

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EFFECTO INSECTICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus globulus*) Y ALTAMISA (*Franseria artemisioides*)
CONTRA EL KCONA KCONA (*Eurysacca melanocampta*) DEL
CULTIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd.*)**

TESIS

PRESENTADA POR:

GRETTEL GERALDINE QUISPE TICONA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA****EFECTO INSECTICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO
(*Eucaliptus globulus*) Y ALTAMISA (*Franseria artemisioides*)
CONTRA EL KCONA KCONA (*Eurysacca melanocampta*) DEL
CULTIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd.*)****TESIS PRESENTADA POR:****GRETTEL GERALDINE QUISPE TICONA****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERO QUÍMICO****APROBADA POR:****PRESIDENTE:**

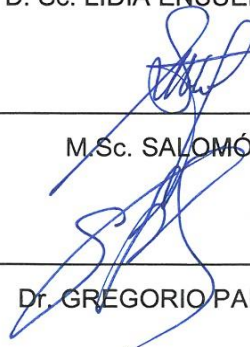
M.Sc. ROGER HUANQUI PÉREZ

PRIMER MIEMBRO:

D. Sc. LIDIA ENSUEÑO ROMERO IRURI

SEGUNDO MIEMBRO:

M.Sc. SALOMÓN TTITO LEÓN

DIRECTOR / ASESOR:

Dr. GREGORIO PALOMINO CUELA

ÁREA: Tecnologías ambientales y recursos naturales.**TEMA:** Aplicación de productos industriales.**LINEA :** Recursos naturales y medio ambiente.**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 14 de diciembre del 2018

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	8
DEDICATORIA.....	9
AGRADECIMIENTOS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
2.1 Antecedentes.....	16
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	16
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	20
2.2 Marco teórico	22
2.2.1 Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	22
2.2.2 Kcona kcona (<i>Eurysacca melanocampta</i> Meyrick 1917)	46
2.2.3 Plantas con efecto insecticida	52
2.2.4 Aceites esenciales	58
2.3 Marco conceptual.....	61
III. MATERIALES Y MÉTODOS	62
3.1 Lugar de ejecución.....	62
3.2 Materiales	62
3.2.1 Material biológico.....	62
3.2.2 Material botánico	62
3.2.3 Material experimental	62
3.2.4 Material de laboratorio	63
3.2.5 Equipos.....	63
3.2.6 Material de campo	63
3.3 Metodología	64
3.3.1 Obtención del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>) por el proceso de extracción por arrastre con vapor.....	64
3.3.2 Caracterización del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>)	66

3.3.3 Evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>) en la mortandad del kcona kcona (<i>Eurysacca melanocampta</i>) del cultivo de la quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>)	68
3.4 Diseño experimental	70
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
4.1 Resultados de la obtención del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>) por el proceso de extracción por arrastre con vapor:.....	72
4.2 Resultados de la caracterización del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).....	74
4.3 Resultados de la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>) en la mortandad del kcona kcona (<i>Eurysacca melanocampta</i>) del cultivo de la quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>).....	79
4.3.1 Resultados de la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	82
4.3.2 Resultados de la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).....	88
V. CONCLUSIONES	93
VI. RECOMENDACIONES.....	95
VII. REFERENCIAS	96
ANEXOS	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección longitudinal media del grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.). (Gómez y Aguilar, 2016)	27
Figura 2: Contenido de proteína de las principales variedades de quinua.	32
Figura 3: Superficie de producción de granos andinos por grandes regiones en el Perú (Cañihua, Kiwicha, Quinua y Tarwi).....	33
Figura 4: Volumen de producción de granos andinos por grandes regiones en el Perú (Cañihua, Kiwicha, Quinua y Tarwi).	33
Figura 5: Unidades agropecuarias de producción de granos andinos.	34
Figura 6: Unidades agropecuarias de producción de granos andinos con riego y en seco.....	34
Figura 7: Larvas de la polilla y complejo ticonas.	46
Figura 8: La polilla de la quinua (<i>Eurysacca melanocampta</i>).....	49
Figura 9: Ciclo biológico de la Kcona kcona.	49
Figura 10: Estados de desarrollo del Kcona kcona.	52
Figura 11: Equipo de destilación por arrastre con vapor.	64
Figura 12: Diagrama de Flujo del proceso de extracción por arrastre con vapor.	72
Figura 13: Diagrama de Pareto estandarizada para mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).	86
Figura 14: Gráfico de efectos principales para mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).	87
Figura 15: Superficie respuesta para mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	87
Figura 16: Diagrama de Pareto estandarizada para mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).....	91
Figura 17: Gráfico de efectos principales para mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).....	92
Figura 18: Superficie respuesta para mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variedades comerciales peruanas y características principales de calidad y región de adaptación.....	28
Tabla 2: Composición química de la quinua según diferentes autores.	32
Tabla 3: Valores promedios de la duración de las fases fenológicas de 17 genotipos de quinua en condiciones de la costa peruana.....	39
Tabla 4: Fases fenológicas de la quinua.....	40
Tabla 5: Plagas insectiles, insectos benéficos, enfermedades aves y malezas que afecta a la quinua en la zona andina.....	41
Tabla 6: Duración de los distintos estadios de desarrollo, en la biología de <i>Eurysacca melanocampta</i> , en condiciones experimentales de laboratorio.	50
Tabla 7: Efectos de algunas plantas biocidas.	53
Tabla 8: Principios activos de algunas plantas con propiedades biocidas.	54
Tabla 9: Condiciones de operación en la extracción por arrastre con vapor del eucalipto.....	73
Tabla 10: Condiciones de operación en la extracción por arrastre con vapor de la altamisa.....	73
Tabla 11: Resultados del análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).	75
Tabla 12: Resultados del análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).....	77
Tabla 13: Resultados del análisis fisicoquímico del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	78
Tabla 14: Resultados del análisis fisicoquímico del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).	79
Tabla 15: Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.	80
Tabla 16: Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.	80
Tabla 17: Evaluación de la salinidad actual de las muestras.	82
Tabla 18: Factores de análisis para la evaluación de la actividad insecticida. .	83

Tabla 19: Datos de la aplicación del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).	83
Tabla 20: Análisis de varianza para la mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	84
Tabla 21: Coeficiente de regresión para la mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).	85
Tabla 22: Valores óptimos para la mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	85
Tabla 23: Factores de análisis para la evaluación de la actividad insecticida. .	88
Tabla 24: Datos de la aplicación del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).....	88
Tabla 25: Análisis de varianza para la mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).	89
Tabla 26: Coeficiente de regresión para la mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).....	90
Tabla 27: Valores óptimos para la mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (<i>Franseria artemisioides</i>).	91

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AE	: Aceite esencial.
ANOVA	: Análisis de varianza.
ATCC	: American Type Culture Collection.
AV	: Arrastre con vapor.
CE	: Conductividad eléctrica.
CEUND	: Centro experimental de la universidad de Palmira.
CIC	: Capacidad de intercambio catiónico.
CG-SM	: Cromatografía de gas con detector de masa.
CMI	: Concentraciones mínimas inhibitorias.
DCA	: Diseño completamente al azar.
DI - 50	: Dosis infectiva.
DL - 50	: Dosis letal media.
DW	: Durbin-Watson.
EDTA	: Etilendiaminotetraacético.
FA	: Franco arenoso.
GCAR	: Cromatografía de gases de alta resolución.
HDMO	: Hidro destilación asistida por radiación de microondas.
MAE	: Error medio absoluto.
Meq/L	: Miliequivalente por litro.
NTP	: Norma Técnica Peruana.
P/V	: Relación presión volumen.

DEDICATORIA

A Dios

Por el día a día brindado, me fortaleció en el transcurrir de mi camino siendo mi soporte en momentos difíciles, me dio de regalo la compañía de personas realmente extraordinarias, que mediante estas me guía y me comparte un amor infinito e incondicional.

A mis padres Félix y Ana Isabel.

Por haber estado siempre conmigo en cualquier situación presentada, ya que el amor que ellos me brindan no tiene condiciones, valoro mucho el esfuerzo que hacen por mí y mis hermanos. Me apoyaron siempre con sus consejos inculcándome valores y principios que hoy en día necesita la sociedad.

A mis hermanos Ana Lucía y Jesus Andree Vicente.

Son mi motivación en todos mis logros, por haber estado siempre ahí con su alegría iluminando mi día a día; mi hermanita lali que poco a poco está cumpliendo sus metas con esa perseverancia que nos caracteriza y vicenticos que aún le falta mucho por recorrer, pero estaremos ahí para guiarlo en su camino. ¡Los quiero mucho hermanos!

A mis familiares.

A mis abuelos Eustaquio y Vicentina por regalarme una infancia feliz en Chucuito, a mis tíos y tías por esos recuerdos pasados en familia.

A mi cómplice.

Que, con su apoyo incondicional, paciencia y amor me brindó aliento, fuerza en la realización de este trabajo. A ti Marco que estamos caminando tomados de la mano y del corazón logrando nuestras metas para así construir un futuro prometedor, estaré también celebrando cada logro tuyo, somos un gran equipo. ¡Vamos por más!

A mis mejores amigos.

Que a lo largo de la vida universitaria fui conociendo y compartiendo mil y un anécdotas, me refiero a ustedes: Cristian (Cris) eres el hermano mayor que nunca tuve, siempre aconsejándome y cuidándome; Lucero (Lu) mi gran amiga que a pesar de la distancia sé que estamos presentes una en el corazón de la otra; Alexandra (Ale) mi mejor amiga que con nuestras locuras tenemos muchos recuerdos, la profesión nos separará pero siempre buscaré la manera de estar contigo, inseparables como siempre hemos sido.

A mis amigos.

Por haberme ayudado en la realización de este trabajo, Ray, Rider (Puma) y Abdías (Abdy), siempre irradiando alegría a donde van.

Finalmente, a mis docentes e ingenieros que me brindaron sus conocimientos e hicieron posible este logro.

¡Gracias a ustedes!

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a todos, en especial a mis padres que me dieron un regalo incalculable en cualquier magnitud, mi educación. Son los pilares que me inculcaron valores y principios, un gran ejemplo a seguir.

Agradezco a mis hermanos Lucía y Vicenticos por sus alegrías compartidas conmigo, sus bromas tan ocurrentes, y sobre todo por darme esa fuerza en momentos difíciles, son mi motivo en la realización u obtención de este y cualquier otro logro, los quiero mucho.

A ti mi cómplice, Marco, por brindarme aliento cuando más lo necesito, sabes cómo alegrarme y sacar lo mejor de mí, gracias.

A mis mejores amigos, ya colegas, gracias por todo su apoyo, palabras, por toda la diversión compartida en la etapa universitaria, Cris, Lu y Ale; somos dinamita cuando nos reunimos, siempre inseparables.

Agradezco a mi director de tesis Dr. Gregorio Palomino, a los ingenieros M.Sc. Jorge Aruhuanca y M.Sc. Germán Quille por haberme dado las pautas y conocimientos necesarios para la realización de este trabajo de investigación.

Agradezco a todos docentes que, a lo largo de mi etapa universitaria me enseñaron, me inculcaron, tanto conocimientos cognitivos como también valores y amor hacia mi facultad, orgullosa de mi carrera, orgullosa de ser una Profesional Titulada de la Facultad de Ingeniería Química.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación permitió evaluar el efecto insecticida del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) contra el kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). Como primer objetivo específico está la obtención del aceite esencial de eucalipto y altamisa por extracción por arrastre con vapor, en el desarrollo de este proceso los parámetros óptimos medidos fueron tiempo de extracción, temperatura y presión. Como segundo objetivo específico está caracterizar los aceites esenciales por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, donde los componentes mayoritarios del eucalipto fueron Eucaliptol (59,19%), α -Pinenol (20,89%) y D-Limoneno (6,29%); y de altamisa fueron 5,5-dimetil-2-etil-1,3-Ciclopentadieno (30,65%), β -Himachaleno (14,69%) y α -Cariofileno (10,27%). La caracterización fisicoquímica de densidad e índice de refracción del eucalipto fue 0,912 g/mL y 1,4606 respectivamente, y de altamisa 0,921 g/mL y 1,4857 respectivamente, realizados a 20°C. Finalmente como tercer objetivo específico es la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de eucalipto y altamisa en la mortandad del Kcona Kcona; los tratamientos mostraron efectividad en el control de la plaga. El análisis de varianza para la aplicación del aceite esencial de eucalipto tiene como valores óptimos un tiempo de 24 h con concentración de 1,00 %, y mortandad de 46,6667%; para el aceite esencial de altamisa los valores óptimos fueron un tiempo de 24 h con concentración de 1,00% y mortandad de 43,333%.

Palabras Clave: Actividad insecticida, extracción a vapor, kcona kcona, plaga, tóxico.

ABSTRACT

The present research work allowed to evaluate the insecticidal effect of the eucalyptus essential oil (*Eucalyptus Globulus*) and altamisa (*Franseria artemisioides*) against the Kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) in the cultivation of the quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). As the first specific objective is the obtaining of the essential oil of eucalyptus and altamisa by extraction by drag with steam, in the development of this process the optimal parameters measured were extraction time, temperature and pressure. As a second specific objective is to characterize essential oils by gas chromatography coupled to mass spectrometry, where the major components of eucalyptus were Eucaliptol (59,19%), α -Pinene (20,89%) and D-Limonene (6,29%); and of altamisa were 5,5-dimethyl-2-ethyl-1,3-Cyclopentadiene (30,65%), β -Himachalen (14,69%) and α -Caryophyllene (10,27%). The physicochemical characterization of density and refractive index of the eucalyptus was 0,912 g / mL and 1,4606 respectively, and of altamisa 0,921 g / mL and 1,4857 respectively, made at 20 °C. Finally as the third specific objective is the evaluation of the insecticidal activity of the eucalyptus and altamisa essential oil in the Kcona Kcona mortality; the treatments showed effectiveness in the control of the pest. The analysis of variance for the application of the essential oil of eucalyptus has as optimal values a time of 24 h with a concentration of 1,00%, and mortality of 46,6667%; for the essential oil of altamisa the optimal values were a time of 24 h with a concentration of 1,00% and mortality of 43,333%.

Key Words: Insecticidal activity, kcona Kcona, plague, steam extraction, toxic.

I. INTRODUCCIÓN

En la agricultura la principal e importante causa de las pérdidas de la cosecha en cualquier tipo de cultivo son las plagas. Asimismo, al no realizar la rotación de un cultivo de manera adecuada de una parcela hace que aumente la probabilidad que se genere un ciclo biológico de plagas o enfermedades, disminuyendo el rendimiento de la cosecha, consecuentemente obligando por esta situación a los agricultores usar de manera indiscriminada sustancias de naturaleza química sin medir las consecuencias ambientales que se podría dar.

En el afán de querer controlar las plagas que causan daño la producción los agricultores han optado por el uso excesivo de plaguicidas sintéticos para sus cultivos, en procura de proteger sus productos, provocando que generalmente consumamos alimentos sobrecargados de ingredientes tóxicos, además de impactar sobre el medio ambiente y provocar la aparición de poblaciones de insectos resistentes a esos productos. (Peruecologico, 2003)

Retrocediendo en el tiempo con la aparición en la década de los cuarenta de estos insecticidas sintéticos se pensó que los insecticidas vegetales desaparecerían para siempre, pero problemas como la contaminación del ambiente, los residuos en alimentos y la resistencia por parte de los insectos han hecho que hoy en día vuelvan a ser tomados en cuenta.

Por lo que la nueva agricultura impulsa los productos cien por ciento naturales, sin ingredientes químicos, con cero por ciento de riesgos para la salud. Eso son los alimentos orgánicos, que están tomando fuerza en el mundo. Con la creciente demanda de productos agrícolas libres de residuos de plaguicidas donde se profundiza la necesidad de prácticas agronómicas que no perjudique el medio ambiente. (Catie, 2001)

Lo que se pretende con la realización del presente proyecto de investigación es dar una alternativa de solución a las plagas que sufre los cultivos de quinua, impulsando el uso de insecticidas naturales (aceites esenciales) sin que sea perjudicial para el medio ambiente. Este trabajo utiliza las propiedades insecticidas del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa

(*Franseria artemisioides*) contra el Kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*).

El objetivo general de la investigación es determinar el efecto insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) contra el Kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*).

Los objetivos específicos son: Obtener el aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) por el proceso de extracción por arrastre a vapor, caracterizar el aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) y evaluar la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) en la mortandad del Kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes nacionales

Huayhua et al. (2018) realizó la “Extracción, purificación y caracterización fisicoquímica de los compuestos volátiles del *Tecoma fulva* (arequipensis)” donde se trabajó con varios métodos de extracción como son la hidrodestilación, arrastre por vapor de agua, maceración y cromatografía en capa fina y gaseosa. Para el análisis fitoquímico se realizaron pruebas cualitativas para la identificación de componentes químicos como aceites, grasas, flavonoides, alcaloides y coumarinas mediante reacciones de coloración. De la maceración en solventes orgánicos, con el que se obtuvo mejor resultado fue con el diclorometano y etanol. En la cromatografía de capa fina para los aceites esenciales extraídos por maceración en solventes no polares se detecta la presencia de cuatro compuestos orgánicos, al ser comparados con los correspondientes patrones. Las estructuras presentan coloraciones verde amarillento, lila y morado, las cuales corresponden al terpinen-4-ol, p-cimeno, mentona y α -pineno respectivamente. Para identificar y cuantificar los componentes químicos orgánicos presentes en las muestras de hojas y flores del *Tecoma fulva* arequipensis extraídos por maceración con diclorometano por medio de CG-MS cromatografía de gases acoplado al espectrómetro de masas (CG-MS), se identificó 12 compuestos orgánicos en las muestras de hojas y cuatro compuestos en las flores, con características volátiles. El 3,7-dimetilocta-1,6-dien-3-ol, es uno de los compuestos más importantes presentes en las hojas, representa un 36,71%, mientras que en las flores se obtiene un 77,46% de ftalatobis(2-etilexil) correspondiente a los extractos de diclorometano. Mientras que con éter de petróleo se identificó 12 compuestos orgánicos en las hojas y 21 en las flores. El fitol es uno de los compuestos más importante en las hojas, representa un 32,36% mientras que en las flores es el ácido ftálico metiloctil éster un 26,98%.

Quispe (2015) realizó la “Evaluación de la actividad insecticida de los aceites esenciales del eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) y romero (*Rosmarinus Officinalis*), para el control de pulgones (*Aphis* sp.) en rosas (*Rosa* sp.)” donde

se realizó la extracción de los aceites esenciales del eucalipto y el romero, aplicando los insecticidas y evaluando la mortalidad de los pulgones a las 3, 6, 12, 14 horas. Los tratamientos se distribuyeron y fueron analizados estadísticamente con un Diseño Completamente al Azar (DCA) bajo un arreglo factorial de $2 \times 3 \times 4$ (dos aceites esenciales: eucalipto y romero, tres concentraciones y cuatro tiempos), con cinco repeticiones por tratamiento. Los resultados obtenidos en todos los tratamientos mostraron efectividad en el control de los pulgones (*Aphis sp.*) en rosas (*Rosa sp.*), sin embargo, el aceite esencial de eucalipto mostró mayor efectividad a las concentraciones de 1%, 2%, y 3% con un porcentaje promedio de mortalidad de 88,67% a las 12 horas y 95,06% a las 24 horas, con relación al tratamiento del aceite esencial del romero con 71,73% a las 12 horas y 84,27% de mortalidad a las 24 horas. Asimismo, el aceite esencial de eucalipto mostró menor costo de producción por cada tratamiento, a concentraciones de 1%, 2%, y 3% fue de s/.10,16, s/.13,16 y s/.17,16 soles, respectivamente; en comparación a los costos de producción del aceite esencial de romero (*Rosmarinus Officinalis*) a concentraciones de 1%, 2%, y 3% fue de s/.11,16, s/.15,16 y s/.19,16 soles.

Diaz et al. (2013) realizaron el trabajo de “Cantidad y calidad de aceites esenciales en hojas de cuatro especies del género *Eucalyptus* – El Mantaro” donde la investigación fue desarrollada en el Laboratorio de Tecnología de la Madera e Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, con la finalidad de analizar la cantidad y calidad de aceites esenciales en hojas de las especies; *Eucalyptus cinérea*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus viminalis*, procedentes de la Estación Experimental Agropecuaria, de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Ubicada en el Distrito El Mantaro – Jauja. Para el estudio se recolectaron 20 kilos de hojas por especie; realizando tres destilaciones de 5 kilos por cada especie; el método que se empleó para la extracción, fue la destilación por arrastre de vapor. La evaluación del rendimiento de aceite esencial fue en base a la N.T.P. 319,079; para la determinación del contenido de humedad del material la N.T.P. 251,010 y para la evaluación del contenido de cineol la N.T.P. 319.086. El proceso de destilación se efectuó en el extractor de aceites construido y diseñado para este fin, ubicado en la Av. Yanama, cuadra 17 interior, cuyas

características son: altura 1,50 m, diámetro 0,50 m, de hierro con una capacidad de carga de 20 kilos; con termómetro incorporado. El tiempo de destilación fue 180 min. en promedio, por cada destilación. En función a los resultados obtenidos en la investigación se tiene los siguientes valores: contenido de humedad de hojas de las especies en estudio fluctuó entre 80,28 % a 121,51 %. El rendimiento de aceite esencial fue entre 0,08 % a 0,49 %. La calidad del aceite esencial en base al contenido de cineol (N.T.P. 319.086) fue: E. cinérea 68%, E. viminalis 51.5%, E. nitens 46%. Respecto a la especie E. camaldulensis, no se obtuvo el valor correspondiente, debido a que dicha especie presenta un contenido de cineol entre 2 y 26%.

Kiev et al. (2012) realizaron el trabajo de “Extracción, caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Senecio graveolens* Wedd (Wiskataya)” donde el objetivo del presente trabajo fue extraer, caracterizar y evaluar la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Senecio graveolens* Wedd (Wiskataya) frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* ATCC 29923. Las hojas y tallos se recolectaron a una altitud de 3800 m.s.n.m. en el distrito de Puquio, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho. El aceite esencial se obtuvo por destilación por arrastre con vapor de agua, a partir de las hojas y tallos desecados de *S. graveolens*, con rendimiento de 1,26 % (p/p). La muestra extraída fue caracterizada a través de ensayos físicos. La composición química del aceite se evaluó mediante cromatografía de gas con detector de masa (CG-SM). La actividad antibacteriana del aceite de *S. graveolens* se realizó por el método de difusión en agar en pocillos, utilizando cepas de microorganismos gram positivo como *S. aureus* y gram negativo como *E. coli*. La densidad del producto resultó 0,8755 g/mL a 20 °C; índice de refracción 1,4726; índice de rotación 102°85' y soluble en etanol; el cromatograma mostró componentes mayoritarios con un contenido de 52,39 % Sabineno, 8,20 % (+)-4-careno, 7,11 % τ -terpineno, 6,74 % β -myrceno, 3,78 % 4-terpinenol, 3,67 % Pulegona. Los resultados mostraron actividad antibacteriana marcada y moderada, para *S. aureus* y *E. coli*, respectivamente, observándose formación de halos de inhibición para concentraciones del aceite esencial a 80, 90 y 100 %. El aceite esencial de *S. graveolens* se presenta con actividad antibacteriana promisoriosa.

Aliaga (2010) realizó la “Obtención, caracterización y evaluación de la actividad insecticida del extracto de la planta Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) contra la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)” donde se estudió la influencia de los extractos de la planta Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) frente a la mosca minadora que invade y perjudica a los cultivos de papa, siguiendo los ensayos de acuerdo al diseño experimental. Se realizaron ensayos con diferentes concentraciones de los extractos de la planta Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) obteniendo los siguientes resultados: a una concentración de 1210,69mg/100mL del extracto hidroalcohólico al 70% se obtuvo un porcentaje de mortandad de 59,40%; a una concentración de 1600,60mg/100mL del extracto hidroalcohólico al 90% se obtuvo un porcentaje de mortandad de 53,14%; a una concentración de 1803,07mg/100mL del extracto acuoso obtuvo un porcentaje de mortandad de 56,44%. Durante la caracterización y evaluación de la actividad insecticida se pudo apreciar a que unos aumentos de la concentración de los extractos originan una mayor actividad insecticida. Así mismo, la presencia de metabolitos secundarios identificados en la marcha fitoquímica eran responsables de los insectos que mueren por parálisis en el vuelo y anoxia tisular.

Moreno et al. (2010) realizaron el trabajo de “Modelación y optimización del proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto” donde se estudió el efecto de la humedad de la hoja de eucalipto y el tiempo de extracción sobre el rendimiento de aceite esencial y el costo de producción. Se tuvieron en cuenta parámetros como la temperatura de vapor, la presión de extracción, la porosidad de lecho, flujo de vapor y temperatura de condensación. Fue utilizado un diseño compuesto central rotacional para evaluar las zonas óptimas de extracción y el costo que ocasionaría, buscando en todo momento aumentar los rendimientos y disminuir los gastos. Según este diseño, la extracción con menores costos de producción (0,57 Nuevos Soles por mL de aceite esencial) se alcanza cuando las hojas tienen una humedad entre 25 y 30% y se extraen con tiempos entre 98 y 126 min.

