



Efecto insecticida del aceite esencial de eucalipto y altamisa contra el kcona kcona del cultivo de la quinua

Insecticidal effect of eucalyptus and mugwort essential oil against kcona kcona of quinoa cultivation

Efeito inseticida do óleo essencial de eucalipto e artemísia sobre a kcona kcona da cultura da quinua

Grettel Quispe¹

Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Puno, Perú
gre.geraldine.25@gmail.com (correspondencia)

Gregorio Palomino

Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Puno, Perú
 <https://orcid.org/0000-0002-0775-9787>
gpalomino@unap.edu.pe

DOI: <https://doi.org/10.35622/j.rca.2022.02.002>

Recibido: 10/05/2022 Aceptado: 20/06/2022 Publicado: 09/06/2022

PALABRAS CLAVE

actividad insecticida,
extracción a vapor,
kcona kcona, plaga,
tóxico.

RESUMEN. Esta 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.). En el desarrollo del proceso de obtención de aceite por arrastre con vapor, los parámetros óptimos medidos fueron tiempo de extracción, temperatura y presión. Caracterizando los aceites esenciales por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, donde los componentes mayoritarios del eucalipto fueron Eucaliptol (59,19%), α -Pinoeno (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 respetivamente, realizados a 20°C. Respecto a 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%.

KEYWORDS

ABSTRACT. This research allowed us to evaluate the insecticidal effect of eucalyptus essential oil (*Eucalyptus Globulus*) and feverfew (*Franseria artemisioides*) against the kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) in the cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In the development of

¹ Ingeniero Químico por la Universidad Nacional del Altiplano



insecticidal activity, steam extraction, kcona kcona, pest, toxic.

the process for obtaining oil by steam dragging, the optimal parameters measured were extraction time, temperature and pressure. Characterizing essential oils by gas chromatography coupled to mass spectrometry, where the main components of eucalyptus were Eucalyptol (59.19%), α -Pinene (20.89%) and D-Limonene (6.29%); and mugwort were 5,5-dimethyl-2-ethyl-1,3-Cyclopentadiene (30.65%), β -Himachalene (14.69%) and α -Caryophyllene (10.27%). The physicochemical characterization of density and refractive index of eucalyptus was 0.912 g/mL and 1.4606 respectively, and of mugwort 0.921 g/mL and 1.4857 respectively, performed at 20°C. Regarding the evaluation of the insecticidal activity of the essential oil of eucalyptus and mugwort in the mortality of the Kcona Kcona; the treatments showed effectiveness in controlling the pest. The analysis of variance for the application of eucalyptus essential oil 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 mugwort, the optimal values were a time of 24 h with a concentration of 1.00% and mortality of 43.333%.

PALAVRAS-CHAVE

atividade inseticida, extração de vapor, kcona kcona, praga, tóxico.

RESUMO. Esta pesquisa nos permitiu avaliar o efeito inseticida do óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) e matricária (*Franseria artemisioides*) sobre a kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) no cultivo de quinua (*Chenopodium quinua* Willd.). No desenvolvimento do processo de obtenção de óleo por arraste a vapor, os parâmetros ótimos medidos foram tempo de extração, temperatura e pressão. Caracterização de óleos essenciais por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas, onde os principais componentes do eucalipto foram Eucaliptol (59,19%), α -Pinenos (20,89%) e D-Limoneno (6,29%); e artemísia foram 5,5-dimetil-2-etil-1,3-Ciclopentadieno (30,65%), β -Himachaleno (14,69%) e α -Cariofileno (10,27%). A caracterização físico-química da densidade e índice de refração do eucalipto foi de 0,912 g/mL e 1,4606 respectivamente, e da artemísia 0,921 g/mL e 1,4857 respectivamente, realizada a 20°C. Quanto à avaliação da atividade inseticida do óleo essencial de eucalipto e artemísia na mortalidade do Kcona Kcona; os tratamentos mostraram eficácia no controle da praga. A análise de variância para aplicação do óleo essencial de eucalipto tem como valores ótimos um tempo de 24 h com concentração de 1,00%, e mortalidade de 46,6667%; para o óleo essencial de artemísia, os valores ótimos foram um tempo de 24 h com concentração de 1,00% e mortalidade de 43,333%.

1. 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)

La quinua (*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.

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 & 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%.

Según Ochoa et al. (2013) la Kcona kcona (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) es una especie con actividad nocturna y crepuscular, la postura de huevos la realiza en los glomérulos 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 mucilaginososa.

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.

Apaza & Challco (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. 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 (como el eucalipto y altamisa). Hasta el momento se conocen más de 400 plantas entre insecticidas, reguladores, repelentes, atrayentes, acaricidas, garrapaticidas, fungicidas, raticidas, herbicidas, etc.

