida orgánico de saponina a base de quinua (<i>Chenopodium quinoa.</i>)	T0	Sin ninguna concentración
	C1	Concentración de saponina al 10%
	C2	Concentración de saponina al 20%
	C3	Concentración de saponina al 30%
	C4	Concentración de saponina al 40%
	C5	Concentración de saponina al 50%
	C6	Concentración de saponina al 60%

Fuente: (Llundo, 2024)**10.4.7 Parte experimental**

En la parte experimental se desarrolló el experimento con 3 repeticiones como se muestra en la **Tabla 8** cada repetición con 5 gusanos blancos (*Premnotrypes vorax*) que da un total de 15 por cada tratamiento. Considerando los 6 tratamientos incluido el testigo se obtuvo un total de 105 gusanos blancos que fueron sometidos a diferentes concentraciones y se analizó su supervivencia cada 20, 40 y 60 minutos en cada repetición.

Tabla 8:

Descripción de la parte experimental

R/C	T0	C1(10%)	C2(20%)	C3(30%)	C4(40%)	C5(50%)	C6(60%)
R1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
R2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
R3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3

Fuente: (Llundo, 2024)

Teniendo en cuenta:

- *R = Repeticiones*
- *C = Concentraciones*

- $P = \text{Plaga en cada cuadro constaron 5 gusanos blancos}$
- $3R \times 7C = 21 \text{ Cuadros}$

10.4.8 Análisis funcional

Tabla 9:

Variables a considerar

Variables independientes	Variables dependientes	Parámetros	Indicadores
Extracto Vegetal	Efecto del extracto vegetal en el gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>).	Conteo del gusano blanco a cabo de 20, 40 y 60 minutos	Individuos muertos de (<i>Premnotrypes vorax</i>).
		Observación detenidamente de la movilidad de (<i>Premnotrypes vorax</i>).	

Fuente: (Llundo, 2024)

10.5 Material Vegetal y Biológico

10.5.1 Material Vegetal

El material vegetal fue de 20 libras de semillas de quinua provenientes de la ciudad de Riobamba del cantón Colta con una altitud de 2000 a 3400 msnm.

Gráfico 24: Muestra de la quinua (*Chenopodium quinoa*)



Fuente: (Llundo, 2024)

10.5.2 Material Biológico

Los gusanos blancos (*Premnotrypes vorax*) capturados proviene de la parroquia Constantino Fernández de la ciudad de Ambato donde la mayor parte de cultivos son papas, su tipo de suelo es histosoles (tierra negra) con una temperatura de 35°C y una altitud de 2800 msnm.

Gráfico 25: Captura de los gusanos blancos (*premnotrypes vorax*)



Fuente: (Llundo, 2024)

10.6 Fase de Laboratorio

10.6.1 Obtención del extracto de saponina por maceración

Se trituro las 20 libras de quinua previamente secada con ayuda de un mortero.

Gráfico 26: Proceso de molienda de la quinua



Fuente: (Llundo, 2024)

La obtención de saponinas localizadas principalmente en el epispermo del grano contenido en la quinua se realizó por maceración para lo cual se puso en contacto el solvente (alcohol al 70%) con el material vegetal, el cual fue previamente molido para lograr una mayor superficie de contacto con el solvente, este proceso se realizó a temperatura ambiente, y con agitación cada 12 horas por 5 minutos. El tiempo de maceración fue de 5 días, posteriormente se filtró y se recolectó en un envase de vidrio.

Gráfico 27: Maceración y filtración

Fuente: (Llundo, 2024)

10.7 Cuantificación de la saponina

10.7.1 Método espectrofotométrico ácido sulfúrico-vainillina

El método espectrofotométrico vainillina-ácido sulfúrico se fundamenta en la reacción de hidrólisis de saponinas triterpénicas o esteroidales las cuales van a reaccionar con el ácido sulfúrico que rompe los enlaces glucosídicos; y por otro lado la vainillina reacciona con la aglicona de la saponina dando una coloración rojo púrpura medible a una longitud de onda entre 473-560 nm (Menghao, 2018).

Se utilizaron los siguientes reactivos y materiales:

- Vainillina al 4 %
- Ácido sulfúrico al 70 %
- Estándar de Vainillina
- Agua destilada
- Estufa
- Plancha de calentamiento
- Mortero
- Envases de vidrio
- Papel filtro
- Espectrofotómetro uv-vis

10.8 Preparación de la curva de calibración

La curva de calibración se elaboró a partir de una solución de 10 ppm de estándar de saponina a partir de la cual se preparó soluciones de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 ppm respectivamente.

La reacción de coloración para las soluciones de concentración conocida y para el extracto obtenido, se visualiza en la Tabla 10.

Tabla 10:

Curva de calibración del extracto de saponina

Curva de Calibración Saponina		
Absorbancia %	Concentración mg/L	Total
0	0	14,58
0,1	1	
0,2	2	
0,3	3	
0,4	4	
0,5	5	
0,6	6	

Fuente: (Llundo, 2024)

En tubos de ensayo se colocaron 0,5 ml de cada una de las soluciones de concentración conocida y la solución problema (extracto de quinoa) a cada uno de los tubos se añadieron 0,5 ml de vainillina al 4%, 2ml de ácido sulfúrico al 70%, los tubos se incubaron en un baño de agua a 65°C durante 15 minutos y luego se enfriaron hasta temperatura ambiente. La absorbancia de las soluciones se midió a 560 nm usando un espectrofotómetro VIS.