2.1.2 Antecedentes internacionales

Murillo-Arango et al. (2013) realizaron el estudio de “Actividad insecticida de una emulsión aceite/agua del aceite esencial de *Eucalyptus tereticornis*” donde el aceite esencial extraído de especies del género *Eucalyptus*, entre estas *Eucalyptus tereticornis*, ofrece un importante potencial para el control de hongos patógenos e insectos plaga y de importancia médica. Objetivo: evaluar la actividad anti-insecto (aguda, crónica y repelente) de una emulsión aceite/agua del aceite esencial de *Eucalyptus tereticornis*, en función de su composición química y fraccionamiento. Métodos: se prepararon emulsiones aceite/agua con aceite esencial previamente extraído, separado y caracterizado, y 2 de sus fracciones (A y B). Se evaluó su actividad anti-insecto mediante bioensayos con *Drosophila melanogaster*. Se determinó la fitotoxicidad foliar sobre plántulas de *Phaseolus vulgaris*. Resultados: el aceite completo mostró considerable actividad repelente e insecticida aguda que guarda relación con su composición química. La actividad insecticida aguda de las fracciones disminuyó de manera notable con respecto a la mostrada por el aceite completo, sin embargo, no se observaron efectos significativos sobre la actividad repelente. En ningún caso se presentó fitotoxicidad foliar sobre frijol. Conclusión: el aceite esencial de esta especie de eucalipto posee actividad antiinsecto considerable y podría formularse directamente como insecticida para el control de insectos de interés agrícola y médico.

Yáñez y Cuadro (2012) realizaron el estudio de “Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las especies *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* de tres zonas de Pamplona-Colombia” donde manifiesta la utilización de aceites esenciales (AE) para combatir bacterias que pueden afectar al hombre resulta una alternativa eficaz, económica y de menor impacto ambiental que la utilización de compuestos químicos sintéticos. Por medio de este estudio se quiere determinar cuál de las dos especies en estudio y que método de extracción del aceite es el más adecuado para obtener un efecto antibacteriano que garantice la eliminación de las bacterias de interés alimentario seleccionadas. Con la finalidad de lograr este objetivo se procesaron hojas secas y hojas frescas de las especies de *Eucalyptus* seleccionadas en tres zonas

del municipio de Pamplona y el AE se obtuvo por dos métodos de extracción: Arrastre con vapor (AV) e hidro destilación asistida por radiación de microondas (HDMO), obteniendo el mejor rendimiento (4%) a partir de hojas secas de *E. globulus* recolectadas en la zona 2, por el método AV. Al evaluar el efecto anti bacterial de los aceites de las especies *E. globulus* y *E. camaldulensis* se encontró actividad frente a las cepas *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus subtilis* y *Enterococcus faecalis*. Utilizando la técnica de cromatografía de gases de alta resolución (GCAR) se identificaron doce componentes mayoritarios: 1,8-Cineol o Eucaliptol (77-82%), α -Pino, Limoneno, α -Terpineno, α -Copaeno, Guaiol, α -Felandreno, β -Terpinen-4-ol, Linalol, α -Terpineol, Mirceno y β -Selineno. Por medio de las técnicas de difusión en disco y micro dilución en caldo se pudo evidenciar que el AE extraído a partir de hojas secas, Zona 2, de *E. globulus* es el que mayor efecto antibacteriano presenta obteniéndose menores concentraciones mínimas inhibitorias (CMI) frente a las bacterias Gram-positivas.

Saldarriaga et al. (2010) realizaron el estudio "Evaluación agroindustrial de los aceites esenciales de *Artemisia dracunculoides* L, *Franseria artemisioides* Willd, *Salvia officinalis* L, *Lippia dulcis* Frev, y *Occimum americanum* L en condiciones del Valle del Cauca", donde se hizo en parcelas establecidas de la Colección de Trabajo de Plantas Medicinales del Centro Experimental CEUNP en condiciones del departamento del Valle del Cauca, se tomaron muestras del material vegetal mediante el corte manual en un marco de $0,25m^2$; se separaron hojas, tallos y flores de cada especie. Se determinó el porcentaje de materia seca y se acondicionó para el proceso de extracción de aceite esencial mediante arrastre con vapor. A los aceites obtenidos se les midió la densidad, y el índice de refracción, y al de mayor rendimiento en cada especie se le determinó la composición química mediante cromatografía de gases acoplada a masas. Los mayores rendimientos de aceite esencial se presentaron en las hojas de las cinco especies; los compuestos químicos más representativos fueron Elemicina (40,11%) en Estragón, el β -Himachaleno (53,98%) en Altamisa, trans- β -Cariofileno (22,18) en Salvia Roja, α -Bisabolol (15,79%) en Orozúl y 1,8- Cineol (Eucaliptol) (23,34%) en Albahaca. Las propiedades físicas fueron coherentes con la presencia de los compuestos químicos encontrados. Todos los aceites

esenciales presentan potenciales usos agroindustriales, que varían de acuerdo con la especie y con sus componentes, desde usos en el sector de fragancias, cosmético, medicinal, alimenticio, hasta usos en el sector agrícola.

Flores et al. (1999) realizaron el estudio de “Aceites esenciales con actividad cito tóxica como indicador de propiedades insecticidas” que trata sobre la extracción y evaluación de la toxicidad general contra artemia salina de aceites esenciales de especies vegetales aromáticas. Los aceites fueron obtenidos mediante destilación por arrastre de vapor de diferentes órganos: partes aéreas (hojas y tallos) y dermis de cítricos (cáscara). Como indicador de toxicidad se ha calculado la dosis letal media (DL-50) de los aceites contra el camarón salino, considerando que la evaluación biológica contra *A. Salina* es también utilizada como una prueba preliminar orientada al descubrimiento de nuevos insecticidas y dado que todos los aceites en estudio han presentado valores de DL-50 menores de 100ppm, podríamos indicar que los aceites estudiados son potenciales insecticidas naturales y considerando sus índices de toxicidad presentaron el siguiente orden: Ruda graveolens (Ruda, DL-50=2,7ppm), aceite de Wakataya saiko (Wakataya, DL-50=3,9ppm), *Cariophyllus aromaticus* (clavo, DL-50=33,9ppm), *Juniperus communis* (Pino, DL-50=38,5ppm), *Piper sp.* (Matico, DL-50=41,3ppm) y *Eucaliptus glogulus* (Eucalipto, DL-50=85,6ppm).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2.2.1.1 Clasificación taxonómica

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1944). Esto fue corroborado por Gandarillas (1979), quien indica que su área de dispersión geográfica es bastante amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre.

La quinoa es una planta de la familia *Chenopodiaceae*, género *Chenopodium*, sección *Chenopodia* y subsección *Cellulata*. El género

Chenopodium es el principal dentro de la familia *Chenopodiaceae* y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies (Giusti, 1970).

2.2.1.2 Descripción botánica

Era un cultivo muy importante para los incas, quienes la llamaron “La madre del grano”, *chisiya mama* en quechua, la lengua nativa de los incas (National, 1989). La domesticación de la quinua se llevó a cabo al menos hace 8000 años en el altiplano de los Andes cerca del Lago Titicaca (Pearsall, 1992). Hoy en día, la quinua es cultivada principalmente en la región andina, desde Colombia hasta la zona norte de la Argentina, siendo Perú y Bolivia los más importantes productores. La quinua es una planta anual, dicotiledónea, y por lo general de alrededor de 1-2 m de altura. La planta puede ser ramificada y no ramificada, dependiendo de la variedad, y pueden ser de color verde, amarillo, rojo o púrpura. La inflorescencia (panícula) puede ser *amarantiforme* o *glomeruliforme* (Tapia et al., 2007). Las flores son pequeñas, y auto-fértiles.

En el altiplano andino, los diversos sistemas de producción donde crece la quinua son conocidos como *aynokas* (campos comunales), *waru warus* (camas altas), canchas (campos rodeados por muros de piedra), *cochas* (lagos pequeños alrededor de los campos) y andenes (terrazas). La quinua se siembra después de la rotación de cultivos de la papa, a veces en los campos de otros cultivos. En los valles, la quinua es sembrada en asociación con frijol, papa, cebada y tubérculos andinos, sobre todo para evitar los riesgos de factores climáticos adversos como sequías, heladas, granizo, la alta salinidad y las inundaciones (Mujica et al., 2003).

2.2.1.3 Variedades de quinua

Según Gómez y Aguilar (2016) es importante considerar la adaptación de las variedades a las diferentes condiciones de clima y altitud; si bien la quinua tiene amplia adaptación como especie, muchas variedades tienen adaptación muy específica a ciertos ambientes.

En algunos ambientes crecen vegetativamente sin llegar a fructificar o son de ciclos tan cortos que están listas a cosechar en pleno periodo de lluvias con

bajos rendimientos y calidad de granos. Por lo tanto, la elección de la variedad es muy importante.

Los criterios de elección pueden ser muchos y con diferentes prioridades, pero destacan:

- Alto rendimiento. Es la primera razón por la que se elige una variedad.
- Madurez. Las variedades precoces o semiprecoces rinden menos que las variedades tardías, aunque ofrecen un mecanismo importante para escapar de enfermedades, bajas o altas temperaturas, sequías, y baja disponibilidad de nutrientes en el suelo. Las variedades tardías necesitan condiciones favorables durante la época de crecimiento, que generalmente no se presenta en todas las situaciones.
- Área de adaptación. La variedad debe estar adaptada a la zona en la que se va producir. Cada zona tiene sus propias características de clima, suelo, población patógena, etc.
- Mercado-calidad. Asociado con el color de los granos, contenido de proteína del grano, contenido de saponina del grano, tamaño de grano y otros que demande el mercado y el uso final de la quinua.
- Altura de la planta. Plantas entre 1 y 1,2 m o aquella altura que no dificulte la aplicación de prácticas culturales y facilite el proceso de cosecha.
- Resistencia al tumbado o acame. El tumbado reduce el rendimiento y la calidad del grano, además de incrementar los costos de cosecha.
- Resistencia al desgrane. Las variedades que se desgranar antes y durante la cosecha no solo tienen menor rendimiento, sino que causan problemas posteriores tales como la presencia de plantas voluntarias en el siguiente cultivo.
- Resistencia a enfermedades y plagas. Es un factor esencial en la elección de la variedad. Reduce los costos de producción en Costa y Sierra.
- Tolerancia a factores climáticos adversos en la sierra (heladas, sequías, granizos) y en la costa (temperaturas altas, suelos salinos, déficit de agua).
- Otros: maduración uniforme de los granos en la panoja y de las plantas.
- Quinuas con hábito de ramificación simple.

Las variedades comerciales de quinua han sido seleccionadas dentro de los grupos agroecológicos que se describen a continuación, los cuales presentan características específicas propias del ambiente en el que evolucionaron y fueron domesticadas.

Es importante considerar esta información general para elegir la variedad a sembrar.

- a) Quinuas del nivel del mar: Se las encuentra en la zona de Linares y Concepción (Chile) a 36° latitud sur. Son plantas más o menos vigorosas, de 1,0 a 1,4 m de altura, son ramificadas y producen semillas transparentes de color crema (tipo chullpi). Estas quinuas tienen similitud morfológica con la especie *Chenopodium nuttalliae* (Huahzontle) cultivada en México a 20° de latitud norte.
- b) Quinuas de los valles: Son aquellas quinuas que han evolucionado en los valles interandinos de la región andina comprendidos entre los 2500 a 3500 m.s.n.m. Estas quinuas generalmente tienen plantas altas que pueden sobrepasar los 2,4 m de altura y son ramificadas con inflorescencias o panojas laxas a intermedias. Algunas variedades de quinua de los valles tienen resistencia, mayormente cuantitativa, al mildiu (*Peronospora variabilis* = *Peronospora farinosa*); la enfermedad más importante de la quinua.
- c) Quinuas del Altiplano: Estas quinuas han evolucionado en las amplias planicies del Altiplano peruano boliviano, circundante al lago Titicaca, en zonas comprendidas mayormente entre los 3600 y 4000 m.s.n.m.

Es en esta área donde se encuentra la mayor variabilidad de la quinua, de características morfológicas, agronómicas, fisiológicas, nutritivas y de usos. A este grupo pertenecen la mayor parte de las variedades tradicionales y variedades comerciales que se caracterizan por la predominancia de plantas sin ramificación o de tallo simple con una panoja terminal compacta, con altura de planta en un rango de 0,5 a 1,5 m y una gran susceptibilidad a la enfermedad del mildiu.

En el caso del Perú, considerando la cercanía al lago Titicaca (efecto termorregulador) y a la altitud se consideran los siguientes sub-grupos:

- Sub Grupo sin pigmentación o denominadas blancas: sembradas alrededor del Lago Titicaca, son plantas verdes, con semillas blancas, menor tolerancia a las heladas y buen potencial de rendimiento.
 - Sub Grupo witullas, wilas, wariponchos, sembradas a distancia intermedia del lago a altitud en zona suni (3500 – 4000 m.s.n.m.), se caracterizan por su tolerancia a las heladas y a variaciones muy contrastantes de temperatura entre el día y la noche.
 - Sub Grupo kcoitos: sembradas a distancias más lejanas al lago y en zona puna (más de 4000 m.s.n.m.), son quinuas con apariencia muy similar a las quinuas silvestres o ajaras con semillas duras de color gris y muy tolerantes a las extremas condiciones ambientales.
- d) Quinuas de los salares: Grupo que evolucionó en las altas planicies del sur de Bolivia conocida como salares. Son zonas desérticas con cerca de 300 mm precipitación. Estas quinuas tienen una morfología similar a las quinuas del altiplano.

Se caracterizan principalmente por el tamaño grande de sus granos mayores a 2,2 mm de diámetro y algunas de sus variedades se conocen como “Quinoa Real”.

Predominan las quinuas con granos con un grueso pericarpio y alto contenido de saponina.

- e) Quinuas de las yungas: Un grupo de quinuas adaptadas a las condiciones de las Yungas de Bolivia, en altitudes de 1500 a 2000 m.s.n.m. Son quinuas con plantas con tendencia a hábito ramificado, con altura de planta alrededor de los 2,20 m, de color verde intenso en la etapa de crecimiento vegetativo y color naranja intenso en la fase de floración y con granos de color naranja.

2.2.1.4 Variedades comerciales peruanas

Según Gómez y Aguilar (2016) la **figura 1** representa una relación de variedades comerciales peruanas con una descripción general relacionada con su contenido de saponina, color y tamaño de grano y la región de cultivo en el Perú. De estas, algunas son más cultivadas y se describen en mayor detalle, considerando su origen.

Para ello es importante conocer las partes del grano de la quinua:

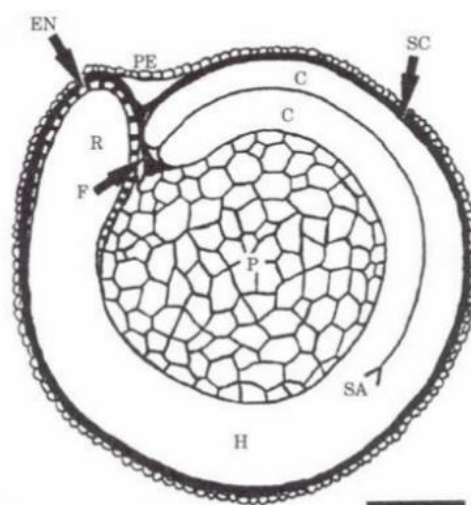


Figura 1: Sección longitudinal media del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Gómez y Aguilar, 2016)

Descripción: PE-Pericarpio (Saponina), SC-Cubierta de la semilla, EN-Endospermo, C-Cotiledones, H-Hipocótilo, SA-Ápice del meristemo, R-Radícula, P-Perisperma (Almidón), F-Funículo.

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endospermo, de forma poligonal con paredes delgadas, rectas y con grandes agregados de almidón, estos agregados están compuestos por miles de gránulos de almidón individuales, de forma hexagonal en la mayoría de los casos.

Tabla 1: Variedades comerciales peruanas y características principales de calidad y región de adaptación.

NOMBRE	CONTENIDO SAPONINA	COLOR DE GRANO		TAMAÑO	REGIÓN RECOMENDADA
		PERICARPIO (capa-fruto)	EPISDERMA (capa-semilla)		
INIA 431-ALTIPLANO	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, costa
INIA 427-AMARILLA SACACA	Mucha	Amarillo	Blanco	Grande	Valles interandinos
INIA 420-NEGRA CCOLLANA	Nada	Gris	Negro	Pequeño	Altiplano, valles interandinos, costa
INIA 415 PASANKALLA	Nada	Gris	Rojo	Mediano	Altiplano, valles interandinos, costa
ILLPA INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
SALCEDO INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, valles interandinos, costa
QILLAHUAMAN INIA	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
AYACUCHANA INIA	Regular	Crema	Blanco	Pequeño	Valles interandinos
AMARILLA MARANGANÍ	Mucha	Anaranjado	Blanco	Grande	Valles interandinos
BLANCA DE JULI	Poca	Crema	Blanco	Pequeño	Altiplano
BLANCA DE JUNÍN	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos, costa
CHEWECA	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
HUACARIZ	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
HUALHUAS	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
HUANCAYO	Regular	Crema	Crema	Mediano	Valles interandinos
KANCOLLA	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
MANTARO	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
ROSADA DE JUNÍN	Regular	Crema	Blanco	Pequeño	Valles interandinos
ROSADA DE TARACO	Mucha	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
ROSADA DE YANAMANGO	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos

Fuente: Apaza et al. (2013)

Según Gómez y Aguilar (2016) tenemos:

Variedades de valles interandinos

Amarilla de Maranganí: Planta erecta, poco ramificada, 1,80 m de altura, periodo vegetativo tardío (180-210 días), grano grande color anaranjado (2,5 mm), alto contenido de saponina, potencial de rendimiento de 3500 kg/ha, resistente al mildiu, susceptible a heladas.

Rosada de Junín: Seleccionada en Junín, alcanza una altura promedio de 156 cm. El tallo de colores púrpura y verde y 1,2 m de altura. La panoja es de tipo glomerulada, laxa, de color rosado intenso. Las semillas son blancas, tienen menos de 2 mm de diámetro, de forma redonda, aplanada y bajo contenido de saponina. Esta variedad presenta un ciclo vegetativo de 160 a 200 días.

INIA 427- Amarilla Sacaca: Seleccionada en Cusco, con buena adaptación a la región Cusco y Apurímac, en los valles interandinos comprendidos entre los 2750 hasta los 3650 m de altitud. El rango de altura varía de 160 a 200 cm y su ciclo vegetativo de 160 a 180 días. Las semillas tienen el epispermo de color amarillo anaranjado con un diámetro de 1,6 a 2,2 mm y amargas. Su rendimiento es hasta 2,3 t /ha. Presenta tolerancia al mildiu y la plaga kcona kcona (*Eurisaca melanocampta*) por la forma de su panoja.

Variedades del altiplano

Salcedo-INIA: Seleccionada en la estación experimental de Patacamaya. Introducida en Puno en 1989, es de grano grande de 1,8 a 2 mm de diámetro de color blanco. Periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2500 Kg/ha, tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre.

Kancolla: Grano mediano de 1,6 a 1,9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 Kg/ha, tolerancia intermedia al mildiu, recomendable para zonas alejadas del Lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro.

Chewecca: Grano pequeño de 1,2 mm de diámetro, de color blanco, semidulce, periodo vegetativo 180 a 190 días (tardía). Rendimiento 3000 Kg /ha,

resistente al ataque del mildiu, recomendable para zona Melgar, Lampa, Azángaro, Mañazo y Vilque.

Illpa-INIA: Liberada en el año 1985. Presenta tamaño de grano grande de 1,8 a 2 mm de diámetro, de color blanco, periodo vegetativo de 150 días, rendimiento promedio de 3,083 kg/ha y tolerante al mildiu.

Blanca de Juli: Seleccionada en Juli-Puno, de grano mediano con 1,4 a 1,8 mm de diámetro, de color blanco, semi dulce, periodo vegetativo de 160 a 170 días (semitardía) rendimiento de 2500 kg/ha con tolerancia al mildiu, apta para la zona circunlacustre.

Tahuaco: Granos de 1,5 a 1,7 mm de diámetro, de color blanco, es semi-dulce, periodo vegetativo de 180 a 190 días (tardía), rendimiento promedio de 3000 Kg/ha, resistencia al ataque del mildiu, recomendada para las zonas de Lampa y Azángaro.

Sajama: Es de origen boliviano, es precoz, de grano blanco y grande, de 2 a 2,2 mm de diámetro, es una variedad dulce libre de saponina, de 170 días de periodo vegetativo, llega a una altura de 1,10 m, es susceptible al ataque ornitológico y mildiu por su carácter dulce, tiene un rendimiento de 3000 Kg/ha; se adapta bien en Azángaro, Ayaviri y Lampa.

Witulla: De grano mediano de 1,5 a 1,8 mm de diámetro, es de color morado a rosado, es amarga y se le cultiva por la zona de llave, con rendimientos de 1200 a 1800 Kg/ha, periodo vegetativo de 180 días, resistente al ataque de mildiu.

Pasankalla: El Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA) presentó la variedad INIA 415-Pasankalla, el 2006. Posee alto valor nutricional, excelente calidad de grano para la transformación agroindustrial y con rendimientos superiores al 3000 kg/ha. Es una variedad precoz, cuyo periodo vegetativo solo dura 140 días. El grano tiene el pericarpio color plomo y el epispermo de color castaño-rojo.

INIA 420 Negra Collana: Es un compuesto de 13 accesiones de 12 localidades, comúnmente conocidas como "Quytu jiwras". Su mejor desarrollo se

logra en la zona agroecológica Suni del Altiplano, entre los 3815 y 3900 m.s.n.m., con clima frío seco, precipitación de 400 a 550 mm y temperatura de 4° a 15°C.

La altura de planta varía de 94 a 110 cm, el período vegetativo va del 36 a 140 días.

Las semillas tienen el pericarpio de color plomo y el epispermo de color negro. Se informa de un rendimiento promedio de 3000 kg/ha.

Otras variedades

Bolivia: Sajama, Samaranti, Huaranga, Kamiri, Chucapaca, Sayaña, Ratuqui, Robura, Jiskitu, Amilda, Santa María, Intinayra, Surumi, Jilata, Jumataqui, Patacamaya, Jacha Grano, Kosuña, Kurmi, Horizontes, Aynoq'a, Blanquita.

Ecuador: Tunkahuan, Ingapirca, Cochasqui, Imbaya, Chaucha, Tanlahua, Piartal, Porotoc, Chimborazo Bitter, Imbabura Bitter, Purple y Pata de Venado.

Colombia: Nariño y Dulce de Quitopampa.

Chile: Baer, Lito, Faro Picchaman y Regalona.

Según Mujica et al. (2004) la quinua tiene un alto potencial de rendimiento, es posible aumentar la producción y la productividad mediante el uso de variedades mejoradas, semillas de mayor calidad y prácticas agronómicas más apropiadas, aún sin aumentar el área de producción.

2.2.1.5 Composición y valor nutricional

Según Repo-Carrasco (2014) en la **tabla 2** se muestra la composición química del grano de la quinua. La quinua es una excelente fuente de proteínas, lípidos e hidratos de carbono. El embrión ocupa una mayor proporción de la semilla que en los cereales comunes, por lo que el contenido de proteína y aceite son relativamente altos.

Tabla 2: Composición química de la quinua según diferentes autores.

COMPONENTE	González et al.(1992)	Repo-Carrasco (1992)	Ruales et al. (1992)	Álvarez-Jubete et al. (2009)
Proteína g/100g	11,2	14,4	14,1	14,5
Grasa cruda g/100g	4,0	6,0	9,7	5,2
Fibra g/100g	n.d.	4,0	n.d.	14,2**
Ceniza g/100g	3,0	2,9	3,4	2,7
Carbohidratos g/100g	32,6*	72,6	72,5	64,2

* Contenido de almidón ** Fibra dietaria n.d. = no determinado

Fuente: Repo-Carrasco (2014).

Los valores de fibra dietaria son siempre más altos que los valores de fibra cruda. Cuando se analiza la quinua sin saponinas, da a entender que perdió sus capas externas en el proceso de eliminación de saponinas, y por lo tanto el contenido de fibra reduce.

Barandiarán (2017) menciona el posicionamiento de la quinua como un cultivo estratégico en el Perú para la seguridad y soberanía alimentaria especialmente en zonas de alta vulnerabilidad por el cambio climático. Y un aporte de la quinua a la seguridad alimentaria es la riqueza proteica que contiene, tal como se muestra la **figura 2** en sus distintas variedades:



Figura 2: Contenido de proteína de las principales variedades de quinua.

Fuente: Barandiarán (2017).

