

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO
ACTIVIDAD BIOINSECTICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE LA
HUACATAYA (*Tagetes minuta* L.), EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus* L.) Y
ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.), SOBRE EL PULGÓN (*Myzus persicae*) EN
AMBIENTE CONTROLADO.

LOURDES CORONEL HUANCA

La Paz – Bolivia

2019

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**ACTIVIDAD BIOINSECTICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE LA
HUACATAYA (*Tagetes minuta* L.), EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus* L.) Y
ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.), SOBRE EL PULGÓN (*Myzus persicae*) EN
AMBIENTE CONTROLADO.**

Tesis de grado presentado como requisito
Parcial para optar el título de
Ingeniero agrónomo

LOURDES CORONEL HUANCA

Asesora:

Ing. M. Sc. Teresa Ruiz Díaz

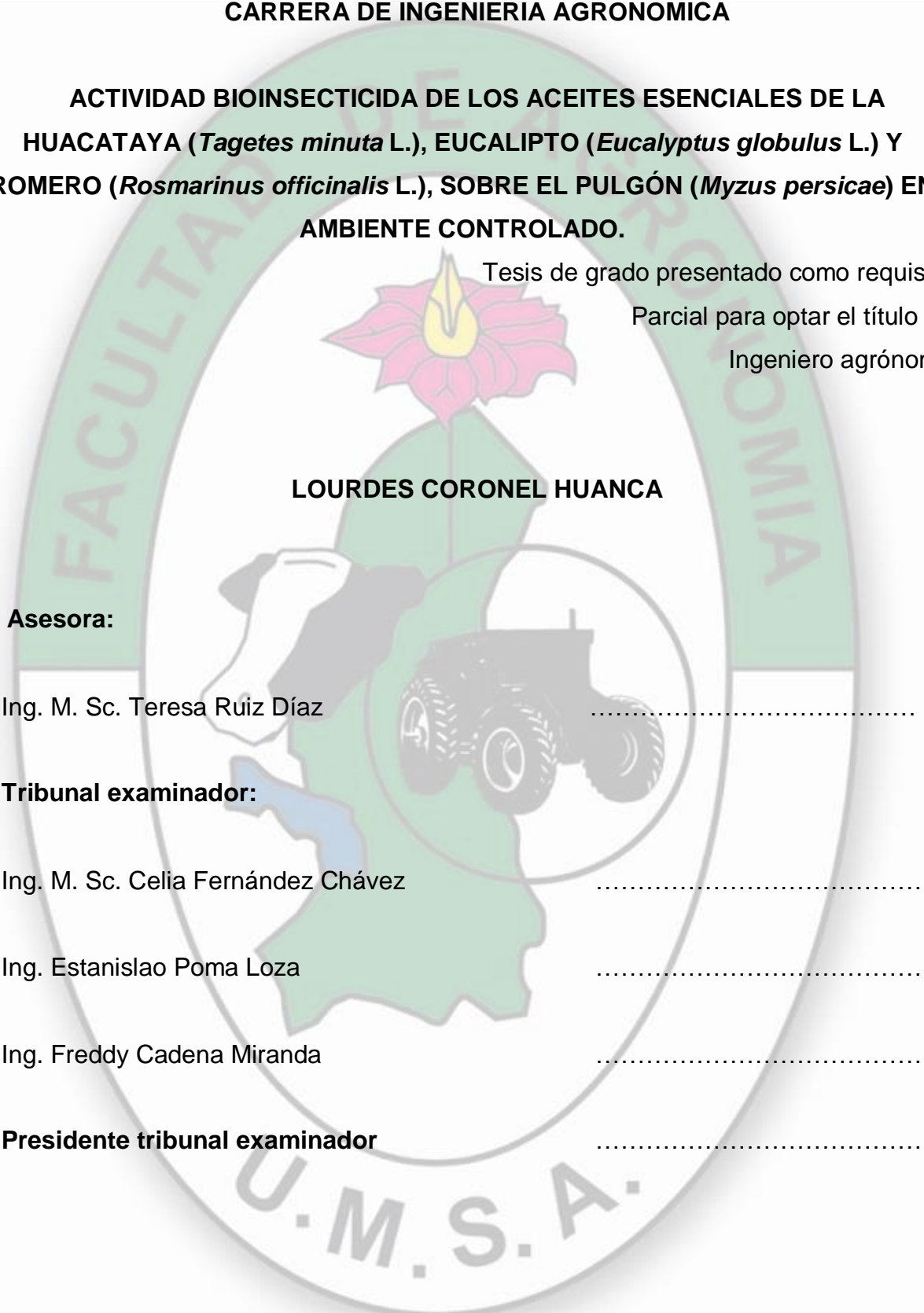
Tribunal examinador:

Ing. M. Sc. Celia Fernández Chávez

Ing. Estanislao Poma Loza

Ing. Freddy Cadena Miranda

Presidente tribunal examinador



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios por ser mi fuerza, mi guía, mi fortaleza durante todo el proceso de la realización de este trabajo.

Con mucho amor a mi querida madre Victoria Huanca, que gracias a todo su apoyo, y ejemplos de perseverancia que me ha brindado durante toda mi vida, ha hecho posible este logro el cual no es mío, sino suyo en realidad. Gracias por todo mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí.

A mi padre Jorge Coronel, mis hermanas Elza, Claudia, Maritza, Nieves, Virginia, Ruth, Mery y Rosy, de todo corazón muchas gracias por su cariño incondicional brindándome siempre un consejo cada vez que lo necesitaba, dándome fuerzas y aliento para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS.

A ti Dios por ayudarme a llegar hasta este momento tan especial en mi vida, por ser mi sustento, mi paz, mi fundamento en los momentos de triunfo y en los momentos difíciles que me han enseñado a amarte y valorarte cada día más, por cada regalo de gracia que me has dado y que inmerecidamente he recibido, pero antes de ser un profesionalista quiero ser siempre tu hija, ya que es el mayor privilegio que podemos tener, más valioso que todos los títulos de la tierra.

Mis más sinceros agradecimientos a toda mi familia, mis padres, mis hermanas, mis sobrinos(as) y cuñados, cada uno de ustedes han sido la base de mi formación, aportando grandes cosas a mi vida, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

A mis amigas(os) porque con ellos compartí momentos inolvidables que me dejaron mucha alegría.

A mi asesora y al tribunal revisor por las observaciones y sugerencias efectuadas en la presente tesis.

Un agradecimiento especial a la Lic. Cinthia Lara y al Ing. Juan José Vicente por haberme brindado su ayuda para la elaboración de esta tesis.

CONTENIDO

INDICE GENERAL.....	I
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE CUADROS.....	VIII
INDICE DE GRAFICOS.....	X
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
SUMARY.....	XIV

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	1
2. JUSTIFICACION.	2
3. OBJETIVOS	3
3.1. Objetivo general.....	3
3.2. Objetivos específicos.	3
4. REVISION BIBLIOGRAFICA.	4
4.1. Aceites esenciales.	4
4.1.1. Función de los aceites esenciales.	4
4.1.2. Fuente de los aceites esenciales.	5
4.1.3. Rendimiento de los aceites esenciales.	5
4.1.4. Propiedades organolépticas.	5

4.1.5.	Propiedades físicas.....	6
4.1.6.	Composición química de un aceite esencial.....	6
4.1.7.	Clasificación de los aceites esenciales.....	8
4.2.	Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> L.).....	9
4.2.1.	Origen, generalidades y características.....	9
4.2.2.	Clasificación taxonómica.....	10
4.2.3.	Propiedades.....	10
4.2.4.	Composición del aceite esencial del Eucalipto.....	11
4.3.	Huacataya (<i>Tagetes minuta</i> L.).....	12
4.3.1.	Origen y descripción.....	12
4.3.2.	Clasificación taxonómica.....	13
4.3.3.	Aplicaciones.....	13
4.3.4.	Composición del aceite esencial de la huacataya.....	14
4.4.	Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	14
4.4.1.	Origen y descripción.....	14
4.4.2.	Clasificación taxonómica.....	15
4.4.3.	Propiedades.....	15
4.4.4.	Composición química del romero.....	16
4.5.	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	17
4.5.1.	Origen.....	17
4.5.2.	Características botánicas.....	17
4.5.3.	Insecto Plaga.....	18

4.6.	Los áfidos.....	18
4.6.1.	Características generales.	18
4.6.2.	Ciclo de vida y reproducción.....	19
4.6.3.	Ciclo emigrante. Ciclo Holociclico y Heterocia.....	20
4.6.4.	Alimentación, hábitos y hábitats.	21
4.6.5.	Daño.....	22
4.6.5.1.	Daño directo.....	23
4.6.5.2.	Daño indirecto.....	23
4.6.6.	Control.....	23
4.6.6.1.	Control cultural.....	24
4.6.6.2.	Control físico.....	24
4.6.6.3.	Control químico.....	24
4.6.6.4.	Control biológico.....	25
4.7.	Método de extracción Soxhlet.....	25
4.7.1.	Preparación de la muestra.....	26
4.7.2.	Cartuchos.....	26
4.7.3.	Colocación del solvente.....	26
4.7.4.	Solventes a utilizar.....	26
4.7.5.	Características del solvente éter de petroleo.....	27
4.7.6.	Propiedades físicas y químicas.....	27
4.7.7.	Calentamiento.....	28
4.7.8.	Refrigeración.....	28
4.7.9.	Operación de extracción.....	29

4.7.10. Culminación de la operación.....	29
4.7.11. Ventajas y desventajas de la extracción soxhlet.....	30
4.8. El rotavapor.....	30
5. LOCALIZACIÓN	31
5.1. Ubicación geográfica.	31
6. MATERIALES Y MÉTODOS.	31
6.1. Materiales.	31
6.1.1. Material biológico.....	32
6.1.2. Material de laboratorio.	32
6.1.3. Material de escritorio.....	32
6.1.4. Reactivos.	32
6.2. Métodos.....	32
6.2.1. Factores de estudio.	32
6.2.2. Obtención de los aceites esenciales de huacataya (<i>Tagetes minuta</i> L.), eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> L.) y romero (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	32
6.2.3. Determinación de las propiedades organolépticas de los aceites esenciales.....	33
6.2.4. Determinación de la densidad de los aceites esenciales.....	34
6.2.5. Análisis estadístico.	35
6.2.5.1. Análisis de varianza.	35
6.2.6. Diseño experimental.	35

6.2.6.1. Modelo lineal aditivo.....	36
6.2.6.2. Croquis experimental.	37
6.2.7. Recolección.	37
6.2.8. Aplicación.	37
6.2.9. Eficiencia de los tratamientos.	38
7. RESULTADOS.	39
7.1. Resultados de la obtención de los aceites esenciales de Eucalipto (<i>E. globulus</i> L.), Huacataya (<i>T. minuta</i> L.) y Romero (<i>R. officinalis</i> L.) por el método de extracción Soxhlet.....	39
7.2. Características organolépticas del aceite esencial de huacataya (<i>Tagetes minuta</i> L.), eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> L.) y romero (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	42
7.3. Tratamiento de los pulgones (<i>Myzus persicae</i>).....	44
7.4. Eficiencia de los tratamientos.	44
7.4.1. Eficiencia a los 15 minutos después de la aplicación de los tratamientos.....	44
7.4.2. Eficiencia a los 30 minutos después de la aplicación de los tratamientos.....	46
7.4.3. Eficiencia a los 45 minutos después de la aplicación de los tratamientos.....	48
7.4.4. Eficiencia a los 60 minutos después de la aplicación de los tratamientos.....	49

7.4.5. Eficiencia a los 75 minutos después de la aplicación de los tratamientos.....	51
7.4.6. Eficiencia a los 90 minutos después de la aplicación de los tratamientos.....	53
7.5. Número de áfidos muertos.....	53
7.5.1. Número de áfidos muertos a los 15 minutos de aplicación de los tratamientos.....	53
7.5.2. Número de áfidos muertos a los 30 minutos de aplicación de los tratamientos.....	55
7.5.3. Número de áfidos muertos a los 45 minutos de aplicación de los tratamientos.....	56
7.5.4. Número de áfidos muertos a los 60 minutos de aplicación de los tratamientos.....	58
7.5.5. Número de áfidos muertos a los 75 minutos de aplicación de los tratamientos.....	60
7.5.6. Número de áfidos muertos a los 90 minutos de aplicación de los tratamientos.....	62
7.5.7. Comportamiento de la población de pulgones frente a los tratamientos...	63
8. CONCLUSIONES.....	65
9. RECOMENDACIONES.....	67
10. BIBLIOGRAFIA.....	68
ANEXOS.....	75

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ejemplo de compuestos oxigenados, fenoles y sus eteres fenilpropanoides	7
FIGURA 2. Algunos monopteros oxigenados, componentes frecuentes de muchos	8
<i>FIGURA 3. Estructura química del eucalyptol</i>	12
FIGURA 4. Estructura química de ácido carnosico, carnosol, epirosmanol, rosmaridifenol, ácido rosmarinico compuestos activos encontrados en la planta de romero (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	17
FIGURA 5. Ciclo de vida anual de los pulgones	21
<i>FIGURA 6. Diagrama de flujo del proceso de extracción.</i>	39

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.Códigos de los tratamientos realizados con los aceites esenciales de Huacataya (<i>Tagetes minuta</i> L.) Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> L.) y romero (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	36
CUADRO 2.Análisis organoléptico de los aceites esenciales	43
CUADRO 3.Densidad de los aceites.....	43
CUADRO 4.Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 15 minutos de aplicación.	45
CUADRO 5.Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 30 minutos de aplicación.	47
CUADRO 6.Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 45 minutos de aplicación.	48
CUADRO 7.Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 60 minutos de aplicación.	50
CUADRO 8.Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 75 minutos de aplicación.	51
CUADRO 9.Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 15 minutos de aplicación.	54
CUADRO 10. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 30 minutos de aplicación.	55
CUADRO 11. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 45 minutos de aplicación.	57

CUADRO 12. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 60 minutos de aplicación.	58
CUADRO 13. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 75 minutos de aplicación.	60
CUADRO 14. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 90 minutos de aplicación.	62

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1.Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 15 minutos de ensayo.	46
GRAFICO 2.Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 30 minutos de ensayo.	48
GRAFICO 3.Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 45 minutos de ensayo.	49
GRAFICO 4.Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 60 minutos de ensayo.	51
GRAFICO 5.Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 75 minutos de ensayo.	52
GRAFICO 6.Prueba Duncan al 5% para el numero de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 15 minutos de aplicación.	55
GRAFICO 7.Prueba Duncan al 5% para el numero de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 30 minutos de aplicación.	56

GRAFICO 8.Prueba Duncan al 5% para el numero de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 45 minutos de aplicación.	58
GRAFICO 9.Prueba Duncan al 5% para el numero de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 60 minutos de aplicación.	60
GRAFICO 10.Prueba Duncan al 5% para el numero de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 75 minutos de aplicación.	61
GRAFICO 11.Prueba Duncan al 5% para el numero de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de <i>Tagetes minuta</i> L; <i>Eucalyptus globulus</i> L; <i>Rosmarinus officinalis</i> L, a los 90 minutos de aplicación.	63
GRAFICO 12. Comportamiento de la población de pulgones.....	64

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 1. Ubicación del lugar donde se realizó la presente investigación.	31
FOTOGRAFIA2.Hojas frescas de eucalipto, huacataya y romero.	40
FOTOGRAFIA 3.Material vegetal picado	40
FOTOGRAFIA 4. Equipo de extracción	41
FOTOGRAFIA 5. Destilación del aceite	41
FOTOGRAFIA 6.Aceites de eucalipto, romero y huacataya	41

RESUMEN

El presente trabajo de investigación permitió evaluar la actividad bioinsecticida de los aceites esenciales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.), Huacataya (*Tagetes minuta* L.) Y Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) sobre el pulgón. Como primer objetivo específico de este trabajo fue la obtención de los aceites esenciales de tres plantas aromáticas que sea útil para combatir al pulgón, que no causen efectos perjudiciales a las plantas ni al medio ambiente, en el cual se pudieron obtener los aceites esenciales por el método de extracción Soxhlet, con las siguientes características: *Tagetes minuta* L. es color verde claro, aromático picante y amargo; *Eucalyptus globulus* L. es incoloro a levemente verde claro, aromático picante fuerte y amargo mentolado; *Rosmarinus officinalis* L. es amarillo palido, aromático picante fuerte y amargo mentolado fuerte, cada uno de ellos con densidades de: 0,8gr/ml para la Huacataya, 0,86gr/ml para el Eucalipto y 0,99gr/ml para el Romero. Finalmente como segundo objetivo se determinó la eficiencia de los aceites esenciales de tres plantas en el control del pulgón, en donde los tres tratamientos actuaron de manera muy eficiente uno más que otro. En el análisis de varianza que se realizó en la aplicación de los tratamientos sobre el pulgón el mejor tratamiento fue el aceite esencial a base de eucalipto que completo su máxima eficiencia a los 45 minutos del ensayo, en segundo lugar se encuentra el aceite esencial a base de Huacataya que completo su máxima eficiencia a los 60 minutos del ensayo y en tercer lugar se encuentra el aceite esencia a base de Romero completando su máxima eficiencia a los 90 minutos del ensayo.

Por lo cual se puede recomendar y destacar como el mejor tratamiento para el control del pulgón al aceite esencial a base de Eucalipto debido a su alto poder insecticida que posee.

Palabras clave: aceite esencial, pulgón, extracción soxhlet, eucalipto, romero, huacataya.

SUMMARY

This research work allowed to evaluate activity bioinsecticide of essential oils of eucalyptus (*Eucalyptus globulus* L.), Huacataya (*Tagetes minuta* L.) And Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) on the aphid. As a first specific objective of this work was the obtaining of essential oils of three herbs that is useful to combat aphids, which do not cause harmful effects to plants or the environment, in which you could get oils essential by the method of Soxhlet extraction, with the following characteristics: *Tagetes minuta* L. is color light green, aromatic spicy and sour; *Eucalyptus globulus* L. is colorless to slightly green light, aromatic spicy strong and bitter Minty; *Rosmarinus officinalis* L. is pale yellow, aromatic spicy strong and bitter Minty strong, each of them with density: 0.8 g/ml for the Huacataya, 0.86 g/ml for eucalyptus and 0.99 g/ml for the Rosemary. Finally, as second objective was determined the efficiency of essential oils of three floors in the control of aphids, where the three treatments performed very efficiently one more than another. In the analysis of variance that the best treatment was in the application of treatments on the aphid was essential to base of eucalyptus to full oil peak efficiency within 45 minutes of the trial, in second place is essential to base oil on Huacataya full peak efficiency to 60 minutes in the test, and thirdly is the oil essence based on Rosemary completing its maximum efficiency to the 90 minutes of the trial.

So you can recommend and stand out as the best treatment for the control of aphids to essential oil eucalyptus base due to its high insecticidal power that has.

Key words: aphid, essential oil, eucalyptus, Rosemary, soxhlet, huacataya.

1. INTRODUCCION.

Actualmente en Bolivia el uso indiscriminado de los insecticidas ha generado una problemática en la economía de los productores, en la salud y en el medio ambiente ya que muchas plagas han elevado sus niveles de daño, reproducción y distribución debido a la resistencia que estos van creando hacia los diferentes insecticidas, lo cual se ha convertido en una limitante para la producción en cuanto a la calidad, cantidad y sanidad del producto por lo cual se busca otras alternativas como ser el control de forma natural sin dañar el medio ambiente, los cultivos ni al ser humano.

Las consecuencias ecológicas del uso de insecticidas causan gran preocupación. Aunque otros aspectos de la agricultura moderna por lo general tienen un mayor impacto en el medio ambiente, los insecticidas se encuentran entre las herramientas agrícolas que están más asociadas con el daño ambiental.

Baldeón (2011) explica que los insecticidas convencionales no discriminan, matan a todos los insectos y muchos son tóxicos para los humanos y otros animales debiendo llamarlos “biosidas” porque mata a los seres vivos. Los aceites esenciales son reconocidos como una importante fuente de pesticidas naturales y se postulan hoy como posibles alternativas de reemplazo a los insecticidas de síntesis quienes ocasionan severos daños ecológicos y a la salud del hombre.

Por lo cual es necesario buscar otras alternativas para disminuir la utilización de insecticidas convencionales como ser los aceites esenciales.

