

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las
semillas de *Chenopodium quinoa* y *Lupinus mutabilis*
sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA**

PRESENTADO POR:

Bach. TORRES GUTIERREZ, NELYDA

ASESORA:

Dra. ANAYA GONZÁLEZ, Roberta Brita

AYACUCHO – PERÚ

2023

A mis padres Julia y Víctor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a los docentes de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas por compartir sus conocimientos y experiencias que contribuyeron en mi formación profesional y personal.

Al Laboratorio de Bioquímica, en especial a mi asesora Dra. Roberta Brita Anaya González por su apoyo desinteresado.

A mi coasesor al Mg. Reynán Cóndor Alarcón, docente de la Escuela Profesional de Biología por su disposición y asesoramiento en la parte estadística del trabajo de investigación.

A la Blga. Nérida Bautista Tinco, especialista en Sanidad Agraria, de SENASA por su apoyo y orientación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLA	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Toxicidad	6
2.2.2. Toxicidad aguda y crónica	6
2.2.3. Metabolitos secundarios	6
2.2.4. Extracto hidroalcohólico	7
2.2.5. <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua”	7
2.2.6. <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi”	7
2.2.7. <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”	8
2.2.8. Concentración letal media (CL ₅₀)	8
2.2.9. Análisis Probit	8
2.3. Bases teóricas	8
2.3.1. Los plaguicidas orgánicos	8
2.3.2. Metabolitos secundarios de las plantas	10
2.3.3. <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua”	11
2.3.4. <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi”	13
2.3.5. <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”	17
2.3.6. <i>Brassica oleracea</i> var, capitata “col”	19
III. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Lugar de estudio	23
3.1.1. Ubicación política	23
3.1.2. Lugares de muestreo del material biológico	23
3.1.3. Población y muestra	24
3.2. Metodología y recolección de datos	25

3.2.1. Recolección y procesamiento del material biológico	25
3.2.2. Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀)	29
3.2.3. Diseño de investigación	29
3.2.4. Análisis de datos	30
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Taxonomía de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	11
Tabla 2. Taxonomía de <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet.	14
Tabla 3. Taxonomía de <i>Brevicoryne brassicae</i> .	18
Tabla 4. Taxonomía de <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata.	20
Tabla 5. Procedimiento de tamizaje fitoquímico de extracto hidroalcohólico de “quinua” y “tarwi”.	28
Tabla 6. Porcentaje de mortalidad de <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col” por efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” a diferentes concentraciones, a las 6 horas de evaluación; Ayacucho 2021.	35
Tabla 7. Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua”; Ayacucho, 2021.	38
Tabla 8. Porcentaje de mortalidad de <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col” por efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi” a diferentes concentraciones, en 6 horas de evaluación; Ayacucho, 2021.	39
Tabla 9. Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi”; Ayacucho, 2021.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo de vida de <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”.	19
Figura 2. Ubicación geográfica de la recolección de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi”.	24
Figura 3. Disposición de los tratamientos bajo un DCA para la evaluación de la toxicidad del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi”.	30
Figura 4. Medias marginales estimadas de mortalidad de la población de <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col” producido por efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua”; Ayacucho, 2021.	36
Figura 5. Curva de la Concentración Letal media (CL50=9431,34, IC de 95%=8185.86 – 10818.2) del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” causando un efecto biocida a la población de <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	37
Figura 6. Medias marginales estimadas de mortalidad de la población de <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de col” producido por efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi”; Ayacucho, 2021.	40
Figura 7. Curva de la concentración letal media (CL50=6091.49, IC de 95%=4850.40 – 7214.90) del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi” sobre la población de <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza del efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	61
Anexo 2. Prueba de Tukey del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	61
Anexo 3. Prueba de normalidad Anderson-Darling del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	62
Anexo 4. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	62
Anexo 5. Análisis de varianza del efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	63
Anexo 6. Prueba de Tukey del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	63
Anexo 7. Prueba de normalidad Anderson-Darling del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	64
Anexo 8. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	64
Anexo 9. Prueba de control para el extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	65

Anexo 10. Prueba de control para el extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Lupinus mutabilis</i> sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	66
Anexo 11. Constancia de la identificación taxonómica de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua”; Ayacucho, 2022.	67
Anexo 12. Constancia de la identificación taxonómica de <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi”; Ayacucho, 2022.	68
Anexo 13. Constancia de la identificación taxonómica de <i>Brevicoryne brassicae</i> ; Ayacucho, 2022.	69
Anexo 14. Fotografías del proceso de investigación del extracto hidroalcohólico de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi” sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.	70
Anexo 15. Tamizaje fitoquímico para la identificación del extracto hidroalcohólico de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> “tarwi”; Ayacucho, 2021.	73
Anexo 16. Matriz de consistencia.	76

RESUMEN

Esta investigación se fundamenta en la valoración y aprovechamiento de los metabolitos secundarios presentes en las semillas de quinua y tarwi, para ser utilizado como bioinsecticida; el objetivo fue evaluar el efecto biocida de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de *Chenopodium quinoa* "quinua" y *Lupinus mutabilis* "tarwi" sobre la población de *Brevicoryne brassicae* "pulgón de la col". Se evaluaron los extractos hidroalcohólicos de quinua y tarwi, con cinco concentraciones de 2 000 mg/L, 5 000 mg/L, 8 000 mg/L, 11 000 mg/L, 15 000 mg/L; se formaron 30 grupos de 20 pulgones, que fueron dispuestos en hojas de la col dentro de placas Petri, en un tiempo de exposición de seis horas. Cada una de estas concentraciones con cinco repeticiones por tratamiento y un control negativo (agua destilada), esto para cada extracto. Para el tratamiento de los datos se realizó la prueba de ANOVA a un nivel de confianza del 95%, se determinó la CL_{50} mediante la prueba PROBIT y tamizaje fitoquímico de los extractos. El extracto hidroalcohólico de quinua generó una mortalidad de 70% y 92% de los pulgones expuestos a las concentraciones de 11 000 mg/L y 15 000 mg/L, mientras que el extracto hidroalcohólico de tarwi presentó una mortalidad de 96% y 95% a las concentraciones de 11 000 mg/L y 15 000 mg/L, la concentración letal media (CL_{50}) para el extracto de quinua fue de 9 431,34 mg/L y para el extracto de tarwi 6 091,4 mg/L. Concluyendo que los extractos hidroalcohólicos de quinua y tarwi se pueden usar como bioinsecticidas.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa*, *Lupinus mutabilis*, *Brevicoryne brassicae*, extractos hidroalcohólicos, efecto biocida.

I. INTRODUCCIÓN

Los insecticidas tienen un papel importante en la agricultura moderna para el control de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos; el incremento del uso constante de estos insecticidas puede deberse al efecto rápido después de su aplicación, bajo costo y fáciles de usar; sin tener en cuenta que afectan la salud humana y al ambiente, ya que contienen sustancias químicas que dejan sus residuos en las partes de las plantas que luego serán consumidos por el ser humano y los animales. Así mismo, afecta al ambiente arrasando con insectos que son benéficos, por ejemplo, las abejas que cumplen un papel importante de polinizar en el ambiente; también afecta al suelo, el agua y el aire, produciendo efectos nocivos a las poblaciones vivientes cercanas.

El control biológico usa microorganismos, insectos y extractos de plantas (principios bioactivos) para el control de plagas en la agricultura sin generar intoxicaciones al hombre y al ambiente, no hay resistencia de los patógenos, no dejan residuos en las plantas tratadas y tienen un efecto permanente. Los extractos vegetales de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”, contienen diferentes compuestos bioactivos dependiendo de los factores que presentan como el estado fenológico, tipo de suelo, clima, etc. Estos metabolitos secundarios son los responsables de la acción biocida, por lo que se necesita evaluar el potencial y eficiencia del extracto frente a un determinado fitopatógeno, antes de su aplicación al campo.

En la región Ayacucho existen condiciones de clima y suelos excepcionales para el cultivo de *Brassica oleracea* var capitata “col”, cuya producción es durante todo el año, esta actividad es de manera fluida, por lo tanto, genera altos beneficios económicos, sociales y turísticos. Los productores de la “col” de los valles de Muyurina y Chacco, en su mayoría no reciben una adecuada capacitación para el manejo agronómico; es por ello que este cultivo no se libra de la infestación de las

plagas que se presentan frecuentemente en las distintas fases fenológicas de la planta, como ejemplo, la especie *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”. Los áfidos son insectos perjudiciales para la producción, debido a esto la tasa de producción es muy baja, perjudicando la economía del mediano y pequeño productor.

En la presente investigación se plantea evaluar el efecto biocida de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi” que contienen metabolitos secundarios para ser utilizados como agente biocida contra la plaga *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col” en cultivos de nuestra región y pretende ser una alternativa natural que beneficie a los agricultores con una producción más eficiente para la salud y el ambiente. En este contexto se ha propuesto los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto biocida de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi” en *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto biocida de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi” a concentraciones de 2 000, 5 000, 8 000, 11 000 y 15 000 mg/L en *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”.
2. Establecer la Concentración letal media (CL₅₀) para cada uno de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi” en la mortalidad de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”.
3. Realizar el tamizaje fitoquímico de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Añamuro (2016), determinó el efecto biocida del extracto acuoso de semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi) sobre *Thrips tabaci* L. (trips) en cultivos de cebolla. El extracto acuoso con mayor efecto en el control de la plaga de insectos adultos de *Thrips tabaci* L. fue el de una concentración de 40% (p/v) de las semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet “tarwi” con una mortalidad de 96,67% después de 48 horas de aplicación. En el control de larvas de *Thrips tabaci* L., fue de una concentración de 40% (p/v) con un 100% de mortalidad, la que tuvo mayor eficacia después de 48 horas de aplicación a escala de laboratorio.

Alegre (2016), determinó la toxicidad de los extractos acuosos, etanólicos y hexánicos de las hojas de *Minthostachys mollis* Kunth Griseb, “muña”; semillas de *Annona muricata* L. “guanábana”; *Lupinus mutabilis* Sweet, “tarwi” y *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”, en hembras adultas del ácaro *Tetranychus urticae* “arañita roja”, y larvas del primer estadio de *Chrysoperla externa* “león de áfidos”. Se utilizaron concentraciones de 10% y 20%, durante 24 y 72 horas. Los parámetros de toxicidad se observaron en los valores LOEC (Concentración más baja con efecto observado) y NOEC (Concentración sin efecto observado). El extracto acuoso de *M. mollis* y el etanólico de *C. quinoa*, ambos al 20% de concentración, causaron mortalidad en *T. urticae* de 28,9% y 29,6%, respectivamente. El extracto etanólico de *M. mollis* presentó mayor toxicidad a diferencia de los extractos evaluados a las 72 h de exposición en *C. externa*, con una mortalidad del 75,7%. Según el cociente relativo de riesgo de selectividad (CRRS) obtenido a las 48 h de exposición, los extractos acuosos no representaron un riesgo de toxicidad en *C. externa*. El extracto acuoso de *M. mollis* y el extracto etanólico de *C. quinoa*, ambos al 20% de concentración, podrían ser usados en un programa de manejo integrado en *T. urticae*.

Bonilla *et al.* (2019), evaluó el aprovechamiento del agua de lavado de quinua como fuente de saponina y su utilización como insecticida para evaluar la mortalidad de individuos de *Drosophila melanogaster*. Se les administró concentraciones de saponina: 0,1%, 0,4%, 0,7% y 0,9%; así como controles positivos (bórax^R) y negativo, obteniendo resultados favorables. En conclusión, la saponina puede ser considerada como un biocida larval de *D. melanogaster* debido a que la respuesta frente a éste variará en función a la concentración utilizada. Es recomendable concentraciones superiores a 0,9% para que la mortalidad sea mayor a 40% de individuos.

Matos *et al.* (2019), determinó la dosis letal media (DL₅₀) en condiciones de laboratorio de los extractos de *Paullinia clavigera* y *Solanum mammosum* en la mortalidad de áfidos. Se aplicaron extractos de *S. mammosum* y *P. clavigera* a concentraciones de 25%, 50%, 75%, 100% y un control; utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial, de 2 x 4 y un testigo adicional, con cinco repeticiones. Se consideró la mortalidad acumulada, número de población de áfidos vivos por tratamiento y tiempo de la aplicación biocida a la muerte de los áfidos. Los tratamientos T₁, T₈, T₇, presentaron mayor efecto biocida con porcentajes de mortalidad de áfidos del 100%, 98% y 98% respectivamente. La DL₅₀ de *S. mammosum* fue de 12,5% y el DL₅₀ para *P. clavigera* fue 17,5%.

Zegarra (2010), evaluó la actividad biocida y acaricida de extractos de quinua amarga y tarwi; y los aceites esenciales de molle y muña. El estudio se realizó sobre *Epilachna paenulata* que resultaron activos a los extractos de quinua y tarwi; y a los aceites esenciales de molle y muña. Todas las concentraciones mostraron actividad sobre *Rhipicephalus microplus*; siendo el aceite esencial de muña y la quinua los que mostraron alta bioactividad. Ningún extracto mostró actividad sobre *Spodoptera littoralis*. Casi todas las muestras resultaron ser menos activas que el acaricida químico amitraz^R sin embargo, la muña y la quinua mostraron valores cercanos al amitraz^R.

Juez (2019), investigó sobre el aprovechamiento de la saponina residual de *Chenopodium quinoa* del proceso de escarificación para la obtención de bioinsecticida. Para la identificación de las saponinas y metabolitos secundarios se realizó tamizaje fitoquímico, mientras que para la obtención de estos se usó el método de maceración hidroalcohólica obteniendo cinco concentraciones. Para determinar la propiedad insecticida se empleó el ensayo DL₅₀ sobre una población de *Premnotrypes vorax*. Los resultados fueron positivos en los cinco tratamientos

y un alto porcentaje de mortalidad sobre la población de insectos en un periodo de 240 minutos.

Apaza *et al.* (2016), comprobó el efecto de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd contra el fitopatógeno *Cercospora beticola* Sacc, determinó la actividad antifúngica del extracto de quinua sobre el hongo *Cercospora beticola* Sacc, el cual afecta a los cultivos de acelga. Las concentraciones que se evaluaron fueron: 250 mg/mL; 50 mg/mL; 5 mg/mL; 0,5 mg/mL; 0,005 mg/mL mediante dos procesos: envenenamiento en el medio *in situ* y en condiciones de laboratorio. En ambos procesos se obtuvo una alta actividad antifúngica del extracto de las saponinas desde una concentración de 5 mg/mL. Se sugirió el aprovechamiento de los restos de la quinua para combatir a *Cercospora beticola* Sacc en los cultivos de acelgas.

Kahan *et al.* (2008), probó la actividad tóxica del aceite esencial del laurel y del cineol sobre *Brevicoryne brassicae* L. en repollo. Se usó diferentes concentraciones del aceite esencial del laurel: 1%, 1,5%, 2% y 3% y el cineol: 0,5, 1,5 y 2,5%, ambas formuladas en solución acuosa con 2% de oleato de polietilenglicol como emulsionante. Se usó dos métodos de aplicación: papeles impregnados y pulverización directa. Las mayores concentraciones de cada tratamiento, dieron mayor porcentaje de mortalidad para ambos casos.

Quispe (2017), realizó un estudio sobre el efecto biocida del extracto hidroalcohólico de semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet "tarwi" sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* Say "zancudo" en diluciones experimentales de 3 000 mg/L, 4 000 mg/L, 5 500 mg/L, 7 000 mg/L, 9 000 mg/L y 11 000 mg/L. Generaron una toxicidad larval en *Culex quinquefasciatus* de 70% a 75% a las diluciones de 9 000 mg/L a 11 000 mg/L. Los menores valores de mortalidad de 32,5% y 35%, a las diluciones de 3 000 mg/L a 5 500 mg/L, lo que indica que, a mayor concentración del extracto hidroalcohólico en las unidades experimentales, mayor será la mortalidad larval por efecto del extracto.

Anaya *et al.* (2017), determinó el efecto biocida de las saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd "quinua amarilla", utilizando concentraciones de saponinas en 1%, 2,5% y 5% (tres repeticiones y un grupo control), realizó un diseño completamente al azar. La mortalidad larvaria se evaluó en un periodo 8, 19, 28 y 38 días. Para las pruebas de patogenicidad se manejaron 20 posturas de *Phthorimaea operculella* "polilla de papa". A la concentración de 1% de saponina se observó una mortalidad de larvas al 27%; al 2,5% de saponina presentó 36% de mortalidad;

a 5% de concentración de saponina se reportó el 30% de mortalidad. La concentración letal media (CL) de las saponinas de “quinua amarilla” sobre larvas de “polilla de papa” fue 13 583.4 µg de saponina, la cual permitió determinar el efecto biocida, sin resultado significativo ($p>0,05$, $\alpha=0,05$).