2.2.1.6 Producción de granos andinos en el Perú

Según la **figura 3** y **figura 4** la Sierra Sur representa las mayores superficies y volumen de producción de granos andinos en el Perú

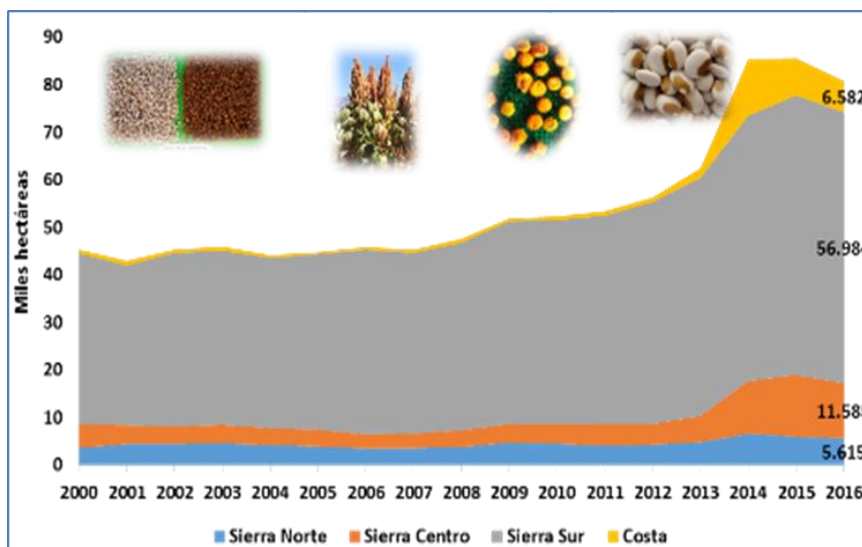


Figura 3: Superficie de producción de granos andinos por grandes regiones en el Perú (Cañihua, Kiwicha, Quinoa y Tarwi).

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – series históricas de producción agrícola 2016.

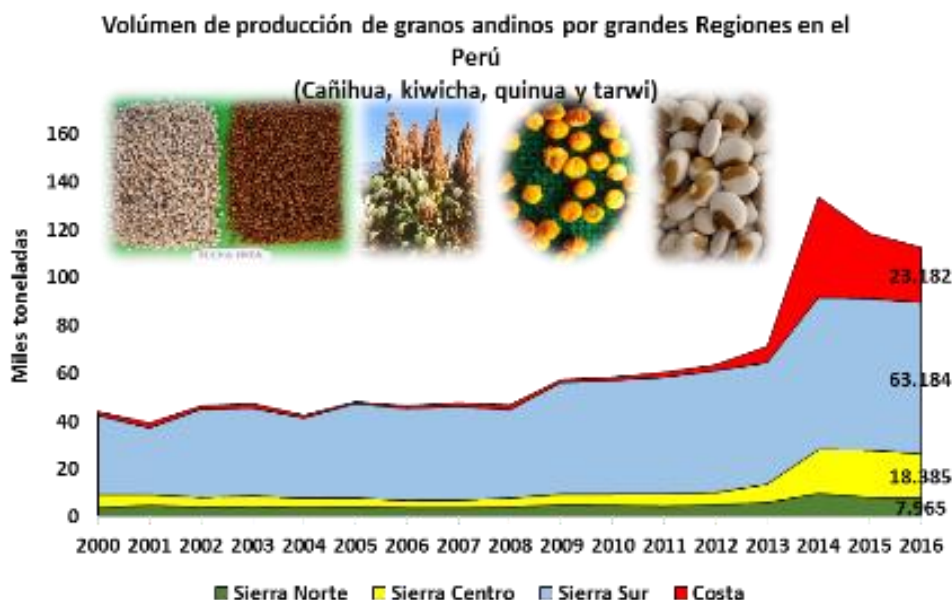


Figura 4: Volumen de producción de granos andinos por grandes regiones en el Perú (Cañihua, Kiwicha, Quinoa y Tarwi).

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – series históricas de producción agrícola 2016.

Barandiarán (2017) realizó la **figura 5** y **figura 6** donde se ve notablemente que la producción de los granos andinos se concentra en manos de pequeños productores y mayoritariamente en condiciones de secano:

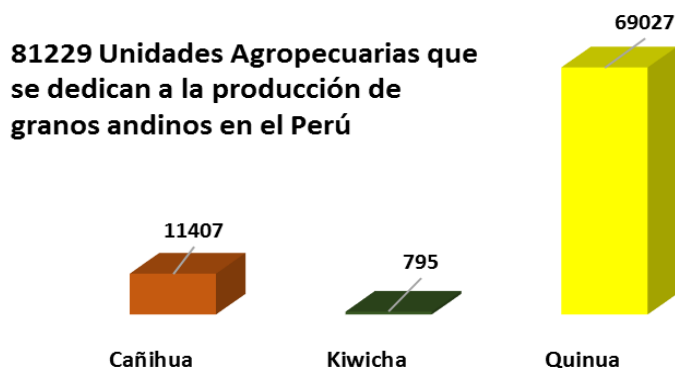


Figura 5: Unidades agropecuarias de producción de granos andinos.

Fuente: Elaborado por Barandiarán (2017) con datos del Censo Nacional Agropecuario 2012.

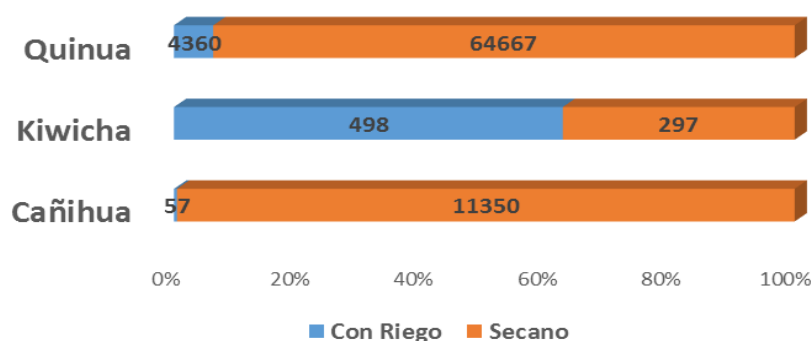


Figura 6: Unidades agropecuarias de producción de granos andinos con riego y en secano.

Fuente: Elaborado por Barandiarán (2017) con datos del Censo Nacional Agropecuario 2012.

2.2.1.7 Fases fenológicas

Gómez (2016) detalla las fases fenológicas de la quinua en condiciones de la costa peruana:

a) Germinación

Las semillas de quinua en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente. El agua es esencial para la iniciación del proceso y el mantenimiento de un metabolismo apropiado. Las

temperaturas del suelo son igualmente importantes para la iniciación del proceso. La primera estructura en emerger es la radícula la cual se alarga hacia abajo dentro del suelo y da inicio a la formación del sistema radicular. El hipocotíleo sale de la semilla y crece hacia arriba y atraviesa el suelo o emerge llevando los cotiledones que se abren y se tornan verdes iniciando el proceso de fotosíntesis. En este estado puede haber daños de pájaros y podredumbre radicular. Se considera una fase crítica ya que es afectado por los estreses de agua y temperatura.

b) Desarrollo vegetativo

Se inicia con la aparición, entre las dos hojas cotiledonales, de la primera y segunda hoja verdadera; las cuales crecen y se expanden en direcciones opuestas, simétricas y perpendiculares a los cotiledones que aún permanecen verdes. Se observan los primordios de la tercera y cuarta hojas en el ápice de crecimiento; antes de que las dos primeras hojas se hayan expandido totalmente, una vez formada la quinta hoja verdadera se observa la formación de yemas en las axilas de las primeras hojas. Alrededor de esta etapa se observa el desprendimiento de las hojas cotiledonales. El crecimiento y desarrollo de hojas sigue este patrón simétrico descrito. En el estado de 10 pares de hojas verdaderas, las yemas axilares de las primeras hojas empiezan a formar las ramas y la planta pierde su simetría en la disposición de las hojas. Se puede observar en general en el ápice de crecimiento, la formación del primordio floral. En algunos genotipos el crecimiento es notoriamente más rápido en esta fase, lo que le da ventaja en la competencia de malezas. Los principales problemas durante el desarrollo vegetativo son el ataque de gusanos de suelo o cortadores de plantas tiernas (*Copitarsia sp*, *Feltia sp*) e insectos de hojas (*Epitrix sp*, *Diabrotica sp*, *Empoasca sp* y otros), además de mildiu y la competencia con malezas.

c) Ramificación

La ramificación se inicia con plantas con cinco pares de hojas verdaderas, por lo que se superpone con el desarrollo vegetativo y el desarrollo de botón floral. Las yemas formadas en las axilas de las primeras hojas se activan en

forma secuencial; iniciándose con la yema axilar de la primera hoja y así sucesivamente. Se nota con mucha nitidez la presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas dando una apariencia cristalina e incluso de colores que caracterizan a los distintos genotipos; debido a la gran cantidad de hojas es la etapa en la que mayormente se consumen las hojas como hortaliza. En esta etapa el área foliar se incrementa significativamente y se puede tener problemas con insectos de hojas y enfermedades foliares como el mildiu.

d) Desarrollo del botón floral

Esta fase fenológica se superpone con la fase de desarrollo vegetativo y con la fase de ramificación y es muy rápida. Es fácilmente reconocible por la aparición del primordio o botón floral en el ápice de la planta, se observa como una estructura compacta protegida por hojas y cubierta por la pubescencia granular vesicular rica en oxalato de calcio. Se hace evidente, alrededor del estado de 5 pares de hojas. Se describe considerando el tamaño del primordio floral desde su aparición hasta la formación de una estructura piramidal que señala el inicio de la formación de la inflorescencia.

e) Desarrollo de la inflorescencia o panoja

Esta fase comprende la formación y crecimiento de la inflorescencia; la estructura piramidal o cónica formada por los primordios de glomérulos empieza a alargarse, haciéndose evidente la formación del eje principal, eje secundario y terciario y el desarrollo de los primordios de glomérulos y la formación de hojas típicas de la inflorescencia, tomando la forma típica de cada tipo de inflorescencia. Se forman las flores y las estructuras reproductivas. La inflorescencia se encuentra cubierta por pubescencia vesicular granular rica en oxalato de calcio con tonos blancos, rosados y púrpuras que contribuyen a la coloración propia de la inflorescencia de cada variedad. En forma similar se desarrollan las inflorescencias en las ramificaciones del tallo. La longitud de la inflorescencia depende del genotipo y del medio ambiente y varía de 15 a 70 cm. Es a partir de esta fase fenológica que se observa el inicio de defoliación en la base de la planta. En esta fase ocurre el ataque de mildiu y el complejo Eurysacca y otros insectos de inflorescencia.

f) Floración

Esta fase se inicia con la apertura de las flores. Las flores hermafroditas y las pistiladas se abren al mismo tiempo y pueden observarse a simple vista, especialmente las flores hermafroditas con anteras amarillas intensas y brillantes. La apertura de las flores, en algunas variedades, se inicia en la flor hermafrodita del ápice del glomérulo y las flores localizadas en diferentes partes del glomérulo, en cualquier parte de la inflorescencia. En otras variedades las flores se abren simultáneamente en diferentes glomérulos a lo largo de toda la panoja. La floración en las panojas de las ramas puede iniciarse durante el periodo de floración de la inflorescencia principal y puede durar más que en la principal. Las flores permanecen abiertas durante 5 a 7 días en promedio y la máxima apertura ocurre entre las 10:00 y las 14:00. En general existe sincronía en la floración, que es un mecanismo importante para tolerar temperaturas extremas durante la floración y asegurar que parte de la inflorescencia pueda tener flores viables. En la misma panoja la floración puede durar de 12 a 15 días. La duración de la floración es variable, en algunas variedades es corta y en otras puede tomar más tiempo. En esta fase el color de las panojas se intensifica, la defoliación de hojas de la base continúa y el cultivo es bastante sensible a las temperaturas extremas y a las sequías.

g) Antesis

Esta fase se superpone con la de la floración. Es la fase de liberación de polen por las flores hermafroditas. Las flores hermafroditas producen abundante polen y se ha observado mucha presencia de insectos, probablemente polinizadores. También el polen es distribuido por el viento. Se calcula una polinización cruzada de alrededor del 17%. Esta fase es muy sensible a las temperaturas extremas y al ataque del complejo *Eurysacca* y el complejo de chinches (*Liorrhysus hyalinus*, *Dagbertus nr fasciatus*, *Dagbertus sp*, *Nysius simulans*).

h) Fruto, crecimiento y estado acuoso

Después de la fecundación los frutos formados empiezan a crecer y desarrollar. El crecimiento se evalúa considerando el tamaño y la proporción

ocupada dentro del espacio formado por el perigonio sepaloide en 25%, 50%, 75% y 100%. Durante esta fase de crecimiento del grano, estos están llenos de una sustancia acuosa por lo que se denomina a esta fase, “estado acuoso”. Se puede observar la formación de las partes constitutivas del fruto, principalmente el de los cotiledones. La duración de este periodo es variable dependiendo de la variedad y del medio ambiente. A nivel de planta se observa la defoliación de hojas en la base de la planta y el cambio de intensidad de color de las inflorescencias.

i) Fruto en estado lechoso

Esta fase se superpone con la del estado acuoso. Los granos formados y con un 100% de su tamaño empiezan a recibir fotosintatos de las hojas, y las partes verdes de las inflorescencias y la sustancia acuosa es reemplazada con una sustancia lechosa. El color del fruto se diferencia al del perigonio sepaloide o envolturas florales y al de los ejes de la inflorescencia. El perigonio sepaloide se va abriendo a medida que el grano va engrosando, notándose los cinco tépalos separados, con apariencia de una estrella y donde se puede distinguir el color del pericarpio. En este estado se aprecia que el tercio superior de hojas está verde, en plena actividad fotosintética y que los 2/3 inferiores están empezando a decolorarse o en proceso de senescencia. En esta fase el ataque del complejo *Eurysacca* y el complejo de chinches (*Liorrhysus hyalinus*, *agbertus nr fasciatus*, *Dagbertus sp*, *Nysius simulans*) en las panojas pueden causar daños considerables, así como el déficit de humedad, las temperaturas extremas pueden afectar significativamente el rendimiento.

j) Fruto en estado masoso

Los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco con apariencia de masa con una humedad aproximada de 45%. En esta fase la planta alcanza la madurez fisiológica. Se inicia un proceso de pérdida de humedad de los granos y la planta hasta alcanzar la madurez de cosecha. Los frutos secos con una humedad aproximada de 20% pueden partirse fácilmente con la uña (estado rayable con la uña) y los granos con 12 – 14% de humedad requieren ser partidos con los dientes (estado frágil bajo el diente). Estos

porcentajes de humedad en los granos de quinua son similares a los observados en los frutos de cereales.

En la **tabla 3** se muestra un ejemplo de la duración de las fases fenológicas de la quinua:

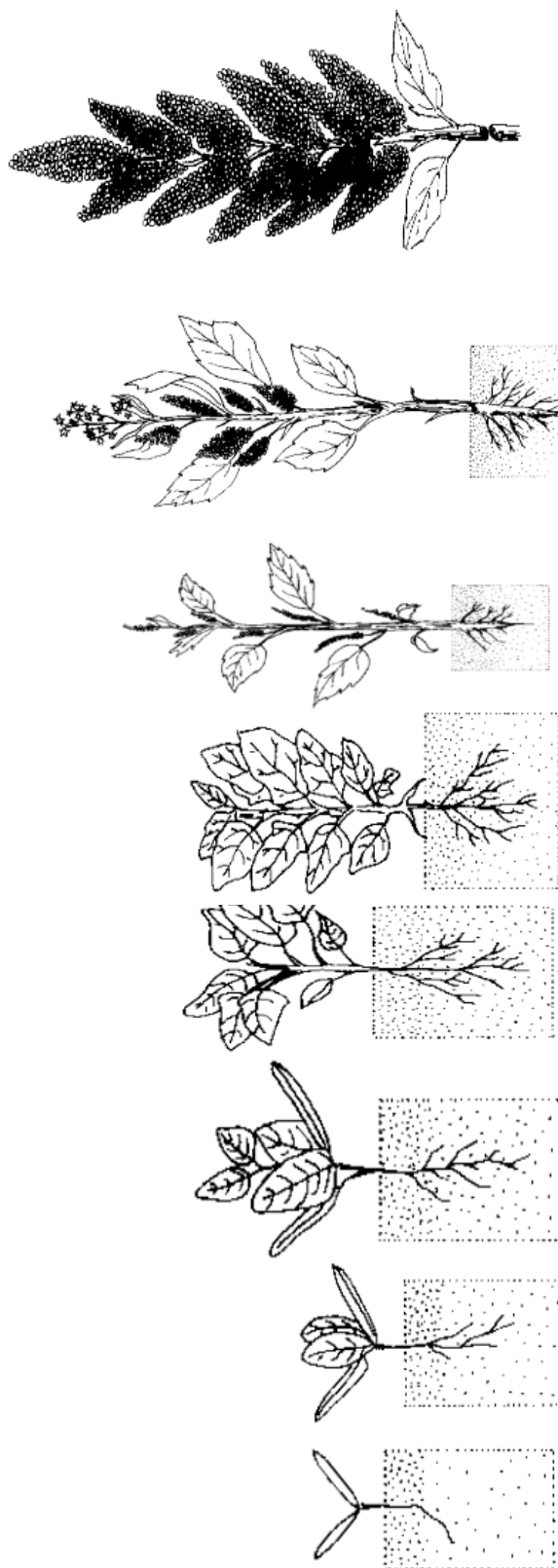
Tabla 3: Valores promedios de la duración de las fases fenológicas de 17 genotipos de quinua en condiciones de la costa peruana.

FASES Y SUBFASES	PROMEDIO/DIAS	RANGO/DIAS
GERMINACIÓN	5	3-8
DESARROLLO VEGETATIVO	33	33-38
RAMIFICACIÓN	33	33-38
DESARROLLO DEL BOTÓN FLORAL	45	31-68
DESARROLLO DE LA INFLORESCENCIA	60	39-97
FLORACIÓN	77	45-132
ANTESIS	82	52-136
CRECIMIENTO Y ESTADO ACUOSO	100	61-147
FRUTO ESTADO LECHOSO	114	70-164
FRUTO ESTADO DE MASA	136	83-190

Fuente: Gómez y Aguilar (2016).

Por otro lado Yzarra y López (2013) plasmaron sus estudios en la **tabla 4**:

Tabla 4: Fases fenológicas de la quinua.



↑ EMERGENCIA	Aparecen las dos hojas cotiledónales en la superficie del suelo.
↑ DOS HOJAS VERDADERAS	Aparecen dos hojas verdaderas extendidas.
↑ CUATRO HOJAS VERDADERAS	Se observa dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledónales, de color verde.
↑ SEIS HOJAS VERDADERAS	Se aprecian tres pares de hojas verdaderas extendidas, las hojas cotiledónales se caen y toman de color el tallo amarillento.
↑ RAMIFICACIÓN	Se nota ocho hojas verdaderas extendidas. Las hojas cotiledónales se caen y dejan cicatrices en el tallo.
↑ PANOJA	Emergen las primeras panojas para luego sobresalir con claridad por encima de las hojas de la planta.
↑ FLORACIÓN	Se abren las primeras flores de la parte apical de la panoja.
↑ GRANO LECHOSO	Los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.
↑ GRANO PASTOSO	Los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco.
↑ MADURACIÓN	Todas las partes de la planta están secas; los granos al ser presionados presentan resistencia.

Fuente: Yzarra y López (2013)

2.2.1.8 Plagas y enfermedades

Según Cruces y Callohuari (2016) elaboraron una guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina, entre las cuales tenemos:

Tabla 5: Plagas insectiles, insectos benéficos, enfermedades aves y malezas que afecta a la quinua en la zona andina.

PLAGAS INSECTILES		
GUSANOS DE TIERRA	<i>Agrotis ípsilon</i> (Gusano cortador)	Las larvas son de actividad crepuscular y nocturna. En sus primeros estadios se alimentan de las hojas inferiores de la planta de quinua; larvas más desarrolladas cortan las plantas por la base. Durante el día permanecen refugiadas en el suelo.
MATICADORES DE FOLLAJE	<i>Spodoptera eridania</i> (Gusano ejército)	Las larvas al emerger se alimentan raspando la epidermis de las hojas. Larvas más desarrolladas consumen vorazmente el follaje, y pueden subir a la panoja para alimentarse de las flores y los granos en desarrollo.
	<i>Spodoptera ochrea</i> (Gusano ejército)	Las larvas al emerger se alimentan raspando la epidermis de las hojas. Larvas más desarrolladas consumen vorazmente el follaje, y pueden subir a la panoja para alimentarse de las flores y los granos en desarrollo.
	<i>Crysoideixis includens</i> (Falso Medidor)	Al emerger, las larvas se alimentan de las hojas realizando comeduras irregulares. Las larvas se ubican en el envés de las hojas.
	<i>Copitarsia spp.</i> (Polilla)	Al emerger, las larvas se alimentan de las hojas realizando comeduras irregulares. En la etapa de panojamiento suben a la panoja para alimentarse de las flores y los granos de formación.
	<i>Epicauta spp.</i> (Escarabajo negro)	Los adultos infestan hojas e inflorescencias tiernas, siendo las infestaciones más intensas entre noviembre y marzo. Durante los veranillos o periodos de sequía o alta insolación. Pueden provocar la defoliación de las plantas.
	<i>Epitrix sp.</i> (Pulguilla saltona)	Los daños se dan en las hojas de la quinua, en especial en plantas pequeñas, se observan numerosos pequeños agujeros circulares, dando la impresión de que las hojas han sido perforadas por tiros de munición fina. Estos agujeros son realizados por los adultos. No se tienen evidencias sobre los daños ocasionados por las larvas en el sistema radicular de este cultivo.