Los áfidos son uno de los insecto plaga más comunes que se presentan en las huertas, que si no son combatidos en su debido momento pueden representar una plaga importante provocando bajos rendimientos, debido a que estos sustraen la savia de la planta y además son vectores de enfermedades virales que inciden en un normal crecimiento de la planta y en su reproducción. Para el combate de las diferentes plagas que atacan a los cultivos hortícolas suelen utilizarse de manera indiscriminada pesticidas químicos, que si bien tienen un alto grado de efectividad también traen consigo efectos

secundarios, tales como ser la resistencia de la especie, el efecto residual del producto, contaminan las aguas, desequilibrio del ecosistema y muchas otras.

Una alternativa ecológica para el combate de las plagas es la utilización de bioinsecticidas naturales, es decir, la utilización de extractos de diferentes especies vegetales que contienen compuestos químicos con actividad insecticida. Las especies vegetales han sido utilizadas desde tiempos remotos como repelentes e insecticidas para muchas plagas.

En los últimos años el estudio de los aceites esenciales ha llamado la atención de la ciencia, convirtiéndose así en un área amplia de investigación y desarrollo, debido a la gran acogida que tienen dentro de la industria farmacéutica, cosmética y de alimentos, entre otras.

Los aceites esenciales por ser líquidos volátiles y encontrarse distribuidos en las plantas, pueden ser retirados por diferentes tipos de procedimientos. Por su parte, el obtener los extractos de las plantas y estudiar sus partes activas permite conocer aún más los recursos naturales con que se cuenta y así darles un mejor aprovechamiento; proporcionándose un mayor agregado al comercializarlas como productos puros o extractos.

2. JUSTIFICACION.

Durante mucho tiempo, los insecticidas utilizados para el control de plagas han sido denominados de segunda generación, el abuso de ellos ha llegado a causar grandes daños al medio ambiente y problemas de salud al hombre, tanto al que consume los alimentos tratados como al que los que aplican a sus cultivos.

Entre los principales problemas que causa el uso excesivo de estos insecticidas podemos mencionar la bioacumulación y la resistencia por parte de las plagas, lo cual genera un aumento en los gastos por parte del agricultor debido a la necesidad de usar mayor cantidad de plaguicida.

Los pulgones representan un grave problema en los cultivos como las hortalizas, produciendo así daños estéticos que provocan una depreciación comercial de las plantas atacadas.

Por lo cual el presente trabajo pretende mostrar una alternativa orgánica para la eliminación de insectos perjudiciales cuidando así el medio ambiente, a insectos biocontroladores y la salud humana ante todo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto bioinsecticida de tres plantas en el control del pulgón en un ambiente controlado, en el laboratorio de Química de la facultad de Agronomía.

3.2. Objetivos específicos.

- Obtener los aceites esenciales de tres plantas aromáticas para combatir al pulgón, que no causen efectos perjudiciales a las plantas ni al medio ambiente.
- Determinar la eficiencia de los aceites esenciales de tres plantas en el control del pulgón.

4. REVISION BIBLIOGRAFICA.

4.1. Aceites esenciales.

González (2004) Los aceites esenciales (esencias o aceites volátiles) son: “productos de composición generalmente muy compleja que contiene los principios volátiles que se encuentran en los vegetales más o menos modificados durante su preparación. Únicamente se utilizan dos en la preparación de esencias oficiales: destilación con vapor de agua de las plantas con esencia de algunos de sus órganos, y por expresión”.

Se les llama aceites por su apariencia física y consistente que es bastante parecido a los aceites grasos, pero se distinguen de ellos, porque al dejar caer unas gotas de esencia sobre el papel, estas se volatilizan fácilmente sin dejar ninguna huella ni mancha grasosa.

Hill (s.f.) explica que los aceites esenciales son una parte crítica del sistema inmunitario de las plantas. Las plantas producen aceites esenciales para protegerse contra amenazas medioambientales. Las partes de una planta que contienen la mayor cantidad de aceite esencial son usualmente las partes que corren mayores riesgos de invasión por microorganismos: la corteza, la savia, las hojas, las semillas y las cascara de las frutas. Los compuestos que contienen los aceites esenciales tienen todo tipo de actividades biológicas. Se conocen por proteger contra amenazas medioambientales, aliviar el cuerpo y aún calmar la mente.

4.1.1. Función de los aceites esenciales.

González (2004) En general, la función biológica de los aceites esenciales sigue estando poco clara. Es probable que tengan un papel ecológico; como apoyo a esta hipótesis se han establecido experimentalmente el papel de alguno de ellos como inhibidores de la germinación, protección contra los depredadores y atracción de polinizadores.

4.1.2. Fuente de los aceites esenciales.

Los aceites esenciales proceden de las flores, frutos, hojas, raíces, semillas y corteza de los vegetales. El aceite de espliego, por ejemplo, procede de una flor, el aceite de pachulí, de una hoja, y el aceite de naranja, de un fruto. De León (2008) citado por (Díaz, *et al.* 2013)

SENA (s.f.) Los aceites esenciales están contenidos en semillas, glándulas, pelos glandulares, sacos, o venas de diversas piezas de la planta.

4.1.3. Rendimiento de los aceites esenciales.

SENA (s.f.) La mayoría de las plantas contiene de 0,01 a 10% de contenido de aceite esencial. La cantidad media que se encuentra en la mayoría de las plantas aromáticas es alrededor de 1 a 2%.

SENA (s.f.) Regularmente el contenido de aceites esenciales aumenta después de la lluvia y alrededor de medio día, cuando se ha eliminado el agua de rocío depositada sobre la planta, y ha comenzado una deshidratación antes de la humedad relativa alta de la noche; la excepción a este comportamiento se presenta en la manzanilla que alcanza una mayor concentración de aceite esencial durante la noche.

4.1.4. Propiedades organolépticas.

La cantidad y la intensidad de los aceites esenciales varían debido a: variedad de la planta, condiciones de cultivo, época de recolección, parte cosechada de la planta, manejo del material vegetal, métodos de extracción, otros. (SENA s.f.).

La cantidad de principios activos (productividad) de las plantas medicinales y aromáticas están determinadas por los siguientes factores:

- Genético. Se le considera el factor principal (metabolismo secundario).
- Ontogenético. Varía de acuerdo con la edad y el estado de desarrollo de la planta.
- Ambiental. Los genes responsables de la producción de principios activos pueden ser activados o desactivados de acuerdo con las condiciones climáticas, nutricionales, y de ataque de plagas a que haya sido sometido el material vegetal.

Cuando el almacenamiento de los aceites esenciales es el ideal, la mayoría se pueden preservar de 2 a 5 años. Los aceites de las frutas cítricas son muy susceptibles a la oxidación.

4.1.5. Propiedades físicas.

Ortuño (2006) define que los aceites esenciales se caracterizan por sus propiedades físicas, como densidad, viscosidad, índice de refracción, y actividad óptica. La mayoría de los aceites esenciales tiene una densidad menor a la del agua excepto los aceites de almendras amargas, mostaza, canela, perejil o clavo. El índice de refracción es una propiedad característica de cada aceite esencial y cambia cuando este se diluye o mezcla con otras sustancias.

4.1.6. Composición química de un aceite esencial.

Ortuño (2006) Generalmente, aunque hay excepciones, los componentes mayoritarios son hidrocarburos terpenicos (sin aroma o con poca contribución al aroma global) y los minoritarios (pero no por ello menos importantes) son los responsables del aroma característico del aceite esencial y quedan englobados en distintas familias químicas.

Hidrocarburos terpenicos:terpenos y terpenoides.

Aldehídos: aldehído benzoico, aldehído cinámico, butanal, propanal.

Acidos: acético, palmítico.

Alcoholes: linalol, geraniol, mentol.

Fenoles: anetol, eugenol.

Esteres: acetato de linalilo, acetato de genarilo.

Cetonas: tuyona.

Otros: éteres, derivados nitrogenados, sulfuros, tioéteres, tioésteres.

Considerando al aceite esencial como un producto de aroma característico y clasificando su composición sobre la base de esta propiedad, se puede afirmar que un aceite esencial es una mezcla de sustancias constituida fundamentalmente por una base integrada por hidrocarburos terpénicos. En menor concentración se encuentra un número no muy alto de sustancias químicas volátiles que son los responsables principales del aroma global del aceite esencial. Por ultimo tenemos gran cantidad de sustancias a muy baja concentración que presentan la característica de “redondear” el aroma global.

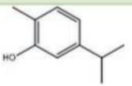
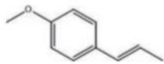
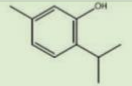
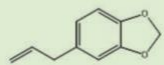
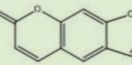
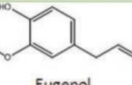
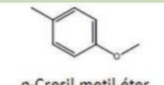
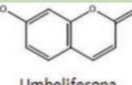
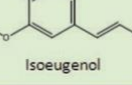
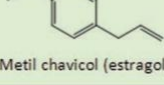
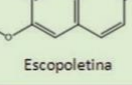
Compuestos oxigenados no terpénicos		
Fenoles	Éteres	Cumarinas
 Carvacrol	 <i>trans</i> -Anetol	 Cumarina
 Timol	 Safrol	 Psoraleno
 Eugenol	 <i>p</i> -Cresil metil éter	 Umbeliferona
 Isoeugenol	 Metil chavicol (estragol)	 Escopoletina

FIGURA 1. Ejemplo de compuestos oxigenados, fenoles y sus éteres fenilpropanoides y cumarinas, presentes en aceites esenciales.

FUENTE: (Stashenko, 2019)



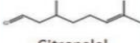
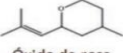


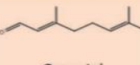
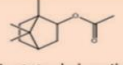





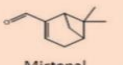
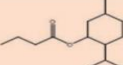
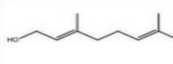


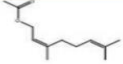
Monoterpenos oxigenados			
Alcoholes	Cetonas	Aldehidos	Otros
 Mentol	 Mentona	 Citronelal	 Óxido de rosa
 Borneol	 Carvona	 Geranial	 Acetato de bornilo
 Fenchol	 Alcanfor	 Neral	 Óxido de linalool
 Linalool	 Verbenona	 Mirtenal	 Butirato de mentilo
 Geraniol	 Pulegona	 Canfenal	 Acetato de nerilo

FIGURA 2. Algunos monopteros oxigenados, componentes frecuentes de muchos aceites esenciales
FUENTE: (Stashenko, 2019)

4.1.7. Clasificación de los aceites esenciales.

Ortuño (2006) indica que: los aceites esenciales, se clasifican según distintos criterios: consistencia, origen y naturaleza de los compuestos mayoritarios.

Según la consistencia se dividen en:

Esencias fluidas: líquidos muy volátiles a temperatura ambiente.

Bálsamos: líquidos de consistencia espesa, poco volátiles y propensos a polimerizarse.

Oleorresinas: líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas.

Según su origen pueden ser:

Naturales: se obtienen directamente de la planta y no se somete a ninguna modificación posterior.

Artificiales: se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de las esencias con uno de sus componentes.

Sintéticas: mezcla de compuestos obtenidos sintéticamente.

Y por la naturaleza de los compuestos mayoritarios:

Monoterpenoides.

Sesquiterpenoides.

Compuestos oxigenados.

4.2. Eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.)

4.2.1. Origen, generalidades y características.

Balmelli (1995) explica que *Eucalyptus globulus ssp globulus* es originario de la zona este, sudeste y pequeñas áreas de la costa oeste de Tasmania, así como de las islas del estrecho de Bass y en el sur de Victoria, Australia.

Di Marco, E. (s.f.) *Eucalyptus globulus* es una de las primeras especies del género en ser descrita y conocida en el mundo. Se reconocen cuatro subespecies que algunos autores elevan a la categoría de especie: *globulus*, *maidenii*, *bicostata* y *pseudoglobulus*, todas ellas originarias de Tasmania y Australia.

Paiva, citado por García (2015) dice que el *Eucalyptus globulus* Labill. En plantaciones es un árbol esbelto que puede alcanzar grandes dimensiones. Su corteza es blanquecina, gris- azulada o verdosa y es muy característica su facilidad para desprenderse del tronco. Las hojas juveniles son ovadas- lanceoladas, sésiles, de tonos verdes y glaucos; las adultas son lanceolado- falciformes, con largos peciolo y de color verde oscuro. Sus frutos son capsulas de cuatro caras, a modo de pirámide invertida, rematadas en la parte superior por un botón. Generalmente se presentan aislados y sin pedúnculo, y son más grandes que los de otras especies del género, como *E. nitens* o *E. camaldulensis*, que presentan frutos más pequeños, agrupados y con pedúnculos.

Montoya (1995) lo define como árbol magnifico, espectacular y de elevada talla, llega a alcanzar los 70 metros de altura y los 2 metros de diámetro; aunque raramente supera los 50 metros de altura y 1,50 metros de diámetro medido a 1,30 metros de altura el suelo (denominada “altura normal” o “altura del pecho”).

4.2.2. Clasificación taxonómica.

REINO	Plantae
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Myrtales
FAMILIA	Myrtaceae
GENERO	<i>Eucalyptus</i>
ESPECIE	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.

(García, 2015)

4.2.3. Propiedades.

Montoya (1995) dice que los aceites esenciales de eucalipto son extraídos de hojas de árbol, los cuales son indicados para realizar inhalaciones que, gracias a su acción, eliminan y detienen el crecimiento de microorganismos perjudiciales para nuestro aparato respiratorio, tales como los estafilococos o las candidas y los virus de la tuberculosis y la rabia, entre otros. También se utiliza como fungicida (elimina hongos), característica que le permite ser administrado como antiséptico en zonas con pocos recursos para operaciones de desinfección, especialmente ambiental, para combatir la propagación por el aire de enfermedades como el cólera. Constituye igualmente un

magnífico expectorante, por lo que es frecuentemente utilizado para despejar las vías respiratorias. Además posee propiedades antiinflamatorias lo colocan en una posición aventajada en el tratamiento de enfermedades como la bronquitis, gripe, faringitis, asma, sinusitis o rinitis. También se puede utilizar para eliminar piojos y además para aclarar la piel.

En el cuidado de la piel el aceite de eucalipto aumenta la circulación sanguínea cutánea y es formidable para las manchas, los furúnculos y los granos. Se puede aplicar puro en cantidades ínfimas en la zona afectada aunque si se usa muy concentrado puede irritar la piel. También resulta demasiado fuerte para añadirlo en recetas para el cutis; ahora bien, una gota mezclada con una cucharada de aceite de jojoba constituye un práctico aceite de masaje antiséptico para espaldas y cutis con manchas.

Batish, citado por Cazar, *et al.* (2014).explica que el aceite esencial de eucalipto posee un amplio espectro de actividades biológicas, incluyendo antimicrobiana, antifúngica, insecticida, repelente, herbicida, acaricida y nematocida.

Batish *et al.*, citado por Espitia (2011).dice que entre los productos maderables y no maderables de las especies del género *Eucalyptus*, los aceites esenciales encontrados en su follaje son los más importantes y, además de emplearse como insecticidas, también tienen usos muy extensivos en alimentos, perfumería e industria farmacéutica.

Diversos autores han demostrado las actividades fumigantes de los aceites esenciales del género *Eucalyptus* contra *S. oryzae* Negahban *et al.*, (2007); Negahban y Moharramipour, (2007); y, Lee *et al.*, (2001). Citado por (Espitia, 2011).

4.2.4. Composición del aceite esencial del Eucalipto.

Pluas (2015) destaca que en la composición del eucalipto se encuentran principios amargos y resinas. Como también es posible encontrar monoterpenos y aldehídos.

Dentro de su composición química destaca su contenido en aceite esencial, cuyo principal constituyente es el cineol o eucaliptol (eter óxido terpénico). Contiene también:

terpineol, carburos terpénicos (alfapineno), alcoholes alifáticos y sesquiterpénicos (eudesmol), aldehídos (butírico, valeriánico, caprónico) y cetonas.

Posee además tanino (sustancia detoxificante), pigmentos flavónicos (heterópsidos del quercetol) y un heterópsido fenólico complejo, el caliptósido, ácidos fenólicos (gálico, caféico), resina y un principio amargo.

Clark y Cameron (2000) señalan que el eucaliptol 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.

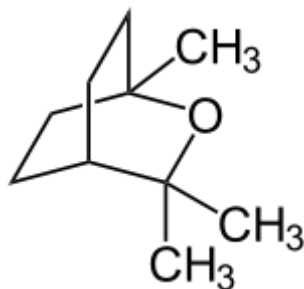


FIGURA 3. Estructura química del eucalyptol

4.3. Huacataya (*Tagetes minuta* L.)

4.3.1. Origen y descripción.

Soule, citado por Mirabal (2001) define que la “huacataya” es una especie originaria de las regiones del hemisferio Sur de América (Argentina, Chile, Bolivia y Paraguay). A través de la colonización española se llevó la especie a algunas regiones de Europa, Asia, Madagascar, India, Australia, África, y Hawaii, donde es conocida con el nombre común de flor de muerto.

MDS (2003) explica que es una planta herbácea anual que crece hasta 1 m de altura, fuertemente olorosa. Tallos erectos muy ramificados desde la base, hojosos hasta la inflorescencia. Hojas opuestas o las superiores alternas, compuestas, dentadas y elípticas, con glándulas oleíferas punctiformes. Inflorescencias en capítulos numerosos

con involucre cilíndrico ovoide de 3 a 5 mm de ancho, con numerosas glándulas oleíferas lineares. Capítulos con numerosas flores amarillas, aquenios negros.

4.3.2. Clasificación taxonómica.

REINO	Plantae
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Asterales
FAMILIA	Asteraceae
SUB FAMILIA	Asteroideae
TRIBU	Tageteae
GENERO	<i>Tagetes</i>
ESPECIE	<i>T. minuta</i>
NOMBRE	<i>Tagetes minuta</i>
BINOMIAL	L.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/tagetes_minuta

4.3.3. Aplicaciones.

MDS (2003) Las hojas usan en infusión, una ramita de Huacataya para un jarro de agua hirviendo, baja la fiebre, abre el apetito y tonifica los nervios. Se usa también contra la parálisis, empacho, indigestión, timpanismo o hinchazón del estómago y tifoidea. La infusión en un jarro de leche hirviendo endulzada con miel de abejas o chancaca cura la gripe, tos, catarro y resfriados.

Iannacone, *et al.* (2017) reporta que *Tagetes minuta*, conocido comúnmente en Perú como Huacatay (Asteraceae), es una planta nematocida, insecticida y se le atribuyen propiedades medicinales como digestivo, carminativo y antiabortivo.

4.3.4. Composición del aceite esencial de la huacataya.

Un informe anual de *Tagetes minuta* L, la ha identificado como potencial de plantas medicinales ya que contiene aleloquímicos y aceites esenciales que tiene usos y aplicaciones multidimensionales tales como herbicidas, germicidas, nematocidas, insecticidas, fungicidas, etc. Sehrish, Shahida, Rahmatullah, citado por Bazán y Benites (2014).

Según Cofre, citado por Baldeón (2011) El aceite de hojas de plantas no florecidas contiene principalmente dehidrotagenona, mientras que el aceite de hojas de plantas florecidas al igual que el aceite de flores es rico en β – ocimeno y tagetenona. La composición del aceite esencial de *Tagetes minuta* L. varía según las diferentes partes de la planta y de su estadio de crecimiento pero no difiere respecto a la procedencia del material.

Kiran, citado por INDECOPI (2019) La planta de huacatay contiene un aceite esencial que está constituido por monópteros como: β - pineno, limoneno, 2- fenilpropil butirato, 1-Deceno, Undecano, 1-Dodeceno, 2- Undecal (aldehído). Sin embargo, la composición del aceite esencial de Huacataya puede variar, significativamente, en función de distintos factores como la parte de la planta recolectada, el grado de desarrollo de la planta en el momento de la recolección o la procedencia geográfica, entre otros.

4.4. Romero (*Rosmarinus officinalis* L.).

4.4.1. Origen y descripción.

Gonzales citado por Cazas (2017). El origen del romero se localiza en el Mediterráneo, la planta del romero habita en la región mediterránea del Sur de Europa y del Norte de África creciendo espontáneamente o en cultivo, en los suelos calcáreos, localizándose algunas especies también en Asia menor. Actualmente se cultiva en todo el mundo.