Ayala *et al.* (2013), evaluó el efecto biocida del extracto hidroalcohólico de *Lupinus mutabilis* y *Ruta graveolens* en larvas de *Culex quinquefasciatus*, trabajaron con las siguientes diluciones de: 100 mg/L, 250 mg/L, 500 mg/L, 1 000 mg/L, 2 500 mg/L y 5 000 mg/L. Se colocaron 10 larvas de *Culex quinquefasciatus* en vasos descartables con 95 mL de agua de clorada y 5 mL del producto biocida. Cada dosis fue evaluada por cuadruplicado con su respectivo control por 24 horas. Se calculó la concentración letal media (CL) con el análisis Probit y se realizó el tamizaje fitoquímico preliminar a las soluciones madres. Al evaluar la concentración de 5 000 mg/L de los extractos hidroalcohólicos, se produjo una mortalidad larval de 72,5 % en “ruda” y 75 % en “tarwi”.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Toxicidad

Es la capacidad potencial de una sustancia química que causa efectos graves en los seres vivos. Efectos que causan daño de tipo funcional, lesiones patológicas que altera el funcionamiento del organismo y disminuye su capacidad de respuesta a factores de riesgo o estrés. Según el tiempo de exposición para que se llegue a mostrar el efecto tóxico o de la duración del mismo, éstos se dividen en dos grupos: agudos y crónicos. La toxicidad depende de factores como: tiempo de exposición, dosis, ruta de exposición, estructura y forma de las sustancias químicas (EPA, 2010).

2.2.2. Toxicidad aguda y crónica

Efectos tóxicos que se manifiestan tras la administración por vía oral o cutánea de una sola dosis o múltiples de una sustancia con capacidad de causar daño, con una exposición de corta duración dentro de las 24 horas, o como una consecuencia de una exposición por inhalación durante cuatro horas. La toxicidad crónica tiene un periodo de latencia y se expresa a largo plazo (EPA, 2010).

2.2.3. Metabolitos secundarios

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que realizan las células de los seres vivos para sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o viceversa; se producen a partir de un estrés ambiental y en la defensa frente a potenciales predadores y patógenos. Las plantas poseen un metabolismo

secundario que les permite producir y acumular compuestos de naturaleza química diversa. El metabolismo secundario se distribuye diferencialmente entre grupos taxonómicos, presentan propiedades biológicas, muchos desempeñan funciones ecológicas y se caracterizan por sus diferentes usos y aplicaciones como medicamentos, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes, entre otros (Reyes *et al.*, 2020).

2.2.4. Extracto hidroalcohólico

Es un método con que se extrae una diversidad de componentes químicos presentes en las plantas. Consiste en remojar un fragmento de la planta con un líquido solvente que es mezcla de alcohol etílico o menstuo para que penetre a la estructura celular y disuelva las sustancias. Se destila para el recojo del alcohol. El residuo se evapora en baño María u otro método hasta tener la consistencia del extracto (Miranda y Cuellar, 2000).

2.2.5. *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”

La quinua es un pseudocereal andino que pertenece a la familia Chenopodiaceae, tiene una extensa distribución mundial, cuenta con más de 3000 variedades, diferenciándose entre ellas por sus propiedades nutricionales y la capacidad de adaptarse en las diversas zonas agroecológicas. La quinua destaca por su perfil nutricional, resaltando su contenido proteico, lípidos y carbohidratos y no posee gluten; es rico en vitaminas; y fuente de minerales, como hierro, calcio, magnesio y fósforo. Es una excelente fuente de compuestos bioactivos, que poseen propiedades antioxidantes, citotóxicas, antidiabéticas y antiinflamatorias (Muños, 2013).

2.2.6. *Lupinus mutabilis* Sweet “tarwi”

El tarwi conocido también como tauri o chocho, es una Fabaceae, utilizada como alimento desde tiempos preincaicos en los países andinos, reconocida como una de las más ricas en nutrientes. Se caracteriza por contener altos porcentajes de proteína, lípidos, ácidos grasos, sustancias biológicamente activas y fijan nitrógeno atmosférico en el suelo. El aprovechamiento de los lupinos se ha limitado por la presencia de sustancias tóxicas principalmente en las semillas que poseen en su estructura alcaloides quinolizidínicos, que le confieren cierto grado de toxicidad y un sabor fuertemente amargo. Se destaca por ser resistente a condiciones adversas, como plagas, enfermedades, sequías y heladas (Zavaleta, 2018).

2.2.7. *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”

El pulgón de la col es una plaga agrícola de importancia económica que afecta a las plantas crucíferas como el brócoli, col, coliflor, etc. Se alimenta succionando la savia de las plantas más tiernas, de esta manera debilita y puede provocar su muerte de la planta, reflejando una pérdida económica para los agricultores. El pulgón es capaz de transmitir más de 20 virus (INTAGRI, 2017; Gill, 2016).

2.2.8. Concentración letal media (CL₅₀)

En toxicología se denomina Concentración letal media (CL₅₀), a la medida para evaluar el efecto tóxico de sustancias al medio ambiente, lo cual resulta mortal para la mitad del conjunto de animales de prueba. Los valores de CL₅₀ son usados con frecuencia como un indicador general de la toxicidad aguda de una sustancia. Se trata del valor calculado que representa la mejor evaluación de la concentración necesaria para causar la muerte en el 50% de los especímenes obtenido estadísticamente, por lo cual va seguido a una estimación de un tipo de error del valor hallado (Roldán, 2016). La relación dosis y respuesta es una determinación en la cual se basan la sensibilidad a una formulación (Delgado, 2014).

2.2.9. Análisis Probit

Según Vargas (2003), este tipo de regresión es aplicable cuando se estudia la presencia o ausencia de la propiedad de un conjunto de individuos. Como variable dependiente se puede considerar una variable indicadora (valores de 0-1) o una variable que contenga la proporción de éxitos en grupos de observación. El análisis Probit permite ajustar datos de mortalidad para realizar una estimación de la concentración letal media con una distribución logarítmica, donde el porcentaje se transforma en unidades Probit que permita ajustar a una relación lineal donde la relación de 0.5 corresponde a la cantidad de sustancia capaz de causar un efecto letal en la mitad de una población.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Los plaguicidas orgánicos

Los bioplaguicidas son derivados de materiales naturales como animales, plantas y microorganismos, son altamente específicos contra las plagas objetivo y generalmente representan poco o ningún riesgo para las personas y el ambiente. Son eficaces en el control de plagas agrícolas, sin causar daños graves al ambiente o empeorar la contaminación del mismo, se enfocan a mitigar la contaminación ambiental causada por residuos de plaguicidas químicos; aunque por su naturaleza biológica también promueven el desarrollo sustentable de la

agricultura. El desarrollo de nuevos bioplaguicidas estimula la modernización de la agricultura y sin duda, va a reemplazar gradualmente a los plaguicidas químicos (Nava, 2012).

Los bioplaguicidas se dividen en dos grandes grupos: plaguicidas microbianos, que incluyen las bacterias, hongos, virus y protozoos y los plaguicidas botánicos que son los metabolitos secundarios que comprenden los atrayentes, hormonas, reguladores del crecimiento de plantas e insectos, enzimas y sustancias de señalización química, muy importantes en la relación planta-insecto (Nava, 2012).

a. Bioplaguicidas microbianos

Son producidos por bacterias, hongos, algas virus o protozoos de origen natural o modificados genéticamente, varían en su manera de infectar, el sitio en que se replican y el mecanismo patogénico; muchos de estos son específicos y algunos presentan amplios rangos de patogenicidad. Los microorganismos que se utilizan en la formulación de un plaguicida microbiano deben ser efectivos y tener una alta especificidad y patogenicidad; esta alternativa es una buena opción para el control biológico de plagas en un cultivo de importancia económica y social, lo cual permite asegurar un buen mercado (Nava, 2012).

En estos últimos años, muchas especies de microorganismos benéficos para la agricultura han sido aisladas, se han desarrollado como bioplaguicidas y utilizadas con éxito en el control biológico de plagas en el mundo (Demir, 2012).

b. Bioplaguicidas botánicos

Los bioplaguicidas botánicos son derivados de algunas partes o ingredientes activos de las plantas. En los últimos años la aplicación de varios productos de plantas medicinales ha llamado mucho la atención como alternativas de solución efectivas a las plagas agrícolas. Estos productos vegetales son muy eficaces, menos costosos, biodegradables y más seguros que sus equivalentes sintéticos, los cuales son altamente persistentes en el medio ambiente y tóxico para los organismos no blancos, generan enfermedades no identificadas a las personas y animales (Nava, 2012).

Diversas plantas pertenecen a ciertas familias que contienen una serie de metabolitos secundarios tales como saponinas, taninos, alcaloides, di y triterpenoides, entre otros, los cuales presentan actividad insecticida. El efecto nocivo de estos compuestos orgánicos contra los insectos puede manifestarse de diversas maneras, como la toxicidad, mortalidad, inhibición del crecimiento, supresión de comportamiento reproductivo como reducir la fertilidad y fecundidad (Nava, 2012).

La agricultura orgánica promueve el equilibrio entre el desarrollo agrícola y los componentes del agroecosistema, por esto los plaguicidas botánicos aplicados como preventivo o para controlar ataque severo de plagas, respetan este principio, ya que su efecto tóxico y/o repelente se descomponen rápidamente y no causan resistencia (Nava, 2012).

2.3.2. Metabolitos secundarios de las plantas

Los metabolitos secundarios interactúan con los metabolitos primarios por la reacción de la fotosíntesis. Los metabolitos secundarios tienen funciones múltiples que están respectivamente relacionadas con las interacciones ecológicas entre planta en el medio biótico y abiótico, principalmente en la defensa de sus depredadores, actuando como atrayentes o repelentes a su hospedero; mediante el sabor amargo, reduciendo la digestibilidad, de los depredadores, de esta manera inhibiendo el desarrollo de los insectos, nematodos, hongos, bacterias y otros organismos. La presencia de metabolitos secundarios es única para cada especie, incluso no se distribuyen uniformemente en todos los órganos de la planta como tallos, hojas, raíces, frutos, flores semillas, etc., también puede variar de acuerdo a la edad de la especie (Reyes *et al.*, 2020). Algunos ejemplos en la utilización de los metabolitos secundarios:

- Terpenos. Son los principales componentes de los aceites esenciales, provocan repelencia, inapetencia y evitan la oviposición.
- Fenoles. Compuestos hidroxilados que pueden actuar como anti alimentarios; otros como los taninos, actúan como barrera por su sabor amargo, y las cumarinas inhiben el crecimiento de hongos y son tóxicas para nematodos, ácaros e insectos
- Alcaloides. El grupo con mayor diversidad en cuanto a metabolitos secundarios, tiene una gran variedad de efectos tóxicos, un ejemplo de ellos es la nicotina.
- Glicósidos cianogénicos. Liberan cianuro cuando se hidrolizan, por lo que son tóxicos y repelentes.
- Glicósidos azufrados. Los más importantes son los tiofenos, los cuales tienen acción insecticida y nematicida.
- Flavonoides. Compuestos que proporcionan color a las plantas y flores, por ejemplo, la rotenona. Actúan como inhibidores enzimáticos y tienen actividad repelente (EPA, 2010).
- Lactonas. Poseen actividad antibacteriana y antifúngica. Algunas producen dermatitis en la piel ya que inducen la formación de alérgenos.

2.3.3. *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”

a. Taxonomía

La quinua pertenece a la familia Chenopodiaceae y sub-familia Chenopodioideae; que abarca más de 250 especies incluidas herbáceas, leñosas y arbustivas siendo la mayoría de ellas anuales. Tiene una extensa distribución mundial, produciéndose en más de 70 países.

Según el sistema de clasificación de Cronquist (1981) siendo su taxonomía la siguiente.

Tabla 1. Taxonomía de *Chenopodium quinoa* Willd.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Caryophyllidae
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Chenopodiaceae
Género	: <i>Chenopodium</i>
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd
Variedad	: Marangani
N.V	: “Quinua”

Nota: Cronquist (1981)

b. Origen

La quinua es una planta nativa que fue descubierta hace aproximadamente 5 000 a 7 000 mil años A.C; es una especie de los andes sudamericanos y su posible origen es Puno. Su distribución es latitudinal y altitudinal que va desde 4 000 msnm hasta el nivel del mar abarcando desde Colombia y al sur de Chile. Presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales; es producida en más de 70 países como Estados de Norteamérica, Italia, India, Honduras, entre otros (Valeiro *et al.*, 2013; INIA, 2013). En América del Sur se cultiva principalmente en Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia y fue símbolo de sus culturas, religiones y abundancia; en nuestro país las principales regiones productoras de quinua son: Puno, Ayacucho, Cusco, Junín, Apurímac, Arequipa, Huancavelica (Muños, 2013).

Es un alimento básico de las antiguas civilizaciones de los Andes de América del Sur; tiene un alto nivel nutricional, que contiene más de nueve aminoácidos, 16% de proteína en peso seco; también es usada como insecticida y jabón natural (Mestaza, 2020).

c. Descripción botánica

El periodo vegetativo abarca desde los seis a siete meses, la planta es erguida, alcanza la altura de 1,65 m a 1,79 m, tipo de crecimiento herbácea; el tallo grueso y anguloso de color amarillo, presenta estrías de color púrpura, el inferior de la hojas dentadas de 8 a 14 dientes de color verde, la panoja es compacta, una por planta de color amarillo tenue de forma amarantiforme, de longitud de 40 a 65 cm; grano de color amarillo, aspecto opaco, forma de grano cilíndrico; la raíz es vigorosa pivotante y profunda; la inflorescencia es una panoja típica, compuesta por un eje central y ramificaciones secundarias, terciarias y pedicelos que mantienen a los glomérulos; las flores son de tamaño máximo de 3 mm, incompletas, sésiles y carentes de pétalos, pueden ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, tienen 10% de polinización cruzada (Apaza *et al.*, 2013).

d. Valor nutritivo

La quinua tiene un alto valor nutritivo, por lo tanto, es un alimento de gran potencial contra la lucha del hambre y la desnutrición. La proteína de la quinua se encuentra asociado a los aminoácidos como la Histidina, Isoleucina, Lisina, Metionina con Cisteína, Fenilalanina con Tirosina, Treonina, Triptófano, Valina, siendo el grupo perfecto para una buena calidad de proteína; también es fuente de vitaminas, calcio, hierro, fósforo (Muños, 2013).

e. Metabolitos secundarios presentes en quinua

Los principios bioactivos de los metabolitos secundarios de la quinua contribuyen a diferentes actividades como: bioinsecticida, antimicrobianos, antiinflamatorios, antioxidantes, antimicóticos, antitumorales, anticancerígenos, Etc.; los principales bioactivos son: flavonoides, saponinas, aminas, betalaínas, polifenoles, ácidos fenólicos, taninos, etc. (Valencia *et al.*, 2017).

• Flavonoides

Los flavonoides están constituidos por un anillo bencénico unido a una cadena propánica enlazada a otro anillo bencénico. La mayoría de los flavonoides reacciona de manera continua, por ello la cadena carbonada se une a los anillos aromáticos, se cicla por acción de una enzima isomerasa formando un flavanona (Ñahui, 2014). Los heterósidos de los flavonoides son solubles en agua caliente, alcohol o disolventes orgánicos polares, estos encuentran en la cutícula foliar específicamente en las vacuolas.

- **Taninos**

Los taninos poseen un leve olor característico, sabor amargo y astringente, y su color va desde el amarillo hasta el castaño oscuro; expuestos al aire se tornan oscuros y pierden su efectividad para el curtido. Los taninos se usan en el curtido ya que reaccionan con las proteínas del colágeno que están presentes en la piel de los animales, uniéndolas entre sí, de esta forma aumenta la resistencia de la piel al calor, putrefacción por agua, y al ataque por microbios (Ñahui, 2014).

- **Saponinas**

Las saponinas son metabolitos secundarios formados por un anillo terpenoide o esteroidal, conocidos como aglicona o sapogenina, sustituidos por oligosacáridos a través de enlaces glucosídicos que les otorgan un carácter anfifílico. De acuerdo con el número de sustituciones, se pueden encontrar agliconas mono, di o triglicosiladas. No toleran cambios bruscos de pH, valores elevados de ácidos o básicos generan la ruptura de los enlaces O-glucosídicos, pero si resisten temperaturas superiores a 150 °C e inferiores a 400 °C, posibilitando los procesos de extracción convencionales que favorecen el uso de calor (Ahumada *et al.*, 2016).

Las saponinas tienen alta actividad superficial debido a la combinación estructural de un grupo polar (azúcar) y uno no polar (esteroide o triterpeno), propiedad que permite su uso como un detergente natural, agente estabilizante y emulsificador en productos de limpieza y cosméticos (Ahumada *et al.*, 2016).

Las saponinas no solo se encuentran en las semillas, también están presentes en las hojas, tallos o durante distintas etapas del desarrollo de la planta (Ahumada *et al.*, 2016).

2.3.4. *Lupinus mutabilis* Sweet “tarwi”

El tarwi conocido también como chocho, tauri y otros términos según el lugar de cultivo, es una leguminosa oriunda de los Andes Sudamericanos, crece sobre los 3 850 msnm, se puede hallar desde Venezuela hasta Chile; que fue utilizado como alimento desde las preincaicas en los países interandinos. Se caracteriza por presentar alto porcentaje de proteínas y grasas, fijar nitrógeno atmosférico contribuyendo la fertilidad del suelo, tiene un sabor amargo por la presencia de los alcaloides; se desarrolla en valles templados y altoandinos, adaptables a diversas condiciones climáticas (Mujica, 2006).