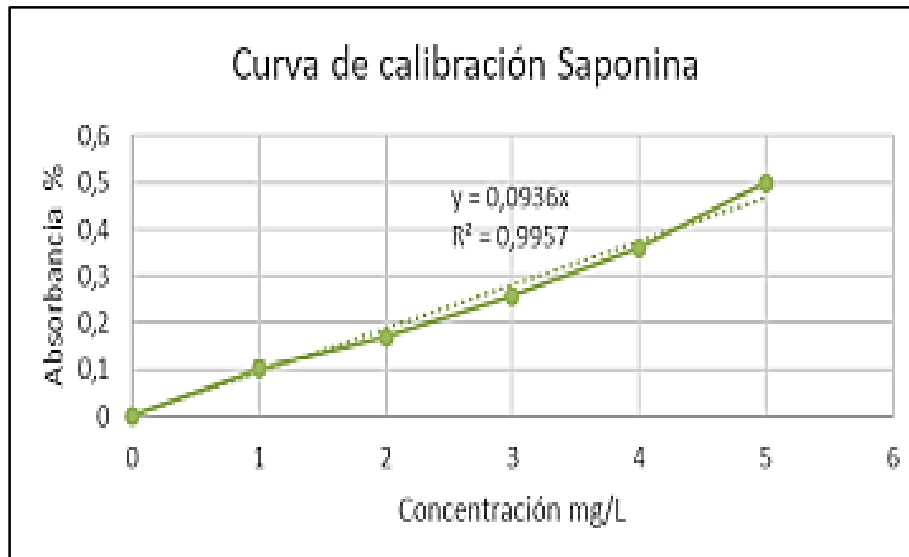
Gráfico 28: Preparación de la curva de calibración



Fuente: (Llundo, 2024)

En el **Grafico 29** se muestra la curva de calibración en base a los datos de la Tabla 7 y 8.

Gráfico 29: Curva de calibración saponina



Fuente: (Llundo, 2024)

10.9 Captura del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)

10.9.1 Método mecánico

Para obtener el gusano blanco se puede recoger manualmente o por medio del uso trampas para la recolección de los gusanos blancos se trasladó al cultivo respectivo en horas de la mañana para la colocación de las trampas como se muestra en el **Gráfico 30**.

Gráfico 30: Colocación de trampas



Fuente: (Llundo, 2024)

10.9.2 Recolección de los gusanos blancos mediante trampas.

Para capturar a los gusanos blancos (*Premnotrypes vorax*) fueron 20 trampas de caída para lo cual se utilizó latas pequeñas con una altura de 10 cm, las mismas que se perforaron con el fin que no se inunden en condiciones de lluvia cada una separada 5 metros alrededor, se enterraron las trampas en el suelo tratando que el borde de la lata este al ras del suelo, la tapa de la trampa tiene que ser

pesada colocando 3 piedras para que no tope el borde de la lata con la tapa.(Gallegos & Avalos, 2016) como se muestra en la **Grafica 31**

Gráfico 31: Recolección del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Fuente: (Llundo, 2024)

10.9.3 Condiciones de conservación del Gusano blanco

Se capturó 105 gusanos blancos (*Premnotrypes vorax*), en etapa de larvas, para poder diferenciar la etapa del gusano blanco que vamos a utilizar para la investigación se utilizó la **Tabla 5** y la **Grafica 9** donde se confirmó que los gusanos blancos están en estado de larva donde se colocaron en 2 recipientes rectangulares con dimensiones de 20*10 cm, con tierra negra húmeda y a temperatura ambiente, se les alimentó con hojas y raíces, con un periodo de 3 días (*Premnotrypes vorax*) para llevar a laboratorio.

Al momento de colocar los gusanos blancos en los recipientes para el laboratorio cada uno de estos se colocó sin tierra.

Gráfico 32: Clasificación del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Fuente: (Llundo, 2024)

10.10 Desarrollo del Ensayo

Este proyecto se instaló el 9 de enero del 2024, a las 8h00 am en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Salache, vale recalcar que el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) fue recogido tres días antes de llevar al laboratorio.

En los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi se comenzó el conteo y colocación de nuestra unidad experimental la cual consta de 105 gusanos blancos colocadas en 21 recipientes de plástico con tapas con rejillas de aireación en su parte superior, este proyecto consta de 6 tratamientos incluido el testigo con 3 repeticiones distribuidos de la siguiente manera:

- **T0**= Sin ninguna concentración
- **C1**= Concentración de saponina al 10%
- **C2**= Concentración de saponina al 20%
- **C3**= Concentración de saponina al 30%
- **C4**= Concentración de saponina al 40%
- **C5**= Concentración de saponina al 50%
- **C6**= Concentración de saponina al 60%

Con la unidad experimental preparada se procede a calibrar los atomizadores logrando una aspersión uniforme, con gotas sumamente finas y dos roseadas que representan (1ml) de los extractos para ser aplicados de manera directa en cada tratamiento y repetición.

La primera toma de datos se realizó después de 20, 40 y 60 minutos de haber aplicado la concentración.

10.11 Elaboración del experimento

Se colocó 21 recipientes de plástico que miden 20* 10 cm, en cada uno se colocó 5 gusanos incluido el testigo en el interior del envase no se colocó ningún papel absorbente debido a que la visibilidad para el conteo de los individuos muertos no es necesaria por el tamaño del gusano en la parte superior del recipiente se colocó tapas con rejillas de aireación para evitar la ausencia de oxígeno y no influya en la mortalidad de los gusanos.

Gráfico 33: Unidad de experimento



Fuente: (Llundo, 2024)

10.12 Variables en estudio

10.12.1 Preparación de concentraciones

Una vez realizada la curva de calibración donde se determinó la concentración de la saponina y se obtuvo la solución madre, se realizó disoluciones para preparar 100 ml en concentraciones de 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60 % v/v, según (Garófalo, 2018) las concentraciones recomendadas de saponina como plaguicida orgánico.