<p>MINADORES DE FOLLAJE</p>	<p><i>Liriomyza spp.</i> (Mosca minadora)</p>	<p>Los adultos son de actividad diurna. Las hembras realizan picaduras con el ovipositor para colocar los huevos o para alimentarse junto con los machos de la savia emanada. Al emerger, las larvas realizan minaduras serpenteantes. Como consecuencia de ello, las hojas pierden capacidad fotosintética y posteriormente se secan y caen. A la germinación de las plantas, los adultos y larvas dañan las hojas cotidionales y tallitos.</p>
<p>PICADORES CHUPADORES</p>	<p><i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Pulgón verde de la papa)</p>	<p>Daños directos: Al formar colonias en el envés de las hojas, brotes e inflorescencias, succionan la savia, produciendo debilitamiento, marchitez y en infestaciones muy intensas el desarrollo del hongo de la fumagina. Daños indirectos: Principalmente por la transmisión de enfermedades virósicas.</p>
	<p><i>Liorhyssus hyalinus</i> (Chinche de la quinua)</p>	<p>Ninfas y adultos son de comportamiento gregario, y succionan la savia de las plantas en crecimiento y de los granos de la panoja en proceso de formación.</p>
	<p><i>Nysius simulans</i> (Chinche diminuta)</p>	<p>Ninfas y adultos succionan la savia de las plantas en crecimiento y de los granos de la panoja en proceso de formación.</p>
	<p><i>Dagbertus sp.</i> (Chinche de la quinua)</p>	<p>Las ninfas emergen y se alimentan de los distintos órganos de la planta de quinua, teniendo como preferencia los granos en proceso de formación, impidiendo su llenado.</p>
<p>INSECTOS DE LA PANOJA</p>	<p><i>Chloridea virescens</i> (Gusano bellotero)</p>	<p>Las larvas al emerger se alimentan de brotes y hojas tiernas. En la etapa de panojamiento se alimentan de las flores y granos en desarrollo.</p>
	<p><i>Helicoverpa quinoae</i> (Polilla)</p>	<p>Las larvas al emerger se alimentan de brotes y hojas tiernas. En la etapa de panojamiento se alimentan de las flores y granos en desarrollo.</p>
	<p><i>Eurysacca melanocampta</i> (Polilla de la quinua Kcona Kcona)</p>	<p>Desde las primeras etapas de desarrollo de la planta, las larvas se comportan como minadoras y pegadoras. A medida que crecen, abandonan las minas para infestar hojas nuevas y brotes. En la etapa de panojamiento, las larvas se localizan en el interior de las panojas, alimentándose de los granos.</p>
	<p><i>Eurysacca quinoa</i> (Polilla de la quinua Kcona Kcona)</p>	<p>Desde las primeras etapas de desarrollo de la planta, las larvas se comportan como minadoras y pegadoras. A medida que crecen, abandonan las minas para infestar hojas nuevas y brotes. En la etapa de</p>

		panojamiento, las larvas se localizan en el interior de las panojas, alimentándose de los granos.
	<i>Herpetogramma bipunctalis</i> (Gusano telarañero)	Las larvas se alimentan de las hojas tiernas y de las brácteas de las flores. Posteriormente forman cámaras (uniendo hojas, flores o granos con hilos de seda) alimentándose en el interior de ellas. Las panojas infestadas dan el aspecto de estar apretadas.
	<i>Spolodea recurvalis</i> (Gusano telarañero)	Las larvas destruyen hojas e inflorescencias. Se observan hojas y ramillas plegadas, dando la apariencia de estar apretadas en la porción apical de la planta.
INSECTOS BENÉFICOS		
DEPREDADORES	Coccinélidos	Son importantes depredadores de pulgones y otros insectos de cuerpo blando como trips, huevos y larvas pequeñas de lepidópteros.
	Chinches	Las chinches pequeñas se comportan como depredadores de huevos y larvas pequeñas. Asimismo, pueden alimentarse de otros artrópodos pequeños como trips y pulgones. Chinches robustas se alimentan de larvas desarrolladas de lepidópteros.
	Neurópteros	Son importantes depredadores de pulgones y otros insectos de cuerpo blando como trips, huevos y larvas pequeñas de los lepidópteros.
	Sírfidos	Sus larvas son vivaces depredadores de pulgones y otros insectos de cuerpo blando.
	Carábidos	Se alimentan de las larvas que habitan en el suelo como los gusanos de tierra, grillos y de aquellas larvas que bajan al suelo a empupar.
PARASITOIDES	Moscas Tachinidae	<i>Archytas marmoratus</i> es un parasitoide de larvas de gusanos de tierra como <i>Agrotis ípsilon</i> . <i>Comatacta variegata</i> , <i>Winthemia reliqua</i> , <i>Eucelatoria australis</i> son parasitoides de diferentes especies de larvas de polillas como <i>Spodoptera spp</i> , <i>Chloridea spp</i> .
	Avispas	Entre las avispas más conocidas están las del género <i>Campoletis sp.</i> que parasitan diferentes especies de polillas. Como parasitoides de pulgones están: <i>Aphidius matricariae</i> , <i>A. colemani</i> , <i>Lysiphlebus testaceipes</i> y <i>Praon volucre</i> . Como parasitoides de <i>E. melanocampta</i> se citan a: <i>Phytomyptera sp.</i> (<i>Tachinidae</i>),

		<i>Apanteles</i> sp., <i>Earinus</i> sp. (<i>Braconidae</i>) y <i>Diadegma</i> spp (<i>Ichneumonidae</i>).
ENFERMEDADES		
MILDIU DE LA QUINUA	<i>Peronospora variabilis</i>	Los síntomas iniciales aparecen en las hojas como manchas pequeñas de forma irregular cuya coloración puede ser clorótica o amarilla, rosada, rojiza, anaranjada o parda, dependiendo del color de la planta. A medida que progresa la enfermedad estas manchas se unen, la hoja se torna clorótica y posteriormente se cae. La planta puede quedar enferma en casi la totalidad de sus hojas, defoliarse completamente y detener su crecimiento.
CHUPADERA FUNGOSA	<i>Pythium</i> sp., <i>Fusarium</i> sp. <i>Rhizoctonia solani</i>	Los síntomas característicos de la enfermedad se presentan en la fase cotiledonal (emergencia) con un estrangulamiento en el tallo de las plántulas a nivel del suelo. El estrangulamiento avanza, y al no haber circulación de nutrientes y agua en el tallo, se produce la caída masiva de las plántulas. Los síntomas pueden presentarse también en pre emergencia, pudriendo la radícula. La enfermedad avanza hasta podrir completamente la semilla. Las “fallas” se presentan en grupos a lo largo de los surcos, que frecuentemente son atribuidos a problemas mecánicos al momento de la siembra.
MOHO VERDE	<i>Clasporium</i> sp.	Los síntomas iniciales aparecen en las hojas basales como pequeñas manchas de color verde, a manera de una esporulación felposa sobre el haz. A medida que progresa la enfermedad, estas manchas se unen cubriendo la totalidad de la hoja sobre la cual se observa una abundante esporulación. Posteriormente la hoja se amarilla y cae. Por la acción del viento, la enfermedad sube de las hojas a la panoja, ocasionando el enmohecimiento parcial o total de la panoja.
MANCHA OJIVAL DEL TALLO	<i>Phoma</i> sp.	El hongo afecta principalmente los tallos y peciolo, en menor grado hojas, ramas y pedúnculos florales, causando estrangulamiento y muerte. Los tallos presentan lesiones ojivales de color gris claro en el centro y bordes marrones, rodeados de un halo de apariencia vítrea. En el interior de las lesiones se pueden notar puntitos negros que corresponden a las picnidias del hongo.

CERCOSPORIASIS	<i>Cercospora sp.</i>	Los síntomas iniciales son manchas necróticas en las hojas, de forma más o menos circular a irregular. Cuando los ataques son severos se produce una intensa defoliación y por lo tanto se reduce la capacidad fotosintética, y si la panoja está en formación afecta la calidad de los granos.
PUDREDUMBRE MARRÓN DEL TALLO	<i>Phoma exigua var. Foveata</i>	Los síntomas iniciales son manchas pequeñas ubicadas en el tercio superior del tallo. En estos órganos se observan lesiones, de color marrón oscuro y bordes de aspecto vítreo, que pueden abarcar todo el diámetro del tallo. En el interior de estas lesiones, se pueden observar puntos negros llamados picnidios. Este hongo reblandece el tejido, y el tallo suele doblarse y puede quebrarse con facilidad en los puntos de infección. Si la planta ya tenía formada la panoja ocasiona la caída de los granos.
OJO DE GALLO	<i>Passarola dubia</i>	Los síntomas iniciales se presentan en las hojas inferiores a manera de pequeñas lesiones de color marrón claro, aumentando de tamaño a medida que crece la infección. Las porciones externas de la lesión son de color marrón o rojizo, según el color de la planta. Posteriormente se desprenden dando lugar a perforaciones.
BACTERIOSIS	<i>Pseudomonas sp.</i>	Los síntomas de la enfermedad son pequeñas manchas irregulares, humedecidas al comienzo, tanto en hojas como en tallos. Las manchas en hojas se tornan posteriormente de un color marrón oscuro y las del tallo se necrosan, dejando lesiones profundas. También se observa un ataque sistémico, en tal caso todo el tallo toma un aspecto vítreo y una consistencia fofo y las hojas presentan necrosis apical.
VIROSIS		Amarillamiento parcial o generalizado. Estos síntomas, dependiendo de la concentración del virus, se hacen visibles desde fases tempranas y se acentúan a medida que las plantas desarrollan. Por lo general, estos síntomas están acompañados de hojas coriáceas y en algunos casos se observa un acortamiento de entrenudos.
AVES		
AVES PLAGA	<i>Patagioenas maculosa, Zenaida auriculata, Z. meloda,</i>	Se dan a alimentarse directamente de los granos en la misma panoja; ocasionan la caída de granos o ruptura de los pedicelos

	<p><i>Metriopelia melanoptera</i> y <i>M. cciliae</i>, <i>Sporagra atrata</i>, <i>Sicalis uropygialis</i> y <i>Zonotrichia capensis</i></p>	<p>de los glomérulos; ocasionan el tumbado de plantas, exponiendo los granos a otros agentes dañinos. También causan daños a nivel de plántulas, arrancando los cotiledones.</p>
MALEZAS		
<p>MALEZAS DE HOJA ANCHA</p>	<p>Especies de la familia: <i>Amaranthaceae</i> (<i>Parientes de la quinua</i>), <i>Solanaceae</i>, <i>Asteraceae</i>, <i>Brassicaceae</i>, <i>Potulacaceae</i>, <i>Plantaginaceae</i>, <i>Euphorbiaceae</i>, <i>Papaveraceae</i>.</p>	<p>El periodo crítico de la presencia de malezas ocurre durante el establecimiento del cultivo, es decir desde la emergencia hasta el aporque.</p>
<p>MALEZAS DE HOJA ANGOSTA</p>	<p><i>Gramíneas</i></p>	<p>Cuyas fuentes de propagación son los estolones.</p>
	<p><i>Malezas ciperáceas</i></p>	<p>Cuya fuente de propagación son los bulbos que son las más difíciles de erradicar.</p>

Fuente: Cruces y Callohuari (2016).

PROINPA (2013) señala entre las plagas de mayor importancia económica se encuentran la polilla de la quinua (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) y el complejo ticonas (*Copitarsia turbata*, *Feltia* sp, *Heliothis titicaquensis*, *Spodoptera* sp). (Saravia y Quispe, 2005), Las pérdidas ocasionadas por estas plagas pueden oscilar entre un 5 a 67%, con un promedio de 33,37 % en el altiplano sur y entre 6 a 45% en el altiplano centro, con un promedio de 21,31%.



Figura 7: Larvas de la polilla y complejo ticonas.

2.2.2 Kcona kcona (*Eurysacca melanocampta* Meyrick 1917)

2.2.2.1 Morfología de la especie

Según Ochoa et al. (2013):

a) Huevos:

De forma ovoide de superficie lisa, coloración blanco cremoso, (0,6 mm de longitud y 0,3 mm de ancho).

b) Larva:

Cabeza 1,9 mm de ancho, cuerpo de 9,3 mm de longitud y 17 mm de ancho. La coloración que presenta es la siguiente:

- Cuerpo verde con máculas castaño claras y oscuras, en disposición longitudinal, en las áreas subdorsales y supraespiraculares.
- La cabeza, escudo protorácico y placas anales esclerosadas, marrón oscuras, espiráculos pequeños y negros, espuripedios con 28 ganchos biordinales uniseriados en disposición circular. Los stemapodós con los ganchos biordinales uniseriados en disposición semicircular.
- La cabeza vista de frente más ancha que larga, triángulo cervical escotado, área frontal algo divergente, epicraneum dilatado, frente triangular alargada, suturas adfrontales bien delimitadas ocelos, dispuesto en semicírculo.
- Quetotaxia: adf1 y adf2, en la misma línea vertical. (figura 8,e)
- Mandíbulas esclerosadas, con 6 dientes agudos, palpo maxilar característico, antena con sensillum trichodium alargado, espineret alargado, tubular de extramo romo. (figura 8, g, h, i, j).
- Protorax: Setas Ia, Ib y Ic, así como IIa, IIc, dentro del escudo protorácico, setas III, IV y V dentro de un pinaculum.

De igual forma las setas VI y VII. El espiráculo circular pequeño. (figura 8, f).

- Mesotorax: Setas Ia con pinaculum independiente, cerca al margen dorsal Ib y IIb, perpendiculares, dentro de un pinaculum, III y VI próximas al margen caudal finalmente IV y V dentro de un pináculo cercano al espiráculo. (figura 8, f).
- Metatorax: Setas Ia y Ib, perpendiculares Ic y IIc dentro de un pinaculum IV y V, dentro de un pinaculum, próximas al margen cefálico. La seta III cerca al espiráculo. (figura 8, f).

- Abdomen: Setas I, II y IIIa, muy cerca al espiráculo IV y V, dentro de un pinaculum.

c) Pupa:

De aspecto similar a otros Gelechidae, longitud 8,1 mm y ancho 1,9 mm, coloración marrón oscuro, aspecto subcilíndrico, comprimido dorso ventralmente en la región cefálica e intersticial, ojos subcirculares, primer par de podotecas más pequeños que los palpos labiales.

Las podotecas, ceratotecas y pteroteas sobrepasan la mitad del quinto segmento abdominal en los machos y el sexto segmento abdominal en las hembras. Extremo caudal dilatado, cremaster indiferenciable (podría estar sustituido por numerosas cerdas alargadas). (figura 8, k).

d) Adulto:

Polillas pequeñas, 7,7 mm de longitud y 16 mm de expansión alar, cabeza pequeña, cubierta de escamas, palpos labiales bisegmentados, antenas filiformes, sobrepasan la mitad del cuerpo, presentan una coloración general pardusco, alas sin ornamentaciones características, tibia del segundo par de patas, con dos espolones basales, tibia de las patas posteriores, con dos espolones intersticiales y dos basales. (figura 8, a).

- Genitalia del macho, con las valvas alargadas, delgadas, procesos saculares externos, alargados de extremo ligeramente globoso, (en forma de mazo) cubierta de numerosas sedas erectas, procesos saculares internos alargados recurvados con el extremo en forma de pico agudo, con numerosas sedas erectas. Uncus con dos procesos membranosos convexos gnatos dilatado, determinado en punta, sacus dilatado, determinado en una base recta, el edeago tubular, alargado, con el extremo apical, terminado en un cornuti esclerosado en forma de gancho (figura 8, b, c).
- Genitalia de la hembra, con la bursa copulatrix sub, globosa, signus bursae pequeño emarginado (variable en forma), ductus bursae pequeño corto tubular apófisis anteriores divergentes, de orientación lateral, apófisis posterior más largos sub paralelos, papila analis tubular de extremo terminal espatulado, pubescente. (figura 8, d).

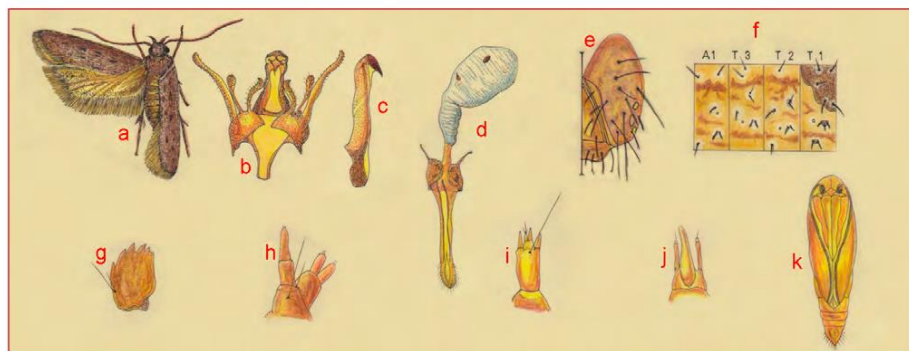


Figura 8: La polilla de la quinua (*Eurysacca melanocampta*).

Descripción: a)Adulto; b)Genitalia del macho; c)Edeagus; d)Genitalia hembra; e)Cabeza de la larva; f)Mapas Setales; g)Mandibula; h)Palpos labiales; i)Antena; j)Spinneret; k)Pupa.

2.2.2.2 Biología y comportamiento

Según Ochoa et al. (2013) esta especie tiene una actividad nocturna y crepuscular, la postura de huevos la realiza en los glómérulos tiernos y axilas de las inflorescencias de la quinua. Estos huevos son colocados en grupos de 2, 3, 4, 5 y 12, los cuales permanecen unidos por una sustancia mucilaginosa.

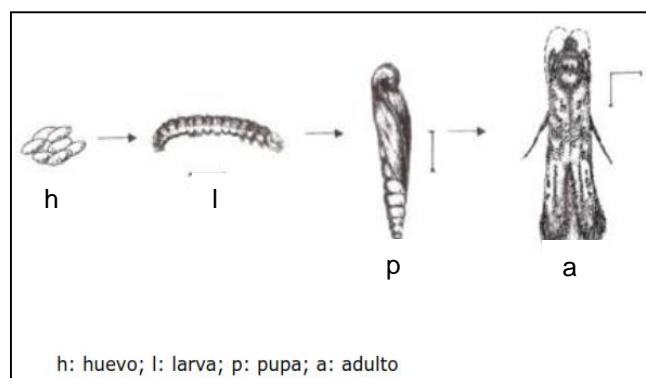


Figura 9: Ciclo biológico de la Kcona kcona.

Fuente: Flores Martínez et al. (2010).

El potencial biótico de esta especie, expresado por el número de huevos viables, fue de un promedio de 26 huevos por hembra y de 200 huevos incubados experimentalmente, se comprobó que el 100% de estos lograron eclosionar. Las larvas eclosionadas se alimentan del parénquima de las hojas y posteriormente atacan las inflorescencias, destruyendo los granos (semillas de la quinua).

Una característica de las larvas es su modo de desplazamiento rápido a través de un hilo de seda. Se observó que el ataque de esta plaga es más intenso en periodos de sequía, con temperaturas relativamente altas.

Los adultos en condiciones de laboratorio, presentaron una longevidad mínima de 13 días y máxima de 32 días, tal como se muestra en:

Tabla 6: Duración de los distintos estadios de desarrollo, en la biología de *Eurysacca melanocampta*, en condiciones experimentales de laboratorio.

ESTADÍOS	N° DE OBSERVACIONES	DURACIÓN EN DÍAS		
		MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO
Huevo	50	9	12	9,52
Larva i	50	8	12	7,56
Larva ii	50	6	9	5,92
Larva iii	50	5	7	6,08
Larva iv	50	5	8	6,04
Larva v	50	16	27	22,28
Pupa	20	24	42	30,65
Adulto	20	13	32	24,8
TOTAL	340	86	142	112,85

Fuente: Ochoa et al. (2013).

Cruces y Callohuari (2016) nos proporcionan la siguiente información:

➤ Descripción:

Adulto: De coloración gris parduzco de aspecto alargado. Cabeza relativamente pequeña.

Larvas: En los primeros estadios es amarillenta con manchas poco marcadas. En el estado final, la cabeza es amarillo claro a marrón oscuro.

Huevos: Son aplanados, amarillento rojizos, lisos.

➤ Comportamiento y daños:

Desde las primeras etapas de desarrollo de la planta, las larvas se comportan como minadoras y pegadoras. A medida que crecen, abandonan las minas para infestar hojas nuevas y brotes. En la etapa de panojamiento, las larvas se localizan en el interior de las panojas, alimentándose de los granos.

➤ Condiciones favorables para la plaga:

Presencia de malezas.

Siembras durante todo el año sin rotación de cultivos.

➤ Época en la que aparece la plaga:

Bajo condiciones de costa, durante todo el año, con mayor incidencia en los meses de primavera y verano. En la sierra, aparece desde la emisión de las 6 hojas verdaderas hasta la etapa de panojamiento, entre verano y otoño.

➤ Fuentes de infestación:

Malezas.

Residuos de cosecha.

Campos vecinos.

➤ Estrategias de control:

*Para evitar la presencia de la plaga es necesario:

Riego de “machaco” o de pre siembra.

Labranzas profundas.

Mantener el campo libre de malezas.

Rotación de cultivos.

Utilizar trampas de melaza para detectar las primeras infestaciones.

*Cuando la plaga esté presente es necesario:

Utilizar insecticidas de bajo impacto cuando la infestación supere el umbral de acción.

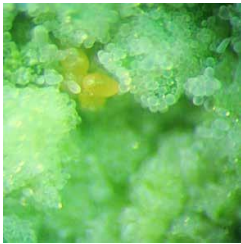



		
<p>HUEVOS</p>		
<p>HUEVOS</p>	<p>LARVAS</p>	<p>ADULTO</p>

Figura 10: Estados de desarrollo del Kcona kcona.

Fuente: Cruces y Callohuari (2016).

2.2.3 Plantas con efecto insecticida

Apaza y Chalco (2017) describen que las plantas biocidas y repelentes tienen características propias y especiales como: Astringente (constreñir, etc.), picantes, repugnantes, amargos y productos químicos naturales que permiten controlar todo el complejo de plagas y enfermedades de cultivos dependiendo de su variedad y dosis (cantidad); es decir, por sus propiedades especiales son capaces de causar la muerte, repeler o disminuir las poblaciones de insectos-plaga o el control de las enfermedades, actuando de diversas maneras:

Tabla 7: Efectos de algunas plantas biocidas.

PLANTA BIOCIDA	NOMBRE CIENTÍFICO	EFFECTOS
Ajenjo	<i>Artemisa sp.</i>	Repelente: larvas, hormigas, pulgones.
K'amasaire	<i>Nicotiana Undulata</i>	Insecticida: todo tipo de insectos, fungicidas (hongos), herbicida.
Muña	<i>Minthostachis sp.</i>	Repelente
Altamisa	<i>Franseria artemisioides</i>	Para todo tipo de insectos y plagas, larvas de Kcona Kcona.
Sasawi	<i>Leuseria lacinata</i>	Para larvas hormigas y pulgones.
Jarilla	<i>Helianthemum chamaecistus</i>	Larvas de Kcona Kcona, hormigas y pulgones.
Ruda	<i>Ruta graveolents</i>	Hormigas, pulgones, larvas.
Rocoto	<i>Capsicum sp.</i>	Insecticida, mosca, polilla, epitrix, trips, gusanos cortadores, larvas de Kcona Kcona.
Tarwi	<i>Lupinus mutabilis</i>	Insecticida, pulgones.
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Repelente, controlador natural de plagas.

Fuente: Apaza y Challco (2017).

Las plantas biocidas y repelentes también sirven de abono, de alimento para la raíz y follaje; son fungicidas (matan hongos) e insecticidas (matan insectos); tienen propiedades hormonales (excitadores) y otros, reguladores de crecimiento, etc. Las plantas biocidas y repelentes, están en nuestra comunidad, junto a nosotros. Hasta el momento se conocen más de 400 plantas entre insecticidas, reguladores, repelentes, atrayentes, acaricidas, garrapaticidas, fungicidas, raticidas, herbicidas, etc.

Tabla 8: Principios activos de algunas plantas con propiedades biocidas.

PLANTA	NOMBRE CIENTIFICO	PRINCIPIO ACTIVO	CONTROL
Ajenjo	Artemisa sp	Cineol, Tuyona	Babosas, Pulgas
Aji	Capsicum sativus	Capsaicina, alcaloides	Larvas
Ajo	Allium sativus	Alicina, colina, alilo, yodo, nicotinamidas, sulfuros, garcilina	Afidos, Pulgones
Altamiza	Franseria artemisioides	Cinelo, ademina, colina	Insectos, tierreros, pulgas, piojos
Eucalipto	Eucalyptus globulus	Ecaliptol, pineno, eudesmol, felandreno, cinelo, tanino	Hongos, pulgas, piojos y minadores
Yerbabuena	Mentha piperita	Mentol, cineol, tanino, y limoneno	Afidos, pulgones y piojos
Malva	Malva silvestre	Linalol, terpinol, y malvina	Polillas y áfidos
Manzanilla dulce	Anthemis nobulis	Cumarina, heteróxidos y flavónicos	Hongos y mildew
K'amasayre	Nicotiana undulata	Nicotina	Todo tipo de insectos, hongos y herbicidas
Manzanilla matricaria	Matricaria chamomilla	Cumarina, borneol, terpenos, alcanfor y ésteres	Pudrición del tallo, Damping-off
Menta	Mentha spicata	Mentol, menteno y felandremo	Hormigas
Muña	Minthostachys mollis	Mentol, Mentola	Insectos en papa y parasitos externos
Oregano	Origanum vulgare	Timol, tanino, origaneno, fenol	Bacterias
Ortiga	Urtica urens	Serotonina, histamina, fitosterina y tanino	Hongos y nematodos
Romero	Rosmarinus officinalis	Linalol, ciñelo, canfeno, alcanford, taninos, borneol, lineol, y saponina	polillas, mocas y escarabajos
Ruda	Ruta graveolens	Inulina, rutina, yoduro, tanino y crisofanol	moscas, polillas y escarabajo
Tabaco	Nicotiana tabacum	Nicitina, nicocianin, colidina y yodo-nicotina	Trips, nuche, garrapatas, áfidos, pulgones, ácaros, sarna equinos y moscas blancas
Toronjil	Melissa officinalis	Linalol, geraniol, aldehidos y cumarina	polillas, áfidos y pulgas
Yerbabuena	Mentha piperita	Mentol, cineol, buritato y limonero	Áfidos, pulgones y piojos

Fuente: Apaza y Challco (2017).

2.2.3.1 Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*)

- **Clasificación taxonómica**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub Clase: Rosidae

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Sub Familia: Myrtoideae

Género: *Eucalyptus*

Especie: *Eucalyptus globulus*

Nombre Científico: *Eucalyptus Globulus* Labill.

Nombre Común: Eucalipto, Ocal, Ocalito, Eucalipto goma azul.

Fuente: Ramiro et al. (2007)

- **Descripción botánica**

Árbol de hasta 45-75 m de altura. Tronco alcanza hasta 2 m de diámetro, tendente a torsión helicoidal, corteza lisa, fibrosa y caediza. Hojas dimórficas, las juveniles amplexicaules, opuestas, azuladas, ovadas u ovado lanceoladas, con la base redondeada, sésiles y glaucas. Hojas adultas lanceoladas, alternas y pecioladas. Flores cortamente pediceladas, se reúnen en inflorescencias tipo umbela, con los pétalos soldados formando un opérculo caduco que deja al descubierto los numerosos estambres. Fruto en cápsula globosa con hipanto leñoso, rugosa con cuatro costillas.

- **Composición química insecticida**

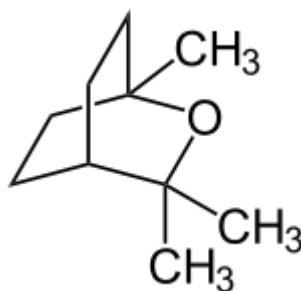
El eucalipto está fundamentalmente constituido por el denominado aceite de eucalipto, el cual es un aceite volátil destilado a partir de sus hojas frescas, es un líquido incoloro o ligeramente amarillento que tiene propiedades aromáticas características. El componente principal de este aceite es el denominado eucaliptol (cineol). El eucaliptol o cineol es un líquido incoloro que tiene un olor característico, constituye del 70 al 80% del aceite de las hojas de la planta. (Martínez A., 2003)

El cineol es el éter monoterpénico bicíclico 1,3,3- trimetil-2-oxabicyclo[2.2.2]octano, conocido vulgarmente como eucalyptol, o simplemente como cineol. Además de este cineol, el aceite de eucalipto está compuesto de pequeñas cantidades de aldehídos volátiles, terpenos, sesquiterpenos, aldehídos aromáticos, alcoholes y fenoles. Muchos de estos componentes menores tienen propiedades irritantes y son removidos por redestilación del aceite. (Martínez A., 2003)

Este compuesto se halla en una concentración aproximada del 70% en la esencia del *E. globulus*, lo que hace a este aceite el más utilizado para la producción comercial de esta molécula (Clark y Cameron, 2000).