Se adapta a diferentes condiciones climáticas con mínimas exigencias, contiene porcentajes altos de proteínas y grasas (Zavaleta, 2018).

a. Taxonomía

Tabla 2. Taxonomía de *Lupinus mutabilis* Sweet.

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	; Papilionaceae
Género	: Lupinus
Especie	: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet
N.V.	: “Chocho”, “tarwi”

Nota: Cronquist (1981)

b. Origen

El tarwi originaria de dos culturas antiguas, la egipcia y la andina, fueron los primeros en domesticar hace 4 000 años, usado como dieta principal por su gran potencial nutritivo; ambas culturas empleaban los mismos métodos para eliminar el amargor como, la maceración y lavado de las semillas (Tapia, 2015).

El tarwi ha sido utilizado como alimento por miles de años ya que existe evidencia en las diferentes culturas como en las tumbas de Nazca (100-500 A.C.) o en el sur las pinturas representando, el tarwi en las cerámicas de la cultura de Tiahuanaco (500-1 000 D.C.) (Tapia, 2015).

c. Descripción botánica

• La raíz

El tarwi presenta una raíz bastante gruesa, pivotante y profunda que se extiende hasta 45 cm - 50 cm. Su característica principal es la presencia de nódulos nitrificantes que puede llegar a pesar hasta 50 g/planta, la simbiosis se da con las bacterias nitrificantes de la especie *Rhizobium lupini*, la formación de nódulos inicia a partir del quinto día de su germinación, los que se presentan en la raíz principal (Tapia, 2015).

• El tallo

El tallo de forma cilíndrica aplanado, que se encuentra en el eje principal y mide de 0,5 m a 2,0 m, su coloración es desde verde oscuro y castaño. El número de ramas varía desde lo más poco hasta 52 ramas y de mayor cantidad de ramas se da mayor producción. Las ramificaciones tipo candelabro, con ramas terminales o empieza desde la base junto con la inflorescencia (Tapia, 2015).

- **Las hojas**

Las hojas del tarwi están compuestas de ocho folíolos que varían entre ovaladas y lanceoladas. En la base del peciolo presentan pequeñas hojas estipulares a veces rudimentarias. Con pocas vellosidades y la coloración varía según el contenido de antocianina (Tapia, 2015).

- **Inflorescencia**

Posee una inflorescencia terminal de flores situadas verticalmente, se puede encontrar hasta 60 flores. El tipo de crecimiento es simpodial (Tapia, 2015).

- **Flor**

Cada flor mide 1,2 cm con la forma de papilionáceas; es decir presenta una corola con cinco pétalos, uno para el estandarte, dos para la quilla y dos para las alas. La quilla envuelve al pistilo y a los 10 estambres. La coloración de la flor varía desde su formación hasta la maduración, desde un amarillo claro hasta amarillo más intenso (Tapia, 2015).

- **Fruto**

La forma de la vaina algo deshicente, de 6 cm a 12 cm de largo por 1,5 cm a 2,3 cm de ancho, con extremos delgados; puede tener de 1 a 8 semillas son lenticulares. El color de las semillas es gris, la mayoría de color entero y en algunos casos presenta un color negro en forma de media luna. La semilla está revestida por un tegumento endurecido que puede componer hasta el 10% de su peso total; en ella se encuentran los alcaloides que le dan el sabor amargo (Tapia, 2015).

d. Valor nutritivo

El valor nutritivo del tarwi se basa principalmente de proteínas y grasas, representando más de la mitad del peso de la semilla. En cuanto a los aceites esenciales presenta cerca al 20% de ácido linoléico, ácido oléico y linolénico, estos ácidos grasos son esenciales para el organismo, debido a que nuestro organismo no los puede sintetizar es por ello que se tiene que adquirir de una fuente externa a través de la dieta (Tapia, 2015 y Mujica, 2006).

Cuando se compara las proteínas del tarwi con otras leguminosas como la soya y el frijol, el tarwi contiene el 44,3 % más de proteína a diferencia de la soya y en el frijol en 33,4 % más. La proteína del tarwi es rica en albúmina y globulina; mayor cantidad en aminoácidos azufrados, ácido glutámico, arginina y tirosina, pero deficiente en triptófano. Presenta alto grado de fósforo, potasio, y hierro, como también vitaminas y minerales (Tapia, 2015).

Para el consumo de tarwi, se tiene que hacer remojar por una semana en agua e ir cambiándole cada cinco horas para que se quite el amargor; esto se debe a la presencia de lupanina, en algunos lugares los pobladores aprovechan como bioinsecticida para sus cultivos (Chirinos, 2015).

Las semillas de tarwi contiene la mayor cantidad de aminoácidos como la leucina que reacciona con otros aminoácidos aprovechándose en la cicatrización de la piel y del músculo; la lisina ayuda a la absorción del calcio y formación del colágeno; la fenilalanina ayuda a combatir la artritis, con la memoria y el buen ánimo; la valina ayuda en el metabolismo muscular y promueve el vigor mental. Por otro lado, los ácidos grasos como el oleico ayudan a reducir las enfermedades cardiovasculares y antitumorales y el linoleico, aumenta el sistema inmune y disminuye la presión arterial (Chirinos, 2015).

e. Alcaloides del tarwi

Los alcaloides de tarwi se sintetizan inicialmente en las hojas, y se transportan para ser almacenados en los tejidos periféricos de los diferentes órganos como semillas, raíz, tallos y epidermis de las hojas, presentando un sabor amargo (Seguil *et al.*, 2019; Zavaleta, 2018).

En las semillas del tarwi, los alcaloides se encuentran en un 2,5% a 4,0% siendo del tipo quinolizidínicos o aminoalcaloides que son compuestos heterocíclicos nitrogenados bicíclicos de carácter básico (Seguil *et al.*, 2019 y Zavaleta, 2018).

Los principales alcaloides que se encuentran en el lupino son: lupanina (46%), esparteína (16%), 4-hidroxlupinina (12%), isolupinina (3%), n-metilangustifolina (3%), 13 hidroxlupinina (1%). Estos en forma libre son insolubles en agua, ligeramente solubles en alcohol, solubles en éter y cloroformo (Zavaleta, 2018).

• Lupanina

Es un alcaloide de mayor concentración en el chocho, su fórmula estructural es $C_{15}H_{24}N_2O$, su peso molecular es de 248,36 g/mol, es soluble en agua, cloroformo, éter y alcohol, y es insoluble en éter de petróleo. Según Vaca (2021) en la agricultura, la lupanina se utiliza como herbicida, además de un buen repelente y protector de plantas.

Aplicaciones potenciales de los alcaloides del tarwi.

La función principal de los alcaloides del lupino es proteger a las plantas de insectos, herbívoros y microorganismos. Además, son activos contra hongos, bacterias e incluso virus y pueden usarse como insecticidas naturales (Vaca, 2021; Wink, 2019; citado por Pullopaxi, 2022).

f. Fenología del tarwi

La fase que atraviesa desde la siembra hasta la cosecha

- **Emergencia**

Se desarrolla dos cotiledones, de color verde intenso, están completamente desplegados horizontalmente por encima del nivel del suelo. Esto ocurre entre los 15 y 25 días después de la siembra (Zavaleta, 2018).

- **Primera hoja verdadera**

Del hipocótilo aparece la primera hoja verdadera; la hoja llega a desplegarse.

- **Formación del racimo en el tallo central**

Del brote terminal aparece el primer racimo floral, el cual coincide con la ramificación tricotómica. Las plántulas tienen de 4 a 5 hojas verdaderas (Zavaleta, 2018).

- **Floración**

Se abre la primera flor del racimo del eje central. Se presenta a los 100 a 120 días de la siembra. Esta fase es susceptible a la agresión del clima como las granizadas y caída de flores (Zavaleta, 2018).

- **Envainado**

Se desarrolla cuando la corola de la primera flor se marchita y aparece la primera vaina, con la forma diferencial de uña de gato y de color verde oscuro con muchas pilosidades (Zavaleta, 2018).

- **Maduración de vainas**

Las vainas logran su máximo tamaño y se vuelven de color pajizo; las semillas contenidas en las vainas alcanzan su tamaño normal (Zavaleta, 2018).

- **Madurez fisiológica**

En esta fase la planta empieza a perder su color, marchitarse y secarse (Zavaleta, 2018).

2.3.5. *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”

El pulgón cenizo de la col es una plaga agrícola de importancia económica, se alimenta succionando la savia de las plantas, de estas principalmente la col o repollo, es una planta herbácea, dicotiledónea, bianual, pertenece a la familia Brassicaceae. Presentan tallo corto, grueso y no ramificado, hojas sésiles, gruesas, tiernas de color verde cenizo que pueden formar cabezas (repollo) compactando las hojas; presenta flores de color amarillo de cuatro pétalos en forma de cruz (Fornaris, 2014).

El pulgón de la col se alimenta específicamente de plantas de la familia brassicaceae, estos son cosmopolitas, miden de 2 mm – 2,5 mm de largo, cubierta con una capa cerosa de color gris, su sifón es corto. Es una plaga de importancia agrícola, debido a que causa daños en los cultivos al disminuir el rendimiento de la producción. En Europa es un áfido nativo que hoy en día se ha extendido en muchos países como México, EE.UU, Canadá, Holanda, india, China (INTAGRI, 2017).

a. Taxonomía

Tabla 3. Taxonomía de *Brevicoryne brassicae*.

Reino	Animal
Phyllum	: Artrópoda
Clase	: Insecta
Orden	: Hemiptera
Suborden	: Sternorrhyncha
Superfamilia	: Aphidoidea
Familia	: Aphididae
Género	: Brevicoryne
Especie	: <i>Brevicoryne brassicae</i>
N.V.	: "Pulgón de la col"

Nota: Zarate (2011)

a. Morfología y biología

El pulgón de la col presenta una metamorfosis incompleta, además de que tiene dos formas de reproducción. Su reproducción depende del clima donde se encuentra, cuando el clima es frío (otoño) nacen machos. Al existir machos y hembras, se da el apareamiento y a consecuencia se da la puesta de huevos. En climas cálidos las hembras se reproducen por partenogénesis, produciéndose ninfas hembras (INTAGRI, 2017). El huevo es la etapa en la que hibernan y se mantienen en el envés de las hojas de la planta; las ninfas tienen un cuerpo ovalado, con sifones menos desarrollados, de apariencia similar a los adultos, son de color verde pálido. Su periodo ninfal es de 7 a 10 días a una temperatura de 20°C- 25°C. En clima frío su periodo ninfal varía de 6 a 13 días a una temperatura de 15°C (INTAGRI, 2017; Gill, 2016).

Los pulgones adultos presentan un cuerpo ovalado y blando con unos cornículos en la parte posterior. Cuentan con un aparato bucal picador- chupador. Se presentan en dos formas aladas y ápteras. Los adultos sin alas miden aproximadamente 1,5 a 2,4 mm, color verde grisáceo cubierta con una cera blanquecina. Por debajo de estas presentan ocho manchas de color marrón;

mientras que las hembras aladas miden de 2 a 2,5 mm, casi todo el cuerpo es de color marrón, excepto el abdomen que presenta un color amarillo con dos manchas de color marrón, no presenta ceras y tienen alas pequeñas y prominentes (INTAGRI, 2017; Gill, 2016).

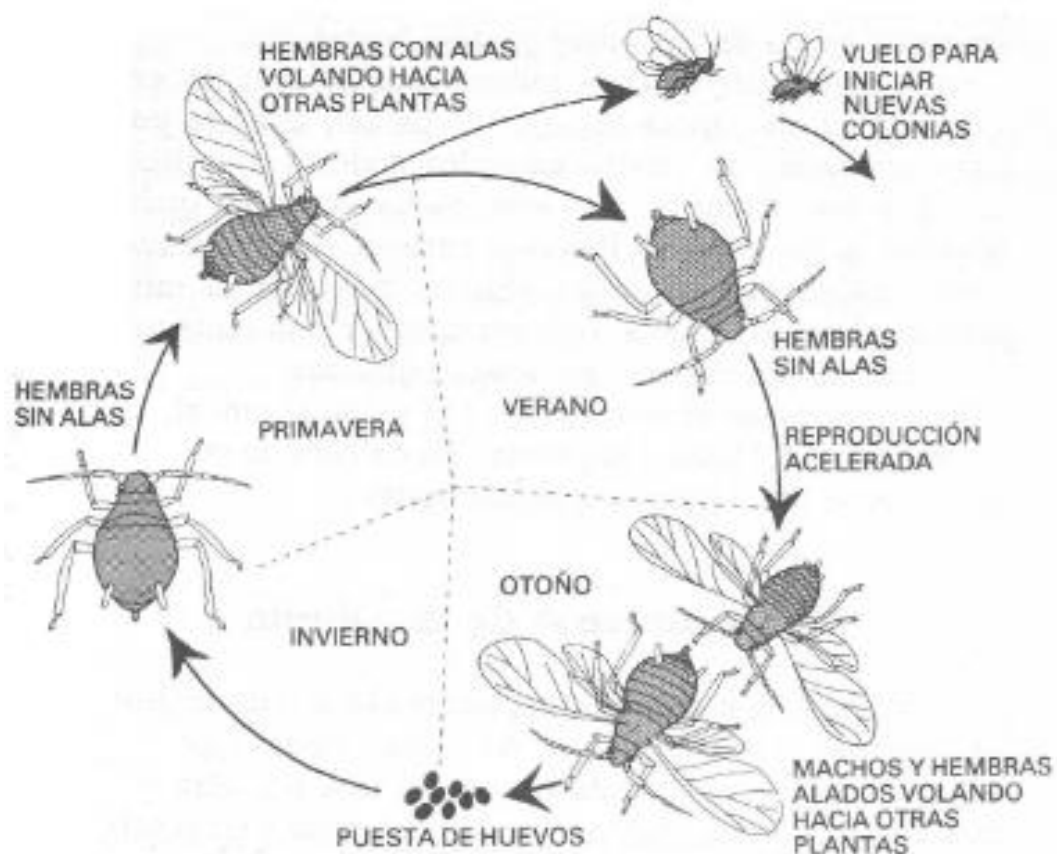


Figura 1. Ciclo de vida de *Brevicoryne brassicae* "pulgón de la col".

Nota: Ramos (2016)

Los pulgones producen lesión directa generalmente causada por las ninfas y los adultos que ocasionan gracias a su aparato bucal que le permite succionar la savia de las hojas; extrayendo los nutrientes de las plantas, causando el amarillamiento de las hojas, la marchitez e interrumpiendo el crecimiento de las plantas, disminuyendo la producción final (INTAGRI, 2017; Olivares, 2017).

El daño indirecto se da por la capacidad de transmitir alrededor de 20 tipos de virus, el que más destaca es el virus del mosaico de nabo y el virus de mosaico de coliflor; ya que limita la producción de la fotosíntesis de las hojas (INTAGRI, 2017; Olivares, 2017).

2.3.6. *Brassica oleracea* var. *capitata* "col"

Oriunda de las zonas del este del Mediterráneo, Asia, Inglaterra y Dinamarca; crece de manera silvestre y se desarrolla en climas frescos; el repollo es un

alimento rico en vitamina C, es consumido generalmente en fresco como ensaladas, algunos lo usan en guisos, horneados, sopas y reconocido como planta medicinal (INTAGRI, 2017).

a. Taxonomía

Tabla 4. Taxonomía de *Brassica oleracea* var. Capitata.

Reino	Plantae
Subreino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Dilleniidae
Orden	: Capparales
Familia	: Brassicaceae
Género	: Brassica
Especie	: <i>Brassica oleracea</i>
Variedad	: Capitata
N.V.	: "Col"

Nota: Brandt *et al.*, (2015)

b. Descripción botánica

El tallo de la planta es poco profundo, corto, grueso y erecto sin ramificaciones. El tamaño puede alcanzar de 40 cm a 60 cm de altura. Las primeras hojas son gruesas, lisas y serosas; mientras que las hojas posteriores son pequeñas y estrechas, se mantienen erectas y dobladas hacia el centro del tallo (Fornaris, 2014).

La cabeza del repollo en el primer año de crecimiento es comestible, la cabeza se forma a partir del desarrollo de las hojas de forma densa. En el ápice de crecimiento interno de la cabeza continúan creciendo y desarrollándose nuevas hojas, las cuales al propagarse dentro de la cabeza van a ir generando presión sobre las hojas externas, de esta manera logra la firmeza y el peso ideal para la cosecha. La floración se da exclusivamente durante el segundo año de vida de la planta y después de haber pasado a través de una época fría o hibernación, necesaria para iniciar la etapa reproductiva (Fornaris, 2014).

Después de haber pasado su etapa juvenil, las plantas de repollo florecen en respuesta a una temperatura menor a 10° C, durante un periodo de 5 a 6 semanas; mientras más baja sea la temperatura más corta será el período de exposición. El tallo floral se desarrolla a partir de un crecimiento rápido del tallo comprimido presente en la cabeza de la planta del repollo. Su inflorescencia es de tipo racimosa, con flores en racimos, de color amarillento, de cáliz estrecho y con

cuatro sépalos y pétalos opuestos formando una cruz. Su fruto, en forma de vaina, dehiscente conteniendo aproximadamente de 10 a 30 pepitas por fruto. Las semillas son pequeñas, ovaladas y de color oscuro (Rikolko, 2019).

c. Fenología

Primera etapa se realiza entre los 8 y 10 días, inicia con la germinación y culmina cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas verdaderas.