Fórmula para porcentajes de concentraciones físicas.

$$\text{Porcentaje} = \frac{\text{Soluto}}{\text{solucion}} * 100$$

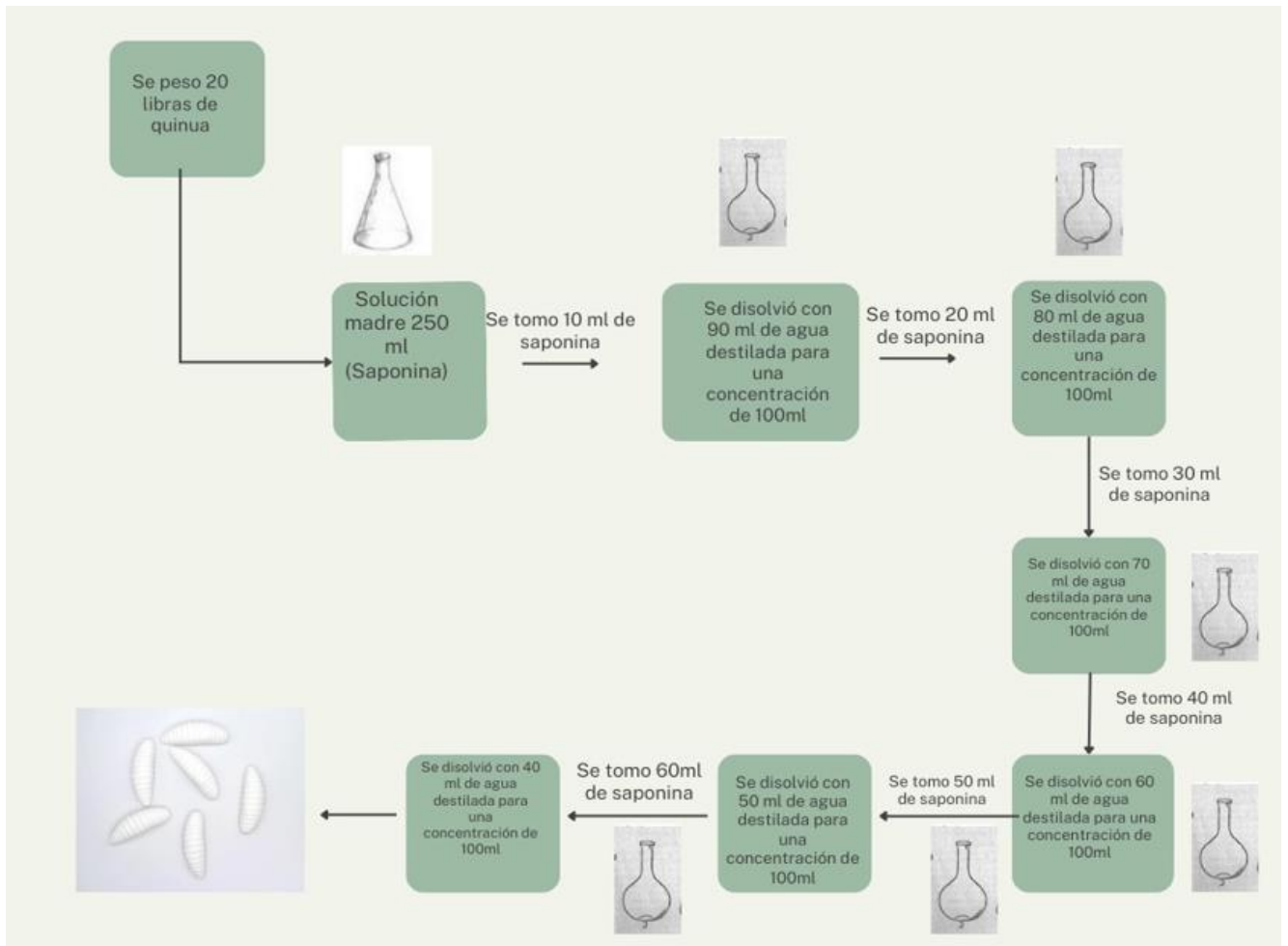
$$10\% = \frac{\text{volumen de soluto (saponia)}}{100 \text{ ml}} * 100$$

Gráfico 34: Concentraciones



Fuente: (Llundo, 2024)

Gráfico 35: Flujo grama de Concentraciones



Fuente: (Llundo, 2024)

10.12.2 Mortalidad de gusanos blancos

Esta variable se registró haciendo un conteo de gusanos blancos muertos de cada concentración y repetición a los 20, 40 y 60 minutos.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1 Variable Metabolitos secundarios (saponinas) de la quinua (*Chenopodium quinoa*).

Teniendo en cuenta la siguiente interpretación:

- **No hay presencia: (-)**
- **Escaso: (+)**
- **Moderado: (++)**
- **Abundante: (+++)**

1. En el tamizaje fitoquímico realizado al extracto alcohólico de quinua muestra la presencia de abundantes compuestos tales como, alcaloides, azúcares reductores, saponinas, taninos o polifenoles, flavonoides, esteroides no saturados, triterpenos.
2. De la extracción alcohólica realizada a la quinua se obtiene una solución amarilla las cuales se procede a concentrar y solubilizar para realizar los ensayos e identificar los distintos principios activos.
3. Se destacan la presencia en cantidad abundante (+++) de saponinas al realizar la prueba de espuma, de igual manera al realizar la prueba de vainillina-ácido sulfúrico se observa una tonalidad púrpura concluyendo afirmativamente la presencia de saponinas.
4. Se detectó la presencia en cantidad moderada (++) de alcaloides al realizar las pruebas con los reactivos de Dragendorf.
5. La prueba de Lieberman para esteroides insaturados y triterpenos reacción positiva con un contenido abundante (+++).
6. Se obtuvo una respuesta positiva para 2- desoxiazúcares (+++).

Tabla 11:
Resultados de interpretación

Resultados		
Metabolitos Secundarios	Ensayos	Extracto alcohólico
Alcaloides	Dragendorf	+++
Saponinas	Espuma	+++
Taninos o Polifenoles	Control	-
	Gelatina	-
	Gelatina – Cloruro	-
	S.R.FeCl ₃	+++
Flavonoides	Cianidina	++
Leucoantocianinas	Test de leucoantocianina con HCl	-
Esteroles no saturados	Salkowky	++
Triterpenos	Liebermann	+++

Fuente: (Llundo, 2024)

Saponina: Para la identificación de estos metabolitos secundarios se realizó una prueba en la cual dio positivo. La prueba por formación de espuma donde la persistencia de la espuma se calificó con (+++) en la extracción por maceración se conservó más la espuma formada este resultado se ratifica con lo encontrado en la literatura este método de evaluación de saponinas está basado en la propiedad fisicoquímica que presentan las soluciones acuosas de saponinas, de disminuir la tensión superficial de los líquidos acuosos, provocando abundante espuma por agitación, esta medida es precisa para efectuar en determinadas condiciones para que pueda tomarse como base analítica para su determinación (Casas & Cristancho, 2022).