Muñoz, citado por Lax (2014). Dentro del género *Rosmarinus* la especie *Rosmarinus officinalis* L. es un arbusto de hasta dos metros de altura, generalmente erguido, aunque en ocasiones achaparrado y cuya vida media oscila entre 5 y 15 años. Su floración puede variar, pues mientras que algunos autores afirman que las flores pueden estar presentes en la planta durante todo el año.

4.4.2. Clasificación taxonómica.

REINO	Plantae
SUB REINO	Tracheobionta
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUB CLASE	Asteridae
ORDEN	Lamiales
FAMILIA	Lamiaceae
SUB FAMILIA	Nepetoideae
TRIBU	Mentheae
GENERO	<i>Rosmarinus</i>
ESPECIE	<i>R. officinalis</i>
NOMBRE	<i>Rosmarinus</i>
BINOMIAL	<i>officinalis</i> L.

(Gonsales, 2001)

4.4.3. Propiedades.

Hieronimi, citado por Cazas (2017) Se le atribuye la virtud de reforzar la memoria y de ser un tónico general, fortaleciendo los nervios, eficaz en los estados anémicos crónicos. Levanta la presión y es un buen diurético. Para la fatiga y el dolor de cabeza. Estimulante del apetito, auxiliar digestivo, regula la menstruación, combate bacterias, descongestiona, detiene la caída del cabello.

Según Sánchez, citado por Cazas (2017) menciona que el aceite esencial contiene una sustancia muy similar al alcanfor, se la llama alcanfor de romero y debido a él la planta actúa tonificando el sistema circulatorio y equilibrando el sistema nervioso. El romero es eficaz en los estados anémicos crónicos y sobre todo para la hipotensión. Indica también que la infusión de hojas se usa para tratamiento oral de amigdalitis, anemia bronquitis, cefalea, cólicos, debilidad, depresión, desórdenes circulatorios, diarrea, dolores diversos, edema, indigestión, náusea, neuralgia, reumatismo, otras propiedades son las de proteger el hígado de las grasas, los bronquios y las vías respiratorias, contra agotamiento, vértigos. Es tóxico en dosis grandes.

Millán (s.f.) explica que tiene propiedades repelentes. Es una planta melífera que atrae insectos benéficos; se recomienda sembrarla en asociación con zapallo, poroto y zanahoria.

En el caso del romero (*R. officinalis*) Zaouali *et al.* (2010) citado por Espitia (2011) dice que la toxicidad fumigante de su aceite esencial es altamente efectiva contra *T. castaneum* (Ahmadi *et al.*, 2007) y *A. obtectus* (Regnault-Roger, 1997), debido a la presencia de 1,8-cineol y alcanfor.

4.4.4. Composición química del romero.

Ruiz, Almela, Montes de Oca, Ttschinggeri & Bucar, citado por Ávila. *et.al.* (2011) De manera general, la composición química del aceite esencial de romero ha sido descrita en trabajos que indican el tipo de moléculas activas presentes. Se ha identificado la presencia de α - pineno, β -pineno, canfeno, esterres terpénicos, como el 1,8-cineol, alcanfor, linalol, verbinol, terpineol, carnosol, rosmanol, isorosmanol, 3-octanona, isobanil-acetato y β -cariofileno; los ácidos vanílicos, caféico, clorogénico, rosmarinico, carnósico, ursólico, oleanólico, butilínico, betulínico, betulina, α -amirina, β -amirina, borneol, y acetato de bornilo.

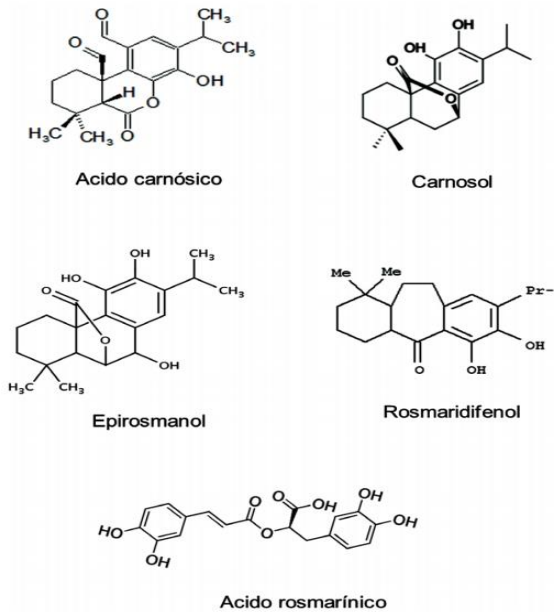


FIGURA 4. Estructura química de ácido carnósico, carnosol, epirosmanol, rosmaridifenol, ácido rosmarínico compuestos activos encontrados en la planta de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) Shahidi et al., Zheng et al., citado por Ávila, et al. (2001).

4.5. Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

4.5.1. Origen.

Giacconi y Escaff (1995), atribuyen el origen de la lechuga al Asia Menor, siendo ampliamente conocida y cultivada en todo el mundo, a través de numerosos tipos y variedades constituyéndose en una de las plantas más importantes entre las hortalizas de hojas que se consumen crudas.

4.5.2. Características botánicas.

Ruiz, citado por Tarqui, (2007) a cerca de las características botánicas afirma que las hojas varían de tamaño, tienen forma más o menos ancha o alargada, espatulada oval o redonda; de color verde de intensidad variable, matizado de color amarillento al rojo violáceo uniforme en el colorido o manchada, superficie lisa o rugosa, reunidas en un

tallo corto; tiene raíz pivotante con distintas ramificaciones su profundidad va hasta 25 cm.

4.5.3. Insecto Plaga.

Según Gioconi y Escaff (1995), entre las principales plagas que atacan al cultivo de lechuga se destaca principalmente:

Los pulgones: pequeños insectos que normalmente se encuentran agrupados en colonias y situados preferentemente en la base de las hojas. Producen melaza pringosa y causan diversos daños en el cultivo.

Por lo cual en este trabajo nos enfocaremos en esta plaga que es el pulgón, para lo cual debemos conocer las características de estos insectos, que son los siguientes

4.6. Los áfidos.

4.6.1. Características generales.

Andorno, *et al.* (2014) menciona que los áfidos o pulgones (Hemiptera, Aphididae) constituyen un grupo de pequeños insectos (1 a 4 mm) muy bien adaptados a su actividad fitófaga, ocupando un lugar destacado entre las plagas principales de una gran variedad de cultivos. Presentan un ciclo de vida complejo debido a las diversas fases por las que atraviesan y a las formas que adoptan, tan diferentes entre sí que en algunos pulgones inducen a considerarlos como especies distintas. En cuanto a su forma de reproducción se distinguen dos ciclos: cuando existe alternancia de fases de reproducción sexual y partenogenética (holociclo) y cuando solo se reproducen partenogenéticamente (anholociclo). Otra característica importante es la heteroecia, es decir la alternancia de plantas hospederas. La hospedera primaria es la utilizada para la reproducción sexual, mientras que las hospederas secundarias son colonizadas por hembras partenogenéticas. Además los áfidos poseen polimorfismo, formas ápteras y aladas, estas últimas encargadas de la dispersión hacia nuevos sitios para colonizar.

4.6.2. Ciclo de vida y reproducción.

Según Villacide y Masciocchi (2014) indican que los pulgones se caracterizan por ser vivíparos y por alternar varias generaciones de reproducción asexual (partenogenéticas) con una generación de reproducción sexual. La generación de reproducción sexual suele aparecer cuando las condiciones ambientales dejan de ser adecuadas. Este tipo de ciclos reproductivos, sumado al vínculo estrecho de muchas especies de pulgones con su planta hospedadora, hacen que existan numerosos tipos distintos de ciclos biológicos entre las especies de pulgones (al menos 12). A pesar de la gran variedad de ciclos de vida, hay ciertas características del ciclo que son comunes para la mayor parte de las especies. Por ejemplo, casi todas las especies son muy prolíficas (se reproducen con mucha facilidad). En promedio una hembra produce entre 50 y 100 descendientes por ciclo, y los nuevos individuos solo tardan aproximadamente una semana para madurar y comenzar a reproducirse nuevamente. Comúnmente, el ciclo comienza en la primavera cuando huevos que han hibernado eclosionan, y emergen hembras ápteras. Estas hembras se reproducen asexualmente durante varias generaciones, produciendo numerosas nuevas hembras sin alas.

Cuando se genera algún cambio ambiental importante, como ser un gran aumento de temperatura o la muerte de la planta que infestan, algunos individuos producen hembras con alas, que vuelan a una planta distinta. Finalmente en el otoño, última generación del año, se generan hembras y machos, que se reproducen sexualmente, y colocan sus huevos fecundados en alguna planta en la que sobreviven todo el invierno, para emerger nuevamente la siguiente primavera. Ciclo específico. Ciclo Holocíclico y Monoecia.

Iannone, citado por Poma (2016). Los pulgones sexuados aparecen desde septiembre a noviembre, los machos, en general, van provistos de alas y las hembras son ápteras (sin alas) casi siempre; también se dan casos, como en la filoxera, en que sean ápteros los dos sexos; los órganos bucales son muy pequeños y atrofiados, por lo que no se alimentan en toda su vida. La hembra de esta generación sexuada deposita un solo huevo, denominado huevo de invierno. Este huevo permanece sin evolucionar hasta la

primavera; entonces da origen a una hembra, denominada hembra fundadora, de la que se deriva toda la generación de pulgones.

La hembra fundadora es siempre áptera y se reproduce por partenogénesis. Frecuentemente es vivípara, pero en algunos casos también puede ser ovípara. De ella se deriva otras muchas hembras ápteras que solo se diferencian de la hembra fundadora en que son algo más pequeñas y de menor fecundidad.

Al llegar el otoño se producen otras aladas denominadas sexúparas; estas por partenogénesis depositan huevos, ya machos o hembras, y de estos nacen los individuos sexuados que depositan el huevo de invierno en la misma planta, cerrando el ciclo biológico. Existen, por tanto, dos formas aladas: una, las virginoparas, que transmiten la plaga a lugares lejanos, y otra, las sexuparas, que aparecen solo en otoño y dan lugar a la generación sexuada, de las que deriva el huevo de invierno.

4.6.3. Ciclo emigrante. Ciclo Holocíclico y Heterocia.

Iannone, citado por Poma (2016) explica que se complica el ciclo de las plagas polífagas; el huevo de invierno se deposita sobre una determinada especie vegetal denominada huésped primario, y sobre esta misma habitan la hembra fundadora y las distintas generaciones de hembras ápteras partenogénicas.

La diferencia con el ciclo anterior comienza en las hembras aladas virginoparas, llamadas en este caso emigrantes, por trasladarse a otras especies vegetales diferentes de la anterior, denominadas huéspedes secundarios, donde dan lugar a otras hembras ápteras, partenogénicas, diferentes de las que se desarrollan sobre el huésped primario; a estas hembras se las denomina exiliadas, y dan lugar a otra plaga aparentemente distinta de la primera; generalmente al llegar el otoño aparecen entre las hembras ápteras exiliadas otras aladas sexúparas que regresan al huésped primario en el llamado vuelo de retorno, dando lugar a la generación sexuada de la que procede el huevo de invierno.

La emigración puede ser absoluta o facultativa. En el primer caso toda la colonia del huésped primario le abandona y se traslada al secundario, mientras en la emigración facultativa solo una parte acude al huésped secundario, continuando el resto sobre el primario como en las especies no emigrantes. Aun puede ocurrir que las generaciones exiliadas continúen reproduciéndose indefinidamente sobre el huésped secundario por vía agámica, sin retorno al huésped primario.

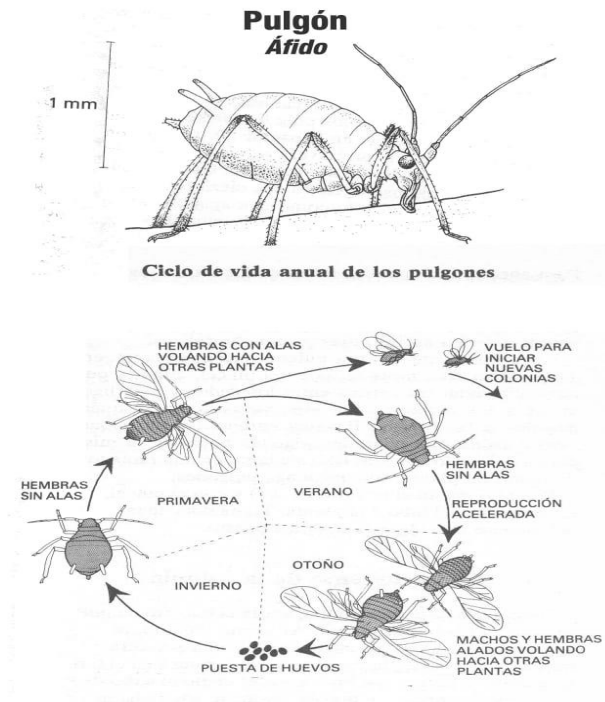


FIGURA 5. Ciclo de vida anual de los pulgones

4.6.4. Alimentación, hábitos y hábitats.

Villacide y Masciocchi. (2014) indican que los pulgones se alimentan de la savia de las plantas, introduciendo un estilete que le permite perforar el tejido epidérmico del tallo de las plantas. Algunas especies son muy específicas, y se alimentan de una única especie de planta o cultivo (monófagas), mientras que otras se alimentan de un gran número de especies (polífagas), muchas de las cuales se destacan por su interés económico, como ser frutales, hortalizas, ornamentales y especies de valor forestal.

Mayormente, los pulgones están distribuidos en zonas templadas, y atacan a las plantas principalmente durante la primavera y el verano. Se encuentran particularmente favorecidos por la sequedad ambiental y el exceso de fertilizantes.

Muchas especies de pulgones han desarrollado una relación simbiótica con hormigas que no solo los toleran sobre las plantas, si no que los protegen de sus depredadores, a cambio de la secreción de una melaza, que les sirven de alimento. También las abejas pueden recoger esa melaza e incorporarla a la composición de la miel.

4.6.5. Daño.

O'Farril (2005) señala que los áfidos se alimentan de las hojas, los renuevos, las flores, los frutos, las ramas, los tallos y las raíces de una gran diversidad de plantas, árboles y arbustos. Altas poblaciones de estos insectos causan que las hojas jóvenes, los renuevos y las flores se arruguen o enrosquen. Su ataque ocasiona que se agudicen los síntomas de la marchitez en tiempos de sequía y que las plantas, los árboles y los arbustos se vean deslucidos. Una población alta de áfidos puede retrasar el crecimiento y destruir los renuevos.

Además del daño que causan por si solos, los áfidos transmiten virus que causan enfermedades serias en las plantas. También, estas plagas secretan una sustancia azucarada tipo melaza que promueve el crecimiento de un hongo negro conocido como fumagina o moho de hollín. Este hongo no parasita las plantas, los arboles ni los arbustos, pero les desluce su apariencia y disminuye la acción fotosintética del follaje. Las hormigas también se alimentan de esta secreción azucarada y tienen una relación simbiótica con los áfidos. Esta relación simbiótica consiste en que las hormigas protegen a los áfidos y los transportan de una planta a otra a cambio de la secreción azucarada.

Maes (1995) dice que las Ninfas y adultos chupan la savia, causando un daño que puede ir desde amarillamiento de las hojas, encrespamiento de las hojas, debilitación de las plantas, hasta muerte de las plantas.

Según Andorno, *et al.* (2014) los daños que ocasionan los áfidos pueden ser:

4.6.5.1. Daño directo.

Se debe a la alimentación. Ninfas y adultos succionan los jugos vegetales, esto origina un debilitamiento de la planta, se detiene el crecimiento y si el ataque es muy severo la planta puede secarse.

4.6.5.2. Daño indirecto.

Reducción de la fotosíntesis: al alimentarse los áfidos excretan el exceso de azúcar como melaza que se deposita sobre las hojas favoreciendo el desarrollo de hongos (fumagina) lo que da lugar a una reducción del área fotosintética y cuando esta melaza es excesiva disminuye notoriamente el valor comercial del producto atacado.

Son vectores de virus fitopatógenos: más de 200 especies de áfidos se mencionan como vectores de virus y entre ellas *Myzus persicae* Sulzer es capaz de transmitir más de 100 virus deferentes, entre persistentes y no persistentes.

Pueden inyectar saliva toxica y la sola presencia de estos insectos sobre las hojas comestibles, cuando lo que se comercializa son dichas hojas en bandejas, ocasiona el descarte de partidas completas. Este último daño es sin dudas el más importante, ya que no considera la densidad de ataque de la plaga, la existencia de un solo pulgón por bandeja ya es motivo suficiente para el rechazo de la producción.

4.6.6. Control.

Villacide y Masciocchi (2014) indican que no existe una única medida de control ideal, sino que es deseable un manejo integrado, combinando distintas medidas preventivas como la eliminación de malezas, y la plantación de especies que funcionen como repelentes cerca de las plantas sensibles. Debe limitarse lo más posible el uso de insecticidas sintéticos, los cuales pueden ser nocivos para el hombre y pueden eliminar

a los enemigos naturales de los pulgones. De ser posible, se deben aplicar únicamente sustancias insecticidas orgánicas, que no presenten daños colaterales. También es recomendable hacer un manejo adecuado del riego y el drenaje del suelo para que las raíces tengan un hábitat adecuado; así como evitar prácticas muchas veces innecesarias como las podas drásticas, que debilitan a las plantas.

4.6.6.1. Control cultural.

Maes (1995) dice que el control cultural es en este caso el más importante, muchas veces es necesario en áreas afectadas por *Myzus persicae*, de escoger para los cultivos atacados, variedades resistentes a virus, para eliminar el efecto de *Myzus persicae* como vector de virus.

4.6.6.2. Control físico.

Maes (1995) Tratar de tomar en cuenta que esta especie se desarrolla mejor en condiciones secas y de poco sol. El sol muy fuerte parece mermar un poco su velocidad de multiplicación. Un control bastante eficaz, más que todo parta los alados, es el riego por aspersión aérea, poniendo los aspersores más altos que el cultivo, arrastrados por el agua, los alados son los que sufren mayor daño.

4.6.6.3. Control químico.

Maes (1995) indica que el control químico de esta especie es casi siempre inútil, la especie ha desarrollado una resistencia a una gran cantidad de venenos diferentes y además usando insecticidas se destruye la posibilidad de control biológico natural, casi siempre presente y bastante efectivo.

4.6.6.4. Control biológico.

Según Maes (1995) el control biológico natural siempre es bastante eficaz cuando no se usa insecticidas. Casi siempre se puede constatar la acción benéfica de moscas sirfidos, de leones de áfidos y mariquitas.

El control biológico puede ser empleado mediante la introducción en el cultivo de cantidad de depredadores y de parasitoides, principalmente leones de afidios, y parasitoides. Estos insectos se tienen que producir en crianza masiva antes de su utilización en el campo.

Se han reportado alrededor del mundo una gran cantidad de enemigos naturales de este pulgón. Muchos depredadores y también muchos parasitoides.

Los depredadores reportados son los siguientes: arañas, chinches antocoridos, chinche ojón, león de áfido café, coleópteros coccinélidos o mariquitas, moscas sirfidos y avispa esfecido.

Algunos hongos atacan a este pulgón, se han reportado los siguientes: *Empusa aphidis*, *Verticilium lecanii*.

4.7. Método de extracción Soxhlet.

Según Caldas (2012), el equipo soxhlet tiene como función recircular los vapores condensados con ayuda de un sifón a la fuente de disolvente que se encuentra en evaporación continua, arrastrando consigo los principios activos de la materia prima contenido en los cartuchos desechables. La capacidad aproximada en un equipo de laboratorio es de 500 ml de volumen primario con una recirculación de 100 ml cada cinco minutos aproximadamente en estado estable. La velocidad de reflujos depende directamente de la eficiencia y el tamaño del condensador.

4.7.1. Preparación de la muestra.

Núñez (2008) menciona que la operación comienza por la preparación de la muestra. Cada sistema de trabajo tiene su manera de preparar la muestra. Con frecuencia debe ser dividida en fragmentos de mayor o menor tamaño. En el caso de la madera se la muele en molino de cuchillas hasta que el 90% del material pase por malla de 40 mesh. Con esta muestra así alistada se carga el cartucho de extracción.