- ✓ **Propiedades físico-químicas del eucaliptol**

Fórmula: $C_{10}H_{18}O$



Aspecto: Líquido transparente e incoloro.

Olor: Característico.

Punto de ebullición: 177°C

Punto de fusión: 1,5°C

Punto de inflamación: 48°C

Densidad (g/mL): 0,924

Solubilidad: Inmiscible con agua y miscible en éter, etanol y cloroformo.

Es un aceite esencial que contiene ingredientes como el eucaliptol, p-cimena, α -pimena, limonera, geraniol, canfeno, euglobales, quercetina, quercitrina, rutosida y la metilfalmena eucaliptosa.

2.2.3.2 Altamisa (*Franseria artemisioides*)

Nombre científico: *Franseria artemisioides*

Familia: Compositae

Se llama equívocamente altamisa debido a su olor característico a la verdadera Altamisa (*Artemisia vulgaris*).

- **Clasificación taxonómica**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Asteroideae

Tribu: Anthemideae

Subtribu: Artemisiinae

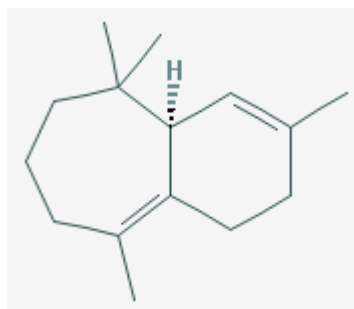
Género: *Artemisia*

Especie: *A. vulgaris* L.

- **Composición química insecticida**

Según la Facultad de Ciencias Químicas (F. C. Q., 2003) el aceite esencial es rico en compuestos terpénicos, lactonas sesquiterpénicas, principios amargos.

Asimismo, Saldarriaga et al. (2010) mediante cromatografía gaseosa acoplada a masas determinó que uno de los compuestos mayoritarios en la altamisa fue β -Himachaleno ($C_{15}H_{24}$):



Investigaciones recientes han demostrado cuatro lactonas sesquiterpénicas, en las hojas: la damsina, la coronofilina, la psilostaquina y la psilostaquina C. En las semillas se han encontrado la damsina y la coronofilina. El aceite esencial es rico en monoterpenos y sesquiterpenos oxigenados y algunos hidrocarburos sesquiterpénicos. Los componentes más abundantes son el isoborneol, el δ -curcumeno, el δ -cadimeno, el corotol y δ -famaseno. Son muy pocos los estudios realizados, in vitro se han encontrado que la coronofilina posee actividad antibacteriana contra el *Bacillus subtilis* y el *Micrococcus Oxford*, así como contra ciertos insectos dípteros. La damsina en cambio, tiene actividad moluscicida. Dosis altas en la infusión o la decocción pueden producir náusea, vómito, diarrea y efecto depresivo del sistema nervioso central. (Madigan et al., 1999)

2.2.4 Aceites esenciales

2.2.4.1 Método de extracción destilación por arrastre con vapor

Destilación por arrastre con vapor de agua o extracción por arrastre, hidrodestilación, hidrodifusión o hidroextracción. Generalmente es llamado destilación por arrastre de vapor, sin embargo, no existe un nombre claro y conciso para definirlo, debido a que se desconoce exactamente lo que sucede en el interior del equipo principal y porque se usan diferentes condiciones del vapor de agua para el proceso. Es así que, cuando se usa vapor saturado o sobrecalentado, fuera del equipo principal, es llamado “destilación por arrastre de vapor” (Günther, 1948). Cuando se usa vapor saturado, pero la materia prima está en contacto íntimo con el agua generadora del vapor, se le llama “hidrodestilación” (Günther, 1948). Cuando se usa vapor saturado, pero la materia no está en contacto con el agua generadora, sino con un reflujó del

condensado formado en el interior del destilador y se asumía que el agua era un agente extractor, se le denominó “hidroextracción” (Palomino y Cerpa, 1999).

En este caso el vapor puede ser generado mediante una fuente externa o dentro de la propia cámara extractora, aunque separado del material vegetal, la diferencia radical existente entre este sistema y los anteriormente mencionados es que el material vegetal se encuentra suspendido sobre un tramado (falso fondo) que impide el contacto del material vegetal con el medio líquido en ebullición, este sistema reduce la capacidad neta de carga de materia prima dentro del extractor pero mejora la calidad del aceite obtenido.(Bandoni, 2000)

Estos procesos de destilación como tal no tienen una diferencia fundamental desde el punto de vista teórico, sin embargo, existen ciertas variaciones en la práctica y en los resultados obtenidos que en muchos casos son considerables, esto depende del método empleado porque ciertas reacciones pueden ocurrir durante la destilación. (Guenther, 1942)

Los principales efectos que acompañan estos procesos son:

- Difusión del aceite esencial y del agua caliente a través de las membranas de la planta.
- Hidrólisis de ciertos componentes del aceite esencial.
- Descomposición ocasionada por el calor.

En la destilación por arrastre con vapor, los componentes volátiles son retenidos por las membranas si estas se encuentran secas (material vegetal seco) lo que hace necesario un remojo del material, esto se logra con la condición de vapor saturado. Diferentes condiciones son logradas si el material se remoja con agua fría o caliente, además, entran en juego factores como la solubilidad y las temperaturas. (Guenther, 1942)

En la presencia de agua y particularmente a altas temperaturas pueden ocurrir reacciones que favorecen la formación de compuestos, como alcoholes y ácidos por descomposición de los ésteres, causantes de una disminución en la producción del aceite, esta es una de las desventajas de la hidrodestilación pues

por la cantidad de agua presente puede producirse mayor hidrólisis; En el caso de la destilación agua vapor, el grado de hidrólisis es mucho menor y lo es aún menos en la destilación por arrastre con vapor de agua. (Guenther, 1942)

Prácticamente todos los constituyentes de los aceites esenciales son algo inestables a altas temperaturas; Para obtener la mejor calidad del aceite es necesario asegurar que durante la destilación haya una baja temperatura o si es del caso tener altas temperaturas durante el menor tiempo posible. En el caso de la hidrodestilación o la destilación agua- vapor la temperatura es determinada por la presión de operación; En la destilación por arrastre con vapor de agua la temperatura puede ser cercana a 100 °C dependiendo de si es usado vapor saturado a baja presión o vapor sobrecalentado. (Guenther, 1942)

2.3 Marco conceptual

- **Acción insecticida:** Es la acción de entrar en contacto con el insecto a través de la alimentación cuando tocan al insecto o vuelan en aire contaminado, lo más habitual, de forma combinada, y que posteriormente tiene como consecuencia su muerte.
- **Aceite esencial:** Es una mezcla de varias sustancias químicas bio sintetizadas por las plantas.
- **Destilación por arrastre con vapor:** Se lleva a cabo la vaporización selectiva del componente volátil de una mezcla formada por éste y otros "no volátiles".
- **Kcona kcona:** Polilla de la quinua como la plaga más importante de la quinua debido a su frecuencia e intensidad de sus ataques causando daños que pueden llegar a causar la total destrucción del cultivo de la quinua.
- **Adherente:** Estos productos cumplen una gran cantidad de funciones que, de manera individual o conjunta, ayudan a mejorar el desempeño de una aplicación por aspersión. Algunas de estas funciones incluyen adherencias, compatibilidad, corrección de pH, ablandamiento de aguas, reducción de espuma, reducción de evaporación, penetración, minimización de deriva y muchas otras.
- **Concentración:** Es una noción que describe a la relación, asociación o proporción que se puede establecer al comparar la cantidad de soluto (es decir, de sustancia capaz de disolverse) y el nivel de disolvente (es decir, la sustancia que logra que el soluto se disuelva) presentes en una disolución.
- **Presión de vapor:** Es la presión de la fase gaseosa o vapor de un sólido o un líquido sobre la fase líquida, para una temperatura determinada, en la que la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico.
- **Temperatura de ebullición normal:** se define como el punto de ebullición a una presión total aplicada de 101.325 kilo pascales (1 atm); es decir, la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido es igual a una atmósfera. El punto de ebullición aumenta cuando se aplica presión.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

La extracción de los aceites esenciales se realizó en el Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

- Coordenadas geográficas: 15,8231 °S; 70,0185°W
- Altura: 3837 m.s.n.m.

La determinación del efecto insecticida de los aceites esenciales se realizó en la provincia de Chucuito – Puno Km 21.

- Coordenadas geográficas: 15,9137°S; 69,8789°W
- Altura: 3830 m.s.n.m.

Según Marca et al. (2011) la Kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*), ataca al cultivo consumiendo el grano desde el inicio de la maduración fisiológica hasta la maduración comercial (marzo, abril). Para determinar el efecto insecticida se aplicó los aceites esenciales el 01 de mayo del 2018 cuando estuvo en su maduración fisiológica; ya que el sembrío tuvo un retraso de 1 mes a 1 mes y medio (17 noviembre) de lo que normalmente debió ser en Setiembre – Octubre, esto debido a las condiciones climatológicas, haciendo que el veranillo y sequía tenga un retraso.

3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico

- ✓ Kcona Kcona (*Eurysacca Melanocampta*) del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) de la localidad de Chucuito.

3.2.2 Material botánico

- ✓ Eucalipto (*Eucaliptus Globulus*) de la localidad de Chucuito.
- ✓ Altamisa (*Franseria artemisioides*) de la localidad de Chucuito.

3.2.3 Material experimental

- ✓ Semilla INIA 420 Negra Collana.
- ✓ Adherente (Sábila).
- ✓ Aspersion (06 unidades, capacidad 650 mL).

- ✓ Recipientes con tapa para la aplicación del insecticida (06 unidades).
- ✓ Guantes quirúrgicos (01 caja)
- ✓ Jeringas (03 unidades, capacidad 5 mL).
- ✓ Lecitina de Soja (01 caja)
- ✓ Agua destilada (04 unidades, capacidad de 1 L)

3.2.4 Material de laboratorio

- ✓ Frascos de color ámbar (04 frascos, capacidad 25 mL).
- ✓ Pera de decantación.
- ✓ Soporte Universal.

3.2.5 Equipos

- ✓ Equipo de extracción de arrastre a vapor, Sociedad INDUCONTROL Ingeniería S.A.C. mod. UDCA – 2/EV (Unidad de destilación para la extracción de aceites esenciales) del L.O.P.U de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- ✓ Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890 con detector espectrómetro de masas Agilent Technologies 5975C de la Unidad de Investigación en Productos Naturales, Universidad Peruana Cayetano Heredia Lima.
- ✓ Refractómetro Niederdorf Kr Stollberg/Erzgeb N°68 Typ. DR 21894.
- ✓ Picnómetro.

3.2.6 Material de campo

- ✓ Cuaderno de campo.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Rafia.
- ✓ Papel metálico dorado.

3.3 Metodología

3.3.1 Obtención del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) por el proceso de extracción por arrastre con vapor

3.3.1.1 Método de extracción por arrastre con vapor

El presente trabajo se realizó con este proceso ya que por este sistema no se alcanza grandes temperaturas; correspondiendo a la destilación con vapor de baja presión y a la vez se produce muy poca descomposición de la materia prima. En el sistema la hidrólisis producida es mínima por no encontrarse al material en contacto con los vapores más tiempo de lo necesario.

Con respecto a las ventajas el costo de operación es relativamente bajo, presenta mayor capacidad de producción y alto rendimiento, siendo así el método más utilizado en la industria de los aceites esenciales (Loayza, 1998).

La extracción del aceite esencial se llevó a cabo empleando un equipo de extracción de arrastre a vapor, Sociedad INDUCONTROL Ingeniería S.A.C. mod. UDCA – 2/EV (Unidad de destilación para la extracción de aceites esenciales) del L.O.P.U de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Altiplano Puno, con parámetros del proceso de extracción como: Temperatura, Presión y tiempo de extracción para ambos procesos.



Figura 11: Equipo de destilación por arrastre con vapor.

3.3.1.2 Preparación de muestra

Según Thompson (1989) se debe recolectar las muestras para el estudio de preferencia de 6 a 9 de la mañana, a fin de evitar la pérdida de los principios activos y parte del aceite esencial por acción del sol sobre la planta; por lo cual se recolectó la muestra de eucalipto y altamisa en el horario mencionado en la localidad de Chucuito.

El procedimiento de preparación de muestra fue similar para ambas plantas, así que lo mencionaré de manera paralela, teniendo en cuenta que cada proceso se realizó de manera separada en diferentes espacios:

A) Recolección de las hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*):

Se recolectó 24 Kg de hojas y tallos tiernos de eucalipto y 30 Kg de hojas y tallos tiernos de altamisa; se empleó el método de recolección "Rayado", este consiste en deslizar la mano en sentido inverso al crecimiento de las hojas para evitar la recolección de flores, semillas y tallos que pueden alterar la composición química del aceite obtenido.

B) Selección de las hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*):

Posteriormente a la recolección se realizó la selección de las hojas frescas y jóvenes de eucalipto y altamisa.

C) Pesado y almacenado de la muestra de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*):

Se realizó el respectivo pesado para llevar un control de la cantidad de materia prima a emplear, 22,5 Kg de eucalipto y 28 Kg de altamisa, posteriormente se almacenó las muestras en un lugar ventilado listo para el proceso de extracción.

D) Extracción por arrastre a vapor:

- ✓ Cargado de muestra: La muestra se cargó al extractor con un peso de 7,5 Kg de eucalipto por proceso y 7 Kg de altamisa por proceso, ello implicó el 70 – 80% de la capacidad del equipo.

- ✓ Insuflado de vapor: El agua se calentó hasta su punto de ebullición en la cámara del generador de vapor, de modo para que se produzca vapor; esta ingresó por la parte inferior del extractor difundándose entre las hojas.
- ✓ Condensado: La mezcla de agua y aceite ingresó al condensador donde se obtuvo como producto una emulsión líquida compuesta por agua y aceite esencial. Consideré el inicio de la extracción cuando se presencié la caída de la primera gota del condensado.
- ✓ Decantación: Para la obtención del producto, se realizó la transferencia de la emulsión a una pera de decantación en donde por diferencia de densidad las dos fases líquidas se observaron separadas.
- ✓ Producto (aceite esencial): El aceite esencial obtenido fue envasado en frascos de vidrio color ámbar, posteriormente se almacenó bajo condiciones de refrigeración (4-5 °C), para así analizar su composición química por cromatografía de gases y aplicarlo como insecticida en el cultivo de la quinua.

3.3.2 Caracterización del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*)

Según E. Leal-Torres et al. (2013):

3.3.2.1 Determinación de la composición química por cromatografía de gases

El aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) se sometió a un análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas para determinar la composición química de cada uno de los aceites. Dicho análisis se realizó en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Según el reporte de Msaada et al. (2007), la cantidad y tipo de componentes químicos dependerá de la maduración de la planta.

3.3.2.2 Caracterización de los aceites esenciales:

Se determinó la densidad y el índice de refracción de cada aceite esencial en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

- Densidad:

Paredes P. (2010) define que la densidad es una propiedad característica, significa que es específica de cada material y depende de sus características internas y no de la cantidad de ella; lo cual permite diferenciar a un material de otro con la ayuda de otras propiedades. La densidad de una sustancia es una medida que nos dice cuánta materia hay de esa sustancia en cierto espacio.

Para su determinación se utilizó un picnómetro. La medición se realizó por triplicado a 20°C.

Como se menciona en bibliografía los aceites son menos densos que el agua. Esta diferencia de densidades y la diferencia de polaridades es lo que permite la separación del aceite esencial del agua después del proceso.

- Índice de Refracción:

El índice de refracción en un aceite guarda una relación directa con su viscosidad, o sea, qué tan "espeso" se siente el aceite. Parte del control de calidad durante la producción de aceites es asegurar una viscosidad constante. Medir la viscosidad directamente implica tomar una muestra del aceite, mientras que medir el índice de refracción es más rápido y se hace usando métodos ópticos sin siquiera tocar el aceite (Paredes P.,2010).

Se utilizó un Refractómetro Niederdorf Kr Stollberg/Erzgeb N°68 Typ. DR 21894 previamente calibrado con agua destilada, colocando posteriormente una gota de muestra sobre el prisma. La medición se realizó por triplicado a 20°C.

Es importante tomar en cuenta que la temperatura no difiere considerablemente los resultados.

3.3.3 Evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) en la mortandad del kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)

3.3.3.1 Labores culturales para el cultivo de la quinua

Según Paredes (2017) se tiene las buenas prácticas agrícolas en cultivo de quinua:

✓ Factores de la producción:

Se tuvo en cuenta estos factores de la producción para que al finalizar la experimentación haya un buen rendimiento de la quinua:

Suelo: No fue necesario realizar el abonamiento del suelo esparciendo estiércol descompuesto pre-compostado al terreno antes del barbecho, ya que los análisis de suelo realizados fueron óptimos.

Agua: El sistema empleado fue por riego y lluvia, tomando en cuenta que $1m^2$ de vegetación transpira 2 litros de agua en promedio/día.

Semilla: Siendo la principal estructura vegetal viva, se adquirió la semilla INIA 420 Negra Collana donde según Barandiarán (2017) ocupa el segundo puesto en riqueza protéica, sin embargo, esta es la más propensa a sufrir reacciones bióticas (alta probabilidad de ataque del Kcona Kcona), a comparación de la Pasankalla ocupa el primer puesto en riqueza protéica y tiene resistencia a las reacciones bióticas (baja probabilidad de ser infestada por la plaga del Kcona Kcona).

✓ Elección del terreno:

Ubicación del campo experimental: Se evitó zonas con preponderancia de helada y zonas propensas a inundación donde el cultivo pueda ser afectado de manera muy brusca por factores externos.

Análisis de suelo: Se realizó un muestreo y análisis de salinidad (Análisis mecánico: $CaCO_3$, Yeso, Mat.org. y N. total; caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo: pH, CE, nutrientes disponibles,

boro soluble, cationes cambiables y CIC; evaluación de la salinidad actual de las muestras: conductividad eléctrica, cationes y aniones) en el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, servicio nacional de laboratorios, estación experimental ILLPA – PUNO, anexo Salcedo.

Esta metodología consistió en recolectar la muestra con ayuda de un barreno o pala a 20 cm de profundidad, se realizó en forma Sistemática en “X” o “Zig Zag” hasta llegar al peso de 1 kg, posteriormente fue refrigerada entre 2 - 4°C por un periodo no mayor a 3 días se remitió a laboratorio.

✓ Preparación del suelo:

Se realizó el surcado y marcado teniendo en consideración: número de surcos por parcela, distancia entre los surcos, área de la parcela, área experimental, densidad de siembra.

3.3.3.2 Preparación del adherente

Según Arning y Velasquez (2000) es importante la fijación del producto en la planta, por ello que se usó sábila y azúcar en la aplicación. La metodología que se empleó fue de Quispe (2015), la cual consiste en partir por la mitad la sábila extrayendo todo el jugo con la ayuda de un raspador en un recipiente. Por cada litro de sábila se agregó 100 g de azúcar.

3.3.3.3 Identificación del gusano kcona kcona

La plaga del Kcona Kcona se da en variedades de quinua dulce, y el ataque se presencia en época de sequía y veranillo. El trabajo de investigación estuvo orientada a las larvas de primera generación (generalmente en los meses de noviembre y diciembre, depende de la época de siembra y madurez de la panoja).

3.3.3.4 Evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*)

✓ Concentraciones y Dosis:

Teniendo como referencia a Quispe (2015) con las concentraciones de 1%, 2% y 3% en base de 500 mL, este trabajo de investigación se realizó con bajas concentraciones al 0,50 y 1,00 % de cada aceite esencial en base de 300

mLI, ya que siendo la quinua un producto alimenticio, no tenía que verse perjudicada en su composición nutricional.

✓ Aplicación y tratamiento:

La aplicación tuvo que ser cuando el Kcona Kcona se encontraba como larva de primera generación, con el fin que no crezcan y causen más daño posteriormente al cultivo de la quinua.

Para el tratamiento se realizó la recolección de Kcona Kconas de manera alternada por surcos, posteriormente se trasladó a recipientes con tallos de quinua para aplicar por aspersión el aceite esencial y evaluar su actividad insecticida, el ambiente donde se trabajó tenía una Temperatura promedio de 15 - 20 °C.

✓ Tiempos y criterios de evaluación:

La aplicación se realizó a las 12 h y 24 h, realizándose tres repeticiones por concentración.

3.4 Diseño experimental

En los apuntes realizados por Sánchez (2009) para las pruebas experimentales de la aplicación del aceite esencial de eucalipto y altamisa se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2; con 3 repeticiones, obteniendo un total de 12 tratamientos (2x2x3), ello para cada aceite esencial.

Diseño estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

para $i = 1, a$, $j = 1, \dots, b$, $k = 1, \dots, n$

donde:

- Y_{ijk} es la variable de respuesta de la i, j, k – ésima unidad muestreada experimental
- μ es el efecto medio global.
- α_i es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor A.

- β_j el efecto incremental sobre la media causado por el nivel j del factor B.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i del factor A y el nivel j del factor B.
- ϵ_{ijk} el término de error

Operacionalización de variables:

Variabes Independientes:

- Concentración del aceite esencial (eucalipto y altamisa).
- Tiempo de la actividad insecticida (aceite esencial de eucalipto y altamisa).

Variable Dependiente:

- Mortandad del gusano Kcona kcona.

Los datos obtenidos en la aplicación del aceite esencial, fueron analizados posteriormente con el análisis de varianza (ANOVA) para determinar la relación que existe entre la mortandad con la concentración y la mortandad con el tiempo, asimismo ver la concentración más eficiente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de la obtención del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) por el proceso de extracción por arrastre con vapor:

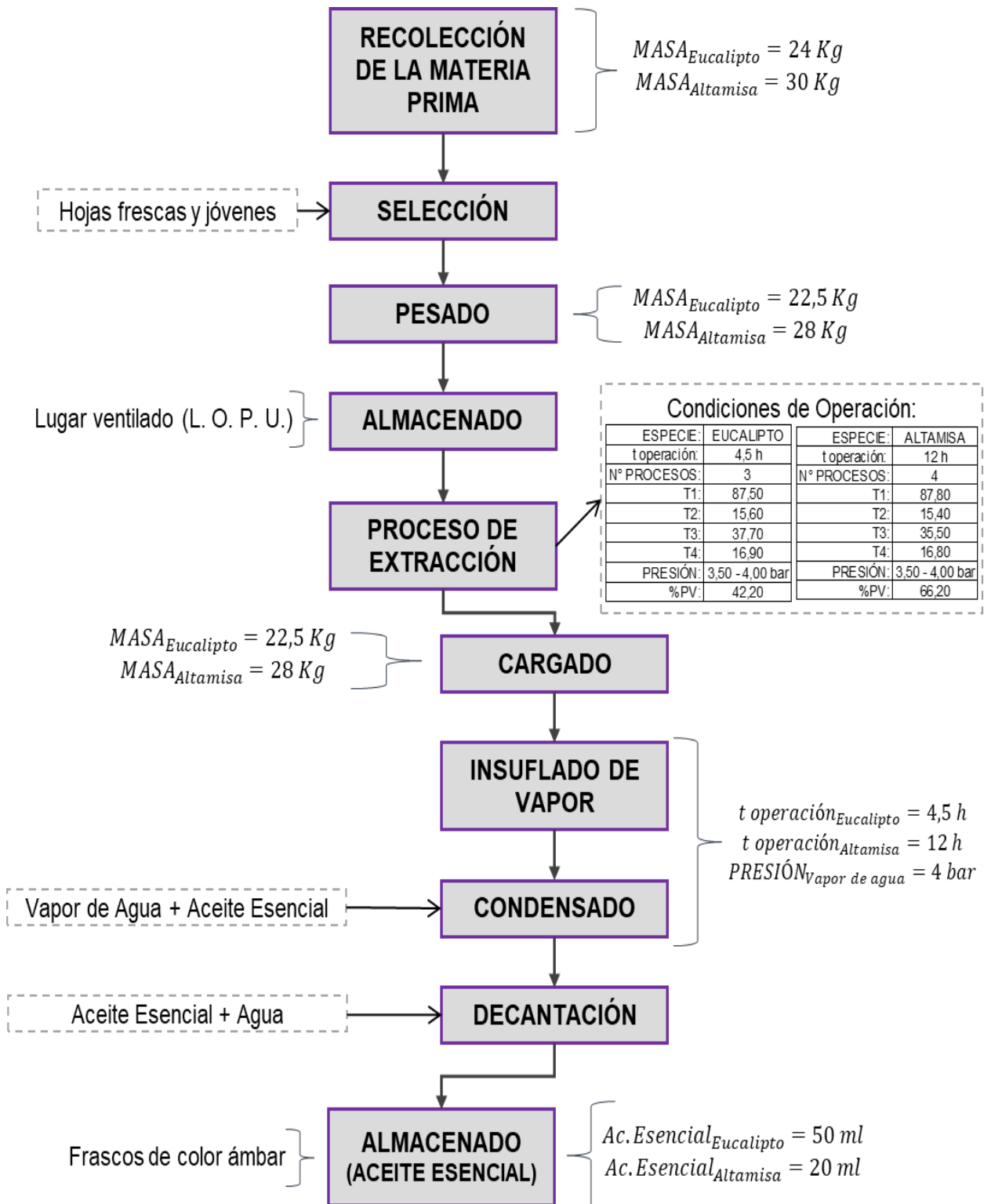


Figura 12: Diagrama de Flujo del proceso de extracción por arrastre con vapor.