Taninos o Polifenoles: Se realizaron 4 pruebas para la identificación de estos metabolitos secundarios, la primera prueba con control nos indica sin presencia (-), la segunda prueba con

gelatina este indica sin presencia (-), la tercera prueba con gelatina – cloruro sin presencia (-) y la cuarta prueba con S.R.FeCl₃ nos indica que es abundante (+++). Estos resultados se validan de acuerdo con (Casas & Cristancho, 2022) relaciona un contenido pequeño de taninos en la quinua, los cuales se reducen de acuerdo con procesos como limpieza y enjuague con agua. Cuando se presenta coloración púrpura, son taninos derivados del ácido protocatéquico (taninos condensados).

Flavonoides: Para esta identificación de metabolitos la prueba realizada de Cianidina arrojó un resultado positivo, este permite identificar en los extractos la existencia en estas estructuras de secuencia C6-C3-C6 del grupo de los flavonoides. La aparición de un color rojo a marrón en la fase amílica es indicativa de un ensayo positivo (Casas & Cristancho, 2022), debido a esto la quinua contiene un moderado (++) de flavonoides.

Tabla 12:
Resultado de muestra

RESULTADOS			
Metabolitos Secundarios	Muestras	Resultado	Método
Saponinas	Extracto Hidroalcohólico	14,58	Vainillina ácido sulfúrico uv-uvis

Fuente: (Llundo, 2024)

11.2 Mortalidad de gusanos blancos

En la **Tabla 13** se indica los resultados obtenidos a los 20 minutos de haber sido aplicado cada una de las concentraciones.

Tabla 13:

ADEVA para la variable mortalidad de gusanos blancos a los 20 minutos.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Concentraciones	24	6	4	84	<0,0001	**
Error	0,67	14	0,05			
Total	24,67	20				
CV(%):	16,37					

Fuente: (Llundo, 2024)

En la **Tabla 13**, se detectó una alta significancia estadística en la fuente de variación de tratamientos con un valor de 0,0001 cuyo coeficiente de variación fue de 16,37%. Este dato se lo tomó a los 20

minutos de forma manual y luego de haber aplicado cada una de las concentraciones de saponina a base de quinua.

Tabla 14:

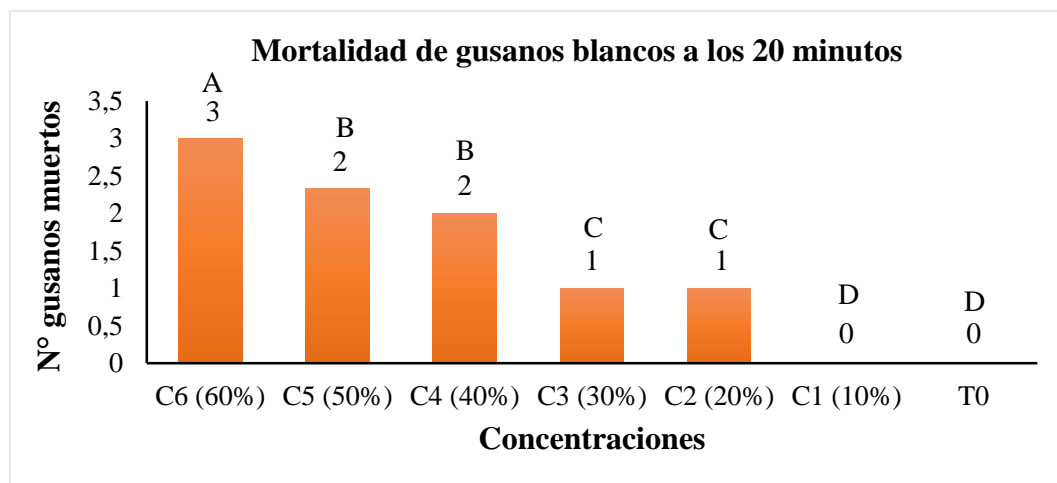
Prueba de Tukey al 5% para la variable Mortalidad a los 20 minutos.

Concentraciones	N° gusanos muertos	Rangos
C6 (60%)	3	A
C5 (50%)	2,33	B
C4 (40%)	2	B
C3 (30%)	1	C
C2 (20%)	1	C
C1 (10%)	0	D
T0	0	D

Fuente: (Llundo, 2024)

En la **Tabla 14**, se realizó la prueba de tukey al 5%, donde la variable Mortalidad de gusanos blancos obtuvo cuatro rangos de significación estadística por cada una de las concentraciones establecidas, donde el C6 (60%) obtuvo una media de 3 gusanos blancos muertos; el C5 (50%) con una media 2,33; C4 (40%) con una media de 2; C3 (30%) con una media de 1; C2 (20%) con una media de 1; C1 (10%) con una media de 0 y T0 con una media de 0 de Mortalidad de gusanos blancos.

Gráfico 36: Medias en la variable Mortalidad de gusanos blancos a los 20 minutos



Fuente: (Llundo, 2024)

Dentro de la variable mortalidad de gusanos blancos a los 20 minutos, se cumplió el siguiente patrón de concentraciones C6, C5, C4, C3, C2, C1 y T0 donde la mejor concentración

estadísticamente fue la C6 (60%) con una media de 3 en un rango A, estos resultados concuerdan con la investigación de la autora (Juez, 2019) que la concentración más alta obtiene mayor mortalidad de gusanos blancos, sin embargo, los resultados obtenidos por la autora (Garófalo, 2018) en su investigación no guarda semejanza con estos resultados ya que la C1 (10%) y el T0 (testigo) consiguieron un cantidad de mortalidad mayor a la media, pero en esta investigación tanto la C1 (10%) y el T0 (testigo) obtienen el último rango D con una media de 0 gusanos blancos muertos.