Estudios como los de Murillo-Arango et al. (2013) y Flores et al. (1999) realizaron el análisis en aceites esenciales con actividad cito tóxica para identificar sus propiedades insecticidas. Extrayendo y evaluando la toxicidad general contra artemia salina de aceites esenciales de especies vegetales aromáticas. Los aceites fueron obtenidos mediante destilación por arrastre de vapor donde el aceite esencial extraído de especies del género *Eucalyptus*. 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. Estos estudios permitirían concluir que el aceite esencial de esta especie de eucalipto posee actividad anti-insecto considerable y podría formularse directamente como insecticida para el control de insectos de interés agrícola y médico podríamos indicar que los aceites estudiados son potenciales insecticidas naturales.

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 Kona kona (*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 Kona kona (*Eurysacca melanocampta*) del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).

2. MÉTODO Y MATERIALES

El presente trabajo se realizó bajo un diseño experimental con el método de extracción por arrastre con vapor, a través de 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.

En un inicio se realizó la selección de las hojas frescas y jóvenes de eucalipto y altamisa. Además de su 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.

Proceso de 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. La extracción comenzó cuando se presenció 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.

Evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial del eucalipto y altamisa

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 mL, 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

Materiales:

Material biológico

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

Material botánico

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

Material experimental

- Semilla INIA 420 Negra Collana.
- Adherente (Sábila).
- Aspersor (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)

Material de laboratorio

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

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. RESULTADOS**Tabla 1**

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

N°	NOMBRE DEL COMPUESTO	<i>t</i> R (min)	% EN MUESTRA	LA
1	1-Isopropil-4-metilbiclo[3,1,0]hex-2-eno	13,08	0,13	
2	α-Pineno	13,40	20,89	
3	β-Pineno	14,88	0,80	
4	β-Mirceno	15,01	0,82	
5	α-Felandreno	15,73	0,68	
6	α-Terpineno	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-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	
19	α-Cariofileno	29,18	0,33	



20	Alloaromadendreno	29,30	0,16
21	β -Cuvebena	29,83	0,39
22	Varidifloreo	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

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

En la tabla 1 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%).

Tabla 2

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

N°	NOMBRE DEL COMPUESTO	<i>tR</i> (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-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
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 -Maliene	26,97	1,71
34	α -Gurjuneno	27,13	0,16
35	Desconocido (C ₁₅ H ₂₄ O)	30,27	0,32

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

En la tabla 2 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 3

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

Nota. R1 Repetición 1, R2 Repetición 2, R3 Repetición 3.

En la tabla 3 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.

Tabla 4

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

Nota. R1 Repetición 1, R2 Repetición 2, R3 Repetición 3.

En la tabla 4 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.

4. DISCUSIÓN

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 Kcona Kcona.

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).

5. 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 -Pino (20,89%) y D-Limoneno (6,29%), sesquiterpenos y monoterpenos; los componentes mayoritarios del aceite esencial de *Franseria artemisioides* fueron 5,5-dimetil-2-etil1,3-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 respetivamente, 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%.

Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores declaran que no incurren en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

Grettel Quispe: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, escritura - preparación del borrador original, escritura - revisar & edición.

Gregorio Palomino: conceptualización, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, escritura - preparación del borrador original, escritura - revisar & edición

Fuentes de financiamiento / Funding:

Los autores declaran que no recibió un fondo específico para esta investigación.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- Apaza, M. & Chalco P. (2017). "Plantas biocidas para el manejo integrado de plagas y enfermedades de la quinua". *Visión Agraria Revista especializada de la macro región sur*. Perú. 40, pp 06 – 09.
- 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.
- Flores, Q., Velasco, A., Hiraola, S. & Giménez, T. (1999). "Aceites Esenciales con actividad citotóxica 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.
- Gandarillas, H. (1979). Genética y origen. In: M. Tapia (ed). *Quinua y Kañiwa, cultivos andinos*. Bogotá, Colombia, CIID, Oficina Regional para América Latina. pp 45-64.
- Koul, O., S. Walia, & G.S. Dhaliwal (2008). Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopes. Int.* 4(1):63–84.
- Lee, B., Annis, & . Tumaalii, F. (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.
- 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, T., Martinko J. M., Parker J., Brook. (1999). *Biología de los microorganismos*. Octava edición

- Mossi A.J., V. Astolfi, G. Kubiak, L. Lerin, C. Zanella, G. Toniazzo, (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.
- Murillo-Arango W., Araque P., Henao B. & Peláez, C. (2013). “Actividad Insecticida de una emulsión aceite/agua del aceite esencial de *Eucalyptus tereticornis*”. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. Universidad de Tolima. Colombia.
- Ochoa, R. y Navia, J. (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, & S. Sharma. 2014. Insecticidal activity of eucalyptus oil nanoemulsion with karanja and jatropha aqueous filtrates. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 91:119-127.
- Peruecologico. (2003). <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>.
- 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, M. (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.)
- 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, X. & Cuadro, O. (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.