4.7.2. Cartuchos.

Núñez (2008) menciona que este cartucho consiste en un recipiente cilíndrico con base semiesférica para que apoye perfectamente en la base del equipo extractor y sea además más resistente. Los materiales más utilizados son el algodón prensado y la porcelana porosa. Los primeros son más económicos pero menos durables.

4.7.3. Colocación del solvente.

Según Núñez (2008) la cantidad de solvente debe ser la necesaria para que al ascender al cartucho y antes de que se haga la sifonada, no quede seco el balón inferior porque de esa manera, o se seca la muestra y se quema, o cuando caiga el líquido de la sifonada sobre el vidrio recalentado se puede producir una explosión de los vapores con el consiguiente riesgo de accidente. Si la cantidad a agregar no está estipulada en la norma, se carga el solvente desde arriba, lentamente, para que vaya cubriendo el cartucho y luego produzca el rechupe. Esta es la cantidad mínima. Pero como durante la operación hay pérdida del solvente por evaporación, y además debe quedar una cantidad mínima en el balón para que no se concentre el extracto demasiado, hay que agregar por lo menos una cantidad semejante en exceso.

4.7.4. Solventes a utilizar.

Núñez (2008) indica que si se sigue una norma o técnica obviamente que el solvente estará indicado. Pero con frecuencia, particularmente en los laboratorios de

investigación, se suelen realizar extracciones no normalizadas. Por eso es conveniente saber el rango de estas sustancias que se pueden utilizar en el extractor soxhlet. La experiencia que se posee es que hay una temperatura máxima y mínima de ebullición en la que el equipo funciona adecuadamente.

Caldas (2012) dice que debe seleccionarse un solvente conveniente de tal forma que ofrezca el mejor balance de varias características deseables:

Alto límite de saturación y selectividad respecto al soluto por extraer.

Capacidad para producir el material extraído con una calidad no alterada por el disolvente.

Estabilidad química en las condiciones del proceso.

Baja viscosidad, baja presión de vapor, baja toxicidad e inflamabilidad.

Baja densidad.

Baja tensión superficial.

Facilidad y economía de recuperación de la corriente de extracto y

4.7.5. Características del solvente éter de petróleo.

Formula química: no es aplicable.

Sinónimos: ligroína, nafta, benzina, nafta de petróleo, vapores de petróleo.

4.7.6. Propiedades físicas y químicas.

Apariencia: líquido incoloro y transparente.

Olor: gasolina o queroseno.

Solubilidad: insoluble en agua.

Densidad: 0.60 a 0.75

pH: no hay información disponible.

% de volátiles por volumen a 21°C: 100

Punto de ebullición: 20- 75°C

Densidad de vapor: 2.5

Presión de vapor (mmHg): 40 a 20°C

Grado de evaporación (BuAc =1): 10

(Pissa. 2002).

4.7.7. Calentamiento.

Núñez (2008) dice que es corriente utilizar calentadores eléctricos de esos llamados múltiples, que además poseen reóstatos para variar el tiempo en el que las resistencias están encendidas. Con alguna frecuencia sucede que al comienzo de la evaporación el solvente se sobrecalienta y posteriormente produce una evaporación explosiva que hace que gran cantidad de vapores lleguen al refrigerante que no da abasto en la condensación. Inclusive puede darse que si el equipo no está bien sujeto en los dos lugares necesarios, es decir en el balón y en el extractor, salte la parte superior y escapen vapores calientes del solvente, circunstancia que puede ser peligrosa. Si lo que se va a utilizar es el residuo sólido se pueden colocar núcleos de evaporación en el balón como trozos de porcelana porosa o piedra pómez. En el caso de tener que cuantificar el extracto se conoce una sola forma segura de evitar el sobrecalentamiento y es introduciendo un trozo de capilar de teflón de manera que toque la pared del balón en dos partes diferentes.

4.7.8. Refrigeración.

Núñez (2008) La conexión en serie es más práctica, usa menos manguera y requiere de una sola canilla y un solo desagüe. Su única limitación es el aumento de la temperatura del agua de refrigeración a medida que el mismo líquido pasa de un refrigerante al otro, y un defecto es que el sistema queda como un todo y si se saca un equipo hay que acomodar las mangueras de nuevo. En el sistema en paralelo o individual cada equipo tiene su entrada y salida de agua independiente, por lo que se requerirán más canillas y más desagües, aunque se puede instalar un sistema de canilla con varias salidas y un colector de efluentes. El flujo de agua debe regularse para utilizar solamente lo necesario, dado que el consumo es muy alto, particularmente en el caso de que se use agua potable de la canilla.

4.7.9. Operación de extracción.

Núñez (2008) dice que una vez que el equipo está armado, abierta el agua el refrigerante, cargado el cartucho con muestra e introducido el solvente, sólo resta encender el calentador y comenzar la operación. Llegada la temperatura a la de ebullición del solvente éste comienza a evaporarse y, luego de que calienten las paredes del equipo, comienza a condensar en el refrigerante y a caer en forma de gotas sobre el cartucho. La primera operación es totalmente atípica y no debe contabilizarse en el recuento que se hace para regular la velocidad de extracción como suelen pedir las normas. A medida que el condensado va cayendo sobre el cartucho este comienza a escurrir por la parte inferior del mismo llenando el recipiente de extracción hasta que llega al nivel de la bajada del sifón y rechupa, con todo el material disuelto, hacia el balón inferior. El tope del sifón está por encima del cartucho para asegurar que todas las veces el material a extraer quede embebido en el solvente.

Una vez que el sistema está en régimen las sifonadas se producen a intervalos regulares. Los tiempos comunes del sifonado están entre 5 y 20 minutos, según la potencia del calentador, el solvente, la temperatura externa, etc.

4.7.10. Culminación de la operación.

Núñez (2008) explica que una vez que se ha dado por terminada la operación de extracción, es conveniente esperar un cierto tiempo para que el sistema se enfría hasta que sea fácil manipularlo. A continuación no hay que olvidarse de cerrar el agua de refrigeración para no realizar consumo innecesario. Después se desarma el equipo y se extrae el cartucho que está saturado de solvente y se coloca en un sitio aireado o en la campana para que se seque la muestra. La extracción de la muestra del cartucho húmedo puede ocasionar su deterioro. Si es necesario se deberá enjuagar el extractor para que quede listo para la próxima vez. Y con esto se da por terminada la operación de extracción.

4.7.11. Ventajas y desventajas de la extracción soxhlet.

Según Caldas (2012) las ventajas y desventajas de la extracción soxhlet son:

Ventajas.

- Gran capacidad de recuperación e instrumentación simple.
- El disolvente y la muestra están en contacto íntimo y repetido. De manera que se mejora muchísimo la extracción porque siempre se emplea un disolvente limpio.
- El disolvente proviene de una condensación luego es líquido y está caliente.

Desventajas.

- Es un proceso lento e imposible de acelerar.
- Se requiere gran cantidad de disolvente.
- Necesidad de etapa final de evaporación.

4.8. El rotavapor.

Rodas (s.f.) dice que la mayor parte de los procesos que se llevan a cabo en los laboratorios de Química Orgánica, tanto durante la reacción como en el aislamiento y purificación del producto obtenido, requieren el uso de disolventes orgánicos que en algún momento hay que eliminar.

El rotavapor es el aparato que, mediante una destilación a vacío, permite la evaporación rápida de disolvente de una disolución, recuperando el soluto (líquido o sólido). Generalmente se utiliza una trompa o una bomba de membrana o de vacío. Es importante conocer el punto de ebullición del disolvente que se va a eliminar para no sobrecalentar ni calentar demasiado poco el baño de agua. Si el producto que se quiere aislar es líquido, también debería conocerse su punto de ebullición, para evitar evaporarlo junto con disolvente.

5. LOCALIZACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de Química General de la facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés de la ciudad de La Paz.



FOTOGRAFIA 1. Ubicación del lugar donde se realizó la presente investigación.

5.1. Ubicación geográfica.

El departamento de La Paz se encuentra a 3627 metros sobre el nivel del mar, se sitúa al noreste de Bolivia, entre los 16° 30' de latitud Sur y los 68° 08' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, limita al norte con el departamento de Pando, al este con los departamentos de Beni y Cochabamba, al sur con Oruro, al sudoeste con la república de Chile y al oeste con la república del Perú. (INE 2015).

6. MATERIALES Y MÉTODOS.

6.1. Materiales.

Los materiales que se utilizaron en el presente trabajo de investigación fueron:

6.1.1. Material biológico.

Myzus persicae, *Eucalyptus globulus* L, *Rosmarinus officinalis* L, *Tagetes minuta* L, *Lactuca sativa*.

6.1.2. Material de laboratorio.

Manto de calefacción, un embudo de decantación de 250 ml, Probetas de 100ml, matraz Erlenmeyer, un vidrio de reloj, espátula, un extractor Soxhlet que consta de un soporte universal, dos pinzas, papel filtro, refrigerante para agua, mangueras, balanza analítica.

6.1.3. Material de escritorio.

Planilla de datos, Computadora portátil, Flash memory.

6.1.4. Reactivos.

Éter de petróleo y alcohol.

6.2. Métodos.

6.2.1. Factores de estudio.

Se consideraron como factores de estudio a los pulgones de la lechuga (*Myzus persicae*) y el comportamiento que estos tuvieron frente a la composición de los aceites esenciales de la huacataya (*Tagetes minuta* L.), eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) y romero (*Rosmarinus officinalis* L.).

6.2.2. Obtención de los aceites esenciales de huacataya (*Tagetes minuta* L.), eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) y romero (*Rosmarinus officinalis* L.).

La obtención se realizó por el método de extracción Soxhlet lo cual se procede de la siguiente forma:

Utilizando el equipo de extracción perfectamente limpio, se pesó 60 gramos de hojas frescas tal como indica: Piedra Santa, (2007) la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños. De las plantas escogidas previamente molidas, se precedió a poner la muestra en un papel filtro, envolviéndolo muy bien, se montó la muestra en el equipo de extracción.

Una vez terminado el montaje del equipo se debe encender el manto de calefacción a una temperatura de 35° C, eso debido a que el punto de ebullición del éter es ese. La extracción para cada muestra duró aproximadamente 3 horas.

Después de que se dio por terminada la operación de extracción, se debe esperar un cierto tiempo para que el sistema se enfríe hasta que sea fácil de manipularlo.

Una vez que se tenga la muestra en el balón este no es puro debido a que se encuentra mezclado con el solvente, para poder tener el aceite puro se debe hacer otro paso: que consiste en montar el balón en el rota vapor por unos 5 min que es el que se encarga de separar el solvente del aceite.

6.2.3. Determinación de las propiedades organolépticas de los aceites esenciales.

Para la determinación de las propiedades organolépticas de los aceites esenciales nos basamos en los siguientes parámetros establecidos por los siguientes autores:

Figueroa (1996), señala las siguientes características organolépticas para el aceite esencial del eucalipto

Color	: incoloro a levemente amarillo
Aspecto	: límpido y translucido
Olor	: característico a la planta
Sabor	: refrescante
Cantidad de muestra	: 400 g
Tiempo de extracción	: 140 min.

Volumen de aceite : 6.5 cm³
Rendimiento : 1,63% (volumen/peso)

Propiedades organolépticas de la huacataya: Mendoza J. N. y Ricardo E. M. (2019) indican las siguientes características:

Color : amarillo
Olor : sui generis
Sabor : astringente
Peso de muestra : 70 g
Volumen del aceite : 0,4 ml
% de rendimiento : 0,57%

Rodas. (2012), Indica que las propiedades organolépticas del romero son:

Olor : aroma a eucalipto
Color : amarillo pálido
Apariencia : liquido viscoso

6.2.4. Determinación de la densidad de los aceites esenciales.

Se llama densidad relativa a la relación existente entre masa y volumen de la muestra extraída, lo cual se determinó utilizando la fórmula de la densidad:

$$D = M / V$$

Donde:

D= densidad de la muestra

M= peso de la muestra

V= volumen de la muestra

Procedimiento: Primero se pesó el tubo de ensayo vacío una vez registrado el peso del tubo de ensayo, se llenó el tubo de ensayo con la muestra y se procedió a pesarlo nuevamente registrando así el peso.

Luego se procedió a calcular el volumen de los aceites; en un vaso precipitado pequeño se vació el aceite obteniendo así el volumen de cada muestra. Después aplicando la fórmula se obtuvo la densidad de cada muestra.

6.2.5. Análisis estadístico.

Los datos se tabularon y se determinaron las medias de las distintas lecturas para realizar el análisis de varianza.

6.2.5.1. Análisis de varianza.

Caballero (1975) dice que en su forma más simple significa desdoblarse la varianza de un conjunto de observaciones, uno de los cuales es la variación de las muestras como tales y otra es la variación existente en las observaciones dentro de cada muestra.

El análisis de varianza fue ideado por Sir Ronald A. Fisher y es esencialmente un procedimiento aritmético que descompone una suma total de cuadrados en componentes asociados con fuentes de variación reconocida. Steel y Torrie, citado por (Vicente s.f.)

6.2.6. Diseño experimental.

Para determinar el efecto insecticida de los aceites esenciales sobre el pulgón se realizó un **Diseño Completamente al Azar** (DCA). Con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

Tratamientos.

T0 = testigo

T1 = aceite esencial de la huacataya

T2 = aceite esencial del eucalipto

T3 = aceite esencial del romero

La distribución de los tratamientos se realizó de manera aleatoria.

6.2.6.1. Modelo lineal aditivo.

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon$$

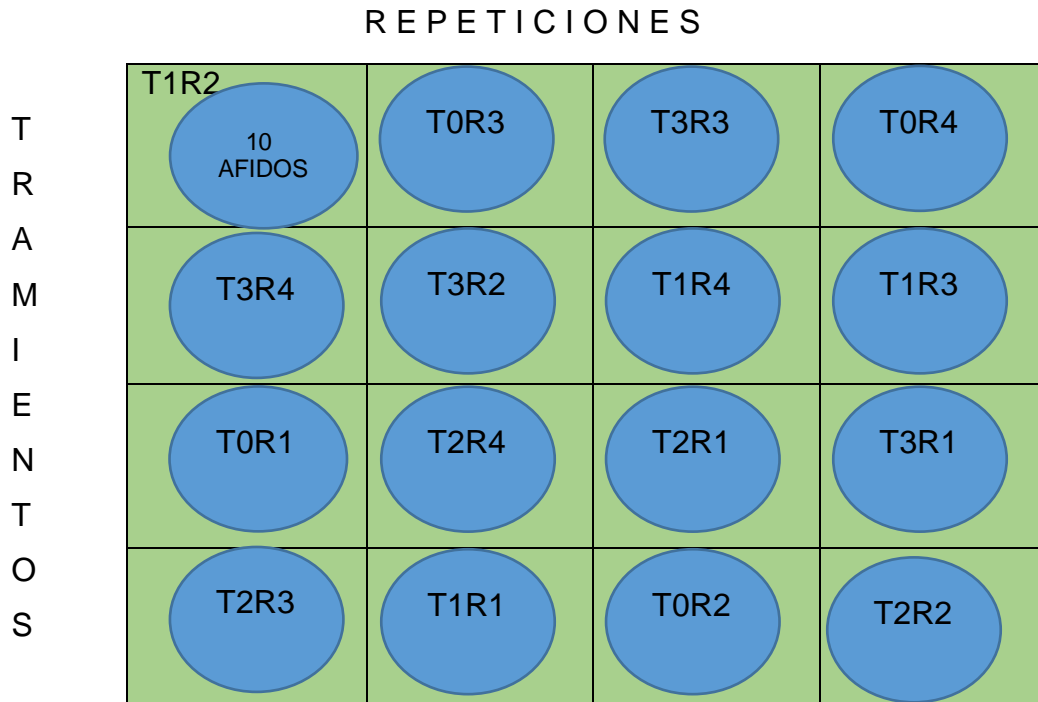
Donde:

- X_{ij} = una observación cualquiera
- μ = media general
- α_i = efecto de i – esimo tratamiento
- ε_{ij} = error experimental

CUADRO 1. Códigos de los tratamientos realizados con los aceites esenciales de Huacataya (Tagetes minuta L.) Eucalipto (Eucalyptus globulus L.) y romero (Rosmarinus officinalis L.)

CODIGO	SIGNIFICADO
T0R1	TRATAMIENTO TESTIGO – REPETICION 1
T0R2	TRATAMIENTO TESTIGO – REPETICION 2
T0R3	TRATAMIENTO TESTIGO – REPETICION 3
T0R4	TRATAMIENTO TESTIGO – REPETICION 4
T1R1	ACEITE DE (<i>Tagetes minuta</i> L.) – REPETICION 1
T1R2	ACEITE DE (<i>Tagetes minuta</i> L.) – REPETICION 2
T1R3	ACEITE DE (<i>Tagetes minuta</i> L.) – REPETICION 3
T1R4	ACEITE DE (<i>Tagetes minuta</i> L.) – REPETICION 4
T2R1	ACEITE DE (<i>Eucalyptus globulus</i> L.) – REPETICION 1
T2R2	ACEITE DE (<i>Eucalyptus globulus</i> L.) – REPETICION 2
T2R3	ACEITE DE (<i>Eucalyptus globulus</i> L.) – REPETICION 3
T2R4	ACEITE DE (<i>Eucalyptus globulus</i> L.) – REPETICION 4
T3R1	ACEITE DE (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) – REPETICION 1
T3R2	ACEITE DE (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) – REPETICION 2
T3R3	ACEITE DE (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) – REPETICION 3
T3R4	ACEITE DE (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) – REPETICION 4

6.2.6.2. Croquis experimental.



6.2.7. Recolección.

Primero para la extracción de los aceites tanto del eucalipto, romero y huacataya estos se obtuvieron de distintos lugares, en el caso del Eucalipto fue traído de la Estación Experimental de Cota Cota de la facultad de Agronomía, en el caso de la Huacataya y Romero se compraron de la feria 16 de julio de la ciudad de El Alto.

La lechuga con pulgones se obtuvieron del mercado Rodríguez de la ciudad de La Paz,

6.2.8. Aplicación.

La aplicación se procedió de la siguiente manera:

Primero se hizo la distribución aleatoria de cada una de las unidades experimentales cada uno con un trozo de lechuga y 10 pulgones adultos de aproximadamente 3mm, casi todos del mismo tamaño respectivamente.

Para tener una uniformidad en el ensayo se procedió a aplicar el producto obtenido con la ayuda de un gotero sobre las cajas petri que contienen hojas de lechuga con 10 pulgones respectivamente a cada tratamiento se aplicó 5 gotas de dosis, en contacto directo con el pulgón.

Transcurrido ya los 15 min se fue registrando la cantidad de mortalidad de los pulgones, y de esa manera se procedió con el registro de datos cada 15 minutos hasta tener la mortalidad total de los pulgones.

6.2.9. Eficiencia de los tratamientos.

Con los datos de población de insectos antes y después de la aplicación de los aceites esenciales, se calculó la eficiencia de los bioinsecticidas mediante la fórmula de Tilton y Henderson, (1986).

$$\% E = 100 (1 - (td * ta) / (ta * td))$$

Donde:

- %E = Eficiencia
- Ta = Numero de áfidos /planta antes de la aplicación
- Td = Numero de áfidos /planta después de la aplicación
- Ta = Numero de áfidos / planta antes en el testigo
- Td = Numero de áfidos / plantas después en el testigo

7. RESULTADOS.

Con el método Soxhlet que fue descrito en la metodología de extracción se pudieron obtener los aceites esenciales de las 3 plantas, presentando así los siguientes resultados.

7.1. Resultados de la obtención de los aceites esenciales de Eucalipto (*E. globulus* L.), Huacataya (*T. minuta* L.) y Romero (*R. officinalis* L.) por el método de extracción Soxhlet.