(Lara, 2022a) realizaron una investigación del plaguicida sobre nemátodos en cultivo de papas obtuvo como concentración idónea para lograr los mejores resultados, donde la alta concentración de saponina, logró una mortalidad de nemátodos beneficiosa, sin embargo, es importante resaltar que los nemátodos en el cultivo de papa son más pequeños que los gusanos blancos por lo que la C6 (60%) aumentó la mortalidad lo cual podría obtener mejores resultados aplicando las distintas concentraciones en la etapa inicial de la plaga.

En la **Tabla 15** se indica los resultados obtenidos a los 40 minutos de haber sido aplicado los tratamientos.

Tabla 15:

ADEVA para la variable mortalidad de gusanos blancos a los 40 minutos

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Concentraciones	29,24	6	4,87	34,11	<0,0001	**
Error	2,00	14	0,14			
Total	31,24	20				
CV(%):	14,98					

Fuente: (Llundo, 2024)

En la **Tabla 15**, se detectó una alta significancia estadística en la fuente de variación de concentraciones con un valor de 0,0001 cuyo coeficiente de variación fue de 14,98%. Este dato se lo tomó a los 40 minutos de forma manual y luego de haber aplicado cada una de las concentraciones de saponina a base de quinua.

Tabla 16:

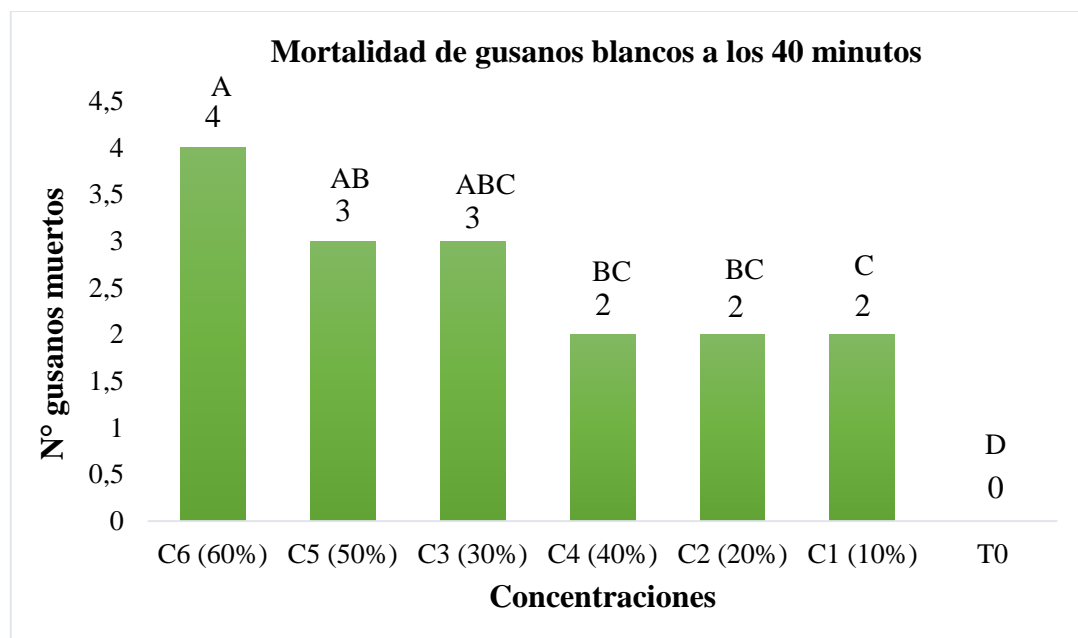
Prueba de Tukey al 5% para la variable Mortalidad a los 40 minutos

Concentraciones	N° gusanos muertos	Rangos
C6 (60%)	4	A
C5 (50%)	3,33	AB
C3 (30%)	3	ABC
C4 (40%)	2,67	BC
C2 (20%)	2,67	BC
C1 (10%)	2	C
T0	0	D

Fuente: (Llundo, 2024)

En la **Tabla 16**, se realizó la prueba de tukey al 5%, donde se observó cuatro rangos de significación estadística por cada uno de las concentraciones establecidas, donde la C6 (60%) obtuvo una media de 4; C5 (50%) con una media 3,33; C3 (30%) con una media de 3; C4 (40%) con una media de 2,67; C2 (20%) con una media del 2,67; C1 (10%) con una media de 2 y el T0 (testigo) con una media de 0 Mortalidad de gusanos blancos.

Gráfico 37: Medias en la variable Mortalidad de gusanos blancos a los 40 minutos



Fuente: (Llundo, 2024)

Dentro de la variable mortalidad de gusanos blancos a los 40 minutos, se cumplió el siguiente patrón de concentraciones C6, C5, C3, C4, C2, C1 y T0 donde la mejor concentración estadísticamente fue la C6 (60%) con una media de 4 gusanos blancos muertos en un rango A, estos

resultados concuerdan con la investigación de la autora (Juez, 2019) donde la concentración más alta obtiene mayor mortalidad de gusanos blancos por la remoción de saponinas contenida en el grano de quinua sin embargo, los resultados obtenidos por la autora (Garófalo, 2018) en su investigación no guarda semejanza con estos resultados y el T0 (testigo) con una media de 0 gusanos blancos muertos en un rango D, este obtuvo una nula mortalidad de gusanos blancos al no poseer ninguna concentración de saponinas a base de quinua.

Tabla 17:

ADEVA para la variable mortalidad de gusanos blancos a los 60 minutos

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Concentraciones	48,95	6	8,16	34,27	<0,0001	**
Error	3,33	14	0,24			
Total	52,29	20				
CV(%):	14,85					

Fuente: (Llundo, 2024)

En la **Tabla 17**, se detectó una alta significancia estadística en la fuente de variación de concentraciones con un valor de 0,0001 cuyo coeficiente de variación fue de 14,85%. Este dato se lo tomó a los 60 minutos de forma manual y luego de haber aplicado cada una de las concentraciones de saponina a base de quinua.