La segunda etapa: inicia al momento del trasplante, luego de recuperarse del estrés del trasplante se incrementa rápidamente el área foliar, el sistema radical y el tallo de la planta.

La tercera etapa: llamada preformación de cabeza, la planta continúa desarrollando las hojas de pecíolo alargados y láminas extendidas, finaliza cuando la planta tiene aproximadamente 12 hojas, a los cuales formarán parte de la cabeza, algunas de las hojas producidas durante la última etapa, se doblarán ligeramente para formar una capa protectora de la cabeza.

En la cuarta etapa se producen hojas sin pecíolo, que se superponen unos sobre otros, generando presión a medida que va aumentando las hojas, de esta manera se forma una cabeza ovalada firme y dura.

La quinta y última etapa: es la fase reproductiva en la cual necesita los estímulos de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción e inicia la inflorescencia (Fuentes y Perez, 2003).

d. Importancia económica

El repollo (*Brassica oleracea* L.), es una de las hortalizas más importante en el mundo, es producida en grandes cantidades en China y Europa. La col es una de las especies hortícolas más antiguas de Grecia y Roma (Casseres, 1971).

El cultivo de col en el Perú ocupa un lugar de gran importancia en la alimentación por el contenido de vitaminas A, B, C. Posee beneficios debido a su capacidad para favorecer la digestión y atenuar las consecuencias de la ingesta excesiva de alcohol (Casseres, 1971).

La producción de hortalizas en nuestra región, está poco difundida por falta de conocimientos y capacitaciones, y no hay iniciativa de las autoridades en difundir su producción. No tienen buenas prácticas de agricultura por ello los agricultores emplean cantidades considerables de insumos químicos; como son los fertilizantes, plaguicidas entre otros; perjudicando de esa forma la biodiversidad de la región (Ponce, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1.1. Ubicación política

País : Perú
Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Centros poblados : Huaychao y Muyurina.

3.1.2. Lugares de muestreo del material biológico

Las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”, fueron recolectadas en la ubicación geográfica: 603100.8 m E; 8543245.1 m N; 3140 msnm y 604601.8 m E; 8544177.3 m N; 3381 msnm, respectivamente; los que corresponden a áreas cultivadas de la comunidad de Huaychao, distrito de Acos Vinchos, provincia de Huamanga, región de Ayacucho (Fig. 2).

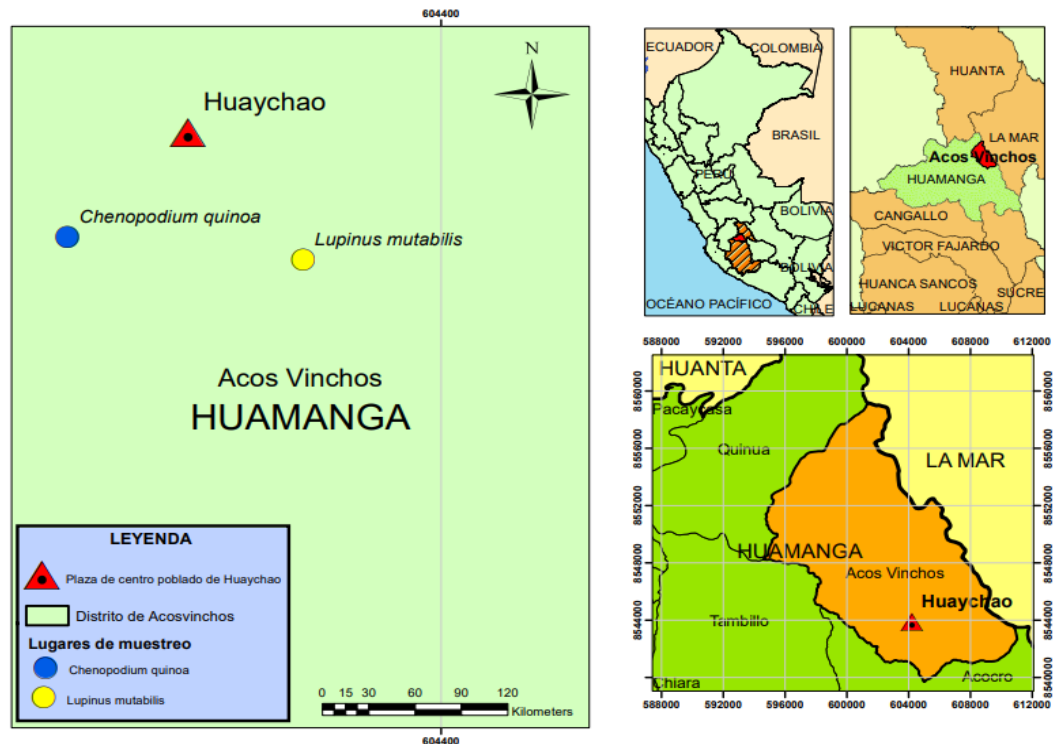


Figura 2. Ubicación geográfica de la recolección de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”.

Las plántulas de *Brassica oleracea* var. capitata “col”, fueron obtenidas del mercado 12 de abril, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región de Ayacucho.

Los insectos de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col” fueron recolectados del Centro Poblado de Muyurina a 2457 msnm, sus coordenadas UTM son: 583711.50 m E y 8544473.50 m N; distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, región de Ayacucho.

3.1.3. Población y muestra

a. Población

Las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” de la variedad Amarilla Marangani y las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi”, recolectadas en comunidad de Huaychao, distrito de Acos Vinchos, provincia de Huamanga, región de Ayacucho.

b. Muestra

Se tomaron tres kg de semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” de variedad Amarilla Marangani y tres kg de semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi”.

c. Organismo de prueba

Brevicoryne brassicae “pulgón de la col”, adultos.

d. Soporte biológico

Brassica oleracea var. capitata.

3.2. Metodología y recolección de datos

3.2.1. Recolección y procesamiento del material biológico

a. Semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi”

Las semillas de quinua y tarwi fueron obtenidas de la comunidad de Huaychao, las cuales fueron cosechadas de plantas cultivadas orgánicamente (sin el uso de insecticidas) para autoconsumo. Las muestras de semillas se obtuvieron de sacos listos para ser almacenados para su posterior consumo; se procedió a la recolección de tres kg de muestra de quinua y tarwi en cada bolsa, luego se rotuló con los datos correspondientes (nombre, fecha, hora y lugar de colección). Para la identificación taxonómica se colectó una planta representativa de quinua y tarwi procediéndose al prensado empleando una prensa de madera portátil. Las semillas fueron trasladadas al laboratorio de bioquímica donde fueron seleccionadas y guardadas en un lugar seco y adecuado para su posterior maceración hidroalcohólica.

b. Producción de las plántulas de *Brassica oleracea* var. *capitata* “col”

Se instaló el vivero para repicar 80 plántulas de col, que tenían entre tres a cuatro hojas verdaderas (Sibongile, 2011) en potes de plástico que contenían un sustrato de tierra agrícola, arena y guano en las proporciones de 4:1:2 respectivamente (Jaramillo y Díaz, 2005), los potes de plástico presentaron pequeñas perforaciones en la base, para que haya una mejor filtración del agua. El riego se realizó utilizando agua declorada de forma inter-diaria (Jaramillo y Díaz, 2005). Las plántulas se desarrollaron en un vivero en condiciones óptimas, lo cual permitió el control de plagas y malezas.

Luego de la recuperación del estrés del trasplante se esperó que las plantas tengan de 6 a 8 hojas (fuentes, 2003), lo cual sucedió aproximadamente en 30 días (Jaramillo y Diaz, 2005), luego de este periodo las plántulas estuvieron aptas para ser infestados con los pulgones de la col.

c. Infestación de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”

Se colectó cultivos de la col infestado con pulgones del centro poblado de Muyurina, los cuales fueron seleccionados al azar de una parcela donde no se había aplicado el control de plagas (fumigación) según manifiesto del agricultor, además de ello se observó las características óptimas de los pulgones; una vez confirmado que las muestras de pulgones son los adecuados, se cogieron dos plantas de col y fueron transportadas dentro de un cooler acondicionado.

Las coles infestadas con pulgones se colocaron dentro del vivero en el cual se encontraban las 80 plántulas de col, estas les sirvieron como soporte y a la vez como alimento para que sobrevivan. Los pulgones ingresan a un periodo de cuarentena con la finalidad de observar su aclimatación. El vivero facilitó el monitoreo permanente para controlar los organismos no deseados como: parasitoides depredadores o la presencia de cualquier otro material contaminante.

d. Preparación del alcohol al 80%

Se utilizó 8,33 L de alcohol etílico al 96% el cual se diluyó con 1,67 L de agua destilada para obtener 10 L de alcohol etílico al 80%.

e. Preparación del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”

La preparación de los extractos se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Una vez obtenida la muestra de quinua, se procedió a realizar la selección y secado de los granos. Se pesó tres kg de muestra para ser macerado en un frasco de vidrio de boca ancha color ámbar, se agregó cinco litros de alcohol diluido al 80% durante 10 días, se agitó dos veces al día por 15 minutos. Al cabo de 10 días de maceración se filtró con papel Whatman número 41 para luego ser llevado al equipo evaporador rotatorio (Yamato-modelo RE 301) y finalmente el extracto fue secado en la estufa (Labor Muzzeripari Muvek) a 40°C por tres días. Los extractos obtenidos fueron recogidos en un frasco pequeño de vidrio de color ámbar y almacenados en refrigeración (Miranda y Cuellar, 2000).

Para la obtención del extracto hidroalcohólico del tarwi, se seleccionaron, secaron y quebraron los granos para continuar los mismos procedimientos de la extracción de quinua (Miranda y Cuellar, 2000).

Para llevar a cabo el experimento, previamente se realizó una prueba piloto en el mes de julio del 2021, utilizando las siguientes concentraciones de extracto hidroalcohólico de quinua (%m/v) (Trujillo, 2004) de: 20 000 mg/L, 15 000 mg/L, 10 000 mg/L, 5 000 mg/L y 1 000 mg/L; cada una de estas concentraciones con dos repeticiones por tratamiento y un control negativo (agua destilada), se trabajó con 10 organismos de prueba los cuales fueron los “pulgones de la col” adulto para observar el efecto biocida. Como resultado del experimento piloto se observó que, a la concentración de 20 000 mg/L se consiguió un 100% de mortalidad, a 15 000 mg/L un 91%, a 10 000 mg/L un 58%, 5 000 mg/L un 19% y a 1 000 mg/L un 3%. Debido al resultado obtenido se optó por utilizar las concentraciones de 15

000 mg/L, 11 000 mg/L, 8 000 mg/L, 5 000 mg/L y 2000 mg/L; los cuales se encuentran en el intervalo de mortalidad requerida para este experimento.

La prueba piloto del extracto hidroalcohólico del tarwi se realizó en el mes de julio del 2021; se trabajó con las concentraciones (%m/v) (Trujillo, 2004) de: 15 000 mg/L, 11 000 mg/L, 8 000 mg/L, 5 000 mg/L y 2 000 mg/L; cada una de estas concentraciones con dos repeticiones y un control negativo (agua destilada), se utilizó 10 organismos de prueba que fueron los “pulgonos de la col” adultos para observar si existía efecto biocida. Teniendo como resultados, a las concentraciones de 15 000 mg/L, 11 000 mg/L, 8 000 mg/L, 5 000 mg/L y 2 000 mg/L con una mortalidad de 94%, 86%, 61%, 40% y 17% respectivamente, por ellos se decidió trabajar con las mismas concentraciones en el experimento ya que se acercaba a los resultados esperados.

Para llevar a cabo el experimento, se preparó la solución base de la siguiente manera: se pesó 15 g del extracto hidroalcohólico seco de quinua, luego fue diluido en 1000 mL de agua destilada, obteniéndose la concentración de 15 000 mg/L; a partir de esta solución base, se realizó las siguientes diluciones: 11 000 mg/L, 8 000 mg/L, 5 000 mg/L y 2 000 mg/L. El mismo procedimiento se prosiguió para la preparación de las concentraciones de la solución base de tarwi.

f. Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”

El tamizaje fitoquímico se llevó a cabo en el Laboratorio de Bioquímica de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios de quinua y tarwi, comprendió diversas reacciones químicas con formación de precipitados y/o cambios de coloraciones.

Tabla 5. Procedimiento de tamizaje fitoquímico de extracto hidroalcohólico de “quinua” y “tarwi”.

Metabolitos secundarios	Procedimiento	Resultados
Alcaloides	Ensayo de Dragendoff Se disolvió la muestra en 1 mL de ácido clorhídrico al 1%, se calentó suavemente y se enfrió, se añadió 3 gotas del reactivo de Dragendorff.	<ul style="list-style-type: none"> • Opalescencia (+) • Turbidez definida (++) • Precipitado (+++)
	Ensayo de Mayer Se disolvió la muestra en 1 mL de ácido clorhídrico al 1% (solución ácida), se adicionó una pizca de cloruro de sodio en polvo, se agitó y se filtró. Al filtrado se agregó 2 o 3 gotas de la solución reactiva de Mayer.	
	Ensayo de Wagner Se adicionó a la solución ácida 2 o 3 gotas del reactivo de Wagner y se reporta los resultados de igual forma que en la reacción anterior.	
Aminas	A 0,5 mL de muestra se adicionó 3 gotas del reactivo Ninhidrina, y llevó a baño maría hirviente de 3 a 5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Azul violáceo
Antocianidinas	Se añadió a la muestra (una pizca) 0,5 mL de HCL concentrado, se llevó a baño maría durante 10 minutos, se enfrió y se añadió 0,5 ml de H ₂ O más 1 mL de alcohol amílico dejar reposar.	<ul style="list-style-type: none"> • Dos fases • Rojo a marrón
Azúcares reductoras	Ensayo de Benedict Se disolvió la muestra con 1-2 mL de agua. Se adicionó 2 ml del reactivo y calentó en baño maría 5-10 minutos.	<ul style="list-style-type: none"> • Rojo ladrillo a rojo precipitado
Catequinas	Se disolvió la muestra con carbonato de sodio y se colocó a un papel filtro y se observó en luz ultra violeta.	<ul style="list-style-type: none"> • Verde carmelita
Flavonoides	Ensayo de Kedde La muestra se mezcló con 1 mL del reactivo y se dejó reposar durante 5-10 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Violáceo • Amarillo, naranja, carmelita a rojo
	Ensayo de Shinoda La muestra (una pizca) se diluyó con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado, se añadió tres pedacitos de cinta de magnesio metálico, se esperó 5 minutos y se añadió 1 mL de alcohol amílico, se mezclan las fases y se dejó reposar hasta que se separen.	
Compuestos fenólicos	Ensayo del cloruro férrico A una muestra (una pizca) se adicionó 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica.	<ul style="list-style-type: none"> • Rojo- vino
Lactonas-cumarinas	Ensayo de Baljet La muestra (una pizca) se disolvió en 1 mL de alcohol y se añadió 1mL del reactivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Rojo
Quinonas	Ensayo de Borntrager La muestra (una pizca) se diluyó con 1 mL de cloroformo, se adicionó 1 mL de hidróxido de sodio, al 5%. Se agitó mezclando las fases y se dejó en reposo hasta su separación.	<ul style="list-style-type: none"> • Rosado a rojo
Saponinas	Se diluyó la muestra con 5 veces su volumen en agua y se agitó la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos.	<ul style="list-style-type: none"> • Espumas en la superficie • Rosado-azul muy rápido
Triterpenos y esteroides	Ensayo de Lieberman-Buchard La muestra (una pizca) se diluyó con 1 mL de cloroformo, se adicionó 1 mL de anhídrido acético y se mezcló bien, por la pared del tubo de ensayo se dejan resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar.	<ul style="list-style-type: none"> • Verde intenso-visible • Verde oscuro-negro-final de la reacción

Nota: Miranda y Cuellar (2000).

g. Evaluación de la toxicidad del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”

La evaluación de los experimentos se realizó en el mes de setiembre 2021. Para iniciar la evaluación del extracto hidroalcohólico de quinua se verificó la presencia de los 600 pulgones adultos y se observó las características físicas como: la coloración, movimiento, hinchazón en el abdomen o presencia de agujeros en el abdomen y que no esté momificado. Seguidamente se formaron 30 grupos de 20 pulgones, que fueron dispuestos en hojas de col dentro de placas de Petri.

Las diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de quinua y un control (agua destilada) se aplicaron por aspersion sobre los pulgones de la col, el volumen aplicado de los extractos fue de 0,5 mL, para lo cual se empleó un aspersor de plástico; donde se tuvo en cuenta la uniformidad en las aplicaciones y agitación constante del extracto. Una vez aplicadas estas concentraciones se tapó las placas de Petri. Se realizó la evaluación del porcentaje de mortalidad de los pulgones de la col luego de seis horas de ser expuestos a las diferentes concentraciones. Los pulgones de la col fueron declarados muertos al no presentar signos de movimiento cuando fueron manipulados con un pincel, este procedimiento se llevó a cabo con la ayuda de una lupa.