Los parámetros controlados y medidos fueron: tiempo de extracción, Temperatura (entradas y salidas del equipo) y presión. **ANEXO A**

Tabla 9: Condiciones de operación en la extracción por arrastre con vapor del eucalipto.

TIEMPO DE OPERACIÓN TOTAL (h)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	PRESIÓN (bar)	%PV
4,5	87,50	15,60	37,70	16,90	3,50 - 4,00	42,20

Fuente: Elaboración Propia.

Dónde:

El sensor de la T1 se encuentra en la cámara de extracción, esta indica que se trabajó a 87,50 °C.

El sensor de la T2 está en la entrada de agua potable al condensador con una temperatura de 15,60 °C.

El sensor de la T3 está ubicado en la salida de agua potable del condensador con una temperatura de 37,70 °C.

El sensor de la T4 indica la salida de AGUA + ACEITE ESENCIAL, siendo la temperatura de 16,90 °C.

La presión con la que se trabajó estuvo entre 3,50 - 4,00 bar.

El %PV fue de 42,20.

Tabla 10: Condiciones de operación en la extracción por arrastre con vapor de la altamisa.

TIEMPO DE OPERACIÓN TOTAL (h)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	PRESIÓN (bar)	%PV
12	87,80	15,40	35,50	16,80	3,50 - 4,00	66,20

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

El sensor de la T1 se encuentra en la cámara de extracción, esta indica que se trabajó a 87,80 °C.

El sensor de la T2 está en la entrada de agua potable al condensador con una temperatura de 15,40 °C.

El sensor de la T3 está ubicado en la salida de agua potable del condensador con una temperatura de 35,50 °C.

El sensor de la T4 indica la salida de AGUA + ACEITE ESENCIAL, siendo la temperatura de 16,80 °C.

La presión con la que se trabajó estuvo entre 3,50 - 4,00 bar.

El %PV fue de 66,20.

Para determinar el rendimiento del aceite esencial, se tiene la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = (W2/W1) \times 100$$

Donde:

W1= Peso en gramos del material vegetal sometido a extracción.

W2= Peso en gramos del aceite esencial extraído.

Teniendo en consideración los volúmenes obtenidos y las densidades del aceite esencial de eucalipto (0,912 g/mL) y altamisa (0,921 g/mL), obtenemos la masa del aceite esencial de eucalipto (45,6 g) y altamisa (18,42 g), posteriormente dividimos entre la masa de carga (eucalipto = 22 500 g y altamisa = 28 000 g); teniendo finalmente los rendimientos:

$$\text{RENDIMIENTO}_{A.E.Eucalipto} = 0,203\%$$

$$\text{RENDIMIENTO}_{A.E.Altamisa} = 0,066\%$$

4.2 Resultados de la caracterización del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*).

Los resultados de los análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*), fueron obtenidos en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, de igual manera los análisis fisicoquímicos (densidad e índice de refracción), ambos análisis certificados. **ANEXO B**

Tabla 11: Resultados del análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

N°	NOMBRE DEL COMPUESTO	t_R (min)	% EN LA MUESTRA
1	1-Isopropil-4-metilbicyclo[3,1,0]hex-2-eno	13,08	0,13
2	α -Pino	13,40	20,89
3	β -Pino	14,88	0,80
4	β -Mirreno	15,01	0,82
5	α -Felandreno	15,73	0,68
6	α -Terpino	16,06	0,14
7	o-Cimeno	16,31	0,15
8	D-Limoneno	16,48	6,29
9	Eucaliptol	16,67	59,19
10	γ -Terpino	17,36	0,62
11	Terpinoleno	18,25	0,34
12	1,6-Dimetilhepta-1,3,5-trieno	19,45	0,22
13	4-Terpineol	21,29	0,27
14	α -Terpineol	21,69	0,69
15	Acetato de α -Terpineol	25,94	2,67
16	Acetato de Geraniol	26,59	0,27
17	α -Gurjuneno	27,84	0,31
18	Aromadendreno	28,71	0,81
19	α -Cariofileno	29,18	0,33
20	Alloaromadendreno	29,30	0,16
21	β -Cuvebeno	29,83	0,39
22	Varidifloreno	30,07	0,30
23	Epiglobulol	32,13	0,14
24	Globulol	32,84	0,77
25	Desconocido (C ₁₅ H ₂₆ O)	34,94	2,28
26	α -Bisabolol	35,45	0,34

Fuente: Análisis realizado en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

En la **tabla 11** se observa que los componentes mayoritarios del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* son Eucaliptol (59,19%), α -Pino (20,89%) y D-Limoneno (6,29%). Yáñez y Cuadro (2012) reportaron también sesquiterpenos y monoterpenos al estudiar la composición química, utilizaron la técnica de Cromatografía de Gases de Alta Resolución (GCAR) donde se identificaron los componentes mayoritarios: Eucaliptol (82,27%), Limoneno (3,70%) y α -Pino (3,16%).

El aceite esencial de *Eucalyptus* presenta propiedades antisépticas, bactericidas (Mossi et al., 2011) e insecticidas (Koul et al., 2008; Pant et al., 2014). Esto último se debe a la presencia de 1,8-cineol, compuesto característico del género *Eucalyptus*, que ha sido considerado como un fumigante prometedor (Lee et al., 2003).

Vásquez-Luna (2013) describe las biomoléculas con actividad insecticida a los aldehídos (compuestos de cadena lineal saturados o insaturados cuyo grupo funcional carbonilo es el responsable de la actividad insecticida), los terpenoides que son los principales componentes de los aceites esenciales de vegetales (Vardar-Unlu et al., 2003), los monoterpenoides, sesquiterpenos (tienen efectos tóxicos y anti-alimentarios). Estos activos químicos actúan contra la plaga *Kona Kona*.

Son varios los factores citados como fuentes de variación en la composición y rendimiento de aceites esenciales de los eucaliptos: la variabilidad genética, el tipo y edad de las hojas, la influencia de factores ambientales, los tratamientos silviculturales y la forma de ejecución del muestreo y análisis del aceite. (Boland et al.1991).

Tabla 12: Resultados del análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas del aceite esencial de altamisa (Franseria artemisioides).

N°	NOMBRE DEL COMPUESTO	t_R (min)	% EN LA MUESTRA
1	1-Isopropil-4-metilbicyclo[3,1,0]hex-2-eno	8,84	0,61
2	α -Pino	9,15	3,37
3	Sabineno	10,30	4,70
4	β -Pino	10,60	0,77
5	1,6-Dimetilhepta-1,3,5-trieno	10,73	0,46
6	α -Felandreno	11,45	0,25
7	α -Terpineno	11,82	0,24
8	ρ -Cimeno	12,10	0,21
9	D-Limoneno	12,29	0,20
10	Eucaliptol	12,49	3,88
11	γ -Terpineno	13,39	0,44
12	cis- β -Terpineol	13,95	2,12
13	5-(1,1-dimetiletil)-1,3,Ciclopentadieno	15,57	4,38
14	5,5-dimetil-2-etil-1,3-Ciclopentadieno	16,31	30,65
15	3,3-Dimetil-6-metilenciclohexeno	17,26	0,29
16	Terpinen-4-ol	18,76	1,13
17	α -Terpineol	19,24	0,10
18	2-Undecanona	21,94	0,17
19	m-Menta-1,8-dieno	23,31	0,27
20	Copaeno	24,07	0,36
21	β -Cubebeno	24,28	0,47
22	Metileugenol	24,33	0,30
23	β -Cedreno	24,72	0,43
24	β -Cariofileno	25,00	0,89
25	(Z)- β -Fameseno	25,29	0,40
26	γ -Muroleno	25,41	0,26
27	α -Cariofileno	25,66	10,27
28	β -Himachaleno	25,86	14,69
29	α -Curcumeno	25,91	4,59
30	Germacreno D	26,10	9,91
31	Eremofileno	26,28	0,07
32	δ -Cadineno	26,65	0,93
33	β -Malieno	26,97	1,71
34	α -Gurjuneno	27,13	0,16
35	Desconocido (C ₁₅ H ₂₄ O)	30,27	0,32

Fuente: Análisis realizado en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

En la **tabla 12** se observa que los componentes mayoritarios del aceite esencial de *Franseria artemisioides* son 5,5-dimetil-2-etil-1,3-Ciclopentadieno (30,65%), β -Himachaleno (14,69%), α -Cariofileno (10,27%) y Germacreno D (9,91%), el aceite esencial es rico en monoterpenos y sesquiterpenos oxigenados y algunos hidrocarburos sesquiterpénicos. Saldarriaga et al. (2010) clasificó al aceite esencial *Franseria artemisioides* como sesquiterpenoide, ya que el 88% de sus componentes fueron sesquiterpenos. Los componentes mayoritarios fueron β -Himachaleno (53.98%), trans- β -Guaieno (14.60%) y γ -Bisaboleno (5.22%). Y como ya se mencionó Vásquez-Luna (2013), los monoterpenoides y sesquiterpenos (tienen efectos tóxicos y anti-alimentarios). Estos activos químicos son los que actúan contra la plaga Kcona Kcona.

Las condiciones cromatográficas para ambos aceites fueron:

- Equipo: Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890 con detector espectrómetro de masas Agilent Technologies 5975C.
- Columna: J&W 122-1545.67659 DB-5ms, 325 °C: 60 m x 250 μ m x 0,25 μ m.
- Rampa de temperatura: Empieza en 80 °C y sube a 2,5 °C/min hasta 122 °C; 10 °C/min hasta 205 °C por 1 min, 2 °C/min hasta 212 °C y finalmente 20 °C/min hasta 300 °C.
- Tiempo de corrida: 34 min.
- Volumen de Inyección: 1 μ L.
- Split: 60:1.
- Gas portador: He, 1 mL/min.
- Muestra: se diluyó 20 μ L de muestra en 1 mL de diclorometano.

Tabla 13: Resultados del análisis fisicoquímico del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

DENSIDAD	0,912 g/mL
ÍNDICE DE REFRACCIÓN	1,4606

Fuente: Análisis realizado en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

En la **tabla 13** se observa la densidad (0,912 g/mL) y el índice de refracción (1,4606), ambos realizados a 20°C. Paredes P. (2010) indicó la densidad (0,921 g/mL) y el índice de refracción (1,458 a 1,470), ambos también realizados a 20°C.

Tabla 14: Resultados del análisis fisicoquímico del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*).

DENSIDAD	0,921 g/mL
ÍNDICE DE REFRACCIÓN	1,4857

Fuente: Análisis realizado en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

En la **tabla 14** se observa la densidad (0,921 g/mL) y el índice de refracción (1,4857), ambos realizados a 20°C. Saldarriaga et al. (2010) indicó la densidad (0,915 g/mL) y el índice de refracción (1,332) fueron coherentes con la presencia de hidrocarburos alifáticos y compuestos alifáticos oxigenados.

4.3 Resultados de la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) en la mortandad del kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)

En las labores culturales para el cultivo de la quinua se encuentra las buenas prácticas agrícolas, donde se hizo un análisis de salinidad para ver la viabilidad de sembrar el cultivo en el terreno elegido.

La salinidad puede afectar el crecimiento de las plantas en varias maneras:

*Los daños directos que causa la salinidad.

*Disminución de la absorción del agua por las raíces.

Una concentración alta de sales tiene como resultado potencial osmótico alto de la solución del suelo, por lo que la planta tiene que utilizar más energía para absorber el agua. Bajo condiciones extremas de salinidad, las plantas no pueden absorber el agua y se marchitan, incluso cuando el suelo alrededor de las raíces se siente mojado al tacto.

Dicho análisis se realizó en el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, servicio nacional de laboratorios, estación experimental ILLPA – PUNO, Anexo Salcedo. **ANEXO C.**

El análisis de salinidad dio como resultado la **tabla 15**, **tabla 16** y **tabla 17**.

Tabla 15: Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.

N°	Cod. Lab.	MARCAS	ANÁLISIS MECÁNICO				CaCO ₃	Mat. Org.	N TOTAL
			Arena	Arcilla	Limo	Textura			
			%	%	%		%	%	
1	254 J2	Marca Jilapunta	62	2	36	FA	0,00	1,28	0,04

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, Servicio Nacional de Laboratorios, Estación experimental ILLPA – PUNO, Anexo Salcedo.

- El análisis mecánico de %Arena, %Arcilla y %Limo se realizó por el método del hidrómetro. La textura indica ser franco arenoso (FA).
- El calcáreo total (CaCO₃) es 0,00 ya que el suelo no se compone de carbonato cálcico, los suelos calcáreos suelen ser pedregosos y de color más o menos blanco-amarillento. También se llaman suelos calizos porque proceden de la descomposición de la piedra caliza.
- La materia orgánica se analizó por el método Walkley y Black, consistente en la oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
- El Nitrógeno Total se determinó por el método del micro-Kjeldahl.

Tabla 16: Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.

N°	Suelo: 1:2,5		NUTRIENTES DISPONIBLES				Boro soluble	CATIONES CAMBIABLES					CIC	Suma Cationes
	pH	C.E.	P	K	Mn	Zn		Al	Ca	Mg	Na	K		
		mmhos/cm	(ppm)				me/100g							
1	6,15	0,293	8,00	270,00	-	-	-	0,00	5,50	4,30	1,00	11,50	23,00	22,30

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, Servicio Nacional de Laboratorios, Estación experimental ILLPA – PUNO, Anexo Salcedo.

- El pH (6,15) es ligeramente ácido, el cultivo de la quinua debe ser sembrado en un pH neutro. Esta representa la medida en el potenciómetro de la suspensión del suelo: Relación 1:2,5.

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4,5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú. (Mujica, 2004)

Estudios efectuados al respecto indican que pH de suelo alrededor de la neutralidad son ideales para la quinua; sin embargo, es conveniente recalcar que existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH, y esto se debe también a la amplia variabilidad genética de esta planta. (Mujica, 2013)

- La salinidad (Conductividad Eléctrica = 0,293 mmhos/cm) es < 2 (muy ligeramente salino), lo cual indica que el cultivo de quinua es tolerante a nuestro suelo.

Últimas investigaciones han demostrado que la quinua puede germinar en concentraciones salinas extremas de hasta 52 mS/cm, y que cuando se encuentra en estas condiciones extremas de concentración salina el periodo de germinación se puede retrasar hasta en 25 días. (Jacobsen et al., 1998)

- Los nutrientes disponibles: P (8 ppm) tiene una clasificación media ya que está dentro de los parámetros P (7,0 a 14 ppm); K (270 ppm) tiene una clasificación alta ya que K (>240 ppm). El método de determinación de fósforo disponible fue por Olsen Modificado, y para el Potasio disponible fue por extracción con acetato de amonio.
- Los cationes cambiabiles Ca, Mg, Na y K se determinaron por reemplazamiento con acetato de amonio, para el Ca y Mg EDTA, para el Na y K por fotometría de llama y/o absorción atómica; para el Al se utilizó el método de Yuan.
- La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se determinó con la saturación con acetato de amonio.

Según Mujica (2013) en lo referente a suelo la quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio. También puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o francos arcillosos, siempre que se le dote de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento del agua, puesto que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estados.

Tabla 17: Evaluación de la salinidad actual de las muestras.

N°	Conductividad Eléctrica mmhos/cm	SOLUBLES - Meq / L DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN								
		CATIONES				ANIONES				
	Pasta de Saturación	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-	SO_4^-	NO_3^-	CO_3^-	HCO_3^-
1	0,583	14,00	0,60	3,50	2,20	0,60	1,52	1,20	0,00	3,75

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, Servicio Nacional de Laboratorios, Estación experimental ILLPA – PUNO, Anexo Salcedo.

- La conductividad Eléctrica en la pasta de saturación es el doble que C.E. 1:2,5 dando un resultado de 0,583.
- Los iones solubles se analizaron de la siguiente manera: Ca^{+2} y Mg^{+2} por EDTA; Na^+ y K^+ por fotometría de llama y/o absorción atómica; Cl^- , CO_3^- , HCO_3^- y NO_3^- por volumetría y colorimetría, y SO_4^- por turbidimetría cloruro de bario.

Para la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) se determinó con el % de mortandad del kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) a las 12 h y 24 h de aplicación, se realizaron 3 repeticiones.

4.3.1 Resultados de la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

En la **tabla 18** se encuentran los factores de análisis y en la **tabla 19** se presentan los datos para el diseño experimental, para posteriormente realizar el análisis de varianza.

Tabla 18: Factores de análisis para la evaluación de la actividad insecticida.

FACTORES	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO
A: TIEMPO	Horas	12	24
B: CONCENTRACIÓN	%	0,50	1,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Datos de la aplicación del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

	N°	TIEMPO (h)	CONCENTRACIÓN (%)	MORTANDAD (%)
R1	1	12	0,50	20
	2	24	0,50	40
	3	24	1,00	45
	4	12	1,00	30
R2	5	12	0,50	25
	6	24	0,50	40
	7	24	1,00	45
	8	12	1,00	40
R3	9	12	0,50	20
	10	24	0,50	45
	11	24	1,00	50
	12	12	1,00	30

Dónde: R1 Repetición 1, R2 Repetición 2, R3 Repetición 3.

Fuente: Elaboración propia.

En la **tabla 19** se observa los datos de la aplicación del aceite esencial de eucalipto, se realizaron 3 repeticiones, con un intervalo de tiempo de 12 – 24 h y una concentración de 0,5 – 1 %, dando como resultado la mortandad del gusano kcona kcona.

Siendo:

- Variables Independientes: Concentración y tiempo.
- Variables Dependientes: Mortandad.
- **Análisis de varianza:**

Los datos obtenidos en la aplicación del aceite esencial, fueron analizados con el análisis de varianza (ANOVA) para determinar la relación que existe entre la mortandad con la aplicación del aceite esencial.

Tabla 20: Análisis de varianza para la mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	833,333	1	833,333	57,14	0,0003
B:Concentración	208,333	1	208,333	14,29	0,0092
AB	33,3333	1	33,3333	2,29	0,1813
bloques	29,1667	2	14,5833	1,00	0,4219
Error total	87,5	6	14,5833		
Total (corr.)	1191,67	11			

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

R-cuadrada = 92,6573 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 86,5385 por ciento

Error estándar del est. = 3,81881

Error absoluto medio = 2,29167

Estadístico Durbin-Watson = 2,48016 (P = 0,6196)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,27381

El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Mortandad en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 92.6573% de la variabilidad en Mortandad. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 86,5385%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 3,81881. El error medio absoluto (MAE) de 2,29167 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson

(DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Coefficiente de regresión y modelo matemático:

Tabla 21: Coeficiente de regresión para la mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Coeficiente	Estimado
constante	-16.6667
A:Tiempo	2.22222
B:Concentración	36.6667
AB	-1.11111

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Mortandad} = -16.6667 + 2.22222 * \text{Tiempo} + 36.6667 * \text{Concentración} - 1.11111 * \text{Tiempo} * \text{Concentración}$$

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Optimización de respuesta:

Meta: maximizar Mortandad

Valor óptimo = 46.6667

Tabla 22: Valores óptimos para la mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Tiempo	12,0	24,0	24,0
Concentración	0,5	1,0	1,0

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

El StatAdvisor

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Mortandad sobre la región indicada.

Diagrama de pareto

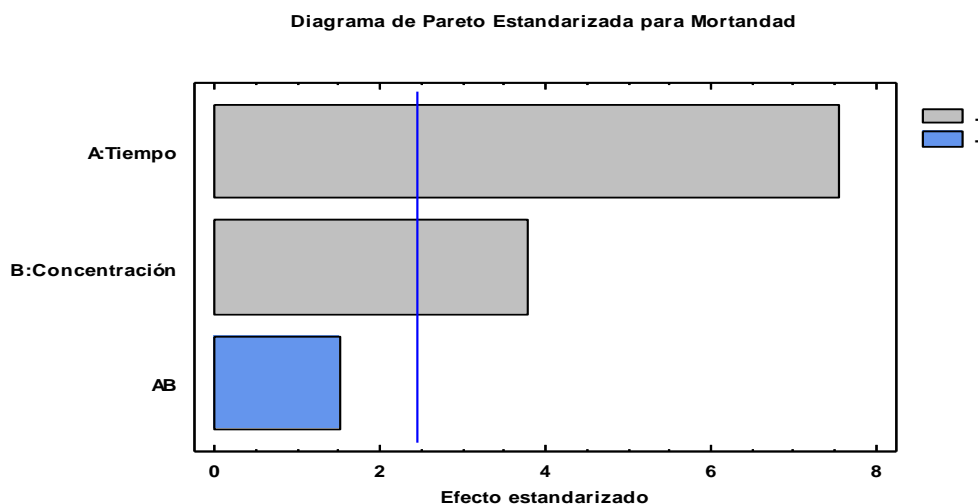


Figura 13: Diagrama de pareto estandarizada para mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

En el diagrama de Pareto se observa la influencia de los factores en la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*). El tiempo resulta ser más significativo que la concentración. AB indica la interacción de variables, es decir, la relación entre el tiempo y la concentración.

En la **figura 14** se muestran los resultados de la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*). A medida que aumenta el tiempo, la mortandad aumenta rápidamente; en cambio a medida que aumenta la concentración la mortandad aumenta, pero lentamente (pendiente ligeramente pronunciada). Son directamente proporcionales.

Gráfica de Efectos Principales para Mortandad

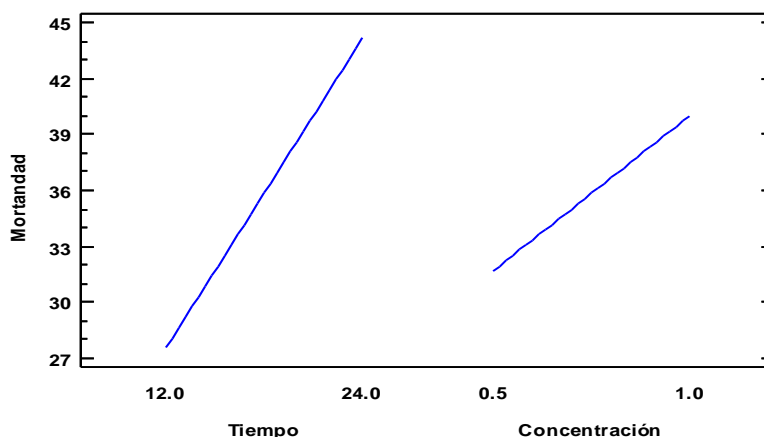


Figura 14: Gráfico de efectos principales para mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

En la **figura 15** se muestra el gráfico de superficie de respuesta, donde el valor óptimo en tiempo (24 h) y concentración (1 %) al ser reemplazados en la ecuación del modelo ajustado nos da un 46,6667% de Mortandad.

Superficie de respuesta

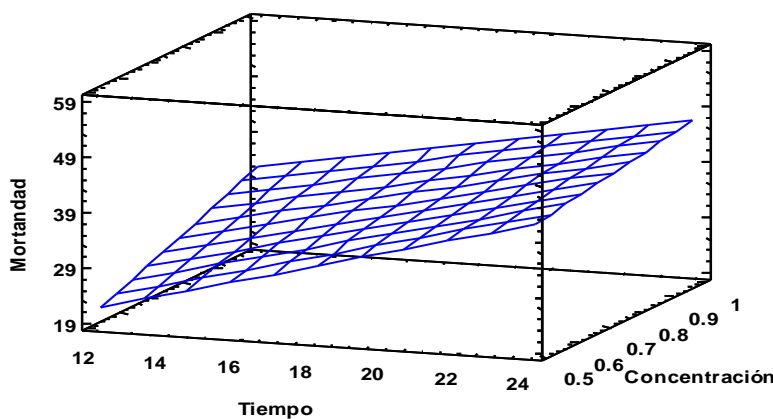


Figura 15: Superficie respuesta para mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

4.3.2 Resultados de la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*)

En la **tabla 23** se encuentran los factores de análisis y en la **tabla 24** se presentan los datos para el diseño experimental, para posteriormente realizar el análisis de varianza.

Tabla 23: Factores de análisis para la evaluación de la actividad insecticida.

FACTORES	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO
A: TIEMPO	Horas	12	24
B: CONCENTRACIÓN	%	0,50	1,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Datos de la aplicación del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*).