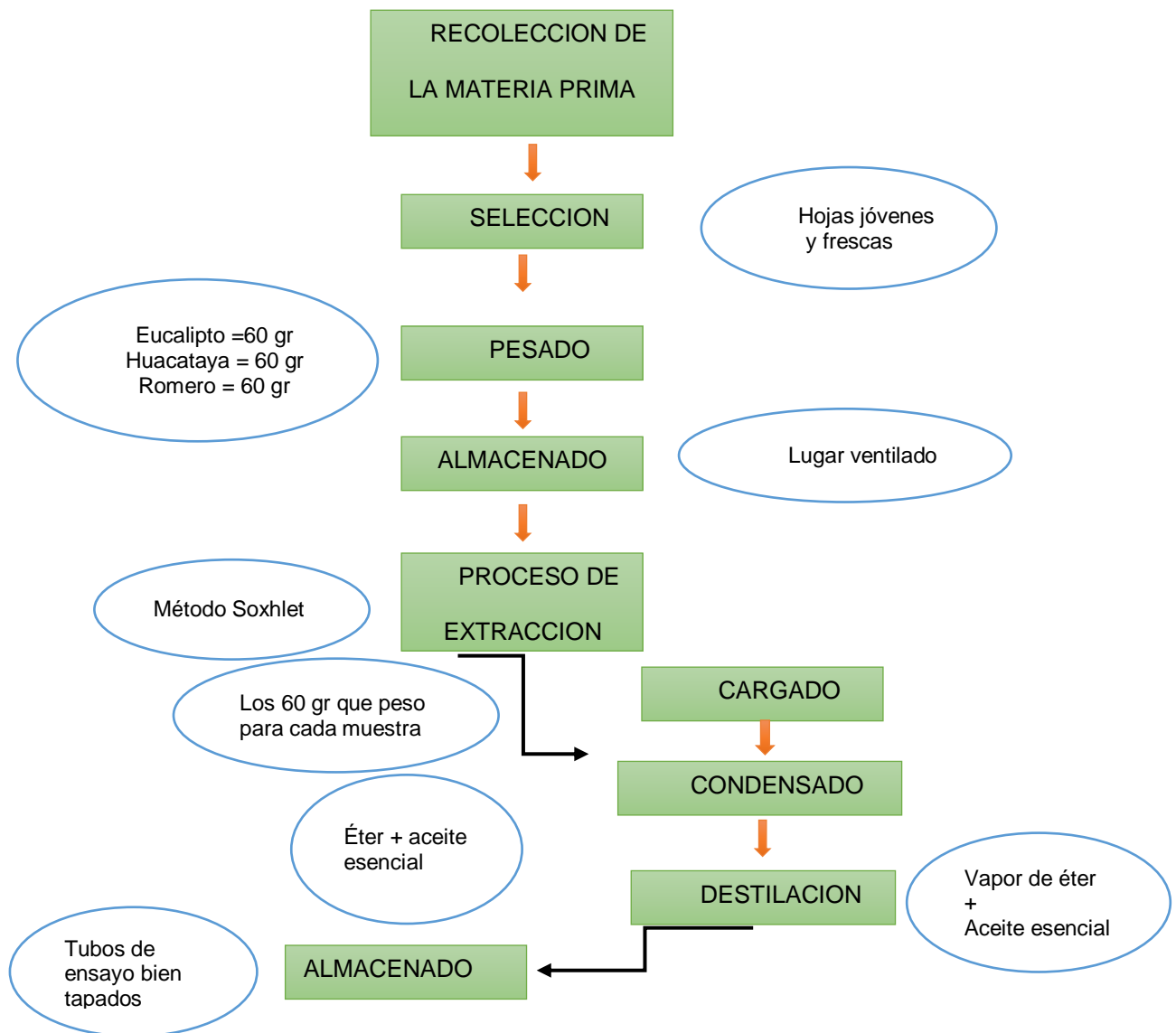


FIGURA 6. Diagrama de flujo del proceso de extracción.

En la selección de la materia prima se tomó muy en cuenta que estos se encuentren frescos



FOTOGRAFIA 2. Hojas frescas de eucalipto, huacataya y romero.

Piedra Santa, (2007) indica que la muestra vegetal generalmente debe estar fresca y cortada en trozos pequeños.



FOTOGRAFIA 3. Material vegetal picado

Para un mejor proceso de extracción se cortaron las hojas de cada una de las muestras vegetales.

Luego las muestras fueron sometidas al equipo de extracción soxhlet por unas 3 horas aproximadamente, después se procedió a la destilación del aceite por el rotavapor obteniendo de esa manera los aceites esenciales.

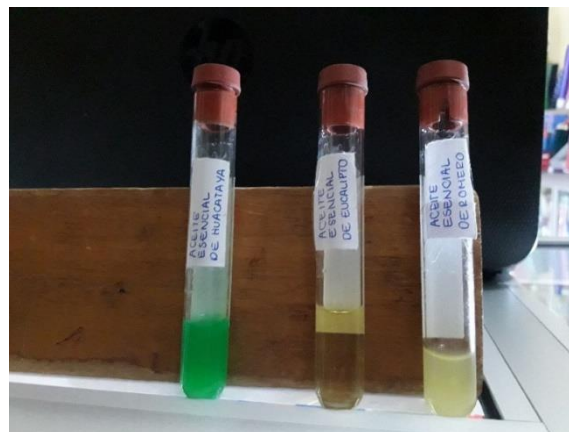


FOTOGRAFIA 4. Equipo de extracción

FOTOGRAFIA 5. Destilación del aceite

Los aceites esenciales que se obtuvieron deben estar bien almacenados en lugares frescos en tubos de ensayo muy bien tapados para poder conservar así todas sus esencias y su poder bioinsecticida debido a que son muy susceptibles a las altas temperaturas tal como lo indica: Miresmailli & Isman, (2006) que los aceites esenciales derivados de las plantas tienen un poder de actividad residual corto, con intervalos menores a 12 horas, siendo susceptibles a la degradación por altas temperaturas y la luz ultravioleta.

Una de las grandes alternativas para el futuro es la nanoformulación de los AE ya que podría resolver estos problemas, protegiéndolos de la degradación y las pérdidas por evaporación, logrando una liberación controlada y facilitando el manejo. Moretti *et al.* Citado por (Lugo y Morales, 2017)



FOTOGRAFIA 6. Aceites de eucalipto, romero y huacataya

7.2. Características organolépticas del aceite esencial de huacataya (*Tagetes minuta* L.), eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) y romero (*Rosmarinus officinalis* L.).

El análisis que se pudo hacer en cuanto a las características organolépticas de las muestras son:

- Eucalipto. El aceite esencial del eucalipto presentó un color incoloro a levemente verde claro, esto puede ser debido a que las hojas del eucalipto para la extracción fueron hojas frescas, con un olor aromático picante y sabor amargo mentolado, tal como señala Figueroa (1996). El color de este aceite es incoloro a levemente amarillo, esto debido a que las hojas de eucalipto antes de la extracción estuvieron secas, olor mentolado y un sabor refrescante.
- Huacataya. Se vio un color verde claro, con un olor aromático picante y un sabor amargo. Mendoza J. N. y Ricardo E. M. (2019). Indican que el aceite esencial de la huacataya tiene un color amarillo, un olor sui generis y un sabor astringente. En esta comparación podemos apreciar que varían un poco en cuanto al color esto puede ser debido a que las hojas de la muestra estuvieron frescas.
- Romero. El aceite tiene un color amarillo pálido, olor aromático picante fuerte, con un sabor amargo mentolado fuerte, Rodas (2012), Indica que las propiedades organolépticas del romero son: olor aroma a eucalipto, color amarillo pálido, con una apariencia líquido viscoso, en este caso se puede apreciar que el color obtenido del aceite coincide con lo indicado por el autor.

A continuación se puede apreciar un cuadro donde se puede observar claramente las propiedades organolépticas que se pudieron describir de cada uno de los tratamientos:

CUADRO 2. Analisis organoléptico de los aceites esenciales

CARACTERISTICAS	<i>T. minuta</i> L.	<i>E. globulus</i> L.	<i>R. officinalis</i> L.
COLOR	Verde Intenso	Incoloro a levemente verde claro	amarillo pálido
OLOR	aromático picante	aromático picante fuerte	aromático picante fuerte
SABOR	Amargo	amargo mentolado	amargo mentolado fuerte
CANTIDAD DE MUESTRA	60 gramos	60 gramos	60 gramos
TIEMPO DE EXTRACCION	3 horas	3 horas	3 horas
VOLUMEN DE ACEITE	2,3 ml	3 ml	2 ml
RENDIMIENTO	3,8%	5%	3,3%

FUENTE: reporte propio

Se obtuvo también las densidades de los aceites presentadas en el cuadro siguiente:

CUADRO 3. Densidad de los aceites.

DENSIDAD	<i>T. minuta</i>	<i>E. globulus</i>	<i>R. officinalis</i>
g/ml	0,8	0,86	0,99

FUENTE: Reporte propio.

7.3. Tratamiento de los pulgones (*Myzus persicae*).

Para realizar el ensayo de la actividad bioinsecticida de los aceites esenciales de *Eucaliptus globulus* L, *Tagetes minuta* L. y *Rosmarinus officinalis* L. sobre el pulgón *Myzus persicae*, se deben tener estos áfidos en perfecto estado, es decir debe presentar un color amarillo verdoso, se deben encontrar en movimiento para asegurar que este se encuentre vivo.

Preparando primero las cajas Petri utilizándolos como las unidades experimentales en los cuales en cada uno de ellos se introducirá un pedazo de un vegetal en este caso la lechuga que es una de las hortalizas que presentan esta plaga, donde luego se incorporaran a los áfidos, seguidamente se pondrán los áfidos, utilizando 10 áfidos por unidad experimental. Una vez distribuidos se incorporaran inmediatamente 5 gotas de concentración de aceite esencial de cada una de las muestras a cada caja Petri, teniendo en cuenta que el contacto del aceite sea directamente a los áfidos en estudio, evaluando así la cantidad de mortalidad a los 15 min, 30 min, 45 min, 60 min, 75 min y 90 min .

7.4. Eficiencia de los tratamientos.

7.4.1. Eficiencia a los 15 minutos después de la aplicación de los tratamientos.

En el análisis de varianza del diseño completamente al azar (DCA), que se realizó para los primeros 15 minutos después de la primera aplicación de los tratamientos nos demuestra que existe diferencia altamente significativa (al 5% de significancia) entre las medias de los tratamientos sobre el insecto plaga, que en este caso es el pulgón.

Los 3 tratamientos van actuando de manera eficiente en el control del insecto plaga debido a su poder insecticida de las plantas que fueron escogidas para la investigación. Sin embargo la diferencia se debe a que el tratamiento a base de aceite esencial de romero va actuando muy lentamente.

El valor del Coeficiente de Variación es (7,86%) indica que los resultados experimentales

son confiables, es decir que el experimento fue bien manejado.

CUADRO 4. Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 15 minutos de aplicación.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	219,87	2	109,94	29,88	0,0001**
Error	33,12	9	3,68		
Total	252,99	11			

CV = 7,86 %

En la gráfica N° 1 se pueden observar que tenemos 2 rangos en el cual claramente se nota que el T2 y el T1, presentan una porcentaje de eficiencia muy similar, en la cual nos indica que existe una mayor eficiencia con el tratamiento de bioinsecticida a base de Huacataya con una eficiencia de 22,5% muy seguido se encuentra el tratamiento de bioinsecticida a base de Eucalipto con eficiencia de 20% diferenciándose así del tratamiento T3 con 10% de eficiencia.

Como se puede observar los tres tratamientos que fueron aplicados para el control de pulgones van actuando de manera eficiente esto se debe a la acción bioinsecticida que poseen las plantas que fueron empleadas para el ensayo.

Por lo cual se puede decir que los 3 tratamientos aplicados se comportan como bioinsecticidas naturales en el control del pulgón tal como lo indican los trabajos realizados por Batish y col, citado por Cazar, *et.al.* (2014). Indica que el aceite esencial de eucalipto posee un amplio espectro de actividades biológicas, incluyendo antimicrobiana, antifúngica, insecticida, repelente, herbicida, acaricida y nematocida, (Iannacone, *et.al.* 2017). indica que la Huacataya es una planta nematocida, insecticida. En el caso del romero *R. officinalis* L, (Zaouali *et al.*, 2010). Citado por (Espitia, 2011), dice que la toxicidad fumigante de su aceite esencial es altamente efectiva.

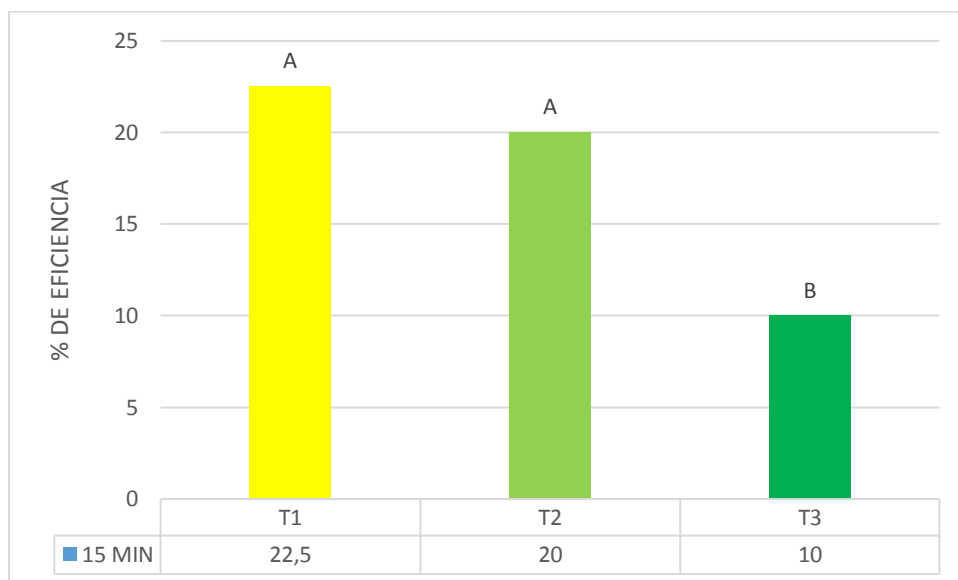


GRAFICO 1. Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 15 minutos de ensayo.

7.4.2. Eficiencia a los 30 minutos después de la aplicación de los tratamientos.

El análisis de varianza correspondiente a los 30 minutos presentado en el cuadro N° 5 se determinó que existen cifras altamente significativas entre los tratamientos en cuanto al control del insecto plaga *Myzus persicae*.

Lo cual implica que, al igual que en la primera aplicación existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Así como también se determinó el Coeficiente de Variabilidad que es de 12,72% indicándonos que el experimento está correctamente ejecutado.

CUADRO 5. Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 30 minutos de aplicación.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	2486,53	2	1243,26	34,87	0,0001**
Error	320,86	9	35,65		
Total	2807,38	11			

CV = 12,72 %

En el gráfico N° 2 se puede apreciar que el T2 a base de eucalipto y el T1 a base de huacataya presentan un porcentaje de eficiencia iguales de 70% lo cual nos indica que para este tiempo los mejores tratamientos son el T2 y T1, el tratamiento a base de romero va aumentando poco a poco con 20% de eficiencia.

De esta manera los aceites aplicados van actuando de manera eficiente en cuanto al control de los pulgones, esto debido a sus compuestos que estos presentan, como indica Mossi *et al.*, (2011) Que el aceite esencial de *Eucalyptus* presenta propiedades antisépticas, bactericidas Koul *et al.*, (2008); Pant *et al.*, (2014). e insecticidas. Esto último se debe a la presencia de 1,8-cineol, compuesto característico del genero *Eucalyptus*, que ha sido considerado como un fumigante prometedor Lee *et al.*, (2003). Iannacone, *et.al.* (2017).indica que la Huacataya es una planta insecticida. En el caso del aceite esencial de romero (*R. officinalis*: Laminaceae) la toxicidad fumigante de su aceite esencial es altamente efectiva contra *Tribolium castaneum* Hbst. Ahmadi *et al.*, (2007) y *Acanthoscelides obtectus* (Say) Regnault-Roger *et al.* (2004), debido a la presencia de 1,8-cineol y alcanfor (Zaouali *et al.*, 2010).

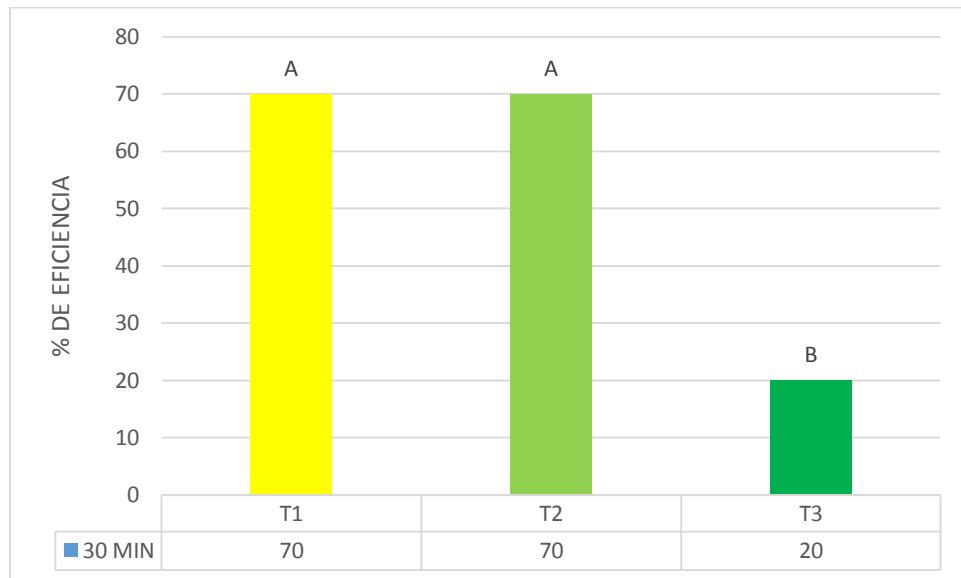


GRAFICO 2. Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 30 minutos de ensayo.

7.4.3. Eficiencia a los 45 minutos después de la aplicación de los tratamientos.

Con respecto al análisis de varianza realizado para los 45 minutos nos demuestra que sigue existiendo diferencias altamente significativas en cuanto a la aplicación de los diferentes tratamientos. Con respecto al Coeficiente de Variabilidad el valor dado fue 11,79% lo cual nos indica que existió un buen manejo de las unidades experimentales de la investigación.

CUADRO 6. Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 45 minutos de aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	4720,76	2	2360,38	32,07	0,0001**
Error	662,42	9	73,6		
Total	5383,17	11			

CV = 11,79 %

En la gráfica N° 3 hay que tener en cuenta que el tratamiento T2 a base de extracto de Eucalipto llega a su máxima eficiencia con una eficiencia del 100% perfilándose así como el mejor tratamiento de todos hasta este momento de la aplicación, tal como indica Castresam, *et. al.* (2013) en un estudio realizado para el control de áfidos en pimentón que el aceite de Eucalipto (*E. globulus*) y el de ajo (*A. sativum*) son los que mejor controlan el número de áfidos, también esto se puede deber a que el aceite esencial de eucalipto tiene un alto contenido en cineol o eucaliptol tal como lo indican Clark y Cameron (2000) que el eucaliptol se halla en una concentración aproximada del 70% en la esencia del *E. globulus*, muy seguido se encuentra el tratamiento T1 a base de extracto de Huacataya con un porcentaje de 95%, mientras que el tratamiento T3 va quedándose atrás con un porcentaje de eficiencia de 50%.

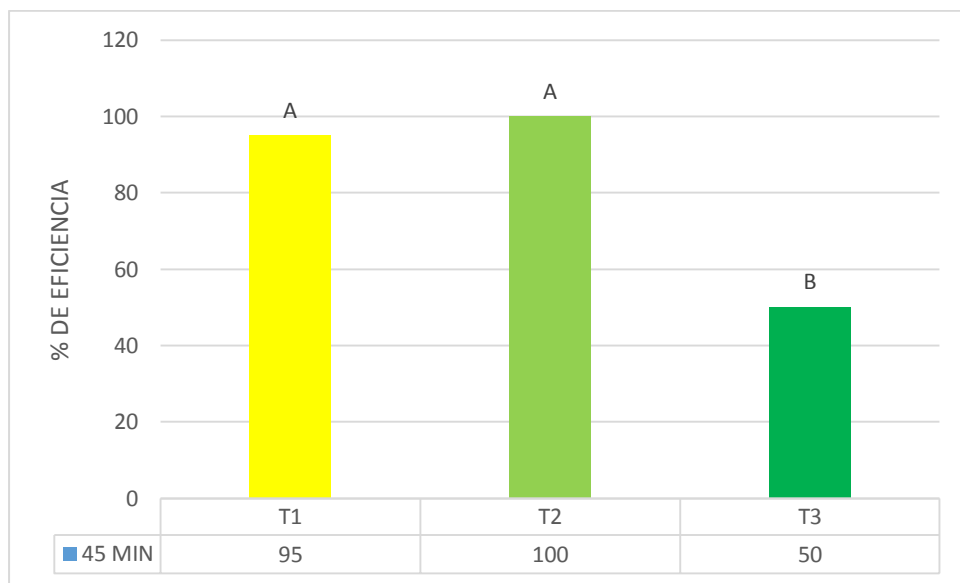


GRAFICO 3. Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 45 minutos de ensayo.