Tabla 18:

Prueba de Tukey al 5% para la variable Mortalidad a los 60 minutos

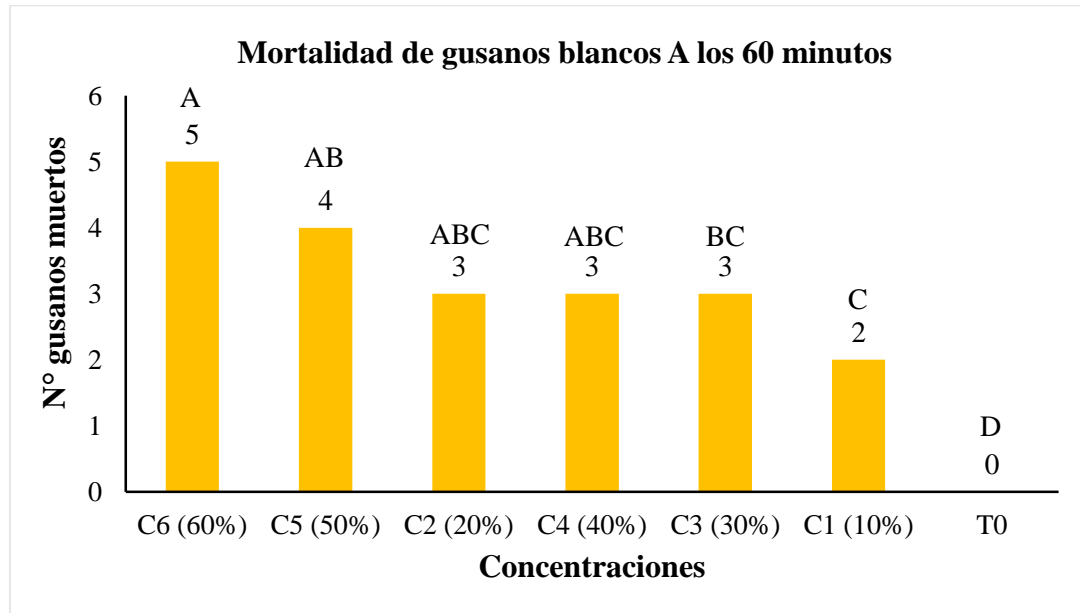
Concentraciones	N° gusanos muertos	Rangos
C6 (60%)	5	A
C5 (50%)	4,67	AB
C2 (20%)	3,67	ABC
C4 (40%)	3,67	ABC
C3 (30%)	3,33	BC
C1 (10%)	2,67	C
T0	0	D

Fuente: (Llundo, 2024)

En la **Tabla 18**, se realizó la prueba de tukey al 5%, donde se observó cuatro rangos de significación estadística por cada uno de las concentraciones establecidas, donde la C6 (60%) obtuvo una media de 5; C5 (50%) con una media 4,67; C2 (20%) con una media de 3,67; C4 (40%) con una media

de 3,67; C3 (30%) con una media del 3,33; C1 (10%) con una media de 2,67 y el T0 (testigo) con una media de 0 Mortalidad de gusanos blancos.

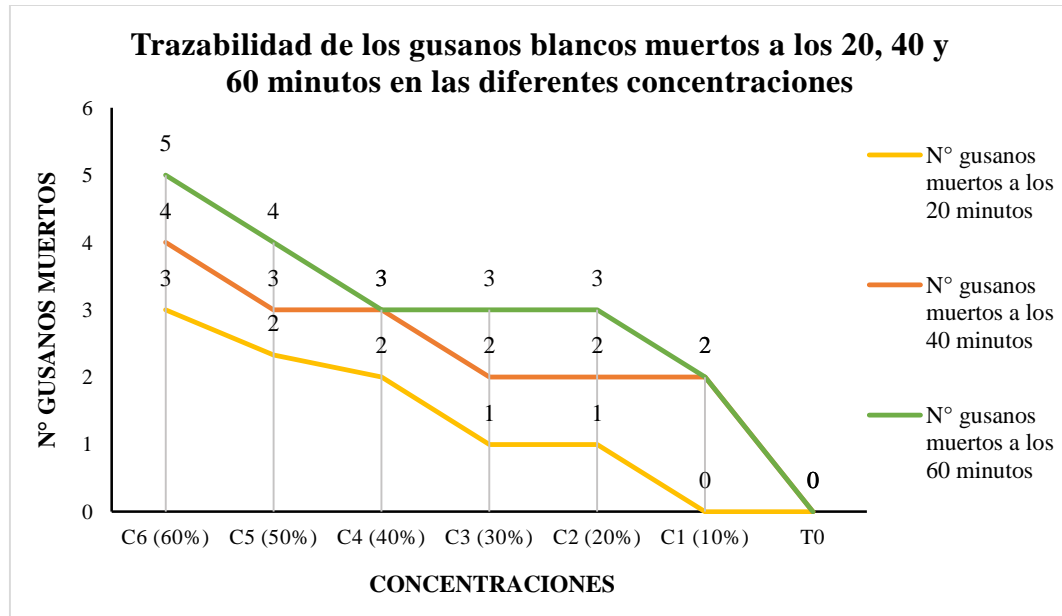
Gráfico 38: Medias en la variable Mortalidad de gusanos blancos a los 60 minutos



Fuente: (Llundo, 2024)

Dentro de la variable mortalidad de gusanos blancos a los 60 minutos, se cumplió el siguiente patrón de concentraciones C6, C5, C2, C4, C3, C1 y T0 donde la mejor concentración estadísticamente fue la C6 (60%) con una media de 5 gusanos blancos muertos ubicándose en un rango A, donde la autora (Garófalo, 2018) menciona que la saponina de la quinua si demuestra efectividad plaguicida, un plaguicida natural no los mata de contado, pero si se ve involucrado en la disminución del apetito y la movilidad de la plaga y esto se ve reflejado en el tiempo que se deja a los gusanos reaccionar a las concentraciones aplicadas. Y el T0 (testigo) con una media de 0 gusanos blancos muertos en un rango D, donde demuestra que al no aplicar ninguna concentración de Saponina a base de quinua los gusanos blancos se mantienen vivos.