	N°	TIEMPO (h)	CONCENTRACIÓN (%)	MORTANDAD (%)
R1	1	12	0,50	20
	2	24	0,50	35
	3	24	1,00	45
	4	12	1,00	35
R2	5	12	0,50	30
	6	24	0,50	35
	7	24	1,00	40
	8	12	1,00	45
R3	9	12	0,50	30
	10	24	0,50	40
	11	24	1,00	45
	12	12	1,00	40

Dónde: R1 Repetición 1, R2 Repetición 2, R3 Repetición 3.

Fuente: Elaboración propia.

En la **tabla 24** se observa los datos de la aplicación del aceite esencial de altamisa, se realizaron 3 repeticiones, con un intervalo de tiempo de 12 – 24 h y una concentración de 0,5 – 1 %, dando como resultado la mortandad del gusano kcona kcona.

- **Análisis de varianza:**

Los datos obtenidos en la aplicación del aceite esencial, fueron analizados con el análisis de varianza (ANOVA) para determinar la relación que existe entre la mortandad con la aplicación del aceite esencial

Tabla 25: Análisis de varianza para la mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (Franseria artemisioides).

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	133,333	1	133,333	8,35	0,0277
B:Concentración	300,0	1	300,0	18,78	0,0049
AB	33,3333	1	33,3333	2,09	0,1987
bloques	54,1667	2	27,0833	1,70	0,2608
Error total	95,8333	6	15,9722		
Total (corr.)	616,667	11			

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

R-cuadrada = 84,4595 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 71,509 porciento

Error estándar del est. = 3,99653

Error absoluto medio = 2,5

Estadístico Durbin-Watson = 2,96014 (P = 0,8768)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,51087

El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Mortandad en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 84,4595% de la variabilidad en Mortandad. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 71,509%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 3,99653. El error medio absoluto (MAE) de 2,5 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Coefficiente de regresión y modelo matemático:

Tabla 26: Coeficiente de regresión para la mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (Franseria artemisioides).

Coefficiente	Estimado
constante	-3,33333
A:Tiempo	1,38889
B:Concentración	40,0
AB	-1,11111

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Mortandad} = -3.33333 + 1.38889 \cdot \text{Tiempo} + 40.0 \cdot \text{Concentración} - 1.11111 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Concentración}$$

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Optimización de respuesta:

Meta: maximizar mortandad

Valor óptimo = 43,3333

Tabla 27: Valores óptimos para la mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*).

FACTOR	BAJO	ALTO	ÓPTIMO
TIEMPO	12,0	24,0	24,0
CONCENTRACIÓN	0,5	1,0	1,0

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

El StatAdvisor

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Mortandad sobre la región indicada.

Diagrama de pareto

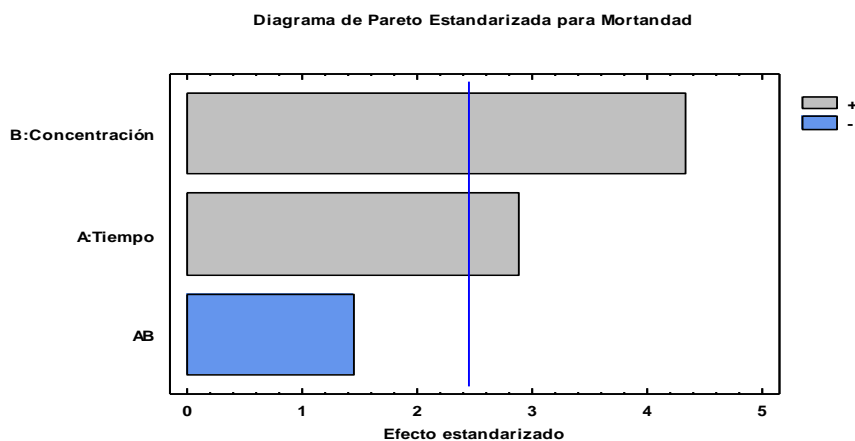


Figura 16: Diagrama de pareto estandarizada para mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*).

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

En el diagrama de Pareto se observa la influencia de los factores en la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*). La concentración resulta ser más significativo que el tiempo. AB indica la interacción de variables, es decir, la relación entre la concentración y el tiempo.

En la **figura 17** se muestran los resultados de la evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*). A medida que aumenta el tiempo, la mortandad aumenta lentamente (pendiente

ligeramente pronunciada); en cambio a medida que aumenta la concentración la mortandad aumenta, pero rápidamente. Son directamente proporcionales.

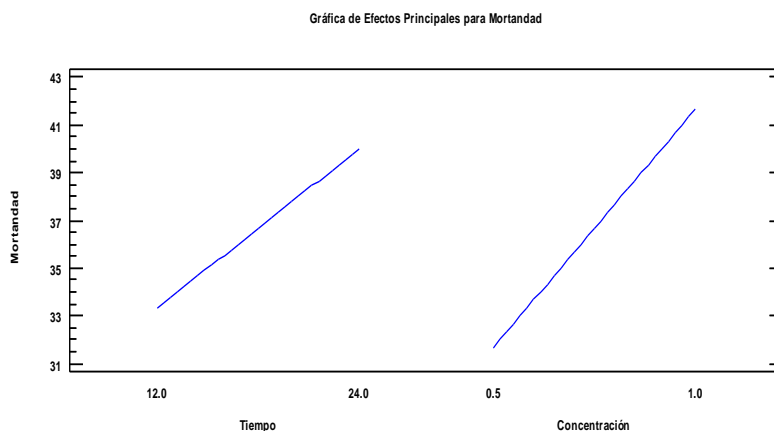


Figura 17: Gráfico de efectos principales para mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (Franseria artemisioides).

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

En la **figura 18** se muestra el gráfico de superficie de respuesta, donde el valor óptimo en tiempo (24 h) y concentración (1 %) al ser reemplazados en la ecuación del modelo ajustado nos da un 43,333% de Mortandad.

Superficie respuesta:

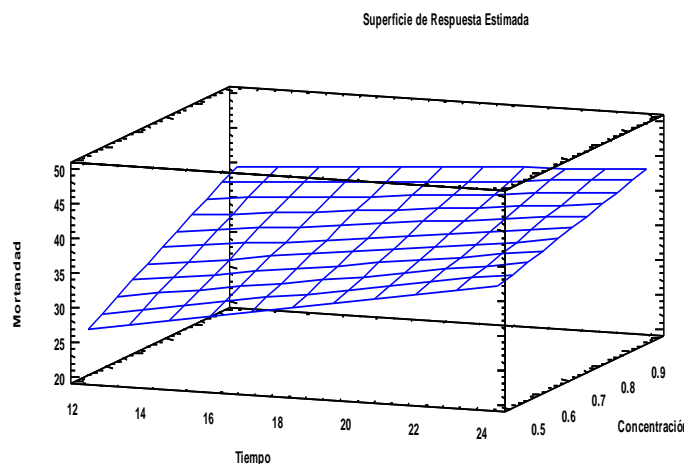


Figura 18: Superficie respuesta para mortandad con la aplicación del aceite esencial de altamisa (Franseria artemisioides).

Fuente: Cálculos en el Programa Statgraphics Centurion XVI.I.

V. CONCLUSIONES

- En la obtención del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) por el proceso de extracción por arrastre con vapor los parámetros óptimos medidos fueron tiempo de extracción (4,5 h de eucalipto en tres procesos y 12 h de altamisa en 4 procesos), temperatura (se trabajó a 87,50 °C el eucalipto y 87,80 °C la altamisa en la cámara de extracción) y presión (ambos procesos se trabajaron entre 3,50 - 4,00 bar), el rendimiento del aceite esencial de eucalipto fue 0,203% y de la altamisa 0,066%.
- En la caracterización del Análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas los componentes mayoritarios del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* fueron Eucaliptol (59,19%), α -Pinoeno (20,89%) y D-Limoneno (6,29%), sesquiterpenos y monoterpenos; los componentes mayoritarios del aceite esencial de *Franseria artemisioides* fueron 5,5-dimetil-2-etil-1,3-Ciclopentadieno (30,65%), β -Himachaleno (14,69%), α -Cariofileno (10,27%) y Germacreno D (9,91%), el aceite esencial denota riqueza en monoterpenos y sesquiterpenos oxigenados y algunos hidrocarburos sesquiterpénicos. Asimismo, la caracterización fisicoquímica de densidad e índice de refracción del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* fue 0,912 g/ml y 1,4606 respectivamente, ambos realizados a 20°C; y del aceite esencial de *Franseria artemisioides* la densidad e índice de refracción fue 0,921 g/ml y 1,4857 respectivamente, también a 20°C.
- El análisis de Salinidad realizado para el cultivo de la quinua dio resultados positivos para la siembra, el indicador más resaltante es el pH (6,15) ligeramente ácido, se encuentra alrededor de la neutralidad por lo cual es ideal para la siembra; por otro lado la salinidad (Conductividad Eléctrica = 0,293 mmhos/cm) fue < 2 (muy ligeramente salino), indicando de igual manera que el cultivo de quinua es tolerante a nuestro suelo.

La evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) se determinó con el % de mortandad del kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) a las 12 h y 24 h de aplicación, realizándose 3 repeticiones. Los tratamientos mostraron efectividad en el control del gusano de la quinua Kcona Kcona (*Eurysacca melanocampta*), sin embargo, luego de realizar el análisis de varianza para la Mortandad con la aplicación del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) los valores óptimos fueron un tiempo de 24 h con una concentración de 1,00 % siendo el tiempo más significativo que la concentración, con una mortandad de 46,6667%; y para el aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*) los valores óptimos fueron un tiempo de 24 h con una concentración de 1,00 % siendo la concentración con más significancia que el tiempo, con una mortandad de 43,333%.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar otras técnicas de extracción como con fluidos supercríticos y asistido por microondas, ya que en el proceso de extracción la muestra representativa no fue buena, debido a la alta volatilidad de los compuestos presentes en cada especie. Asimismo, también se puede realizar una investigación obteniendo extractos hidroalcohólicos de cada especie para su aplicación y análisis de la actividad insecticida que se realiza.
- Se recomienda hacer pruebas biológicas aislando y aplicando los componentes activos de cada aceite esencial.
- Se recomienda realizar un estudio de investigación de la composición de la quinua y su comportamiento en el tiempo después de la aplicación del aceite esencial de eucalipto y altamisa como insecticida.

VII. REFERENCIAS

- Aliaga Quispe Yunier Americo 2010. "Obtención, caracterización y evaluación de la actividad insecticida del extracto de la planta Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) contra la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)". Universidad Nacional del Altiplano Puno. Facultad de Ingeniería Química. Puno. Perú.
- Alvarez-Jubete L., Arendt E. K., and Gallagher E. 2009. Nutritive Value and Chemical Composition of Pseudocereals as gluten-free ingredients. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60, 240-257.
- Apaza Vidal, Cáceres Gladys, Estrada Rigoberto y Pinedo Rember. 2013. Catálogo de variedades comerciales de Quinoa en el Perú. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Lima. Perú.
- Apaza Condori Mariano y Chalco Ccoya Paulino 2017. "Plantas biocidas para el manejo integrado de plagas y enfermedades de la quinua". *Visión Agraria Revista especializada de la macro región sur. Perú.* Año IX Ed. 40, pp 06 – 09.
- Arning J. y Velasquez H. 2000. Plantas con potencial biocida. Red de acción en alternativa al uso de agroquímico. Editorial Gráfica Sttefany S. R. Ltda. 45 pp. Lima.
- Bandoni Arnoldo. 2000. Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica. Argentina. Editorial Universidad Nacional de la Plata.
- Barandiarán Miguel Ángel 2017. "Avances Tecnológicos e Innovación en Quinoa y Granos Andinos" INIA. Eje temático "Innovación y Tecnología" VI Congreso Mundial de la Quinoa y III Simposio Internacional de Granos Andinos, Perú 2017.
- Boland, D. J. et al. 1991. *Eucalyptus Leaf Oils. Use, Chemistry, Distillation and Marketing.* Inkata Press Melbourne, 253 pp.

- Cardenas, M. 1944. Descripción preliminar de las variedades de *Chenopodium* quinoa de Bolivia. Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba (Bol.) Vol. 2, No. 2, pp 13-26.
- Catie. 2001. Manejo Integrado de Plagas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.
- Clark, G. y Cameron, S. 2000. Eucalyptol. Perfumer & Flavorist, 25: 6-16.
- Cruces Luis Miguel y Callohuari Yony 2016. "Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina". FAO - Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago. Chile.
- Diaz Arcos Jhon M. y Martínez Chuquillanqui Jesús D. 2013. "Cantidad y calidad de aceites esenciales en hojas de cuatro especies del género *Eucalyptus* - El Mantaro". Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo. Perú.
- E. Leal-Torres, A. López-Malo-Vigil y M.E. Sosa-Morales 2013. "Extracción, composición y caracterización de los aceites esenciales de hoja y semilla de cilantro (*Coriandrum sativum*)" Universidad de las Américas Puebla. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. México.
- Flores Martínez Juan V., Chilquillo Meneses Michael D., Cusiatao Santiago Gladys E., Pujaico Salvatierra Gregorio, Alanya Ccope Yohnatan E., Chávez Centeno Víctor, Sarmiento Palomino Ronal J. y Risco Mendoza Alejandro. 2010. Tecnología productiva de la Quinua. Proyecto Integral Quinua. Solid OPD. Perú.
- Flores Q. Esther, Velasco A. Patricia, Hiraola S. Pablo y Giménez T. Alberto. 1999. "Aceites Esenciales con actividad cito tóxica como indicador de propiedades insecticidas". Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas IIFB en el Área temática de Química Farmacéutica – La Paz Bolivia.

- F.C.Q. 2003. Revista de la Universidad de Cuenca. Facultad de ciencias químicas.
- Gandarillas, H. 1979. Genética y origen. In: M. Tapia (ed). Quinoa y Kañiwa, cultivos andinos. Bogotá, Colombia, CIID, Oficina Regional para América Latina. pp 45-64.
- Giusti, K. 1970. El género *Chenopodium* en la Argentina. I. Numero de cromosomas. *Darwiniana* 16: 98-105.
- Gómez Pando Luz y Aguilar Castellanos 2016. "Guía de cultivo de la Quinoa" Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos Facultad de Agronomía Lima pp 27-33.
- Gonzalez J., Roldan A., Gallardo M., Escudero T. and Prado F. 1989. Quantitative determination of chemical compounds with nutritional value from Inca crops: *Chenopodium quinua*, *Plant Foods Hum. Nutr.* 39, 331-337.
- Guenter Ernest. 1942. *The essential Oils*. Volumen 1. Editorial New York.
- Huayhua Carlos Marina Lucia y Moya Torres Gliseth Hipatia. 2018. "Extracción, purificación y caracterización fisicoquímica de los compuestos volátiles del *Tecoma fulva* (arequipensis)". Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ciencias Naturales y Formales. Escuela Profesional de Química. Arequipa. Perú.
- Jacobsen, S.E., Mujica A. y Stolen O. 1998. Tolerancia de la Quinoa a la sal durante la germinación. *Agronomía tropical* 48(3): 359-366.
- Kiev Ochoa Pumaylle, Paredes Quiroz Luis R., Bejarano Luján Dagnith Liz y Silva Paz Reynaldo J. 2012. "Extracción, caracterización y evaluación de la actividad bacteriana del aceite esencial de *Senecio graveolens* Wedd (*Wiskataya*)". Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Trujillo. Perú.

- Koul, O., S. Walia, and G.S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopes. Int.* 4(1):63–84.
- Lee, B.-H., P.C. Annis, and F. Tumaalii. 2003. The potential of 1,8-cineole as a fumigant for stored wheat. In E.J. Wright, M.C. Webb and E. Highley (eds.). *Proceedings of the Australian postharvest technical conference.* June 25–27, 2003. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Stored Grain Research Laboratory, Canberra, Australia.
- Lescano, J.L. 1989. Recursos fitogenéticos altoandinos y bancos de germoplas. In: Curso: “Cultivos altoandinos”. Potosí, Bolivia. 17 - 21 de abril de 1989. pp 1-18.
- Loayza N. 1998. “Extracción de aceite esencial de eucalipto con fines farmacéuticos” Tesis de titulación. Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco. Cusco. Perú.
- Madigan Michel T, Martinko J. M., Parker J., Brook. 1999. *Biología de los microorganismos.* Octava edición revisada. Madrid, España.
- Marca Vilca Saturnino, Chaucha Jove Wilber, Quispe Quispe Juan Carlos y Mamani Centón Vladimir. 2011. *Comportamiento Actual de los Agentes de la Cadena Productiva de Quinoa en la Región Puno.* Proyecto: Desarrollo de capacidades de la cadena productiva de quinoa en la Región Puno. Gobierno Regional Puno. Dirección Regional Agraria Puno. Puno. Perú.
- Martínez, A. 2003. *Los Beneficios del Eucalipto.* Ciencias Farmacéutica Departamento de Sistemas Químico - Biológico. Universidad de las Américas, Puebla, Medellín.
- Mora Castro Arencio Augusto. 2011. “Evaluación de 10 genotipos de Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*) a bajas temperaturas en Laraqueri - Puno” Universidad Nacional del Altiplano – Puno, Perú.
- Moreno Jeancarlos, López Gabriel y Siche Raúl. 2010. “Modelación y optimización del proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto”

en la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Scientia Agropecuaria, Trujillo - Perú.

- Mossi A.J., V. Astolfi, G. Kubiak, L. Lerin, C. Zanella, G. Toniazzo, et al. 2011. Insecticidal and repellency activity of essential oil of Eucalyptus sp. against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). *J. Sci. Food Agric.* 91(2):273–277.
- Mujica, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. In: J. Hernandez, J. Bermejo y J. Leon (eds). *Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492*. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma. pp 129-146.
- Mujica, A., Marca, S. and Jacobsen, S. E. 2003. Current Production and Potential of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Peru. *Food Rev. Int.* 19, 149-156.
- Mujica, A., A. Cahahua y R. Saravia. 2004. *Agronomía de la quinua*. In: A. Mujica, S. Jacobsen, J. Izquierdo y JP. Marathee. *Quinoa: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. FAO. UNA. CIP. Santiago, Chile. pp 26-59.
- Mujica Ángel, Suquilanda Manuel, Chura Ernesto, Ruiz Enrique, León Alicia, Cutipa Sabino y Ponce Corina. 2013. *Producción Orgánica de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Murillo-Arango Walter, Araque Marín Pedronel, Henao Murillo Beatriz y Peláez Jaramillo Carlos A. (2013). "Actividad Insecticida de una emulsión aceite/agua del aceite esencial de *Eucalyptus tereticornis*". *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. Universidad de Tolima. Colombia.
- Msaada K., Hosni K., Tarit M. B., Ouchikh O. y Marzouk B. 2007. Variations in essential oil composition during maturation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits. *Journal of Food Biochemistry*. 33: 603-612.

- National Research Council. 1989. The Crops of the Incas: Little-known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press. Washington, D. C.
- Ochoa Vizarrreta Rosa y Navia José Franco. 2013. Morfología y Biología de la Polilla de la Quinua *Eurysacca melanocampta* Meyrick 2017, (Lepidoptera: Gelechiidae), de Cusco Perú. Centro de Estudios Biológicos Fortunato L. Herrera. Cusco, Perú.
- Pant, M., S. Dubey, P.K. Patanjali, S.K. Naik, and S. Sharma. 2014. Insecticidal activity of eucalyptus oil nanoemulsion with karanja and jatropha aqueous filtrates. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 91:119-127.
- Paredes Huayta Sebastián 2017. Buenas Prácticas Agrícolas en Cultivo de Quinua. INIA. Estación Experimental Agraria ILLPA – PUNO. Puno. Perú.
- Paredes Punina Diego Orlando y Quinatoa Chicaiza Fabián Danilo. 2010. Desarrollo de un sistema de extracción de aceites esenciales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Pearsall D.M. 1992. The origins of plant cultivation in South America. In the origins of agriculture: an international perspective. Eds. C. Wesley Cowan & P.J. Watson. Smithsonian Institution Press.
- Peruecologico. 2003. <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>.
- Prego, I., Maldonado, S. and Otegui, M. 1998. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinua*. *Annals of Botany* 82, pp 481-488.
- PROINPA. 2013. “Informe Técnico: La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. 37ava conferencia de la FAO. Estado Pluricultural de Bolivia.
- Quispe Guzmán María Jessica. 2015. “Evaluación de la Actividad Insecticida de los Aceites Esenciales del Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) y Romero (*Rosmarinus Officinalis*), para el Control de Pulgones (*Aphis sp.*) en

Rosas (*Rosa sp.*). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano – Puno, Perú.

Repo-Carrasco R. 1992. Andean Crops and Infant Nourishment. Report B 25. Institute of Development Studies. University of Helsinki. Finland.

Ruales J. and Nair B. 1992. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) seeds. *Plant Foods Hum. Nutr.* 42, 1-11

Saldarriaga C. Luis F., Sánchez M. Ginna M., Bonilla Correa Carmen Rosa, Sánchez Orozco Manuel S., Torres Castañeda Hrlen Gerardo 2010. Evaluación agroindustrial de los aceites esenciales de *Artemisia dracunculoides L*, *Franseria artemisioides Willd*, *Salvia officinalis L*, *Lippia dulcis Frev*, y *Occimum americanum L* en condiciones del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle de Cauca. Colombia.

Sánchez Ismael. 2009. Métodos estadísticos para la Mejora de la Calidad. Universidad Carlos III de Madrid. España. Capítulo 11.

Solid OPD 2010 Tecnología Productiva de la Quinoa. Proyecto Integral Quinoa. Perú.

Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIA – FAO, Oficina para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile.

Tapia M. y Fries A. M. 2007. Guía de Campo de los cultivos andinos. FAO ANPE. Lima. 209p.

Thompson 1989. “Guía práctica ilustrada de plantas medicinales” Editorial Blume. Barcelona. España.

Vardar-Unlu, G.; Candan, F.; Sökmen, A.; Daferera, D.; Polissiou, M.; Sökmen, M.; Dönmez, E.; Tepe, B. 2003. Antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil and metanol extracts of *Thymus pectinatus Fisch. et.*

Mey. Var. pectinatus (Lamiaceae). Journal of Agricultural and Food Chemistry 51, 63-67.

Vásquez-Luna A., Pérez-Flores L. y Díaz-Sobac R. 2007. Biomoléculas con actividad insecticida: Una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. México.

Yáñez Rueda Xiomara y Cuadro Mogollón Omar Fernando. 2012. "Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las especies Eucalyptus globulus y E. camaldulensis de tres zonas de Pamplona-Colombia" redactado de la Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona, Colombia.

Yzarra Tito Wilfredo J. y López Ríos Francisco M. 2013. Manual de observaciones fenológicas SENAMHI.

ANEXOS

Anexo A:

Tabla A. 1: Parámetros controlados en la extracción por arrastre con vapor del Eucalipto.

Tabla A. 2: Parámetros controlados en la extracción por arrastre con vapor de la Altamisa.

Anexo B:

Figura B. 1: Certificado de los resultados del Análisis por Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas y Análisis fisicoquímico del aceite esencial de Eucalipto y Altamisa obtenidos en la Unidad de Investigación de Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia – Lima.

Anexo C:

Figura C. 1: Certificado de los resultados del Análisis de Salinidad realizados en el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. Servicio Nacional de Laboratorios, estación experimental ILLPA-PUNO, Anexo salcedo.

Anexo D:

Fotografía D. 1: Semilla INIA 420 Negra Collana.

Fotografía D. 2: Muestreo para el Análisis de suelo en forma sistemática en “X” o “Zig zag”.

Fotografía D. 3: Surcado del terreno para la siembra de Quinoa.

Fotografía D. 4: La Quinoa en su desarrollo de crecimiento.

Fotografía D. 5: Identificación del Gusano Kcona Kcona.

Fotografía D. 6: Recolección de las hojas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fotografía D. 7: Recolección de las hojas de altamisa (*Franseria artemisioides*).

Fotografía D. 8: Selección de las hojas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fotografía D. 9: Selección de las hojas de altamisa (*Franseria artemisioides*).

Fotografía D. 10: Pesado y almacenado de la muestra de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fotografía D. 11: Pesado y almacenado de la muestra de altamisa (*Franseria artemisioides*).

Fotografía D. 12: Extracción de Arrastre a vapor de la muestra de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fotografía D. 13: Extracción de Arrastre a vapor de la muestra de altamisa (*Franseria artemisioides*).

Fotografía D. 14: Decantación del aceite esencial de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Fotografía D. 15: Decantación del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*).

Fotografía D. 16: Obtención de los aceites esenciales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*).

Fotografía D. 17: Preparación del adherente.

Fotografía D. 18: Recolección del Kcona Kcona.

Fotografía D. 19: Evaluación de la actividad insecticida de los Kcona Kcona con los aceites esenciales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*).

ANEXO A:

Tabla A. 1: Parámetros controlados en la extracción por arrastre con vapor del Eucalipto.