7.4.4. Eficiencia a los 60 minutos después de la aplicación de los tratamientos.

A cerca del análisis de varianza que se realizó para la aplicación a los 60 minutos para la eliminación del insecto plaga, con diferentes tipos de aceites esenciales, se obtuvo

que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos aplicados en cada una de las unidades experimentales.

Por otro lado se obtuvo un Coeficiente de Variabilidad de 5,10% lo cual indica que se tiene una buena ejecución de experimento realizado.

CUADRO 7. Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 60 minutos de aplicación.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	3593,86	2	1796,93	114,15	<0,0001**
Error	141,67	9	15,74		
Total	3735,53	11			

CV = 5,10 %

En la gráfica N° 4 para este tiempo el tratamiento a base de huacataya alcanzó su máxima eficiencia, En este contexto se puede decir que la actividad bioinsecticida de la huacataya observada en este trabajo podría ser atribuida a una interacción o efecto sinérgico de los principios activos como el α - pineno y el β - pineno Bruneton, (1994), por otro lado el tratamiento T3 tratamiento con aceite esencial de romero va aumentando su porcentaje un poco más lento, presentando así para los 60 minutos de ensayo una eficiencia de 65% .

Los tres aceites esenciales evaluados se van comportaron como insecticidas naturales para el control del pulgón tal como lo indica Isman, (1999) Los aceites esenciales son efectivos controlando el pulgón del algodón (A. *gossypii*) y el pulgón verde del duraznero *M.persicae*.

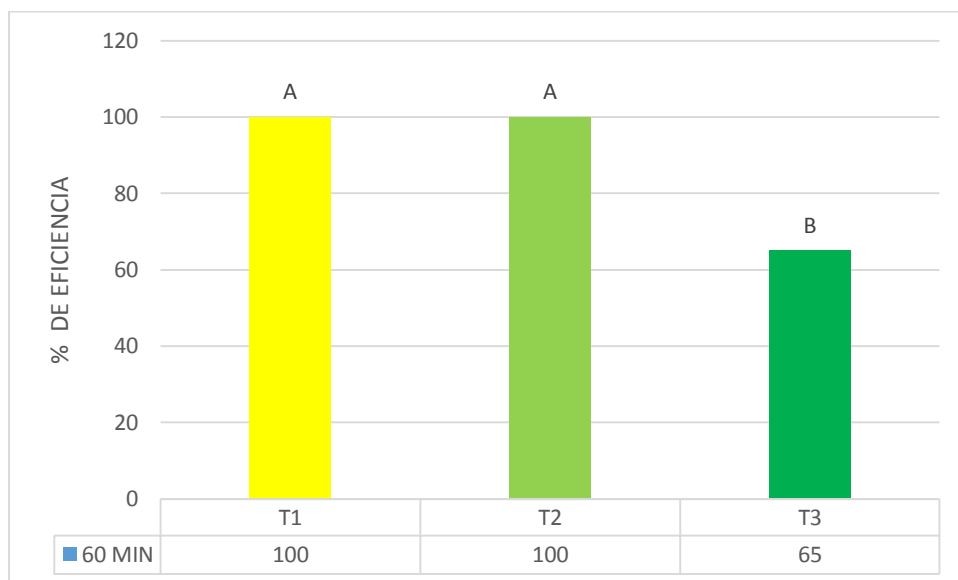


GRAFICO 4. Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 60 minutos de ensayo.

7.4.5. Eficiencia a los 75 minutos después de la aplicación de los tratamientos.

En el análisis de varianza correspondiente a los 75 minutos presentado en el cuadro N° 8 se determinó que existe una diferencia notable entre los tratamientos establecidos siendo los resultados altamente significativos, así como también se determinó el Coeficiente de Variabilidad que es de 9,41% lo cual indica que existe un buen manejo del experimento.

CUADRO 8. Análisis de Varianza para el porcentaje de eficiencia de los tratamientos, a los 75 minutos de aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	1100,61	2	550,31	8,97	0,0072**
Error	551,94	9	61,33		
Total	1652,55	11			

CV = 9,41 %

En el gráfico N°5 tenemos dos rangos donde los tratamientos T1 y T2 como se mencionó anteriormente llegaron a su máxima eficiencia diferenciándose así de T3 que a este tiempo del ensayo presenta un porcentaje de eficiencia de 80%.

Cabe aclarar que el aceite esencial del Romero va mostrando su eficiencia muy lentamente en comparación con los demás tratamientos, tal como lo indica İçik & Görür, (2009) en una investigación que realizaron que el aceite esencial de romero (*R. officinalis* L.) en su caso no fue tan eficiente como los anteriores aceites esenciales, como demuestran varias citas bibliográficas, donde muestra tener fuerte efectos adversos sobre el desempeño reproductivo del áfido y que puede ser considerado como un acaricida contra la arañuela. De esta manera se puede apreciar la efectividad de la actividad bioinsecticida que tienen estos aceites frente al pulgón esto gracias a los metabolitos que estos contienen tal como lo describe Ebadollahi y Céspedes *et al.* Citado por Leyva *et al.* (2017) la actividad reguladora de crecimiento en insectos con productos naturales señala a metabolitos secundarios que provocan inestabilidad hormonal, lo que impide el desarrollo normal del insecto. Dicho desequilibrio genera mudas prematuras o tardías y la muerte de los individuos.

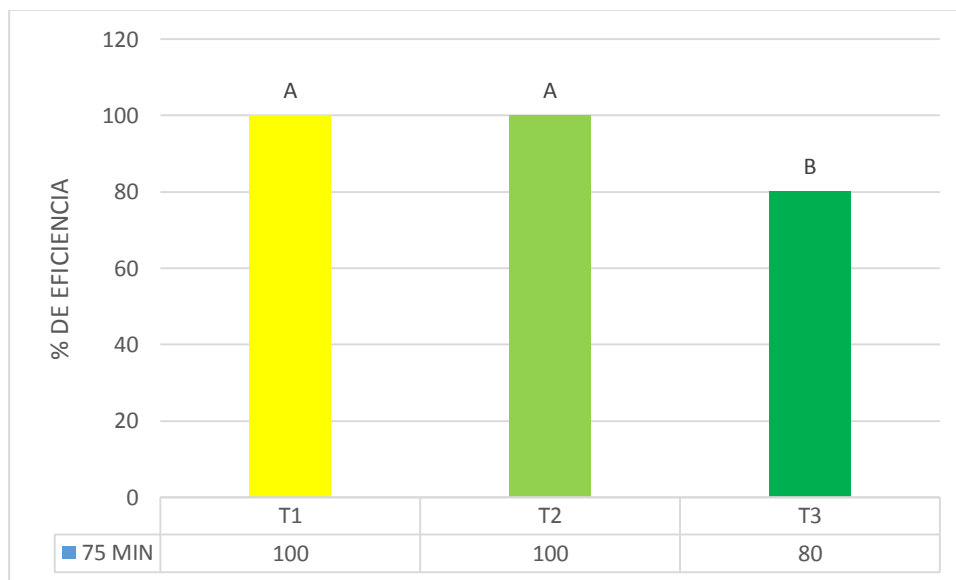


GRAFICO 5. Prueba Duncan al 5% para el porcentaje de eficiencia de los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 75 minutos de ensayo.

7.4.6. Eficiencia a los 90 minutos después de la aplicación de los tratamientos.

Para los 90 minutos de aplicación ya no se realizó el Cuadro de Análisis de Varianza debido a que los tres tratamientos llegaron a su máxima eficiencia.

El tratamiento con mayor porcentaje de eficiencia y en menor tiempo fue el T2 a base de Eucalipto completando su eficiencia del 100% a los 45 minutos del ensayo, seguido del T1 a base de Huacataya que completo su eficiencia total a los 60 minutos de ensayo y por último se encuentra el T3 que completo su eficiencia del 100% a los 90 minutos del ensayo, demostrándose de esta manera que los aceites esenciales son una alternativa ante el uso indiscriminado de los insecticidas sintéticos.

A esto Moretti *et al.* Citado por Lugo y Morales (2017) mencionan que los aceites esenciales parecen ser un método complementario o alternativo para el manejo integrado de plagas en varios aspectos.

Ya que es necesario buscar insecticidas alternativos que sean respetuosos con la fauna auxiliar, con el medio ambiente y a ser posible de origen natural, compatibles con la agricultura ecológica. (Cantó *et al.* 2017).

7.5. Número de áfidos muertos.

7.5.1. Número de áfidos muertos a los 15 minutos de aplicación de los tratamientos.

Al realizar el Análisis de Varianza del Diseño Completamente al Azar (DCA) a los 15 minutos de aplicación de los tratamientos nos demuestran que existen diferencias altamente significativas entre el número de áfidos muertos debido al efecto de los insecticidas naturales.

El valor del coeficiente de variación 4,55% a su vez nos demuestra que el manejo de las unidades experimentales fueron aceptables para un normal desarrollo del experimento.

CUADRO 9. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 15 minutos de aplicación.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	1,59	3	0,53	116,63	<0,0001**
Error	0,05	12	0		
Total	1,65	15			

CV = 4,55%

En el gráfico N° 6 se puede observar que el número de áfidos que murieron frente a los aceites esenciales distribuidos es igual para los tratamiento T1 (huacataya), y el tratamiento T2 de Eucalipto con una media de 2, estadísticamente se podría decir que no existe diferencia entre ambos tratamientos, los cuales se estarían diferenciando del T3 tratamiento a base de extracto de romero con una media de 1 y por último se encuentra el T0 que no presenta ninguna reacción.

Los tratamientos van actuando de manera que están logrando eliminar el número de áfidos debido a su poder insecticida que posee cada uno de estos, tal como lo indica: Isman, (1999) Algunos aceites esenciales derivados de ciertas plantas tienen tanto propiedades insecticidas como acaricidas de amplio espectro sobre insectos de cuerpo blando.

De esa manera los aceites esenciales van demostrando su poder insecticida tal como lo indican Batish y col, citado por Cazar, *et.al.* (2014). Indica que el aceite esencial de eucalipto posee un amplio espectro insecticida, (Iannacone, *et.al.* 2017).indica que la Huacataya es una planta nematocida, insecticida. En el caso del romero *R. officinalis* L, (Zaouali *et al.*, 2010). Citado por (Espitia, 2011). Dice que la toxicidad fumigante de su aceite esencial es altamente efectiva.

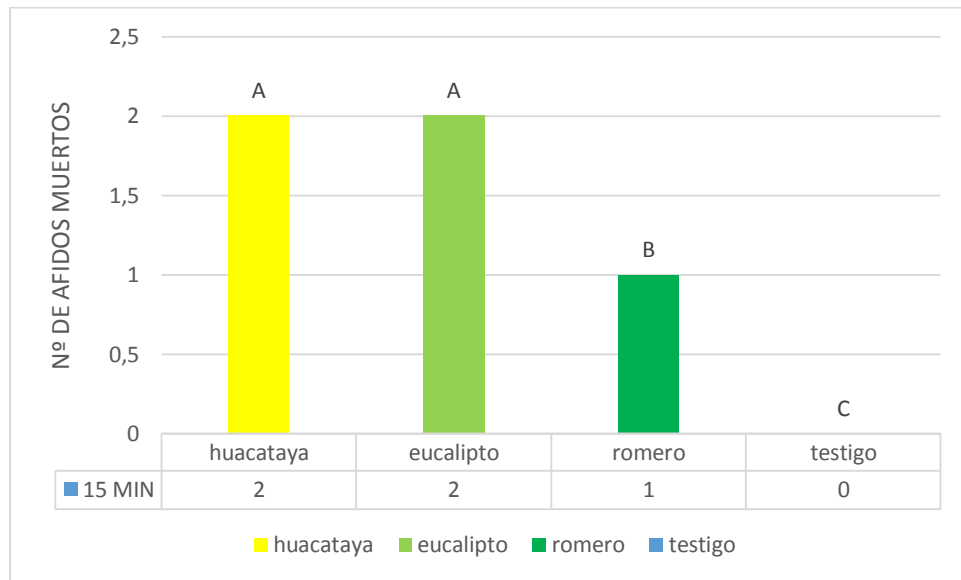


GRAFICO 6. Prueba Duncan al 5% para el numero de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 15 minutos de aplicación.

7.5.2. Número de áfidos muertos a los 30 minutos de aplicación de los tratamientos.

En el Análisis de Varianza del cuadro N°10 se determinaron efectos altamente significativos en cuanto al número de áfidos que murieron. Presentando así un Coeficiente de Variabilidad de 7,02% dato que indica que existe un buen manejo de las unidades experimentales.

CUADRO 10. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 30 minutos de aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	9,53	3	3,18	147,13	<0,0001**
Error	0,26	12	0,02		
Total	9,79	15			

CV = 7,02 %

En la prueba de Duncan al 5% presentado en el gráfico 7 se establece una comparación entre los tres tratamientos aplicados a los pulgones, donde claramente se puede observar que el tratamiento T1 y el tratamiento T2 presentan la misma media de 7 en cuanto al número de áfidos muertos. El tratamiento T3 se va quedando atrás con una media de 2, esto podría deberse a que este aceite podría tener una mejor efectividad sobre otro tipo de insectos como *Tribolium castaneum* Hbst. Ahmadi *et al.*, (2007) que es altamente efectiva frente a esta plaga debido a la presencia de 1,8-cineol y alcanfor Zaouali *et al.*, (2010). Por otra parte del T0 aún no existe ningún tipo de reacción.

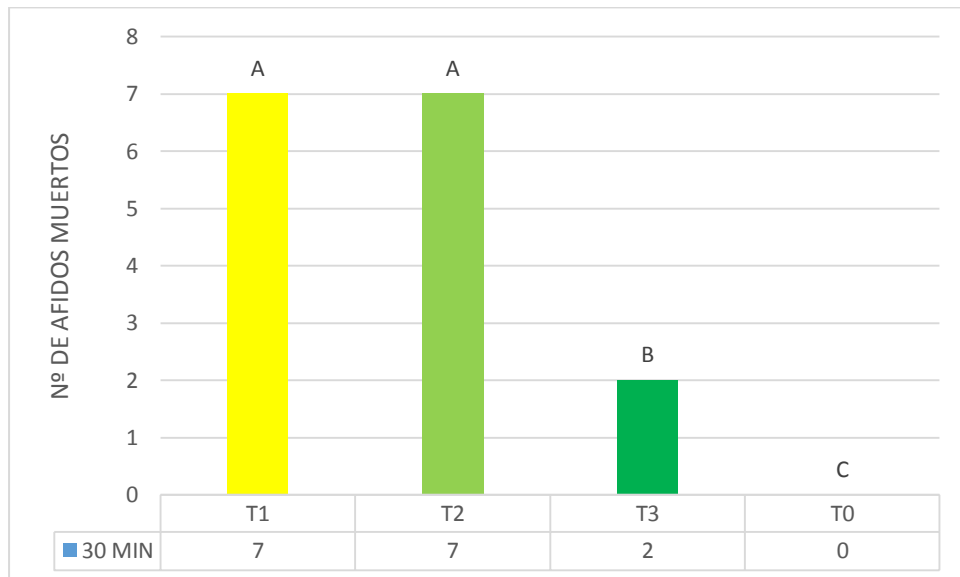


GRAFICO 7. Prueba Duncan al 5% para el número de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 30 minutos de aplicación.

7.5.3. Número de áfidos muertos a los 45 minutos de aplicación de los tratamientos.

El Análisis de Varianza correspondiente a los 45 minutos de aplicación demuestra que existen diferencias altamente significativas en cuanto al número de pulgones que murieron hasta este tiempo, mostrándonos de esa manera un coeficiente de variación de 5,67 % indicándonos que el experimento está correctamente ejecutado.

CUADRO 11. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 45 minutos de aplicación.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	13,79	3	4,6	229,62	<0,0001**
Error	0,24	12	0,02		
Total	14,03	15			

CV =5,67 %

En la gráfica N° 8 se puede observar tres rangos diferentes dentro de los cuales se puede apreciar que con el tratamiento T2 a base de Eucalipto para este tiempo todos los áfidos murieron presentando así una media de 10, después se encuentra muy seguido el T1 a base de Huacataya con una media de 9 en tercer lugar como en los demás tiempos se encuentra el T3 con una media de 5.

Estos resultados indican que los áfidos van muriendo con los distintos tratamientos de bioinsecticidas aplicados es decir que el número de áfidos van reduciendo considerablemente, como se puede apreciar en los resultados de otras investigaciones que incluyen observaciones de diferencias en comportamiento de distintos áfidos *M. euphorbiae* y *A. gossypii* sobre la elección como hospedero de plantas de pimiento en el tiempo, luego de ser tratadas con distintos aceites esenciales. Esto sugiere que diferentes tratamientos con aceite esencial de ajo (*A. sativum*) + aceite vegetal de soja y aceite esencial de eucalipto (*E. globulus*) + aceite vegetal de soja modificaron el comportamiento de los áfidos, registrándose un menor número de individuos. (Castresam 2013).

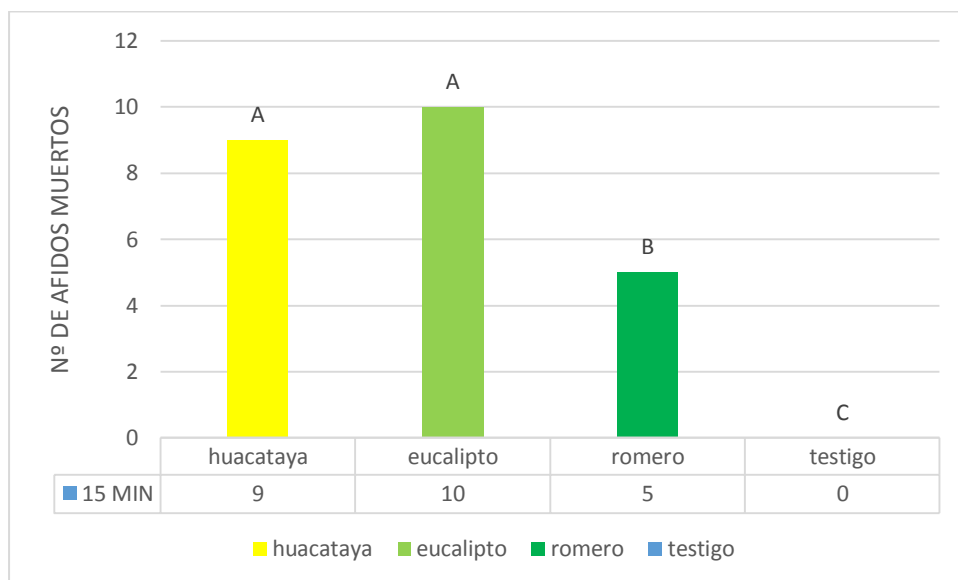


GRAFICO 8. Prueba Duncan al 5% para el número de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 45 minutos de aplicación.

7.5.4. Número de áfidos muertos a los 60 minutos de aplicación de los tratamientos.

Tal como ocurre en los demás tiempos el Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos a los 60 minutos de aplicación nos demuestra que existen diferencias altamente significativas a un nivel de significancia del 5% entre las medias de los tratamientos. El Coeficiente de Variación fue de 5,22% lo cual indica que los resultados experimentales son confiables.

CUADRO 12. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 60 minutos de aplicación.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	13,07	3	4,36	234,11	<0,0001**
Error	0,22	12	0,02		
Total	13,29	15			

CV = 5,22 %

En la gráfica N° 9 se observa la prueba de medias Duncan para el número de áfidos muertos, donde el tratamiento que logro completar todos los áfidos muertos fue el tratamiento T1 con una media de 10, de esa manera se puede observar que el aceite esencial de huacataya va demostrando su poder bioinsecticida como lo indican Sehrish, Shahida, Rahmatullah, citado por Bazán y Benites (2014). Que *Tagetes minuta* L, contiene aceites esenciales que tiene usos y aplicaciones multidimensionales tales como herbicidas, germicidas, nematocidas, insecticidas, fungicidas, etc., y también debido a la composición química y su metabolitos que esta planta posee como: α -Pinenos y β -Pinenos Manifiesta actividad fumigante contra adultos de *Tribolium castaneum*, (Lee BH, *et al.*) fuliginosa (Yoo C, *et al.*) citado por Leyva *et al.* (2017).