Gráfico 39: Trazabilidad de los gusanos blancos muertos a los 20, 40 y 60 minutos.



Fuente: (Llundo, 2024)

Se tomó en consideración la relación de tiempo y concentración aplicado por repetición para poder determinar la concentración letal y la efectividad plaguicida sobre la población del gusano blanco.

A los 20 minutos se observó que la aplicación de las saponinas no se registra mayor mortalidad de gusanos blancos por lo que se puede mencionar que su efecto no es inmediato o de alta toxicidad estando los gusanos blancos en la etapa de larva.

A los 40 minutos se observó un aumento de mortalidad de gusanos blancos donde la concentración C6 (60%) fue la que obtuvo la mayor media de 4. Y a los 60 minutos se observó que, a mayor concentración, mayor mortalidad de gusanos blancos y se puede argumentar que la saponina a base de quinua si demuestra actividad plaguicida, teniendo en cuenta que un plaguicida natural nos los mata de contado, pero si se ve involucrado la movilidad de la plaga y por ende la concentración C6 (60%) obtuvo una mayor mortalidad de la plaga.

12. CONCLUSIONES

- Por el método de maceración se obtuvo de 20 lb de quinua 250 ml de extracto de la saponina de la quinua (*Chenopodium quinoa*) con tiempo de extracción de 12 horas por 5 minutos de agitación en 5 días.
- Se determinó la presencia de metabolitos secundarios cuantitativamente de 14.58% por el método de vainilla ácido sulfúrico uv-uvis y cualitativamente con la mayor presencia de alcaloides,

saponinas, taninos o polifenoles y triterpenos que contienen principios activos para uso como plaguicida.

- El efecto plaguicida en base a la saponina la mejor concentración fue la del C6 (60%) con una media de 3 gusanos blancos muertos a los primeros 20 minutos, mientras que a los 40 minutos la misma concentración C6 (60%) obtuvo el mayor número de gusanos muertos con una media de 4 y por último a los 60 minutos con una media de 5 gusanos blancos muertos con la concentración de C6 (60%).

13.RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación aplicando extracto de Saponina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en campo.
- Establecer en futuras investigaciones la influencia del extracto de saponina en el control de gusano blanco.
- Investigar el efecto de toxicidad de la saponina en los productos agrícolas.

14.BIBLIOGRAFÍA

- A, E. C. (2021). *Gusanos blancos de importancia económica en Chile. Agricultura ecol ó gica (uom)*. (n.d.). 2(2).
- Agroecológica, A. (n.d.). *Inia 420 - negra collana*.
- Agropecuaria, E., & Rioja, L. A. (2023). *Revista “TECNOÁRIDO.”*
- Alhogbi, B. G., Arbogast, M., Labrecque, M. F., Pulcini, E., Santos, M., Gurgel, H., Laques, A., Silveira, B. D., De Siqueira, R. V., Simenel, R., Michon, G., Auclair, L., Thomas, Y. Y., Romagny, B., Guyon, M., Sante, E. T., Merle, I., Duault-Atlani, L., Anthropologie, U. N. E., ... Du, Q. (2018). EFECTO DE LA DENSIDAD Y EL NIVEL NITROGENADO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), VARIEDAD INIA SALCEDO EN EL DISTRITO DE LA JOYA, AREQUIPA. Tesis. *Gender and Development*, 120(1), 0–22. http://www.uib.no/sites/w3.uib.no/files/attachments/1._ahmed-affective_economies_0.pdf<http://www.laviedesidees.fr/Vers-une-anthropologie-critique.html>http://www.cairn.info.lama.univ-amu.fr/resume.php?ID_ARTICLE=CEA_202_0563%5Cnhttp://www.cairn.info.
- Amari, R. O. (2023). *UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO*. 31–41.
- Antioqueño, C. O. (n.d.). *En cultivos del valle de san nicolás (cercano oriente antioqueño)*.
- Aragón F., J. . F. (2018). Control biológico de gusanos blancos en el sudeste de Córdoba. *AGROMERCADO. Cuadernillo Plagas e Insecticidas*, 28, 8–10.
- Caro-Arias, A. X., Yépez-Bolaños, D. A., & Soto-Giraldo, A. (2021). *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) and its control with native entomopathogenic nematodes. *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 25(2), 33–42. <https://doi.org/10.17151/bccm.2021.25.2.2>

- Castillo, C., Choque, D., Wierna, N., Ruggeri, M. A., Romero, A., & Carreras, N. Á. (2021). *PROVINCIA DE JUJUY (VALLES Y PUNA) COMPARISON OF SAPONINS (OLEANOLIC ACID) EXTRACTION TESTS IN QUINOA CULTIVATED IN TWO AREAS OF JUJUY PROVINCE (VALLEYS AND PUNA) Licencia: Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional*. 14(1), 34–48.
- Castro-Albán, H. A., Castro-Gómez, R. del P., & Alvarado-Capó, Y. (2023). Variabilidad morfoagronómica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) nativa tipo Chimborazo en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3), 53229. <https://doi.org/10.15517/am.2023.53229>
- Cisternas, E. (2021). BIOLOGIA Y CONTROL DE INSECTOS PLAGAS EN PRADERAS. *Serie Remehue*.
- DGSV-CNRF. (2020). *Pulgón verde de los cereales Schizaphis graminum (Rondani) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae)*. Sader-Senasica. 18.
- Fajardo, J. (2021). Descripción etológica del gusano blanco del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) de variedad súper chola, en el Laboratorio CEASA, sector Salache, Provincia de Cotopaxi período 2015. *Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad*, 1, 50. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Gallegos, P., & Avalos, G. (2016). Control integrado de *Premnotrypes vorax* (Hustache) mediante manejo de la población de adultos y control químico en el cultivo de papa. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 7(1), 55–60. <https://doi.org/10.37066/ralap.v7i1.70>
- Garófalo, K. (2018). Universidad Nacional De Chimborazo (motivación). *Universidad Nacional de Chimborazo*. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1381/1/UNACH-EC-AGR-2016-0002.pdf>
- Gerding, M., & Rodríguez, M. (2020). *Monitoreo y Manejo de Trips*.
- Goldarazena, A. (2018). Orden Thysanoptera. *Ide@-Sea*, 52(July), 1–20. <http://www.sea->