HORA (min)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	PRESIÓN (bar)	P/V	Observaciones
0	78,20	15,20	13,60	21,80	3,00	27	75% de las hojas se tornó verde oscuro
0 - 10	85,00	15,70	25,30	20,40	3,00	32,10	Empezó a caer gotas de aceite con agua
10 - 20	86,90	15,90	27,40	18,60	3,10 - 3,50	36,50	100% de las hojas se tornó verde oscuro
20 - 30	87,20	15,60	26,80	17,90	3,10 - 3,50	38,40	Hojas amarillentas
30 - 40	87,30	15,50	27,00	17,00	3,00	39,90	Hojas cafés
40 - 50	87,40	15,60	26,90	17,70	3,20 - 3,60	42,20	Hojas cafés
50 - 60	87,50	15,70	24,70	17,60	3,00 - 3,60	45,40	Hojas cafés
60 - 70	87,50	15,60	24,60	17,40	3,00 - 3,60	48,00	Hojas cafés
70 - 80	87,60	15,60	24,80	16,90	3,10 - 3,60	51,50	Hojas cafés
80 - 90	87,40	15,80	35,60	16,90	4,00	47,50	Hojas cafés
90 - 100	70,40	15,80	25,60	17,70	3,00	26,80	75% de las hojas se tornó verde oscuro
100 - 110	87,50	15,60	36,10	16,40	3,80 - 4,00	29,70	Empezó a caer gotas de aceite con agua
110 - 120	87,60	15,50	37,70	16,40	3,50 - 4,00	30,00	100% de las hojas se tornó verde oscuro
120 - 130	87,60	15,30	38,30	16,10	3,50 - 4,00	32,20	Hojas amarillentas
130 - 140	87,50	15,40	38,50	15,90	3,50 - 4,00	38,20	Hojas cafés
140 - 150	87,60	15,30	41,20	16,30	3,30 - 3,60	40,50	Hojas cafés
150 - 160	87,80	15,30	41,70	15,70	3,50 - 3,80	43,00	Hojas cafés
160 - 170	87,90	15,20	41,60	15,50	3,50 - 3,90	49,00	Hojas cafés
170 - 180	87,90	15,20	42,80	15,50	3,10 - 3,60	48,70	Hojas cafés
180 - 190	87,40	15,80	22,50	16,30	3,80 - 4,00	27,00	75% de las hojas se tornó verde oscuro
190 - 200	87,50	15,60	36,10	16,10	3,80 - 4,00	30,40	Empezó a caer gotas de aceite con agua
200 - 210	87,60	15,50	37,70	15,80	3,50 - 4,00	34,90	100% de las hojas se tornó verde oscuro
210 - 220	87,70	15,30	38,30	16,10	3,60 - 4,00	32,60	Hojas amarillentas
220 - 230	87,50	15,30	39,30	15,90	3,60 - 4,00	35,20	Hojas cafés
230 - 240	87,60	15,30	41,00	15,50	3,30 - 3,60	37,60	Hojas cafés
240 - 250	87,60	15,20	41,70	15,60	3,40 - 3,60	39,20	Hojas cafés
250 - 260	87,70	15,20	42,50	15,50	3,40 - 3,60	45,90	Hojas cafés
260 - 270	87,80	15,15	42,70	15,30	3,40 - 3,80	48,40	Hojas cafés

Tabla A. 2: Parámetros controlados en la extracción por arrastre con vapor de la Altamisa.

HORA (min)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	PRESIÓN (bar)	P/V	Observaciones
0	86,60	16,80	15,30	18,70	4,00	29	75% de las hojas se tornó verde oscuro
0 - 10	87,90	16,30	19,30	17,70	3,50 - 4,00	35,40	Empezó a caer gotas de aceite con agua
10 - 20	88,00	16,10	23,80	16,50	3,50 - 4,00	34,70	100% de las hojas se tornó verde oscuro
20 - 30	88,10	15,70	24,50	15,90	3,50 - 4,00	35,60	Hojas amarillentas
30 - 40	88,10	15,80	23,30	15,60	3,60 - 4,00	34,80	Hojas cafés
40 - 50	88,10	15,60	23,20	15,50	3,80 - 4,00	40,50	Hojas cafés
50 - 60	88,10	15,70	22,30	15,30	3,80 - 4,00	45,40	Hojas cafés
60 - 70	88,10	15,80	23,80	15,50	3,80 - 4,00	45,10	Hojas cafés
70 - 80	88,20	15,70	21,40	15,60	3,80 - 4,00	50,20	Hojas cafés
80 - 90	88,20	15,70	21,80	15,40	3,80 - 4,00	55,60	Hojas cafés
90 - 100	88,20	15,70	20,70	15,40	3,50 - 4,00	57,10	Hojas cafés
100 - 110	88,20	15,60	21,50	15,40	4,00	58,50	Hojas cafés
110 - 120	88,20	15,60	21,00	15,40	3,90 - 4,00	56,40	Hojas cafés
120 - 130	37,00	15,20	13,70	17,80	3,30 - 3,50	58,90	Hojas cafés
130 - 140	87,50	15,30	21,50	16,70	3,30 - 3,60	59,20	Hojas cafés
140 - 150	87,90	15,30	24,50	16,70	3,50 - 4,00	63,10	Hojas cafés
150 - 160	88,00	15,20	25,10	16,80	3,50 - 4,00	65,70	Hojas cafés
160 - 170	88,10	15,30	25,70	16,90	3,30 - 3,60	68,90	Hojas cafés
170 - 180	88,10	15,40	24,80	17,00	3,50 - 3,70	69,20	Hojas cafés
180 - 190	86,70	16,10	21,10	19,00	3,30 - 3,60	33,00	75% de las hojas se tornó verde oscuro
190 - 200	88,10	15,40	24,70	17,00	3,30 - 3,50	40,90	Empezó a caer gotas de aceite con agua
200 - 210	88,10	15,40	25,50	17,00	3,50 - 3,60	46,90	100% de las hojas se tornó verde oscuro
210 - 220	88,10	15,40	26,80	17,10	3,30 - 3,60	52,30	Hojas amarillentas
220 - 230	88,10	15,40	26,40	17,10	3,50 - 3,70	57,10	Hojas cafés
230 - 240	88,10	15,40	26,60	17,00	3,30 - 3,50	61,40	Hojas cafés
240 - 250	88,00	15,40	29,50	17,00	3,50 - 3,60	64,30	Hojas cafés
250 - 260	88,00	15,40	30,00	17,00	3,40 - 3,60	66,00	Hojas cafés
260 - 270	87,70	15,40	32,30	16,90	3,40 - 3,50	71,30	Hojas cafés
270 - 280	87,60	15,40	36,50	17,00	3,40 - 3,50	78,70	Hojas cafés
280 - 290	87,70	15,50	36,80	17,00	3,50 - 3,70	76,50	Hojas cafés
290 - 300	87,70	15,50	38,20	16,90	3,40	71,20	Hojas cafés
300 - 310	87,70	15,60	37,10	16,80	3,40 - 3,50	80,40	Hojas cafés
310 - 320	87,70	15,70	39,90	16,80	3,50 - 3,60	81,00	Hojas cafés
320 - 330	87,70	15,60	36,80	16,70	3,40 - 3,80	81,80	Hojas cafés
330 - 340	87,60	15,60	34,50	16,60	3,00 - 3,60	79,40	Hojas cafés
340 - 350	87,60	15,50	33,90	16,50	3,50 - 4,00	81,20	Hojas cafés
350 - 360	87,60	15,50	32,60	16,50	3,50 - 3,70	80,40	Hojas cafés
360 - 370	87,70	13,30	19,10	23,60	3,00	35,20	75% de las hojas se tornó verde oscuro
370 - 380	87,80	14,20	22,10	16,90	3,00	39,50	Empezó a caer gotas de aceite con agua
380 - 390	87,80	14,80	22,90	16,30	3,00	45,10	100% de las hojas se tornó verde oscuro
390 - 400	87,90	14,80	23,10	16,20	3,00	49,80	Hojas amarillentas
400 - 410	87,90	14,60	22,80	16,10	3,00	53,40	Hojas cafés
410 - 420	87,90	14,60	20,80	16,10	3,00	58,50	Hojas cafés
420 - 430	87,90	14,70	18,10	16,10	3,00	63,80	Hojas cafés
430 - 440	87,90	14,90	26,30	16,70	3,00	68,20	Hojas cafés
440 - 450	87,90	14,70	23,70	17,20	3,00	68,80	Hojas cafés
450 - 460	87,90	15,10	23,60	17,10	3,00	68,40	Hojas cafés
460 - 470	87,90	14,60	28,70	17,00	3,00 - 3,50	67,40	Hojas cafés
470 - 480	87,90	14,60	28,20	17,00	3,00	67,20	Hojas cafés
480 - 490	88,00	15,00	28,30	17,00	3,00	67,80	Hojas cafés
490 - 500	88,00	15,00	28,30	17,00	3,00	69,00	Hojas cafés
500 - 510	88,00	15,10	28,30	17,00	3,00 - 3,50	70,00	Hojas cafés
510 - 520	88,00	15,30	28,00	17,00	3,00 - 3,50	72,30	Hojas cafés
520 - 530	88,00	15,10	28,10	17,00	3,50 - 4,00	75,50	Hojas cafés
530 - 540	88,00	15,10	27,50	16,70	3,00	78,30	Hojas cafés
540 - 550	87,80	14,00	20,40	16,40	3,00	36,10	75% de las hojas se tornó verde oscuro
550 - 560	87,70	15,00	27,70	16,00	3,00 - 3,50	44,50	Empezó a caer gotas de aceite con agua
560 - 570	87,70	14,90	27,30	15,80	3,00	51,80	100% de las hojas se tornó verde oscuro
570 - 580	87,80	15,30	26,40	15,80	3,00	58,70	Hojas amarillentas
580 - 590	87,90	15,00	26,20	15,50	3,00	63,50	Hojas cafés
590 - 600	88,00	14,90	25,30	15,40	3,00 - 3,50	69,20	Hojas cafés
600 - 610	88,00	15,20	27,10	15,20	3,00 - 3,50	66,30	Hojas cafés
610 - 620	88,00	14,90	26,80	15,10	3,00 - 3,50	67,90	Hojas cafés
620 - 630	88,00	14,40	27,40	14,90	3,00 - 3,50	68,00	Hojas cafés
630 - 640	88,00	14,20	29,30	14,60	3,00 - 3,50	66,00	Hojas cafés
640 - 650	87,50	14,30	25,80	14,10	3,00	61,00	Hojas cafés
650 - 660	87,50	14,40	26,10	14,40	3,00 - 4,00	63,30	Hojas cafés
660 - 670	87,70	14,20	29,30	14,60	3,00 - 3,50	61,30	Hojas cafés
670 - 680	87,70	14,20	28,90	14,70	3,00 - 3,50	60,90	Hojas cafés
680 - 690	87,70	14,10	29,90	14,10	3,00 - 3,50	66,20	Hojas cafés
690 - 700	87,70	14,10	30,40	14,80	3,00 - 3,50	65,70	Hojas cafés
700 - 710	87,70	14,40	32,80	14,80	3,00 - 3,50	66,10	Hojas cafés
710 - 720	87,70	14,40	33,10	14,10	3,00 - 3,50	66,30	Hojas cafés

ANEXO B:

Figura B. 1: Certificado de los resultados del Análisis por Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas y Análisis fisicoquímico del aceite esencial de Eucalipto y Altamisa obtenidos en la Unidad de Investigación de Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia – Lima.

 UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA	
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN PRODUCTOS NATURALES	
Informe de resultados	
Solicitante:	Srta. Grettel Quispe Ticona
Muestra:	2 Aceites esenciales: Eucalipto y Altamisa.
Análisis:	Composición química de 2 aceites esenciales por Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.
Fecha de entrega de Resultados:	31 Agosto 2018
<hr/> RESULTADOS	
<p>En las páginas 2 a 8 del presente informe.</p> <p>Atentamente,</p> <p style="text-align: center;"></p>	
<p>Dra. Rosario Rojas Durán</p> <p>Unidad de Investigación en Productos Naturales LID-Laboratorio 209 e-mail: rosario.rojas@upch.pe página web: www.uipn-upch.pe Teléfono: 51-1-3190000 Anexo 2705</p>	
<p>Página 1 de 8</p>	
<p>Av. Honorio Delgado 430, Lima 31 / Apartado Postal 4314 Central Telefónica: (511) 319-0000 2402 Secretaría Académica de Facultad de Ciencias y Filosofía Alberto Cazorla Tallari</p>	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ACEITE ESENCIAL
EUCALIPTO

DENSIDAD	0.912 g/mL
INDICE DE REFRACCIÓN	1.4606

ACEITE ESENCIAL EUCALIPTO

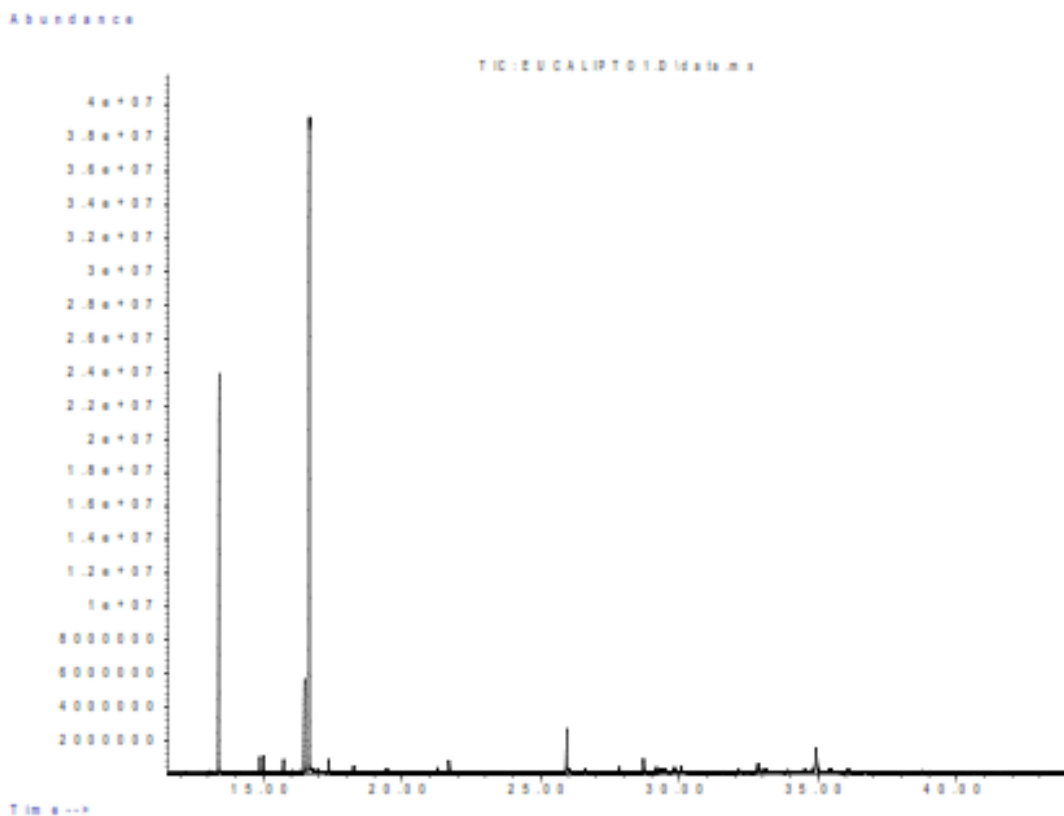
Se identificaron 26 compuestos que comprenden el 100% de la composición total del aceite esencial.

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	t_R (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	1-Isopropil-4-metilbicyclo[3.1.0]hex-2-eno	13.08	0.13
2	α -Pinoeno	13.40	20.89
3	β -Pinoeno	14.88	0.80
4	β -Mirceeno	15.01	0.82
5	α -Felandreno	15.73	0.68
6	α -Terpineno	16.06	0.14
7	ρ -Cimeno	16.31	0.15
8	D-Limoneno	16.48	6.29
9	Eucaliptol	16.67	59.19
10	γ -Terpineno	17.36	0.62
11	Terpinoleno	18.25	0.34
12	1,6-Dimetilhepta-1,3,5-trieno	19.45	0.22
13	4-Terpineol	21.29	0.27
14	α -Terpineol	21.69	0.69
15	Acetato de α -Terpineol	25.94	2.67
16	Acetato de Geraniol	26.59	0.27
17	α -Gurjuneno	27.84	0.31
18	Aromadendreno	28.71	0.81

Página 3 de 8

19	α -Cariofileno	29.18	0.33
20	Alloaromadendreno	29.30	0.16
21	β -Cuvebena	29.83	0.39
22	Varidifloreno	30.07	0.30
23	Epiglobulol	32.13	0.14
24	Globulol	32.84	0.77
25	Desconocido (C ₁₅ H ₂₀ O)	34.94	2.28
26	α -Bisabolol	35.45	0.34

Cromatograma GC-MS del aceite esencial Eucaliptol



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ACEITE ESENCIAL**ALTAMISA**

DENSIDAD	0.921 g/mL
ÍNDICE DE REFRACCIÓN	1.4857

ACEITE ESENCIAL ALTAMISA

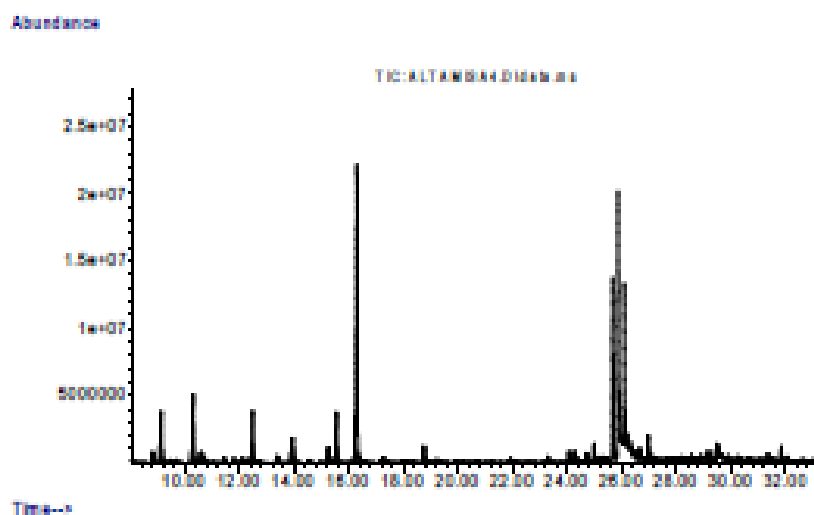
Se identificaron 35 compuestos que comprenden el 100% de la composición total del aceite esencial.

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	t _R (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	1-Isopropil-4-metilbicyclo[3.1.0]hex-2-eno	8.84	0.61
2	α -Pinoeno	9.15	3.37
3	Sabineno	10.30	4.70
4	β -Pinoeno	10.60	0.77
5	1,6-Dimetilhepta-1,3,5-trieno	10.73	0.46
6	α -Felandreno	11.45	0.25
7	α -Terpineno	11.82	0.24
8	p -Cimeno	12.10	0.21
9	D-Limoneno	12.29	0.20
10	Eucaliptol	12.49	3.88
11	γ -Terpineno	13.39	0.44
12	<i>cis</i> - β -Terpineol	13.95	2.12
13	5-(1,1-dimetiletil)-1,3-Ciclopentadieno	15.57	4.38
14	5,5-dimetil-2-etil-1,3-Ciclopentadieno	16.31	30.65
15	3,3-Dimetil-6-metilciclohexeno	17.26	0.29
16	Terpinen-4-ol	18.76	1.13
17	α -Terpineol	19.24	0.10
18	2-Undecanona	21.94	0.17

Página 6 de 8

19	m-Menta-1,8-dieno	23.31	0.27
20	Copaeno	24.07	0.36
21	β -Cubebeno	24.28	0.47
22	Mettileugenol	24.33	0.30
23	α -Cedreno	24.72	0.43
24	β -Cariofileno	25.00	0.89
25	(Z)- β -Farneseno	25.29	0.40
26	γ -Muuroleno	25.41	0.26
27	α -Cariofileno	25.66	10.27
28	β -Himachaleno	25.86	14.69
29	α -Curcumeno	25.91	4.59
30	Germacreno D	26.10	9.91
31	Eremofileno	26.28	0.07
32	δ -Cadlino	26.65	0.93
33	β -Maalleno	26.97	1.71
34	α -Gurjuneno	27.13	0.16
35	Desconocido (C ₁₅ H ₂₄ O)	30.27	0.32

Cromatograma GC-MS del aceite esencial Altamisa



Condiciones cromatográficas de los 2 aceites esenciales:

Equipo: Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890 con detector espectrómetro de masas Agilent Technologies 5975C.

Columna: J&W 122-1545.67659 DB-5ms, 325 °C: 60 m x 250 µm x 0.25 µm

Rampa de temperatura: Empezar en 80 °C y subir a 2.5 °C/min hasta 122 °C; 10 °C/min hasta 205 °C por 1 min, 2 °C/min hasta 212 °C y finalmente 20 °C/min hasta 300 °C.

Tiempo de corrida: 34 min

Volumen de inyección: 1 µL

Split: 60 : 1

Gas portador: He, 1 ml/min

Muestra: se diluyó 20 µl de muestra en 1 ml de diclorometano

ANEXO C:

Figura C. 1: Certificado de los resultados del Análisis de Salinidad realizados en el Instituto Nacional de Innovación Agraria –INIA. Servicio Nacional de Laboratorios, estación experimental ILLPA-PUNO, Anexo salcedo.



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA-INIA
SERVICIO NACIONAL DE LABORATORIOS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
P.O. P.O. Box 140 - La Molina PERÚ - La Molina Lima



ANÁLISIS DE SALINIDAD

Nombre: **Ortiz Geraldine Quispe Torres**
 Dirección:
 Fecha de Recepción: **27 de Octubre del 2017.**
 Caracterización de Propiedades Relativamente Permanente del Suelo.

Procedencia: **Chuschi.**
 Fecha de Certificación: **07 de Noviembre del 2017**

N°	Cod. Lab.	MARCAS	ANÁLISIS MECÁNICO			CO ₂ Ca %	Yeso me/100g	Mat. Org. %	N TOTAL %	
			Arena	Arenilla	Limo					Textura
			%	%	%					
1	254 J2	Marcas Jirapanta Km 21	62	2	36	FA	0,00	1,28	0,04	
2										
3										
4										

Caracterización del Estado de Fertilidad y Condiciones Alterables del Suelo.

N°	Suelo Agua 1:1.5		NUTRIENTES DISPONIBLES				Boro	CATIONES CAMBIABLES					CIC	Suma Cationes
	pH	C.E. mehos/cm	P	K	Mn	Zn	Soluble	Al	Ca	Mg	Na	K		
			(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	Me/100g	me/100g	me/100g	me/100g	me/100g		
1	6,15	0,293	8,00	270,00				0,00	5,50	4,30	1,00	11,50	23,00	22,50
2														
3														
4														

Evaluación de la salinidad actual de las muestras.

N°	Conductividad Eléctrica (µmhos/cm)	SOLUBLES - me / l - DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN								
		CATIONES				ANIONES				
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻
1	0,583	14,00	0,60	3,50	2,20	0,60	1,52	1,20	0,00	3,75
2										
3										
4										

Referencia:
 Methods of analysis for soils, plants and waters, University of California, Division of Agricultural Sciences U.S.A. Seria reimpresión, Octubre 1988, 1989.

Conclusiones:
 La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referencias. (El sistema solo afecta a la muestra controlada a ensayo).

Nota:
 Cualquier corrección y/o inconsistencia anula al presente documento.



INIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
Ing. JORGE CARRERA ROJAS
Jefe Laboratorio de Análisis
S. A. G. P. S.

Los resultados son aplicables a estas muestras.

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno, Puno, Perú
 T: (051) 963-812

www.inia.gob.pe

ANEXO D:

Fotografía D. 1: Semilla INIA 420 Negra Collana.



Fotografía D. 2: Muestreo para el Análisis de suelo en forma sistemática en “X” o “Zig zag”.



Fotografía D. 3: Surcado del terreno para la siembra de Quinua.



Fotografía D. 4: La Quinua en su desarrollo de crecimiento.



Fotografía D. 5: Identificación del Gusano Kcona Kcona.



Fotografía D. 6: Recolección de las hojas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).



Fotografía D. 7: Recolección de las hojas altamisa (*Franseria artemisioides*).



Fotografía D. 8: Selección de las hojas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).



Fotografía D. 9: Selección de las hojas altamisa (Franseria artemisioides).



Fotografía D. 10: Pesado y almacenado de la muestra de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).



Fotografía D. 11: Pesado y almacenado de la muestra de altamisa (*Franseria artemisioides*).



Fotografía D. 12: Extracción de Arrastre a vapor de la muestra de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).



Fotografía D. 13: Extracción de Arrastre a vapor de la muestra de altamisa (*Franseria artemisioides*).



Fotografía D. 14: Decantación del aceite esencial de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).



Fotografía D. 15: Decantación del aceite esencial de altamisa (*Franseria artemisioides*).



Fotografía D. 16: Obtención de los aceites esenciales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*).



Fotografía D. 17: Preparación del adherente.



Fotografía D. 18: Recolección del Kcona Kcona.



Fotografía D. 19: Evaluación de la actividad insecticida de los Kona Kona con los aceites esenciales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*).