La evaluación de la toxicidad del extracto hidroalcohólico de las semillas de tarwi se realizó siguiendo el procedimiento de la evaluación de la toxicidad del extracto hidroalcohólico de quinua.

3.2.2. Determinación de la concentración letal media (CL₅₀)

La determinación de la concentración letal media (CL₅₀) se realizó con los porcentajes de mortalidad, obtenidos en la evaluación de toxicidad de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de quinua y tarwi. Se procedió a realizar el análisis de PROBIT (Finney, 1952) con un límite de confianza del 95%.

3.2.3. Diseño de investigación

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), donde el factor de estudio fue concentraciones de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de quinua y tarwi. Se establecieron cinco tratamientos con cinco repeticiones tanto para quinua y tarwi, además se consideró un control (agua destilada), para realizar la corrección del porcentaje de mortalidad mediante la fórmula de Abbott, pero no se registró mortalidad en el control.

Cabe precisar, que se realizaron dos experimentos para evaluar la toxicidad a diferentes concentraciones de extractos hidroalcohólicos de las semillas de quinua y tarwi.

A continuación se muestra la disposición de los tratamientos bajo el DCA:

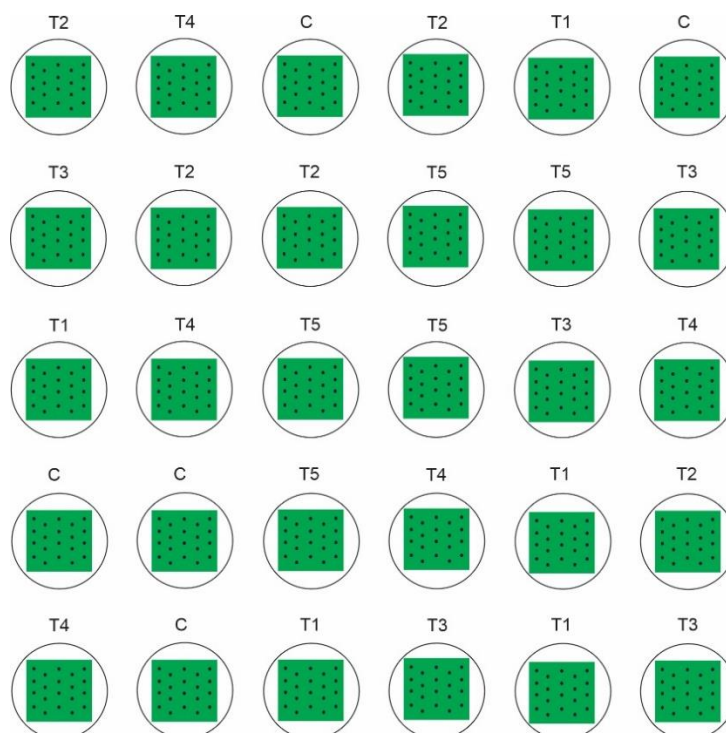


Figura 3. Disposición de los tratamientos bajo un DCA para la evaluación de la toxicidad del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”.

Donde:

T1: 15 000 mg/L

T2: 11 000 mg/L

T3: 8 000 mg/L

T4: 5 000 mg/L

T5: 2 000 mg/L

C: Control

3.2.4. Análisis de datos

Para comparar el efecto biocida de cada tratamiento se empleó el Análisis de Varianza (ANOVA) con nivel de confianza del 95 %, y la comparación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

La determinación de la CL_{50} se realizó mediante el análisis PROBIT. Este análisis permite ajustar datos de mortalidad para realizar una estimación de la concentración letal media con una distribución logarítmica, donde el porcentaje se transforma en unidades, Vargas (2003).

$$Y = f(Z) = \int_{-\infty}^Z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

Dónde:

$$Z = \beta_1 + \beta_2 X_{2i}$$

β_1 = Constante

β_2 = Coeficiente de regresión de la concentración de los extractos hidroalcohólicos

X_{2i} = Concentración de los extractos hidroalcohólicos

El análisis estadístico de los datos fue realizado con el paquete CAR de R Core Team (2023) y el programa Minitab versión 20.3.

IV. RESULTADOS

Tabla 6. Porcentaje de mortalidad de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col” por efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” a diferentes concentraciones, a las 6 horas de evaluación; Ayacucho 2021.

Concentración (mg/L)	Muestra inicial	Mortalidad de <i>Brevicoryne brassicae</i> con su repetición					\bar{X}	Mortalidad (%)
		I	II	III	IV	V		
2 000	20	1	0	3	0	1	1	5
5 000	20	0	1	2	4	1	1.6	8
8 000	20	5	10	10	7	5	7.4	37
11 000	20	10	16	14	14	16	14	70
15 000	20	17	19	20	16	20	18.4	92

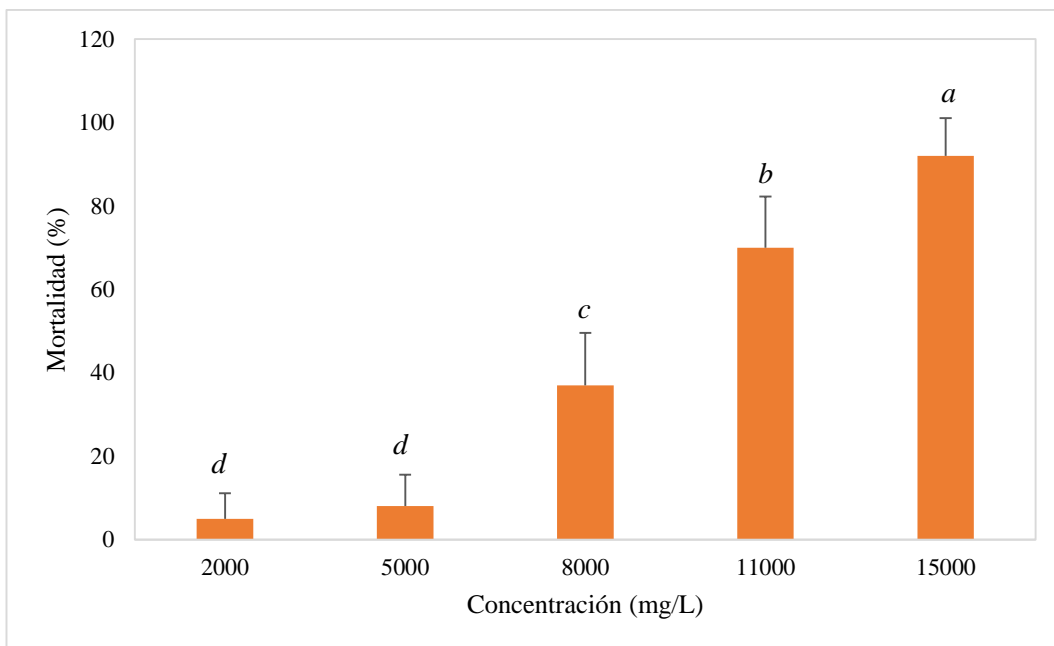


Figura 4. Medias marginales estimadas de mortalidad de la población de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col” producido por efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua”; Ayacucho, 2021.

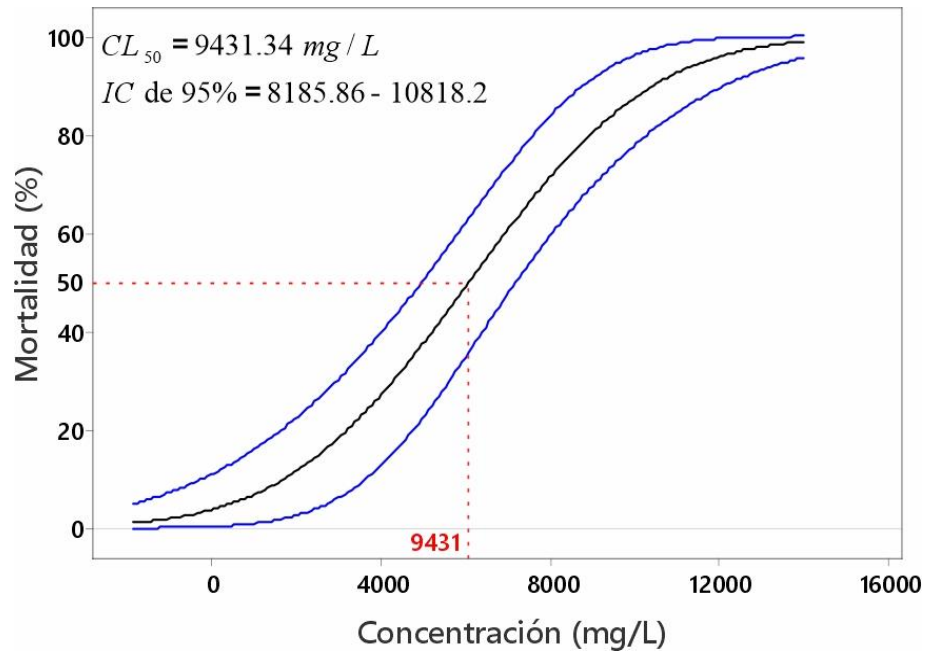


Figura 5. Curva de la Concentración Letal media ($CL_{50}=9431,34$, $IC \text{ de } 95\%=8185.86 - 10818.2$) del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” causando un efecto biocida a la población de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Tabla 7. Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua”; Ayacucho, 2021.

Componentes Químicos	Resultados	Observaciones
Catequinas	++	Regular
Quinonas	-	No presenta
Azúcares reductores	++	Regular
Lactonas y Cumarinas	++	Regular
Antocianidinas	++	Regular
Triterpenos y Esteroides	++	Regular
Fenoles y Taninos	+	Poco
Saponinas	+++	Abundante
Aminoácidos/aminas	++	Regular
Flavonoides	++	Regular
Cardenólidos	-	No presenta
Alcaloides	+	Regular

Leyenda.

No presenta	(-)
Poco	(+)
Regular	(++)
Abundante	(+++)

Tabla 8. Porcentaje de mortalidad de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col” por efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” a diferentes concentraciones, en 6 horas de evaluación; Ayacucho, 2021.

Concentración (mg/L)	Muestra inicial	Mortalidad de <i>Brevicoryne brassicae</i> con su repetición					\bar{X}	Mortalidad (%)
		I	II	III	IV	V		
2 000	20	4	0	4	1	3	2.4	12
5 000	20	3	1	8	9	3	4.8	24
8 000	20	17	17	20	20	15	17.8	89
11 000	20	19	19	20	18	20	19.2	96
15 000	20	18	20	18	20	19	19	95

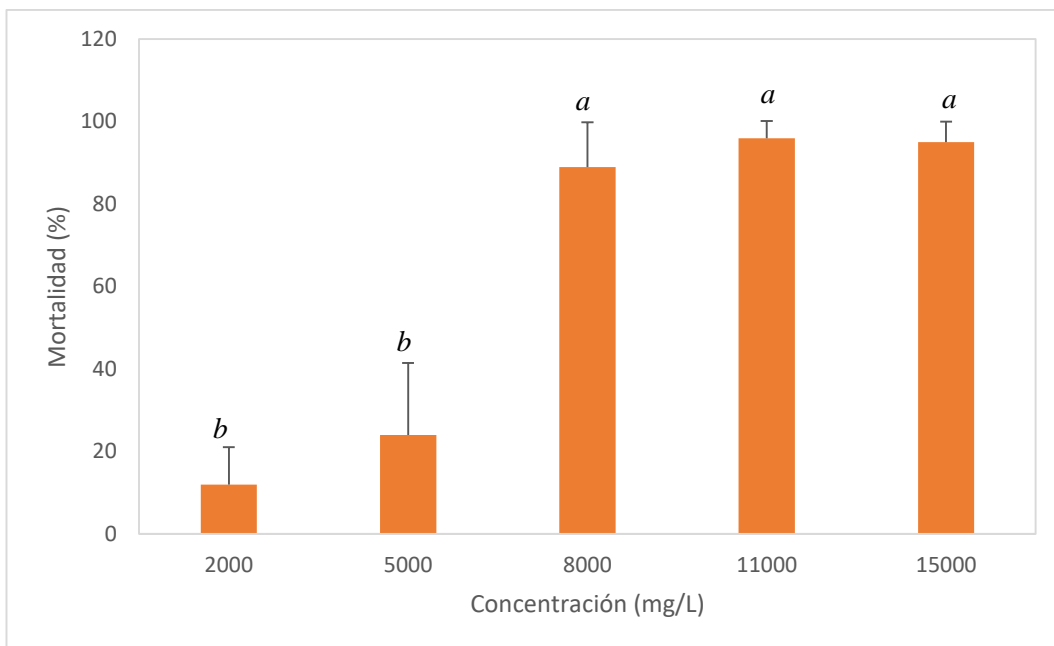


Figura 6. Medias marginales estimadas de mortalidad de la población de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de col” producido por efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi”; Ayacucho, 2021.

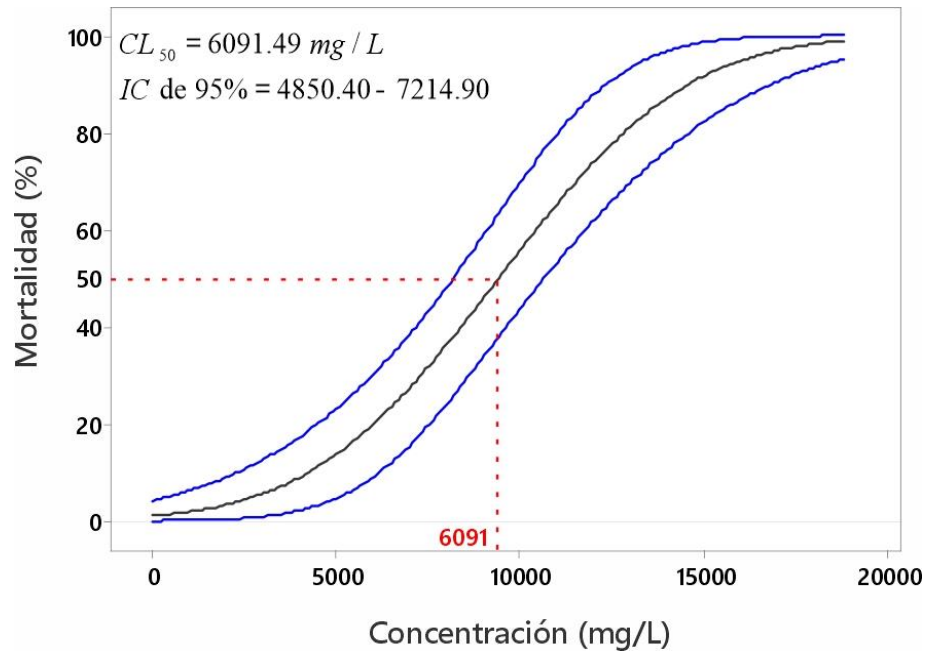


Figura 7. Curva de la concentración letal media ($CL_{50}=6091.49$, $IC \text{ de } 95\%=4850.40 - 7214.90$) del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” sobre la población de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Tabla 9. Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi”; Ayacucho, 2021.

Componentes Químicos	Resultados	Observaciones
Catequinas	+	Poco
Quinonas	-	No presenta
Azúcares reductores	+	Poco
Lactonas y Cumarinas	++	Regular
Antocianidinas	+	Poco
Triterpenos y Esteroides	++	Regular
Fenoles y Taninos	-	No presenta
Saponinas	-	No presenta
Aminoácidos/aminas	++	Regular
Flavonoides	+	Poco
Cardenólidos	-	No presenta
Alcaloides	+++	Abundante

Leyenda.

No presenta	(-)
Poco	(+)
Regular	(++)
Abundante	(+++)

V. DISCUSIÓN

En los resultados reportados en la tabla 6, se observa que varía la tasa de mortalidad del extracto hidroalcohólico de quinua en las diferentes concentraciones durante un tiempo de exposición de seis horas, resaltando que las concentraciones con mayor eficacia fueron 15 000 mg/L y 11 000 mg/L que presentaron una mortalidad del 92% y 70% respectivamente, mientras que las concentraciones más bajas fueron: 2 000 mg/L, 5 000 mg/L y 8 000 mg/L, generando una mortalidad de 5%, 8% y 37%, respectivamente. No se encontró antecedentes de investigaciones que trabajaron con el extracto hidroalcohólico de quinua, pero si con diferentes tipos de extractos de las saponinas de quinua, la mayoría de investigadores atribuyen a las saponinas el efecto biocida que tiene sobre un organismo de prueba. Tal como Bonilla *et al.* (2019) donde evaluó las concentraciones de saponina (0,1%, 0,4%, 0,7% y 0,9%) como insecticida en las larvas de *Drosophila melanogaster*; presentando una efectividad en las concentraciones de 0,7% y 0,9%; los resultados obtenidos en esta investigación señalan a las saponinas el efecto tóxico que pueden causar en los organismos de estudio.