Hay recordar que el T2 ya completo el número total de mortandad de todos los áfidos a los 45 minutos de aplicación, como se pudo observar en los demás tiempos en el último lugar se encuentra el T3 con una media de 7.

En cuanto al tratamiento testigo se pudo observar que existe una media de mortalidad de áfidos de 1 esto puede ser debido a los fuertes aromas que presentan cada uno de los tratamientos que se encontraban a su alrededor provocando de esa manera la muerte del pulgón.

Tal como indica Akhtar & Isman, (2004) Los aceites esenciales pueden inhibir la respiración, disminuir la alimentación, afectar el crecimiento, reducir la fecundidad, provocar la disrupción de la cutícula y la actividad sobre el camino de la octopamina en el sistema nervioso central.

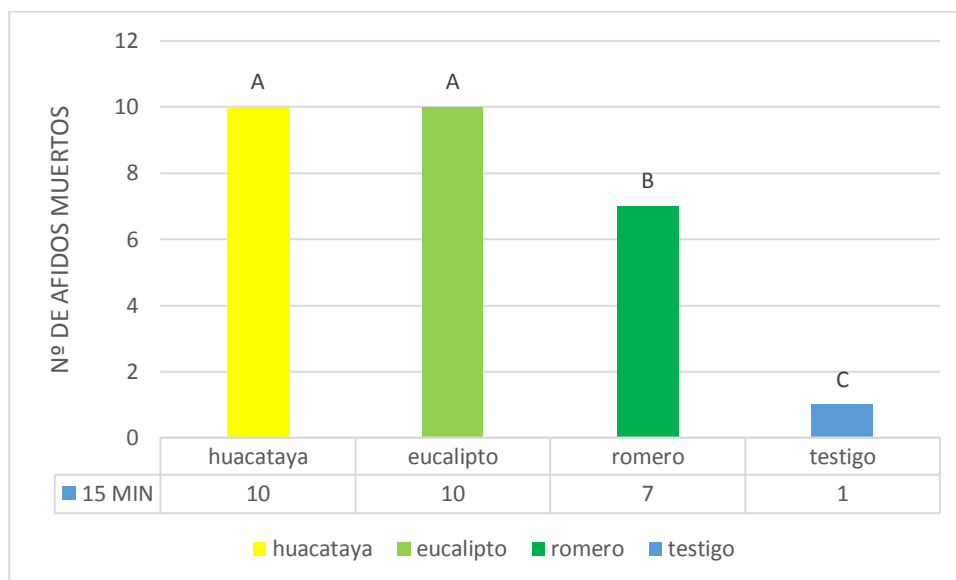


GRAFICO 9. Prueba Duncan al 5% para el numero de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 60 minutos de aplicación.

7.5.5. Número de áfidos muertos a los 75 minutos de aplicación de los tratamientos.

Los resultados de Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos a los 75 minutos de aplicación nos demuestran que existen diferencias altamente significativas entre las medias del número de áfidos muertos. El Coeficiente de Variación es de 4,76% indica que los datos experimentales son confiables.

CUADRO 13. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 75 minutos de aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	13,75	3	4,58	277,67	<0,0001**
Error	0,2	12	0,02		
Total	13,95	15			

CV = 4,76 %

En el gráfico N° 10 la prueba Duncan al 5% para el número de áfidos muertos nos muestra un aumento de la media de 8 en el T3 tratamiento a base de Romero casi llegando al total de su mortalidad, hay que recordar que el T2 ya completo su mortalidad total a los 45 minutos de aplicación y el T3 a los 60 minutos de aplicación.

Con todos estos resultados hasta este momento se puede decir que los aceites esenciales aplicados si funcionan como bioinsecticidas, dándonos así una alternativa orgánica para la eliminación de este insecto *M. persicae* que es una de las plagas más estudiadas en las últimas décadas. Debido a que ha originado distintos mecanismos de resistencia a insecticidas, ha sido registrada en 31 países y se han utilizado para su control un total de 69 insecticidas dentro de los fosforados, clorados, carbamates y piretroides (Fuentes *et al*, 2007).

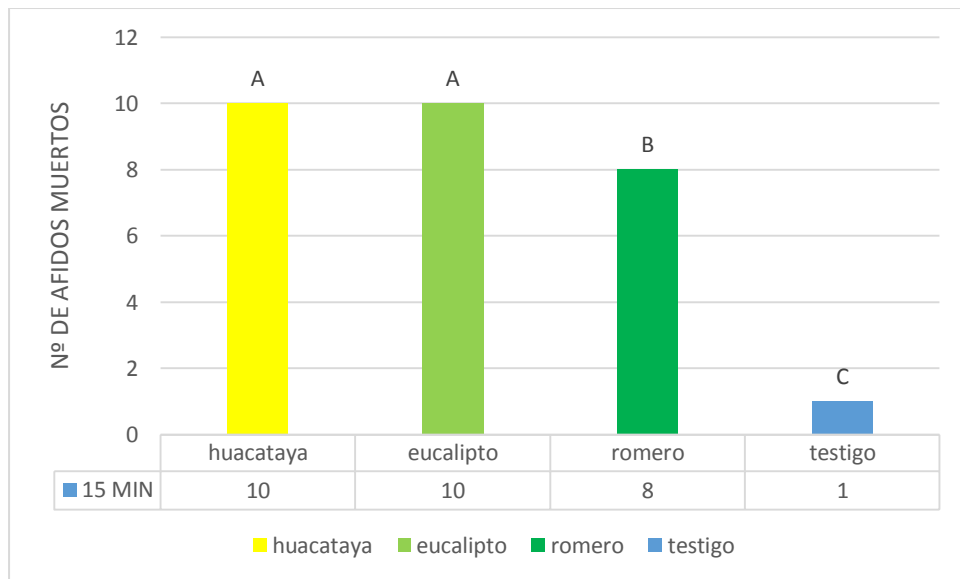


GRAFICO 10. Prueba Duncan al 5% para el número de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 75 minutos de aplicación.

7.5.6. Número de áfidos muertos a los 90 minutos de aplicación de los tratamientos.

El Análisis de Varianza realizado para los últimos 90 minutos de aplicación de los tratamientos en cuanto al número de áfidos muertos nos muestra que existen diferencias altamente significativas, esto debido a que en el tratamiento testigo solo murió un pulgón en el T0R4.

CUADRO 14. Análisis de Varianza para el número de áfidos muertos, a los 90 minutos de aplicación.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	14,62	3	4,87	463,82	<0,0001**
Error	0,13	12	0,01		
Total	14,75	15			

$$CV = 3,72 \%$$

En la prueba Duncan al 5% de significancia se puede observar que para este tiempo el tratamiento T3 completa el número total de pulgones muertos con una media de 10 al igual que el T2 y T1.

Se puede decir que en los 90 minutos totales del ensayo el tratamiento que obtuvo mayor número de áfidos muertos en menor tiempo fue el T2 que completo la mortalidad total de todos sus áfidos a los 45 minutos de ensayo mostrándose así como el mejor tratamiento del ensayo, en segundo lugar se encuentra el T1 a base de Huacataya que completo su mortalidad total de todos los áfidos a los 60 minutos del ensayo y en tercer lugar está el T3 a base de Romero que completa su mortalidad total a los 90 minutos de ensayo, y el T0 se quedó con una media de 1 debido a que en el T0R4 hubo una mortandad de uno de los pulgones.

Con estos resultados se puede comprobar que los aceites esenciales de Eucalipto, Huacataya y Romero funcionan como bioinsecticidas naturales debido al poder

insecticida que estos poseen, ofreciéndonos así una alternativa totalmente orgánica para el control de áfidos, ya que algunos aceites esenciales derivados de ciertas plantas tienen tanto propiedades insecticidas como acaricidas de amplio espectro sobre insectos de cuerpo blando (Isman, 1999).

La amplia acción insecticida de plantas, en gran número de estudios, es respaldada, además de los bioensayos, con los análisis cromatográficos que permiten determinar no solo cualitativamente y cuantitativamente la composición química de aceites esenciales y extractos, sino también responsabilizarlos por la toxicidad encontrada. Smith *et al.* Carroll *et al.* Elango *et al.* Citado por (Leyva 2017)

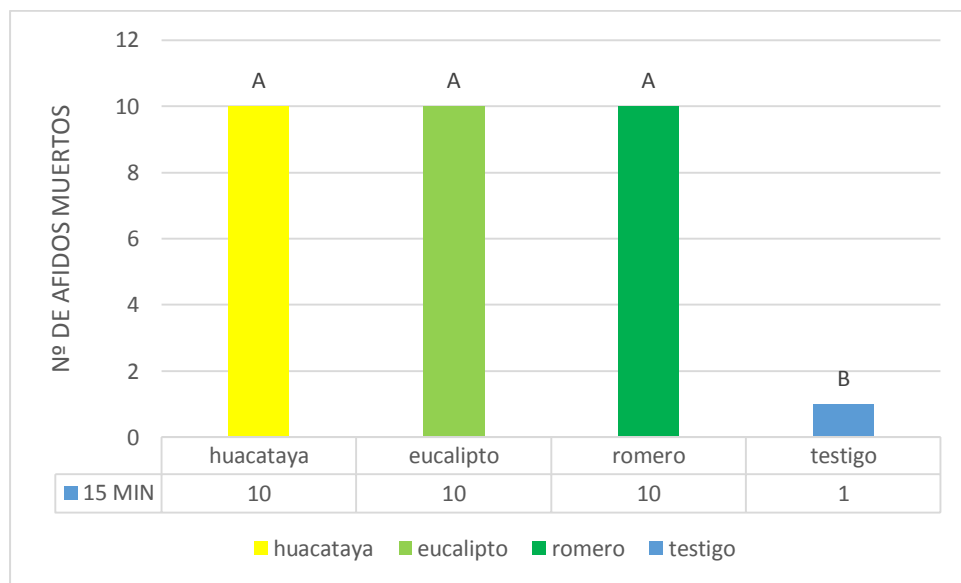


GRAFICO 11. Prueba Duncan al 5% para el número de áfidos muertos frente a los aceites esenciales de *Tagetes minuta* L; *Eucalyptus globulus* L; *Rosmarinus officinalis* L, a los 90 minutos de aplicación.

7.5.7. Comportamiento de la población de pulgones frente a los tratamientos.

Al analizar lo que sucede con el comportamiento de la población de pulgones en el gráfico 12 se puede observar que la mortalidad de pulgones va aumentando de una manera similar en cuanto al T2 bioinsecticida a base de Eucalipto y T1 bioinsecticida a base de

Huacataya, destacándose y quedándose como el mejor bioinsecticida orgánico el T2 debido a que alcanza su mortalidad total a los 45 minutos del ensayo, después claramente se puede ver el T1 completa su mortalidad total a los 60 minutos de ensayo y a los 90 minutos el T3, el T0 se queda con un número de mortalidad muy baja debido a que solo se le aplicó gotas de agua.

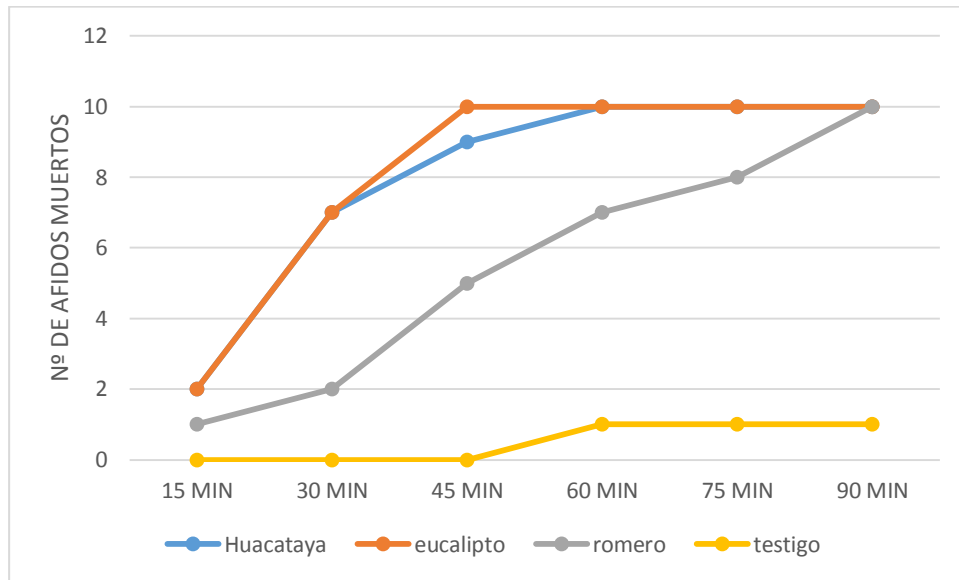


GRAFICO 12. Comportamiento de la población de pulgones.

8. CONCLUSIONES.

Gracias al trabajo de investigación que se realizó se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los aceites esenciales se obtuvieron por el método de extracción soxhlet del material vegetal húmedo presentando así características como: *Tagetes minuta* es verde claro, aromático picante y amargo; *Eucaliptus globulus* es incoloro a levemente verde claro, aromático picante fuerte y amargo mentolado; *Rosmarinus officinalis* es amarillo palido, aromático picante fuerte y amargo mentolado fuerte.
- Así mismo también se determinó la densidad de cada uno de los aceites esenciales, la densidad para el aceite esencial de Eucalipto fue de 0,86 gr/ml, para el aceite esencial de Huacataya es de 0,8gr/ml y para el aceite esencial de Romero fue de 0,99gr/ml.
- Los aceites esenciales que se obtuvieron de *Tagetes minuta*; *Eucaliptus globulus* y *Rosmarinus officinalis* tienen efecto insecticida por contacto directo con los pulgones, afirmando así de esta manera la eficiencia que tienen estos aceites, dado que los pulgones (*Myzus persicae*) que fueron sometidos a los diferentes tratamientos son eliminados totalmente a los 90 minutos del ensayo.
- El análisis de varianza nos muestra que existe una diferencia altamente significativa a partir de la primera aplicación de los aceites esenciales destacándose de esa manera con un mejor comportamiento en el ensayo el aceite esencial de *Eucaliptus globulus* alcanzando su máxima eficiencia a los 45 minutos del ensayo y *Tagetes minuta* con una mayor eficiencia en un menor tiempo alcanzando su máxima eficiencia a los 60 minutos del ensayo, posteriormente se encuentra el aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* que alcanza su mayor eficiencia a los 90 minutos de ensayo y finalmente se encuentra el testigo el cual nos sirvió de comparación.

- Estadísticamente las pruebas de Duncan al 5 % que se realizaron indican que no existen diferencias entre el tratamiento a base de Eucalipto y Huacataya, por lo cual se puede decir que ambos tratamientos resultaron ser más eficiente que el tratamiento a base de Romero.
- Sin embargo el tratamiento que tuvo un mejor comportamiento para la eliminación de los pulgones es el tratamiento T2 a base de aceite esencial de Eucalipto que tuvo una mayor eficiencia en un menor tiempo, eliminando así a los 10 pulgones de cada una de sus repeticiones a los 45 minutos del ensayo, debido a su alto poder insecticida que este aceite posee.

9. RECOMENDACIONES.

Con las conclusiones obtenidas del trabajo de investigación se tiene las siguientes recomendaciones:

- Dada la efectividad de los aceites esenciales de *Eucalyptus globulus*, *Tagetes minuta* y *Rosmarinus officinalis* se sugiere realizar investigaciones aplicando el producto a cultivos en donde se presente este tipo de plagas, dándonos así una alternativa ante el uso indiscriminado de insecticidas de origen químico.
- Realizar otras investigaciones con la extracción de aceites esenciales de otro tipo de plantas para poder combatir al pulgón en los cultivos.
- Realizar más investigaciones sobre extracción de aceites esenciales para darles otro tipo de usos como ser productos medicinales o como productos para el área de perfumería.
- También se recomienda realizar esta misma investigación pero aplicando diferentes dos o tres dosis para la recomendación de la dosis más eficiente para el control del pulgón.

10. BIBLIOGRAFIA.

- Andorno. A. V. et al. 2014. Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas, Ediciones INTA, Buenos Aires. pp. 8 – 9.
- Animales y plantas de Perú. (2012). Disponible en: <https://animalesyplantasdeperu.blogspot.com/2012/03/huacatay-tagetes-minuta.html>
- Avila. R; Navarro. A.R; Vera. O; Dávila.R.M; Melgoza. N; Meza.R. 2011. Romero (*Rosmarinus officinalis L.*): una revisión de sus usos no culinarios. Ciencia y Mar, XV (43):23-36.
- Baldeón. X. R. 2011. Actividad insecticida de los aceites esenciales de *Tagetes minuta*, *tagetes terniflora* y *Tagetes zipaquirensis* sobre *Premnoprypes vorax*. Tesis de grado. Riobamba – Ecuador. pp. 33.
- Balmelli G. 1995. Ensayos de orígenes de *Eucalyptus globulus*. Serie técnica N° 68. Programa Forestal, INIA Tacuarembó.
- Bazán Y. E. Benites J. I. “Características farmacognósticas de las hojas y cuantificación de flavonoides totales del extracto fluido de *Tagetes minuta* L. (HUACATAY) provenientes del Caserío Pedregal, provincia Trujillo, Región La Libertad” Tesis I Trujillo – Perú. disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3701/Bazan%20Sandoval%2C%20Yovher%20Edwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero. W.1975. Introducción a la Estadística. Instituto Interamericano de Cooperación a la Agricultura. IICA – Tercera Reimpresión 1985. San José – Costa Rica pp. 289.

- Caldas. A.P. 2012. “Optimización, escalamiento y diseño de una planta piloto de extracción sólido líquido”. Tesis de grado. Cuenca- Ecuador. pp. 19- 20.
- Cantó M. Guirao P. Pascual M. J. 2017. El uso de aceites esenciales como insecticidas y repelentes de pulgones. SEEA N° 2 pp. 17.
- Castresam, J. E. Rosenbaum, J. Gonzales, L. A. 2013. Estudio de la efectividad de tres aceites esenciales para el control de áfidos en pimiento, *Capsicum annum* L. IDESIA, 31(3)52.
- Cazar, M.E. Villena, P. Parra, J. Espinoza, V. Larriva, G. Caldas, A. 2014. Eficacia de Extraxtos etanolicos de Eucalipto (*Eucaliptus globulus*) en el control de *Alternaria sp.* en cultivos de col y patata. Maskana, 5(1)35.
- Cazas. V. 2017. Evaluación del Prendimiento de Estacas de Romero (*Rosmarinus officinalis*) bajo tres Sustrato y dos Fitoreguladores en la Estación Experimental de Cota Cota - La Paz. Tesis de Grado, La Paz – Bolivia. pp. 4,8.
- Clark, G. Cameron, S. 2000. Eucalyptol. Perfumer & Flavorist, 25: 6- 16.
- Davila. M.J. 2011. “Efecto de la densidad de siembra sobre las características agronómicas y rendimiento en *Tagetes minuta* L. “Huacatay”, cultivado en la zona de Inca Roca – distrito de Belén – Iquitos” Tesis de grado, Iquitos – Perú. pp. 37- 38.
- Di Marco, E. (s.f.) *Eucalyptus globulus sp. globulus Labill* (Eucalipto blanco) Familia Myrtaceae. Dirección de producción forestal- MAGyP.
- Díaz, J.M. Martínez, J.D. 2013. Cantidad y calidad de ceites esenciales en hojas de cuatro especies del genero *Eucalyptus*-El Mantaro. Tesis de grado. Huancayo-Perú. pp. 10.