entomologia.org/IDE@/revista_52.pdf

- Góngora Chi, G. J., Lizardi Mendoza, J., López Franco, Y., López Mata, M., & Quihui Cota, L. (2022). Métodos de extracción, funcionalidad y bioactividad de saponinas de Yucca: una revisión. *Biotecnia*, 25(1), 147–155. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i1.1800>
- Guerrero, H. (2019). *ASPECTOS BIOLOGICOS Y ECOLOGICOS DEL GUSANO BLANCO DE LA PAPA*.
- Hidalgo, J. (2018). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: In *Universidad Andina Simón Bolívar* (Vol. 1). [https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La situacion.pdf](https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La%20situacion.pdf)
- Ilbay, D. (2020). *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo*.
- Ing, T., Medina, A., & Israel, S. (2023). Caracterización de la cadena de valor agroalimentaria de la quinoa (*Chenopodium quinoa*) como uno de los principales rubros en la economía ecuatoriana. *UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS*.
- Jimenez, E. (2018). Preparación y uso de bioplaguicidas para el manejo de plagas y enfermedades agrícolas en Nicaragua. *Universidad Nacional Agraria*, 22. https://www.trocaire.org/sites/default/files/resources/policy/guia-tecnica-preparacion-y-uso-de-bioplaguicidas_0.pdf
- Juez, L. (2019). “Aprovechamiento de la saponina residual de *Chenopodium quinoa* del proceso de escarificación para la obtención de un bioinsecticida - Lima 2019.” *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 1(1), 2019.
- Lara. (2022a). DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD PLAGUICIDA DE LAS SAPONINAS PRESENTES EN LA CASCARA DE LA SEMILLAS DE LA ESPECIE VEGETAL QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA APLICACIÓN EN CULTIVOS DE FRESA

- (*Fragaria albión*). *CORPORACIÓN TECNOLÓGICA DE BOGOTÁ TECNOLOGÍA EN QUÍMICA INDUSTRIAL SEPTIEMBRE 2022*, 8.5.2017, 2003–2005. www.aging-us.com
- Lara. (2022b). EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) INTERCALADA CON CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L) EN CONDICIONES DE POPAYÁN – CAUCA. *UNIVERSIDAD DEL CAUCA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA POPAYÁN 2022*, 8.5.2017, 2003–2005. www.aging-us.com
- Laura, S., & Baldiviezo, E. (2020). *Conozcamos al gorgojo de los andes para proteger nuestra papa*. 1–56.
- LG Semillas. (2020). *Guía de manejo: Spodoptera frugiperda, gusano cogollero en maíz*. 12. <https://www.lgsemillas.com/ensayos/Informe-Tecnico-N6-LG-Semillas.pdf>
- Lopez, R. (2023). “ *EVALUACIÓN DE FORMULACIÓN DE SAPONINAS DE AGAVE Y LIMONENO COMO BIOHERBICIDA .*”
- Mag. (2018). Cultivos Agroindustriales. *Manual Del Protagonista*, 1–142.
- Maldonado, N. (2022). *Universidad técnica del norte*.
- Mehta, H. (2020). *Google Maps. May*. <https://doi.org/10.5120/ijca2019918791>
- Mogro, J., & Javier, E. (2023). *Tutor : “ESTUDIO DE TRES TIPOS DE TRAMPAS CON EL USO DE DOS INSECTICIDAS PARA EL MONITOREO DEL GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax*) EN LA LOCALIDAD DE CUTURIVI CHICO - COTOPAXI – PUJILÍ, 2022 – 2023” Proyecto*.
- Mora, M. (2023). *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo*.
- Navarro, P., & Acuña, I. (2019). Insectos Asociados al Cultivo de Papa con Especial Énfasis en Áfidos. *Producción de Papa Para El Convenio Tranapunte*, 201.
- Núñez, G. (2021). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. 6.

- Orgaz Garcia, G. (2020). *Adaptación de la quinua (Chenopodium quinoa Will.) a las condiciones agroecológicas de la zona centro peninsular*. 1–75.
- Para, J. H., & Asesor, L. (2021). “ *ESTUDIO DE ESPECIES DE GORGOJO DE PAPA*. Peño, L. (2022). *41032_26692.pdf*.
- Peralta-Velsaco, J. (n.d.). EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE *Beauveria bassiana* AISLADO DEL ESTIERCÓL DE CONEJO PARA CONTROL DE GUSANO BLANCO DE LA PAPA (*Premnotrypes vorax*), EN CONDICIONES DE LABORATORIO CAMPUS SALACHE 2021-2022. *Sistema Biodigestor*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
- Peralta-Velsaco, J. (2019). EVALUACIÓN DE *Beauveria Bassiana* A PARTIR DE UN CULTIVO MONOESPÓRICO PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO DE LA PAPA (*Premnotrypes vorax*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO CAMPUS SALACHE 2022. In *Sistema Biodigestor*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
- Quijia, G. (2018). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. *Tesis, 1*, 141. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Ramírez-Cabral, N., & Mena Covarrubias, J. (2019). *Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) JE Smith en Zacatecas* (Issue 106).
- Suquillo, C. (2018). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE MICROGRAVEDAD SIMULADA SOBRE LA OBTENCIÓN DE GERMINADOS DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd) Y AMARANTO (Amaranthus caudatus L.) PROYECTO*.
- Tigrero, J. (2019). *Manejo y control de moscas de Fruta* (Issue February).
- Ventigra, I., Marathon, I., Aria, I., & Oil, U. (2021). *Guía BASF para el manejo de insectos*. Grupo 3, 3–4.