Muchas investigaciones atribuyen la actividad biocida a las saponinas que poseen varias aplicaciones de acuerdo a su estructura y los grupos funcionales entre las que se destacan la actividad antibacteriana, antioxidante, antifúngica, citotóxica, cicatrizante, insecticida, molusquicida, hemolítica, antiinflamatoria (Amores, 2022). En el presente trabajo (tabla 7) se evidencia mayor cantidad de saponinas por ello posiblemente se atribuye a este compuesto como responsable del efecto biocida sobre los pulgones en estudio. Valencia (2017) indica que la toxicidad de diferentes extractos puede deberse a la solubilidad de sus compuestos activos o inhibidores activos en los solventes. Ahumada *et al.* (2016) señala que el contenido de las saponinas es según la variedad de quinua; destaca la importancia

de tener en cuenta que existe diferentes variedades de quinua a las cuales se relacionan los niveles de saponinas, así como en el contenido de las hojas y semillas, como en las distintas etapas del desarrollo. Según Medina *et al.* (2016) el efecto tóxico de *Chenopodium quinoa* se debe a la presencia de saponinas de tipo oleanano o sapogeninas, los cuales se encuentran en mayor cantidad en la episperma de las semillas y mayor porcentaje en la variedad de quinua amarilla de 2% al 5% respecto a otras variedades.

La cutícula de los insectos se compone por una capa cerosa que es la capa más externa y altamente hidrofóbica, es la principal barrera que protege a los insectos de compuestos externos. Es difícil que los insecticidas penetren en la piel del insecto o en el cuerpo, por ello es necesario el estudio de la tensión interfacial de las gotas de solución que se utiliza para el control de plagas (Aguilar, 2022). Cuanto menor sea la tensión interfacial, más rápido se pueden dispersar las gotas de la solución e ingresar en la superficie del insecto. El efecto tóxico por contacto directo del extracto hidroalcohólico de la quinua a diferentes concentraciones podría ser a la reacción que produce la sapogenina de las saponinas con la región lipídica de la capa cerosa de la epicutícula (Aguilar, 2022). Debido a que se reduce la tensión interfacial entre la capa cerosa y la solución acuosa facilitando a que se produzca la reacción y así formar poros que ocasionan lisis celular (Cui, *et al.*, 2019). Los resultados obtenidos en la mortalidad del “pulgón de la col” pueden deberse a la acción de las saponinas ya que es posible que se adhieran y penetren activamente por su alta viscosidad y baja tensión interfacial. Así mismo, debido a sus estructuras anfífilas, las saponinas interactúan fácilmente con las sustancias del colesterol y pueden detener la síntesis de ecdisteroides, que provoca daños en la epidermis de los insectos (Cui, *et al.*, 2019).

En el extracto hidroalcohólico de quinua sobre los pulgones de la col a seis horas después de la aplicación; el factor biocida no presentó diferencia significativa en la mortalidad de los pulgones ($p > 0,05$, $\alpha = 0,05$); por ello se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, con un nivel de significancia al 5% tal como se puede observar en la figura 4, donde se codifica con letras a, b, c y d a las diferentes concentraciones en relación al porcentaje de mortalidad. Los mayores valores de mortalidad del pulgón de la col son las concentraciones de 15 000 mg/L (a) y 11 000 mg/L (b) en un 97% y 70% respectivamente, demostrando que existe una diferencia significativa, por el mismo hecho que hay una diferencia notable en el porcentaje de mortalidad; en cuanto a las concentraciones menores de 2 000

mg/L (d), 5 000 mg/L (d) no hay una diferencia significativa lo que quiere decir que no hay relevancia en cuanto al uso de las concentraciones; sin embargo, la concentración de 8 000 mg/L (c) si presenta diferencia significativa.

Asimismo, el resultado que se ajustó al análisis Probit para determinar la concentración letal media (CL₅₀) del extracto hidroalcohólico de quinua se presenta en la figura 5; a un tiempo de exposición de seis horas se necesita aplicar una concentración 9 431,34 mg/L lo que quiere decir que para lograr la mortalidad del 50 % de los pulgones de la col se debe usar la dosis mencionada.

Se realizó el tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de quinua, para la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios, siguiendo el procedimiento de Miranda y Cuellar (2000) en base a las coloraciones y precipitaciones en cada reacción, los resultados se reportan por número de cruces tal como se muestra en la tabla 7, donde hay presencia en mayor cantidad de saponina (+++); las catequinas, azúcares reductores, lactonas, cumarinas, antocianidinas, triterpenos, esteroides y aminas en regular cantidad (++); en este trabajo podemos resaltar que las saponinas son los posibles responsables de la acción biocida de los pulgones de la col. Mendoza (2020) en su investigación realizó el tamizaje fitoquímico de la quinua de la variedad amarilla Marangani obteniendo presencia de saponinas, fenoles y taninos, azúcares reductores y catequinas con mayor cantidad del componente químico y el resto con una cantidad regular; comparando los resultados obtenidos podemos decir que hay una ligera diferencia, esto podría ser por las características edafoclimáticas. En tanto que los resultados de Quispe (2016) coincide con los resultados obtenidos, resaltando mayor cantidad de saponina (+++) presentes en la quinua, al igual que Nuñez (2017) en su trabajo de aprovechamiento de residuos de lavado de quinua, reportó mayor cantidad de saponinas (+++).

Los resultados de la evaluación del efecto biocida del extracto hidroalcohólico de *Lupinus mutabilis* "tarwi" en un tiempo de exposición de seis horas, se presenta en la tabla 8, los mayores porcentajes de mortalidad a las concentraciones de 8 000 mg/L, 11 000 mg/L y 15 000 mg/L fueron 89%, 95% y 96% respectivamente y las dos últimas concentraciones de 2 000 mg/L y 5 000 mg/L tienen menor efectividad de 12% y 24% respectivamente; en los resultados obtenidos se aprecia que posee una alta eficiencia de toxicidad en la mortalidad de los pulgones de la col. Quispe (2017) en su trabajo sobre el efecto biocida del extracto hidroalcohólico de semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet "tarwi" sobre larvas de *Culex*

quinquefasciatus Say “zancudo” logra demostrar una alta toxicidad larval de 70% y 75% en *Culex quinquefasciatus* en las diluciones de 9 000 mg/L a 11 000 mg/L, que fueron las mayores concentraciones. Así mismo, Añamuro (2016) muestra la efectividad del extracto acuoso de semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi) sobre la población de *Thrips tabaci* Lindeman (trips) en cultivos de cebolla. Los resultados con mayor validez en el control de insectos adultos de *Thrips tabaci* fue a una concentración de 40% del extracto acuoso de las semillas de tarwi con una mortalidad de 100 % después de 48 horas de aplicación. Estas investigaciones ayudan a confirmar la alta efectividad del extracto del tarwi y que pueden ser usados como un bioinsecticida.

El efecto tóxico del tarwi se atribuye a más de 70 tipos de alcaloides presentes en su composición como grupos de lupanina y esparteína (Rodríguez, 2009). En las semillas del tarwi, los alcaloides se encuentran en un 2,5% a 4,0% siendo del tipo quinolizidínicos o aminoalcaloides (Seguil *et al.*, 2019; Zavaleta, 2018).

Cheeke y Kelly (1989) mencionan que los alcaloides de tipo quinolizidina (tetracíclico) generalmente encontrados es la lupanina, tienen numerosos efectos biológicos, incluyendo restricciones al consumo, efectos neurológicos y teratogenicidad. Los efectos metabólicos del alcaloide son primariamente la inhibición neural, produciendo agudos signos de toxicidad como convulsiones y parálisis respiratoria. Sepúlveda *et al.*, (2003) señala que el efecto tóxico de los alcaloides se atribuye a su capacidad de bloquear neuroreceptores intermediarios de la transducción de la señal neuronal y los canales iónicos en vertebrados e insectos; en caso de los insectos, los responsables de esta acción son los alcaloides quinolizidínicos tales como la esparteína, la lupanina y la 13-tigloiloxilupanina se dice que funcionan inhibiendo la síntesis de proteínas y los receptores de acetilcolina. Así mismo Ortega, (2022) indica que los alcaloides quinolizidínicos actúan inhibiendo la enzima acetilcolinesterasa la cual regula la acción de la acetilcolina que transmite el impulso nervioso del insecto y continúa haciéndolo repetidamente causando alteraciones sensoriales y de comportamiento, descoordinación y depresión de la función motora y de esta manera lograr la mortalidad del pulgón de la col.

Los resultados obtenidos del extracto hidroalcohólico del tarwi sobre los pulgones de la col a seis horas después de la aplicación al realizar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, con un nivel de significancia al 5% tal como se puede observar en la figura 6, donde se codifica con letras (a y b) las diferentes

concentraciones en relación al porcentaje de mortalidad del pulgón de la col, las concentraciones de 8 000 mg/mL (a), 11 000 mg/L (a) y 15 000 mg/L (a) con una efectividad de 89%, 95% y 96 % respectivamente, muestran que no son significativamente diferentes. En cuanto a las menores concentraciones de 2 000 mg/L (b) y 5 000 mg/L (b) presentaron menores mortalidades al 12% y 24 % respectivamente, que no son significativamente diferentes; el que no presente diferencia significativa indica que se puede usar cualquiera de las concentraciones mencionadas para lograr casi los mismos porcentajes de mortalidad. Así mismo se determinó la concentración letal media (CL_{50}) del extracto hidroalcohólico de tarwi por el método Probit tal como se muestra en la figura 7, a un tiempo de exposición de seis horas se requiere aplicar una concentración de 6 091,4 mg/L para lograr el 50% de mortalidad.

En cuanto al tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico del tarwi, se indica por número de cruces la presencia de los componentes químicos que se muestra en la tabla 9, en mayor cantidad están los alcaloides (+++); las lactonas, cumarinas, triterpenos, esteroides, aminas están en regular proporción (++) y las catequinas, azúcares reductores, antocianidinas, flavonoides, están presentes en poca cantidad (+), por lo tanto los compuestos en mayor concentración posiblemente sean los responsables de la mortalidad de los pulgones de la col.

Ayala *et al.* (2013) demostraron el efecto biocida del extracto hidroalcohólico de *Lupinus mutabilis* y *Ruta graveolens* sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* responsabilizando el efecto biocida a los alcaloides del tarwi y la ruda los cuales se encuentran en mayor concentración. Así mismo Quispe, (2017) en su trabajo del efecto biocida del extracto hidroalcohólico de semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet “tarwi” sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* Say “zancudo” resalta la mayor concentración de los alcaloides a los que se atribuye la mortalidad de los zancudos.

Alegre *et al.* (2016) determinó la toxicidad de los extractos acuosos, etanólicos y hexánicos de *Lupinus mutabilis* Sweet, “tarwi” y *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” sobre *Tetranychus urticae* “arañita roja”, y larvas del primer estadio de *Chrysoperla externa* “león de áfidos”. Concluyendo que el mejor extracto es el etanólico, ya que muestra alto porcentaje de mortalidad; sin embargo, haciendo la comparación de los resultados del extracto hidroalcohólico podemos inferir con nuestros resultados por el alto porcentaje de mortalidad de los pulgones de la col. Por otro lado, la diferencia de los resultados también podría ser al uso de

diferentes especies como, el ácaro *Tetranychus urticae* “arañita roja” y las larvas del primer estadio de *Chrysoperla externa* “león de áfidos” ya que cada especie presenta diferentes formas de respuestas frente a un bioinsecticida, en este caso el pulgón de la col podría presentar mayor sensibilidad al efecto biocida del extracto hidroalcohólico de quinua y tarwi. Por otro lado, Zegarra (2010), evaluó la actividad biocida y acaricida de los extractos de quinua amarga, tarwi sobre *Epilachna paenulata*, *Boophilus microplus* y *Spodoptera littoralis*. Ambos extractos mostraron actividad insecticida sobre *B. microplus*, destacando que el extracto de quinua mostró mayor mortalidad, ningún extracto mostró actividad acaricida sobre *S. littoralis* al ser comparados con el químico amitraz^R los resultados fueron cercanos a los bioextractos; sin embargo, la quinua mostró valores cercanos al amitraz^R; esto debido a que las especies de *S. littoralis* ingieren una gran variedad de plantas con lo cual adquieren una mayor tolerancia a la defensa química de las mismas. En esta investigación se rescata el efecto de la quinua y del tarwi hacia los organismos de *Epilachna paenulata*, *Boophilus microplus*.

Los resultados obtenidos de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de quinua y tarwi demostraron el efecto biocida sobre los pulgones de la col, como se puede apreciar en las tablas 6 y 8, ya que indican tendencia creciente del efecto biocida conducente a una mayor mortalidad de los pulgones en estudio; esto podría ser gracias a la mayor cantidad de metabolitos secundarios de saponinas y alcaloides presentes en la quinua y el tarwi respectivamente, compuestos biológicamente activos que actúan frente al ataque de insectos, bacterias, hongos, repelen herbívoros, etc. Comparando los resultados del efecto biocida de los dos extractos podemos observar que ambos presentan altos porcentajes de mortalidad superando las expectativas esperadas.

VI. CONCLUSIONES

1. El extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” generó mayor mortalidad de 92% y 70% a las concentraciones de 15 000 mg/L y 11 000 mg/L respectivamente en *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col” y el extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” ejerció mayor mortalidad de 96% y 95% a las concentraciones de 11 000 y 15 000 mg/L respectivamente en *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”.
2. La Concentración letal media (CL₅₀) del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” sobre la población de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col” fue a 9 431,34 mg/L y del extracto hidroalcohólico de semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” fue a una concentración de 6 091,4 mg/L.
3. En el tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” se encontró en regular cantidad a las catequinas, azúcares reductores, lactonas y cumarinas, antocianidinas, triterpenos y esteroides, aminas y flavonoides; en mayor cantidad a las saponinas y en el extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” se encontró en regular cantidad a las lactonas y cumarinas, aminas, triterpenos y esteroides; en mayor cantidad a los alcaloides.

VII. RECOMENDACIONES

1. Proseguir la investigación de manera *in situ* (trabajo en campo) para evaluar el efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”.
2. Realizar la mezcla de ambos extractos en estudio para potenciar la actividad biocida.
3. Asociarse con instituciones o empresas interesadas en la producción de bioinsecticidas, a fin de reducir el uso de los insecticidas químicos que causan deterioro ambiental y calidad de vida.
4. Mezclar con un tipo de goma orgánica los extractos hidroalcohólicos de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi” para facilitar la adhesión a la superficie de la planta tratada y obtener mejores resultados.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. A. (2022). *Relación de la estructura de las saponinas con sus aplicaciones*. [Tesis para título]. Universidad Central de Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/26761/1/UCE-FCQ-CQF-AGUILAR%20SEBASTIAN.pdf>
- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., Benítez, R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. *Rev. Colombia Ciencia. Química. Farmacia*. 45(3), pág. 438-469. <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v45n3/v45n3a06.pdf>
- Alegre, A., Iannacone, J., Carhuapoma, M. (2016). *Toxicidad del extracto acuoso, etanólico y hexánico de Annona muricata, Minthostachys mollis, Lupinus mutabilis y Chenopodium quinoa sobre Tetranychus urticae y Chrysoperla externa*. [Tesis para título] Universidad de Ricardo Palma file:///D:/tesis%20de%20nelyda/Alegre_A.pdf
- Amores, E.P. (2022). *Saponinas de la quinua, obtención y aplicaciones*. [Tesis para Título] Universidad Central de Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/26757/1/UCE-FCQ-CQF-AMORES%20ERIKA.pdf>
- Anaya R, Mamani R. (2017). Efecto biocida de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd sobre larvas de *Phthorimaea operculella*. Ayacucho. *Rev. Inv. UNSCH* (25,1 - 2017): 63-68. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/31-Texto%20del%20art%C3%ADculo-62-1-10-20190819.pdf>
- Añamuro, C. F. (2016). *Determinación del efecto biocida del extracto acuoso de semillas de Lupinus mutabilis Sweet (Tarwi) sobre Thrips tabaci Lindeman (Trips) en cultivos de cebolla*. [Tesis para Maestría] Universidad Católica de Santa María. http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/115/3/2016_A%20c3%b1amuro_Determinacion-efecto-biocida.pdf
- Apaza, R., Smelteko, H., Flores, y., Almanza, G., Salcedo, L. (2016). Efecto de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd contra el fitopatógeno *Cercospora beticola* Sacc. *Revista protección vegetal*, 30 (1), pág. 63-69 <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v31n1/rpv09116.pdf>
- Ayala Y., Carrasco C., Enciso E., Portal E. y Colos P. (2013). Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de *Lupinus mutabilis* y *Ruta graveolens* en larvas de *Culex quinquefasciatus*. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria* ISSN 1684 – 0089.
- Bonilla, H., Carbajal, Y., Gonzales, M., Vásquez, V., y López, A. (2019). Determinación de la actividad insecticida de la saponina de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en larvas de *Drosophila melanogaster*. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), pág. 39-45. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.04>.
- Brandt, K., Seljasen, R., Bengtsson, G., Fiskaa, S., Arvid, T., Berit, A., Ovsthus, I., (2015). Effects of organic and waste-derived fertilizers on yield, nitrogen and glucosinolate contents, and sensory quality of broccoli (*Brassica*