- Espitia, C.R. 2011. Evaluación de la Actividad Repelente e Insecticida de Aceites Esenciales Extraídos de plantas aromáticas utilizados contra *Tribolium castaneum herbst* (coleoptera: tenebrionidae). Tesis de grado. Cartagena- Colombia. pp. 28,30.
- García. J. D. 2015. Modelización del Crecimiento y la Producción de Plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill. En el Noroeste de España. Tesis Doctoral. España. pp. 5.
- Gonsales, L. 2001. G. Guía de los árboles y arbustos de la península ibérica y baleare. Edición Mundi- Prensa. Barcelona-España. p. 272.
- González, A.A, 2004. Obtención de aceites esenciales y extractos etanolicos de plantas del Amazonas. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Departamento de ingeniería Química. Colombia, pp. 9-10. Disponible en:www.bdigital.unal.edu.co/1173/1/angelaandreaagonzalezvilla.2004.pdf
- Hill. D.K. s. f. Manual de química de aceites esenciales Doterra. pp. 3.
- Iannacone, J. Alvariño, L. Guabloche, A. Ventura, K. La Torre, M.I. Cruapoma, M. Castañeda, L. 2017. Efecto Toxico Agudo y Cronico de *Tagetes minuta* “Huacataya” (Asteraceae) y Carbanil sobre seis entomófagos de importancia en control biológico. The biologist, 15(1):86.
- INDECOPI, 2019.Comision Nacional Contra la Biopirateria. Huacatay N° 1. pp. 5.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE) 2015. Censo de Población y Vivienda 2012. La Paz- Bolivia. pp. 6.
- Işik, M. & Görür, G. 2009. Aphidicidal activity of seven essential oils aganist the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). Munis

Entomology & Zoology, 4(2): 365-372. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=3274839&pid=S0718-3429201300030000700010&lng=es

- Lax, V.2014. Estudio de la Variabilidad Química, Propiedades Antioxidantes y Biosidas de Poblaciones Espontaneas de *Rosmarinus officinalis* L. en la región de Murcia. Tesis de Grado, Murcia. pp. 12. Disponible en <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/284820/TVLV.pdf?sequence=1>
- Leyva M, French L, Pino O, Montada D, Morejón G, Marquetti M. C. 2017. Plantas con actividad insecticida: una alternativa natural contra mosquitos. Estado actual de la temática en la región de las Américas. Rev Biomed 28(3)145. Disponible en: <http://www.revistabiomedica.mx>
- Lugo J. J. Morales F. 2017. Uso de los aceites esenciales en el control de plagas. Artrópodos y Salud. 7(1)49. Disponible en: <http://www.blog.nectardobrasil.com.br/2015/05/>
- Maes. J.M. 1995.El pulgón verde. Ficha “insectos plaga” N° 8. Museo Entomológico S.E.A. León, Nicaragua.
- Mamani. P.V. 2014. Caracterización dendrológica y morfológica de semillas de tres especies forestales: eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Cipres (*Cipressus macrocarpa*) y acacia floribunda (*Acacia retinoides*). Tesis de grado. La Paz – Bolivia. pp. 5.
- Mendoza,J. N. Ricardo, E. M. 2019. Características fisicoquímicos del aceite esencial y determinación del porcentaje relativo de sus componentes hidrocarbonados y oxigenados de la hoja de *Tagetes minuta* L. (HUACATAY).

Tesis de grado. Trujillo- Peru. pp. 15. Disponible en:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

- Millán. C. s.f. Las Plantas una opción saludable para el control de plagas. pp. 75.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible. Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Dirección General de Biodiversidad. 2003. Producción, aprovechamiento y uso de especies aromáticas y medicinales.p.18.
- Miralba, I.M.2001. Control de afidos con extractos de Huacataya (*Tagetes minuta* L.), En el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo condiciones controladas. Tesis de Grado, La Paz- Bolivia.
- Montoya, J.M.1995. El Eucalipto. Edita: MUNDI- PRENSA. Madrid, España. 18p.
- Núñez. C.E. 2008. Extracción con equipo Soxhlet. Disponible en:
www.cenunez.com.ar.
- O’Farril- Nieves, H. 2005. Las plagas del hogar y el jardín. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Manual N° 14. Puerto Rico.
- Ortuño. M. Fco. 2006. Manual Práctico de Aceites Esenciales, aromas y perfumes, 1ra edición, ediciones AIYANA, España. pp. 14.
- Piedra Santa, R. (2007). “Comparación química y de rendimiento del aceite esencial del hojas y Raíz de Valeriana *prionophylla Stanll*. De dos diferentes localidades de Guatemala”, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia- Escuela de Estudio de Post Grado. Universidad San Carlos de Guatemala.
- PISSA – UNISON. 2002. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Programa Institucional de Salud y Seguridad Ambiental. Resumen de Datos de Seguridad y Factores de Riesgo en el Manejo de Sustancias Químicas.

- Pluas. C. 22 de julio de 2015. Composición química del eucalipto. {mensaje de un blog}. Recuperado de: <https://composicionquimicaeucaipto.blogspot.com/?m=0>
- Poma. H.A. 2016. Determinación de la efectividad del uso de tres tipos de bioinsecticida a base del neem (*Azadirachta indica*) en el control del pulgón verde (*Myzus persicae*). Trabajo dirigido, La Paz – Bolivia. pp. 16-17-18.
- Ponce, J; Guadalupe, L.F; Arana, C. 2015. Estudio bromatológico de *Rosmarinus officinalis* L. “Romero” y obtención del aceite esencial. UNMSM. Ciencia e investigación 2015; 18(1):9-13.
- Rodas, M.A. 2012. Análisis de parámetros microbiológicos y físicoquímicos de un aceite esencial de romero obtenido por medio de la destilación por arrastre de vapor. Tesis de Grado. Guatemala. pp. 64. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/02/13/Rodas-Melisa.pdf>.
- Rojas. J. C. 2007. Evaluación de aceites esenciales naturales e insecticida químico en el control del gorgojo de los andes (*Premnotrypes* spp.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* ssp. andigena), provincia Omasuyos. Tesis de grado. La Paz – Bolivia. pp. 21.
- SENA s.f. módulo. Introducción a la industria de los aceites esenciales de plantas medicinales y aromáticas, pp. 8.
- Stashenko, E.E. 2009. Aceites Esenciales. 1ra edición, Colombia. pp. 91-92.
- Tarqui, J. C. 2007. Efecto de tres Bioplaguicidas para el control del pulgón (*Aphis* sp) en el cultivo de lechuga en ambientes protegidos en la ciudad de El Alto. Tesis de grado, La Paz – Bolivia.

- Villacide. J. y Masciocchi. M. 2014. Serie de divulgación sobre insectos de importancia ecológica, económica y sanitaria. Cuadernillo N° 11. Rio Negro – Argentina. pp. 1 – 2.

ANEXOS

ANEXO 1.

ARCHIVO FOTOGRAFICO

SELECCIÓN Y PREPARADO DE LA MATERIA PRIMA PARA LA EXTRACCION



IMAGEN 1. Hojas de eucalipto fresco



IMAGEN 2. Hojas frescas de romero



IMAGEN 3. Hojas frescas de huacataya



IMAGEN 4. Hojas picadas de huacatay



IMAGEN 5. Hojas picadas de eucalipto



IMAGEN 6. Hojas picadas de romero

EXTRACCION DE ACEITES ESENCIALES POR EL METODO DE EXTRACCION SOXHLET.



IMAGEN 1. Tubo soxhlet, refrigerante, matraz



IMAGEN 2. Manto de calefacción



IMAGEN 3. Soporte universal y pinzas



IMAGEN 4. Mangueras para la conexión de Agua, para el refrigerante

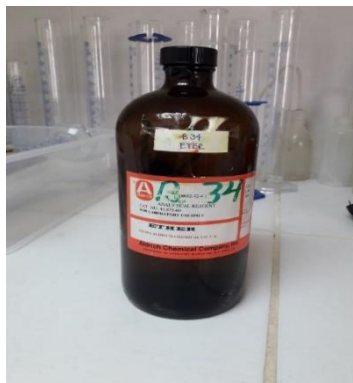


IMAGEN 5. Éter de petróleo, solvente que se utilizó para la extracción



IMAGEN 6. Pesado de las hojas

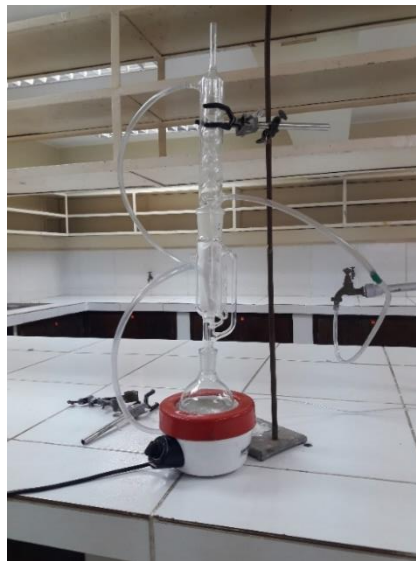


IMAGEN 6. Equipo de extracción Soxhlet armado y listo para su funcionamiento

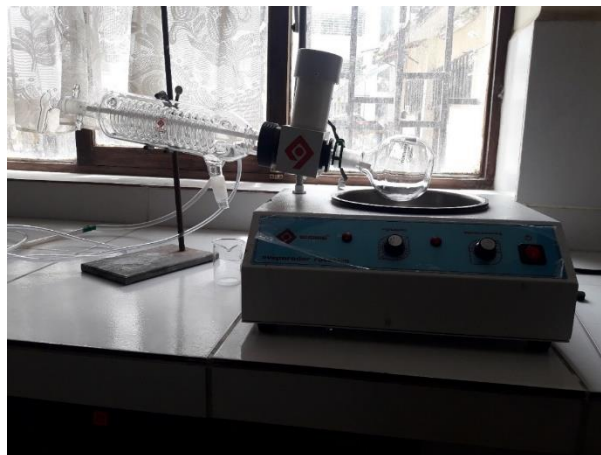


IMAGEN 7. Rotavapor, equipo para la destilación de los aceites esenciales

ACEITES ESENCIALES QUE SE OBTUVIERON Y SU APLICACION

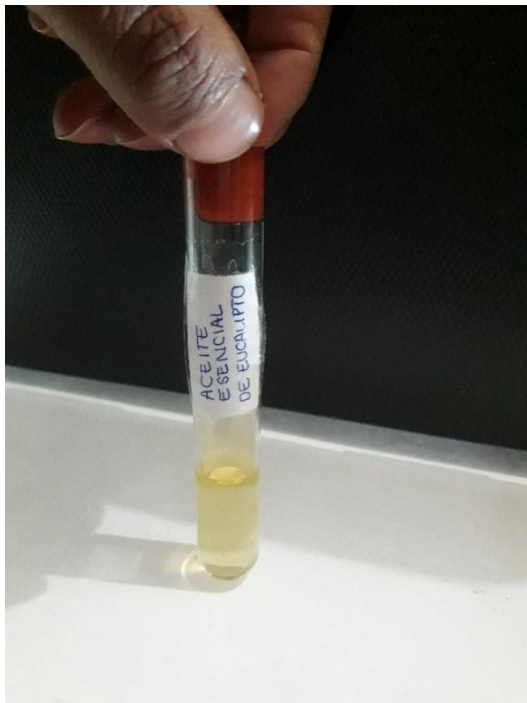


IMAGEN 1. Aceite esencial de eucalipto

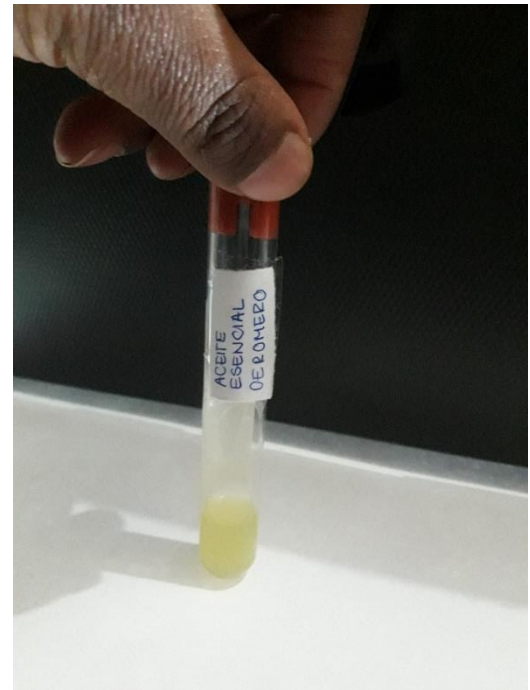


IMAGEN 2. Aceite esencial de romero



IMAGEN 3. Aceite esencial de huacataya



IMAGEN 4. Aplicación de los aceites

ANEXO 2.

CUADROS DE

EFICIENCIA Y NÚMERO

DE PULGONES MUERTOS

CUADROS DE PORCENTAJES DE EFICIENCIA Y NUMERO DE AFIDOS MUERTOS

CUADRO 1. Porcentaje de eficiencia obtenida mediante la fórmula de Tilton y Henderson, (1986).

$$\% E = 100 (1 - (td * ta) / (ta * td))$$

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	15 MIN	30 MIN	45 MIN	60 MIN	75 MIN	90 MIN
1	1	20	80	100	100	100	100
1	2	20	80	100	100	100	100
1	3	20	60	100	100	100	100
1	4	30	60	80	100	100	100
2	1	20	80	100	100	100	100
2	2	20	60	100	100	100	100
2	3	20	60	100	100	100	100
2	4	20	80	100	100	100	100
3	1	10	20	60	60	80	100
3	2	10	20	60	80	80	100
3	3	10	20	40	60	100	100
3	4	10	20	40	55,55	77,77	100

CUADRO 2. Porcentaje de eficiencia corregida (acosen (% eficiencia)^{1/2})

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	15 MIN	30 MIN	45 MIN	60 MIN	75 MIN	90 MIN
1	1	26,565	63,434	90	90	90	90
1	2	26,565	63,434	90	90	90	90
1	3	26,565	50,768	90	90	90	90
1	4	33,21	50,768	63,434	90	90	90
2	1	26,565	63,434	90	90	90	90
2	2	26,565	50,768	90	90	90	90
2	3	26,565	50,768	90	90	90	90
2	4	26,565	63,434	90	90	90	90
3	1	18,43	26,565	50,768	50,768	63,434	90
3	2	18,43	26,565	50,768	63,434	63,434	90
3	3	18,43	26,565	39,231	50,768	90	90
3	4	18,43	26,565	39,231	48,186	61,869	90

CUADRO 3. Número de áfidos muertos después de la aplicación de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	15 MIN	30 MIN	45 MIN	60 MIN	75 MIN	90 MIN
0	1	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0
0	3	0	0	0	0	0	0
0	4	0	0	0	1	1	1
1	1	2	8	10	10	10	10
1	2	2	8	10	10	10	10
1	3	2	6	10	10	10	10
1	4	3	6	8	10	10	10
2	1	2	8	10	10	10	10
2	2	2	6	10	10	10	10
2	3	2	6	10	10	10	10
2	4	2	8	10	10	10	10
3	1	1	2	6	6	6	10
3	2	1	2	6	8	8	10
3	3	1	2	4	6	10	10
3	4	1	2	4	6	8	10

CUADRO 4. Número de áfidos muertos corregidos con la fórmula de $\sqrt{x} + 1$

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	15 MIN	30 MIN	45 MIN	60 MIN	75 MIN	90 MIN
0	1	1	1	1	1	1	1
0	2	1	1	1	1	1	1
0	3	1	1	1	1	1	1
0	4	1	1	1	1,41	1,41	1,41
1	1	1,73	3	3,31	3,31	3,31	3,31
1	2	1,73	3	3,31	3,31	3,31	3,31
1	3	1,73	2,64	3,31	3,31	3,31	3,31
1	4	2	2,64	3	3,31	3,31	3,31
2	1	1,73	3	3,31	3,31	3,31	3,31
2	2	1,73	2,64	3,31	3,31	3,31	3,31
2	3	1,73	2,64	3,31	3,31	3,31	3,31
2	4	1,73	3	3,31	3,31	3,31	3,31
3	1	1,41	1,73	2,64	2,64	3	3,31
3	2	1,41	1,73	2,64	3	3	3,31
3	3	1,41	1,73	2,23	2,64	3,31	3,31
3	4	1,41	1,73	2,23	2,64	3	3,31

ANEXO 3.
ANALISIS DE VARIANZA
(ANVAS)

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE EFICIENCIA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
15 MIN	12	0,87	0,84	7,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	219,87	2	109,94	29,88	0,0001
TRATAMIENTOS	219,87	2	109,94	29,88	0,0001
Error	33,12	9	3,68		
Total	252,99	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 3,6797 gl: 9

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1,00	28,23	4	0,96 A
2,00	26,57	4	0,96 A
3,00	18,43	4	0,96 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30 MIN	12	0,89	0,86	12,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2486,53	2	1243,26	34,87	0,0001
TRATAMIENTOS	2486,53	2	1243,26	34,87	0,0001
Error	320,86	9	35,65		
Total	2807,38	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 35,6506 gl: 9

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
2,00	57,10	4	2,99 A
1,00	57,10	4	2,99 A
3,00	26,57	4	2,99 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
45 MIN	12	0,88	0,85	11,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4720,76	2	2360,38	32,07	0,0001
TRATAMIENTOS	4720,76	2	2360,38	32,07	0,0001
Error	662,42	9	73,60		
Total	5383,17	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 73,6018 gl: 9

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
2,00	90,00	4	4,29 A
1,00	83,36	4	4,29 A
3,00	45,00	4	4,29 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60 MIN	12	0,96	0,95	5,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3593,86	2	1796,93	114,15	<0,0001
TRATAMIENTOS	3593,86	2	1796,93	114,15	<0,0001
Error	141,67	9	15,74		
Total	3735,53	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 15,7414 gl: 9

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
2,00	90,00	4	1,98 A
1,00	90,00	4	1,98 A
3,00	53,29	4	1,98 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
75 MIN	12	0,67	0,59	9,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1100,61	2	550,31	8,97	0,0072
TRATAMIENTOS	1100,61	2	550,31	8,97	0,0072
Error	551,94	9	61,33		
Total	1652,55	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 61,3266 gl: 9

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
2,00	90,00	4	3,92 A
1,00	90,00	4	3,92 A
3,00	69,68	4	3,92 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANALISI DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE AFIDOS MUERTOS.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
15 MIN	16	0,97	0,96	4,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,59	3	0,53	116,63	<0,0001
TRATAMIENTO	1,59	3	0,53	116,63	<0,0001
Error	0,05	12	4,6E-03		
Total	1,65	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0046 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
1,00	1,80	4	0,03 A
2,00	1,73	4	0,03 A
3,00	1,41	4	0,03 B
0,00	1,00	4	0,03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30 MIN	16	0,97	0,97	7,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,53	3	3,18	147,13	<0,0001
TRATAMIENTOS	9,53	3	3,18	147,13	<0,0001
Error	0,26	12	0,02		
Total	9,79	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0216 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
2,00	2,82	4	0,07	A
1,00	2,82	4	0,07	A
3,00	1,73	4	0,07	B
0,00	1,00	4	0,07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
45 MIN	16	0,98	0,98	5,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,79	3	4,60	229,62	<0,0001
TRATAMIENTOS	13,79	3	4,60	229,62	<0,0001
Error	0,24	12	0,02		
Total	14,03	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0200 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
2,00	3,31	4	0,07	A
1,00	3,23	4	0,07	A
3,00	2,44	4	0,07	B
0,00	1,00	4	0,07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60 MIN	16	0,98	0,98	5,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,07	3	4,36	234,11	<0,0001
TRATAMIENTOS	13,07	3	4,36	234,11	<0,0001
Error	0,22	12	0,02		
Total	13,29	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0186 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
2,00	3,31	4	0,07	A
1,00	3,31	4	0,07	A
3,00	2,73	4	0,07	B
0,00	1,10	4	0,07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
75 MIN	16	0,99	0,98	4,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,75	3	4,58	277,67	<0,0001
TRATAMIENTOS	13,75	3	4,58	277,67	<0,0001
Error	0,20	12	0,02		
Total	13,95	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0165 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
2,00	3,31	4	0,06	A
1,00	3,31	4	0,06	A
3,00	3,08	4	0,06	B
0,00	1,10	4	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90 MIN	16	0,99	0,99	3,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,62	3	4,87	463,82	<0,0001
TRATAMIENTOS	14,62	3	4,87	463,82	<0,0001
Error	0,13	12	0,01		
Total	14,75	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0105 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
3,00	3,31	4	0,05	A
2,00	3,31	4	0,05	A
1,00	3,31	4	0,05	A
0,00	1,10	4	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)