- oleracea* L. var. *italica*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(50), 10757-10767.
- Casseres, E. (1971). Producción de hortalizas. 2ª edición. Distrito Federal, México, Herrera sucesores. 310 págs.
- Chaieb, I. (2010). Saponins as insecticides: A review. *Tunis. J. Plant Prot.* 5, 39–50.
- Cheeke, P.R. y J.D. Kelly. (1989). Metabolism, toxicity and nutritional implications of quinolididine (lupin) alkaloids. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. Proceedings of the First International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANF) in Legume Seeds', Wageningen, The Netherlands November 23-25, 1988. Huisman, J., T.F.B. van der Poel and I.E. Liener (Editors). Pudoc Wageningen, Netherlands. pp. 189-210.
- Chirinos, M.C. (2015). Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) una planta con potencial nutritivo y medicinal. *Revista Bio Ciencias* 3(3): pág. 163-172. <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/139/195>
- Cronquist, A. 1986. Botánica Básica. Ed. Cecsca, México. 1986 CUTLER, D.F. Applied plant anatomy. Longmans. Londres y New York. 1978.
- Cui, C., *et al.* (2019). Insecticidal Activity and Insecticidal Mechanism of Total Saponins from *Camellia oleifera*. *Molecules*, 24, 4518; doi:10.3390/molecules24244518
- Delgado, N, (2014). Evaluación de la eficacia de un insecticida biológico mediante análisis Probit. Instituto de Zoología Agrícola. Obtenido de file:///D:/Metodos_para_realizar_Analisis_Probit_-_GU%C3%8DA.pdf
- Demir, I., Eryüzlü, E. and Demirbağ, Z. (2012). Estudio sobre la caracterización y patogenidad de bacterias *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae). *Turk J Biol.* (36) pág. 459-468.
- EPA 2010, Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos. Pesticidas nominadas para PIC de la ONU y PIC de EE.UU List. <http://www.epa.gov/oppfead1/international/piclist.htm>.
- Finney, D. J. (1952). *Probit analysis: A statistical treatment of the sigmoid response curve* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Fornaris, G. J. (2014). Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico pág. 158. Obtenido de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/2.-repollo-caracteristicas-de-la-planta-v.-2014.pdf>
- Fuentes, F. y Perez, J. (2003). Cultivo del repollo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La Libertad, El Salvador. 36 págs.
- Gill, H. K.; Garg, H.; Gillett, K. J. (2016). Cabbage Aphid (*Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Insecta: Hemiptera: Aphididae). Universidad de Florida.
- Hatzold, T.; Elmadfa, I.; Gross, R.; Wink, M.; Hartmann, T y Witte, L. (1983). Quinolizidine alkaloids in seeds of *Lupinus mutabilis*. *Journal of Agriculture and Food Chemical*, 31 (5), 934-938.
- INIA (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Obtenido de

- file:///D:/estudiar%20para%20tesis/ApazaCatalogo_de_variedades.quinoa.pdf
- INTAGRI. (2017). Manejo Integrado del Pulgón del Repollo. *Artículos Técnicos de INTAGRI*. 99, 5 p <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-del-pulgon-del-repollo>
- Jaramillo, M. y Diaz, D. (2005). El cultivo de crucíferas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Pág. 39. file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/42860_47111.pdf
- Jiménez, I. (2015). *Estudio de las especies de pulgones y sus enemigos naturales en una finca de horticultura ecológica en Alcásser, Valencia*. [Tesis para Título] Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/64570/Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Juez A. L. (2019). *Aprovechamiento de la saponina residual de Chenopodium quinoa del proceso de escarificación para la obtención para un bioinsecticida - Lima 2019*. [Tesis para título] Universidad Cesar Vallejo file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Juez_AL-SD.pdf
- Kahan, A., et al (2008). Actividad tóxica del aceite esencial de laurel y del cineol sobre *Brevicoryne brassicae* L. en repollo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, XL (2), 41-48.
- Matos, R., Balcanzar, L., Gil, J., Sales, F. (2019). Determinación de la dosis letal media de los extractos de *Paullinia clavigera* var *bullata* simpson y *Solanum mammosum* L. para controlar áfidos en condiciones de laboratorio. *REBIOL* 39 (2): 19-29.
- Medina, M., Ilce, G., Aluwi, N., Saunders, S. y Ganjyal, G. (2016). "Perfilados de saponinas triterpenoides de 28 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. Grown in Washington State". *J. Agric. Food Chem*, 64(45), pág. 8583–8591. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.6b02156>.
- Mendoza, J. M., (2020). *Actividad antiinflamatoria del extracto hidroalcohólico de las semillas germinadas de cinco variedades de Chenopodium quinoa Willd. "quinua". Ayacucho 2020*. [Tesis para título]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4659/1/TESIS%20FAR599_Men.pdf
- Mestanza, C., Santana, J., Veliz, D., y Vasconez, G. (2020). Rendimiento de grano de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) sembrados por chorro continuo, en el campus "La María". *Universidad Ciencia y Tecnología*, 1 (1), pág. 53-60. <https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/315>.
- Miranda y Cuellar. (2000). Manual de prácticas de laboratorio: farmacognosia y productos naturales.
- Mujica, A y Jacobsen, S. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. pág. 458-482. <https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2028.pdf>

- Muñoz, A. M. (2013). Año Internacional de la Quinoa. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 1-2. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000100001&lng=es&tlng=es.
- Nava, E., García, C., Camacho, J. R., y Vázquez, E. L. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8 (3b) 17-29 ISSN: 1665-0441. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177003>
- Núñez, V. J., (2017). *El plaguicida orgánico de los residuos del lavado de la quinoa (Chenopodium quinoa) y los nemátodos en cultivo en papas (Solanum tuberosum) en el cantón Quero*. [Tesis para título]. Universidad Técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25357/1/28%20GPAg.pdf>
- Ñahui, H. (2014). *Actividad cicatrizante del extracto hidroalcohólico de las semillas de Chenopodium quinoa Willd "quinua" en ratones albinos "Mus musculus"*. [Tesis para Título]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Tesis%20Far377_Nah.pdf
- Olivares, P. N. (2017). Plagas en Hortalizas: Pulgón de las Crucíferas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. *Ficha Técnica 14*. 2 p.
- Ortega, E., (2022). *Formulación de un insecticida natural a base de concentrado de alcaloides del Lupinus mutabilis "tarwi"*. [Tesis para título]. Universidad Nacional del Callao. <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7427/FIQ%20TESIS-ORTEGA%20SILVA2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ponce, F. (2018). *Efecto de cuatro dosis de gallinaza en la producción de repollo (Brassica oleracea L.) Var. Corazón de buey en el Alto Huallaga – Tocache*. [Tesis para título]. Universidad Nacional de Tarapoto. [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3074/AGONOMIA%20-%20Fransh%20Tirso%20Ponce%20Sobrados.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20cultivo%20de%20col%20\(Brassica,poco%20energ%C3%A9tico%2C%20carbohidratos%20y%20minerales](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3074/AGONOMIA%20-%20Fransh%20Tirso%20Ponce%20Sobrados.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20cultivo%20de%20col%20(Brassica,poco%20energ%C3%A9tico%2C%20carbohidratos%20y%20minerales).
- Pullopaxi, J. D., (2022). *Evaluación del efecto del macerado a base de chocho seco y tierno para el control de plagas en el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en el barrio Anchilivi, Salcedo, Cotopaxi 2022*. [Tesis para título]. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Quispe Z. (2017). *Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de semillas de Lupinus mutabilis Sweet "tarwi" sobre larvas de Culex quinquefasciatus Say "zancudo"*. [Tesis para título]. Repositorio de tesis UNSCH. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Ayacucho – Perú 2017. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1662/TESIS%20B800_Qui.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quispe, J., (2016). *Actividad antiespasmódica del extracto hidroalcohólico de Chenopodium quinoa willd "quinua"* [Tesis para título] Universidad San Cristóbal de Huamanga. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/TESIS%20Far453_Qui.pdf

- R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ramos, C. (2016). *Control del áfido (Brevicoryne brassicae) en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea Var. avenger) bajo condiciones semicontroladas, usando seis extractos botánicos de plantas de la Amazonía*. [Tesis para título] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Reyes J, Salazar A. y Ríos H. H. (2020). Metabolitos secundarios de las plantas (angiospermas) y algunos usos interesantes. *Sapiens Boletín Científico De La Escuela Preparatoria* 1, 2(4), pág. 16-18. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa1/article/view/5122>
- Rikolko. (2019). Producción de repollo con buenas prácticas agrícolas. Obtenido de https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_repollo_2.pdf
- Rodríguez, A. (2009). *Evaluación in vitro de la actividad antimicrobiana de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho (Lupinus 110 mutabilis Sweet)*. [Tesis para título]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Rodríguez, A. (2018). *Chenopodium quinoa Willd. ¿Por qué nos interesa conocerla? [Tesis para título], Universidad De La Laguna* <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/8687/Chenopodium%20quinoa%20Willd.%20%C2%BFPor%20que%20nos%20interesa%20conocerla.pdf?sequence=1>
- Seguil C., Egas, E., Avilez. J., Blas, C., Huamanlazo, M. (2019). Evaluación de la extracción de alcaloides de la semilla de tarwi (*Lupinus mutabilis*), por microondas, ultrasonido y convencional. *Revista científica Ciencia Agro Alimentaria* 1(1). Pág. 37-46. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/jafs/article/view/472/552>
- Sepúlveda G., Portia H. y Rocha M. (2003). La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 21(3), pág. 355-363
- Sibongile. (2011). Production guidelines roduction guidelines. Recuperado el 20 de junio de 2022, de <https://www.nda.agric.za/docs/brochures/prodguidecabbage.pdf>
- Tapia, M. E. (2015). Tarwi, Lupino Andino. Editorial Fondazione L'albero Della Vita Onlus. <http://fadvamerica.org/wp-content/uploads/2017/04/TARWI-espanol.pdf>
- Valeiro A y col. (2013). Ciencia y Tecnología en los Cultivos Industriales Quinoa. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*, 3(5) pág. 1-157. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-revista-ciencia-y-tecnologa-de-los-cultivos-indu_4.pdf
- Valencia, Z., Cámara, F., Ccapa, K., Catacora, P., Quispe, F. (2017). Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* W.) *Rev Soc Quím Perú*. 83(1) pág. 16-29. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v83n1/a03v83n1.pdf>
- Vargas, M. (2003). *Estimación del Modelo Probit Multivariante: Una Mejora*. [Tesis para título] Munich Personal RePEc Archive.

- Vázquez, S., Torres, J., Sandoval, J. F., Martínez, C. A., Froylán J., y Chan, J. I. (2018). La importancia de los metabolitos secundarios en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos con énfasis en Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 5(2), pág. 79-95. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812018000200004&lng=es&tlng=es.
- Zarate, A. (2011). *Efecto de productos orgánicos en el control del pulgon (Brevicoryne brassicae L.) en col (Brassica oleracea var. Capitata) bajo niveles de nutrición orgánica*. Obtenido en. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2434/YERALDINY%20ZARATE%20ARREOLA.pdf?sequence=1>
- Zavaleta, A. I. (2018) *Lupinus mutabilis (tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industria*. Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://fondoeditorial.unmsm.edu.pe/index.php/fondoeditorial/catalog/download/216/199/900-1?inline=1>
- Zegarra G. (2010) *Actividad deterrente y acaricida de principios activos de quinuas amargas, aceites esenciales y tarwi*. [Tesis título]. PUCP. Pontificia Universidad Católica del Perú. esis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/685/ZEGARRA_GRACIELA_ACTIVIDAD_DETERRENTE_ACARICIDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Factores de varianza	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Entre grupos	29166	4	7291	75,17	0.0
Dentro de grupos	1940	20	97		
Total	31106	24			

Anexo 2. Prueba de Tukey del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Concentración	Mortalidad (%)	Desv. stand	Grupo
15 000	92	9,08	A
11 000	70	12,2	B
8 000	37	12,5	C
5 000	8	7,58	D
2 000	5	6,12	D

Leyenda. Las letras en común no son significativamente diferentes

Anexo 3. Prueba de normalidad Anderson-Darling del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Concentración	A- Cuadrado	Valor p
15 000	0,037	0,271
11 000	0,46	0,135
8 000	0,45	0,145
5 000	0,33	0,353
2 000	0,46	0,135

Anexo 4. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Método	Estadística de prueba	Valor p
Levene	0,73	0,582

Anexo 5. Análisis de varianza del efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Factores de varianza	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Entre grupos	34554	4	8639	78,8	0.00
Dentro de grupos	2190	20	109		
Total	36744	24			

Anexo 6. Prueba de Tukey del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Concentración	Mortalidad (%)	Desv.stand	Grupo
15 000	95	5	A
11 000	96	4,18	A
8 000	89	10,8	B
5 000	24	17,5	B
2 000	12	9,08	B

Leyenda. Las letras en común no son significativamente diferentes

Anexo 7. Prueba de normalidad Anderson-Darling del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Concentración	A- Cuadrado	Valor p
15 000	0,44	0,164
11 000	0,36	0,273
8 000	0,39	0,230
5 000	0,40	0,214
2 000	0,37	0,271

Anexo 8. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Método	Estadística de prueba	Valor p
Levene	1,3	0,303

Anexo 9. Prueba de control para el extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Concentraciones (mg/L)	Muestra inicial	Mortalidad de <i>Brevicoryne brassicae</i> con su repetición					\bar{X}	Mortalidad (%)
		I	II	III	IV	V		
agua destilada	20	0	0	0	0	0	0	0
2000	20	1	0	3	0	1	1	5
5000	20	0	1	2	4	1	1.6	8
8000	20	5	10	10	7	5	7.4	37
11000	20	10	16	14	14	16	14	70
15000	20	17	19	20	16	20	18.4	92

Nota. No se determinó el porcentaje de mortalidad corregida (fórmula de Abbott, 1925) ya que no hubo mortalidad en el control.

Anexo 10. Prueba de control para el extracto hidroalcohólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.

Concentraciones (mg/L)	Muestra inicial	Mortalidad de <i>Brevicoryne brassicae</i> con su repetición					\bar{X}	Mortalidad (%)
		I	II	III	IV	V		
agua destilada	20	0	0	0	0	0	0	0
2000	20	4	0	4	1	3	2.4	12
5000	20	3	1	8	9	3	4.8	24
8000	20	17	17	20	20	15	17.8	89
11000	20	19	19	20	18	20	19.2	96
15000	20	18	20	18	20	19	19	95

Nota. No se determinó el porcentaje de mortalidad corregida (fórmula de Abbott, 1925) ya que no hubo mortalidad en el control.

Anexo 11. Constancia de la identificación taxonómica de *Chenopodium quinoa* “quinua”; Ayacucho, 2022.

C O N S T A N C I A

LA BIÓLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:

Que, la Bach. en Ciencias Biológicas, Srta. Nelyda, TORRES GUTIERREZ ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	CARYOPHYLLIDAE
ORDEN	:	CARYOPHYLLALES
FAMILIA	:	CHENOPODIACEAE
GENERO	:	Chenopodium
ESPECIE	:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.
VARIEDAD	:	Amarilla
N.V.	:	“quinua”

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 8 de Marzo del 2021


LAURA AUCASIME MEDINA
BIÓLOGA
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

Anexo 12. Constancia de la identificación taxonómica de *Lupinus mutabilis* "tarwi"; Ayacucho, 2022.

C O N S T A N C I A

LA BIÓLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:

Que, la Bach. en Ciencias Biológicas, Srta. Nelyda, TORRES GUTIERREZ ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. y es como sigue:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ROSIDAE
ORDEN	:	FABALES
FAMILIA	:	PAPILIONACEAE
GENERO	:	Lupinus
ESPECIE	:	<i>Lupinus mutabilis Swett.</i>
N.V.	:	"chocho", " tarwii"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 8 de Marzo del 2021


LAURA AUCASIME MEDINA
BIÓLOGA
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

Anexo 13. Constancia de la identificación taxonómica de *Brevicoryne brassicae*; Ayacucho, 2022.




INFORME DE ENSAYO N° 119304 - 2022 - AG-SENASA-OCDP-UCDSV		
1. Información del solicitante:		N° de Solicitud: 120296 - 2022
Nombre: RONDINEL PALOMINO JULIAN		
Dirección: ESPIRITU SANTO - Huanta / Huanta / Ayacucho		
N° Expediente:	Origen Material Vegetal: SEMILLA ENLATADA	
2. Información de la Actividad		
Componente: SISTEMA DE VIGILANCIA FITOSANITARIA 2012-2018		
Producto: Vigilancia Fitosanitaria de plagas presentes		
3. Fecha de Recepción de la muestra:		Procedencia de la muestra:
01/12/2022 16:35		Huanta / Huanta / Ayacucho
		País:
		PERU
4. Cultivo:		
Nombre Científico: <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>		Cultivar: CORAZON
Nombre Común: Col / Repollo		

5. Resultado por Método de Ensayo:	ENTOMOLOGIA	Código Muestra: 202212029601000	Tipo: ESPECIMEN	Cantidad: 80Unds
---	--------------------	---------------------------------	-----------------	------------------

MET-UCDSV/Ent-002 IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE INSECTOS Y ÁCAROS CON USO DE PREPARACIONES MICROSCÓPICA

Fecha de Recepción : 01/12/2022	Fecha de Término: 02/12/2022
---------------------------------	------------------------------

N°	Resultado	Información
1	Positivo a la presencia de	<i>Myzus persicae</i> HEMIPTERA: APHIDIDAE
2	Positivo a la presencia de	<i>Brevicoryne brassicae</i> HEMIPTERA: APHIDIDAE

<p>N° de Informe</p>  <p style="font-size: small;">* 2 0 2 2 1 1 9 3 0 4</p> <p>N° de Solicitud</p>  <p style="font-size: small;">* 2 0 2 2 1 2 0 2 9 6</p>	<p>6. Muestreo: No Aplica</p> <hr/> <p>7. Información adicional:</p> <hr/> <p>Lugar y Fecha:</p> <p style="text-align: center;">La Molina, 02 de Diciembre del 2022</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: right;"> <p style="font-size: x-small;">MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA UNIDAD DE LOS CENTROS DE DIAGNÓSTICO Y PRODUCCIÓN</p> <p style="font-size: x-small;">Lic. Blgo. Oscar J. Pineda Coronel Director de la Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</p>
---	--

Consideraciones:
 Los tiempos de duración del servicio están expresados en días hábiles y son contabilizados a partir de la fecha de recepción de la muestra en el Laboratorio hasta la fecha de emisión del resultado
 Los tiempos de duración del servicio pueden aumentar de acuerdo a la cantidad de muestras que solicite procesar el usuario, en cuyo caso se concordará el plazo al momento de efectuarse el contrato

REG-UCDSV-003 del PRO-UCDSV-003, vigente.

NOTA: El Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal sólo se responsabiliza por los resultados emitidos de la muestra indicada en el punto 4 del presente Informe

Fecha y Hora: 13/12/2022 10:37

Anexo 14. Fotografías del proceso de investigación del extracto hidroalcohólico de semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi” sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.



Foto 1. Aclimatación de plántulas de col para la crianza de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.



Foto 2. Identificación y recolección de *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”; Ayacucho, 2021.



Foto 3. Filtrado del extracto hidroalcohólico de *Lupinus mutabilis* “tarwi”; Ayacucho, 2021.



Fotografía 4. Filtrado del extracto hidroalcohólico de *Chenopodium quinoa* “quinua”; Ayacucho, 2021.



Foto 5. Sobrenadante líquido del extracto hidroalcohólico de *Chenopodium quinoa* "quinua"; Ayacucho, 2021.



Foto 6. Sobrenadante líquido claro del extracto hidroalcohólico de *Lupinus mutabilis* "tarwi"; Ayacucho, 2021.



Foto 7. Evaporación del extracto hidroalcohólico de las semillas *Lupinus mutabilis* "tarwi"; Ayacucho, 2021.



Foto 8. Extracto hidroalcohólico de la semilla de *Chenopodium quinoa* "quinua" y *Lupinus mutabilis* "tarwi"; Ayacucho, 2021.



Foto 9. Dilución de diferentes concentraciones de extracto hidroalcohólico de semilla de *Chenopodium quinoa* "quinua" y *Lupinus mutabilis* "tarwi". Ayacucho, 2021.



Foto 10. Concentraciones diferentes del extracto hidroalcohólico de *Chenopodium quinoa* "quinua"; Ayacucho, 2021.

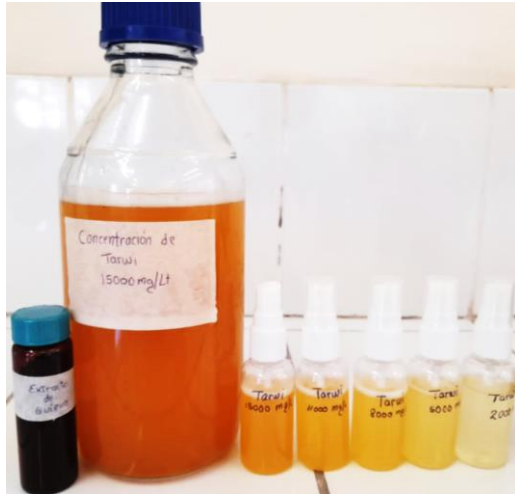


Foto 11. Concentraciones diferentes del extracto hidroalcohólico de *Lupinus mutabilis* "tarwi"; Ayacucho, 2021.

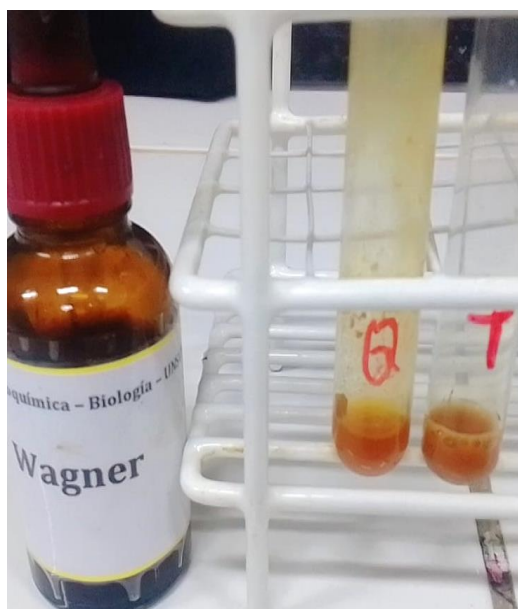
Anexo 15. Tamizaje fitoquímico para la identificación del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Lupinus mutabilis* “tarwi”; Ayacucho, 2021.



Fotografía 13. Ensayo de Dragendorff para la prueba de alcaloides del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



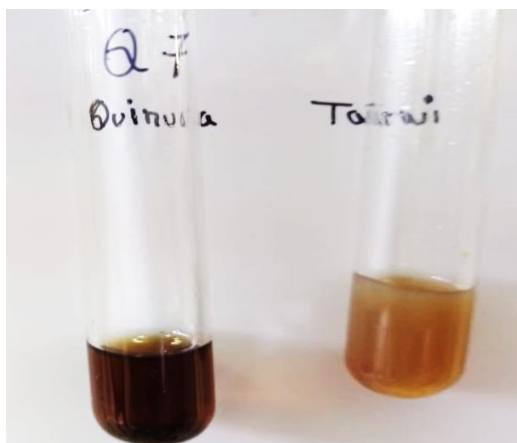
Fotografía 14. Ensayo de Mayer para la prueba de alcaloides del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



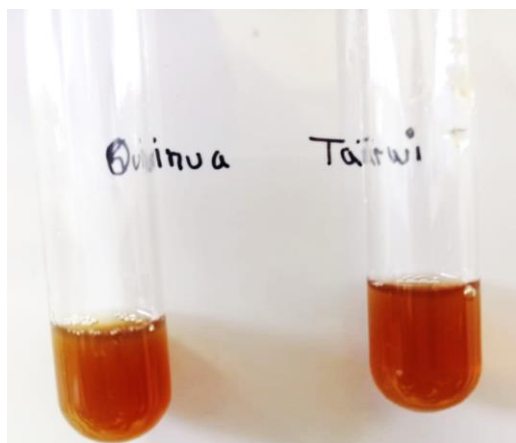
Fotografía 15. Ensayo de Wagner para la prueba de alcaloides del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



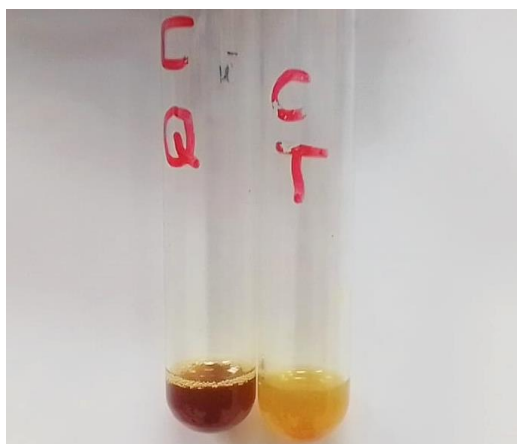
Fotografía 16. Prueba de aminas del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



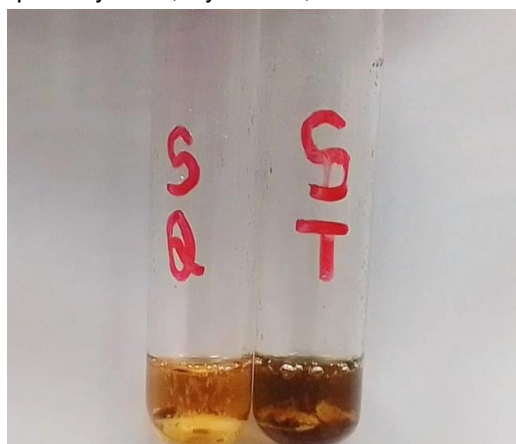
Fotografía 17. Prueba de antocianidina del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua y tarwi; Ayacucho, 2021.



Fotografía 18. Ensayo de Benedict para la prueba de azúcares reductores del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua y tarwi; Ayacucho, 2021.



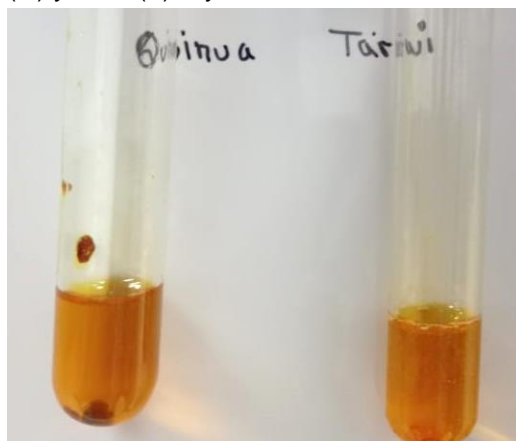
Fotografía 19. Ensayo de Kedde para la prueba de cardenóidos (flavonoides) del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



Fotografía 20. Ensayo de Shinoda para la prueba de flavonoides del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



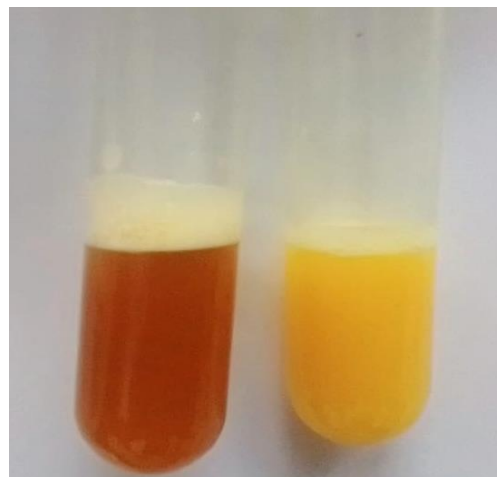
Fotografía 21. Ensayo de cloruro férrico para la prueba de fenoles del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua y tarwi; Ayacucho, 2021.



Fotografía 22. Ensayo de Baljet para la prueba de lactonas del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



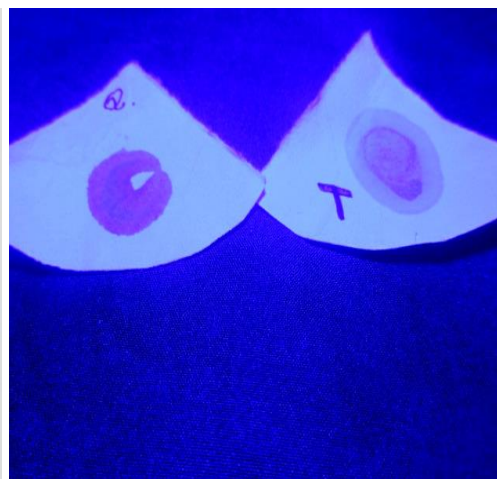
Fotografía 23. Ensayo de Bortrager para la prueba de quinonas del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



Fotografía 24. Pruebas para saponinas del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



Fotografía 25. Ensayo de Lieberman-Burchard para las pruebas de triterpenos y esteroides del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.



Fotografía 26. Ensayo de catequinas del extracto hidroalcohólico de las semillas de quinua (Q) y tarwi (T); Ayacucho, 2021.

Anexo 16. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MÁRCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál será el efecto biocida de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi”, en <i>Brevicorine brassicae</i> “pulgón de la col”?	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el efecto biocida de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi” para el control de <i>Brevicorine brassicae</i> “pulgón de la col”</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el efecto biocida de los extractos hidroalcohólicos a concentraciones de 2 000, 5 000, 8 000, 11 000 y 15 000 mg/L de las semillas <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi” • Establecer la concentración letal media (CL₅₀) de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi”, de la mortalidad de <i>Brevicorine brassicae</i> “pulgón de la col” • Realizar el <i>screening</i> fitoquímico de los extractos hidroalcohólicos de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi” 	<p>Marco</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes • Marco conceptual • <i>Chenopodium quinoa</i> “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> (tarwi) • <i>Brevicoryne brassicae</i> (pulgón de la col) 	<p>Los extractos hidroalcohólicos de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi”, tienen efecto biocida en <i>Brevicorine brassicae</i> “pulgón de la col”</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Extractos hidroalcohólicos de las semillas <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua” y <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet “tarwi”</p> <p>indicadores:</p> <p>Concentraciones: 2 000, 5 000, 8 000, 11 000 y 15 000 mg/L</p> <p>Dosis letal media</p> <p>Variable dependiente</p> <p><i>Brevicorine brassicae</i></p> <p>indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mortalidad % <p>Unidad de análisis</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Brassica oleracea</i> Var “col” en pote de plástico de 500 g infestadas con 20 und de <i>Brevicorine brassicae</i> “pulgón de la col” 	<p>Diseño de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Básica <p>Tipo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimental <p>Población</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> (quinua) y <i>Lupinus mutabilis</i> (tarwi) • 1 000 und <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col” <p>Tamaño de la muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tres kg de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> (quinua) • Tres kg de semilla de <i>Lupinus mutabilis</i> (tarwi) • 1 200 und de <i>Brevicoryne brassicae</i> “pulgón de la col” <p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se evaluó la mortalidad en cada tratamiento de 20 especímenes de <i>Brevicorine brassicae</i> (pulgón) a diferentes concentraciones <p>Análisis estadístico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Probit • ANOVA • Prueba de Tukey

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**
Bach. Nelyda TORRES GUTIERREZ
R.D. N° 059-2023-UNSCH-FCB-D


En la ciudad de Ayacucho, siendo las once de la mañana del uno de setiembre del año dos mil veintitrés; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Homero ANGO AGUILAR; Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI (Miembro- Jurado); Dr. Edwin PORTAL QUICANA (Miembro- Jurado); MS. Yuri Olivier AYALA SULCA (Miembro- 4to Jurado); Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ (Miembro- Asesor); actuando como secretario docente el Mg. Percy COLOS GALINDO; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* y *Lupinus mutabilis* sobre *Brevicoryne brassicae* "pulgón de la col"**; presentado por la Bach. **Nelyda TORRES GUTIERREZ**; el Presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el Presidente invitó a cada uno de los Miembros Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador pueden realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta a preguntas	Promedio
Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI	17	16	17
Dr. Edwin PORTAL QUICANA	15	14	15
MS. Yuri Olivier AYALA SULCA	15	14	15
		PROMEDIO	16

La sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobado. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados, e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo la una y diez de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.




Dr. Homero ANGO AGUILAR
Presidente

Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI
Miembro – Jurado

Dr. Edwin PORTAL QUICANA
Miembro – Jurado

MS. Yuri Olivier AYALA SULCA
Miembro – 4to Jurado

Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ
Miembro – Asesor

Mg. Percy COLOS GALINDO
Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 06-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de Chenopodium quinoa y Lupinus mutabilis sobre Brevicoryne brassicae "pulgón de la col"** por NELYDA TORRES GUTIERREZ; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 29%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-C.

En tal sentido, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 11 de enero de 2024.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


Dr. Víctor Luis Cárdenas López
DIRECTOR

Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* y *Lupinus mutabilis* sobre *Brevicoryne brassicae* “pulgón de la col”

por NELYDA TORRES GUTIERREZ

Fecha de entrega: 11-ene-2024 08:27a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2269362364

Nombre del archivo: TORRES-GUTIERREZ-Nelyda-_pregrado-_Tesis-2023_TURNITIN_2_1.docx (945.29K)

Total de palabras: 12578

Total de caracteres: 67096

Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de las semillas de *Chenopodium quinoa* y *Lupinus mutabilis* sobre *Brevicoryne brassicae* "pulgón de la col"

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
3	1library.co Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	www.redalyc.org Fuente de Internet	2%
6	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
8	www.scielo.cl Fuente de Internet	1%

9	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD	1 %
Trabajo del estudiante		
10	repositorio.utc.edu.ec	1 %
Fuente de Internet		
11	docplayer.es	1 %
Fuente de Internet		
12	curve.carleton.ca	1 %
Fuente de Internet		
13	aprenderly.com	1 %
Fuente de Internet		
14	tesis.ucsm.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		
15	repositorio.unac.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		
16	www.upr.edu	1 %
Fuente de Internet		
17	revistabiociencias.uan.mx	<1 %
Fuente de Internet		
18	agroproductores.com	<1 %
Fuente de Internet		
19	ernxoxocotlan.blogspot.com.es	<1 %
Fuente de Internet		
20	www.goconqr.com	
Fuente de Internet		

<1 %

21

agris.fao.org

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

24

relascmex.org

Fuente de Internet

<1 %

25

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

27

Submitted to tec

Trabajo del estudiante

<1 %

28

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

29

google.redalyc.org

Fuente de Internet

<1 %

30

www.boe.es

Fuente de Internet

<1 %

31

repositorio.unapiquitos.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad Catolica de Avila Trabajo del estudiante	<1 %
37	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo