



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGRONOMIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACION DE LA OBTENCION DEL ACEITE ESENCIAL
DEL EUCALIPTO (*Eucalyptus*) COMO PLAGUICIDA PARA EL
CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Aleyrodidae*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros Agrónomos

Autor:

Pinto Flores Erick Joel

Tutor:

Tapia Borja Alexandra Isabel

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Pinto Flores Erick Joel, con cédula de ciudadanía No. 1850201011, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación de la obtención del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus*) como plaguicida para el control de mosca blanca (*Aleyrodidae*)”, siendo la Ingeniera Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg., Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 13 de febrero del 2023

Pinto Flores Erick Joel
Estudiante
CC: 1850201011

Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.
Docente Tutor
CC: 0502661754

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PINTO FLORES ERICK JOEL**, identificado con cédula de ciudadanía **1850201011** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Doctor Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rectoro, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluar la obtención del aceite esencial del eucalipto (*eucalyptus*) como plaguicida para controlar la mosca blanca”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: marzo 2019 – agosto 2019.

Finalización de la carrera: octubre 2022 – marzo 2023.

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre 2023.

Tutor: Ingeniera Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

Tema: “Evaluación de la obtención del aceite esencial del eucalipto (*eucalyptus*) como plaguicida para controlar la mosca blanca (*Aleyrodidae*)”.

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

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

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

10. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
11. La publicación del trabajo de grado.
12. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
13. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
14. Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 13 días del mes de febrero del 2023.

Pinto Flores Erick Joel
EL CEDENTE

Dr. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de la Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DE LA OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DEL EUCALIPTO (*Eucalyptus*) COMO PLAGUICIDA PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Aleyrodidae*)” de Pinto Flores Erick Joel, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 13 de febrero del 2023

Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

DOCENTE TUTORA

CC: 0502661754

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Pinto Flores Erick Joel, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE LA OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DEL EUCALIPTO (*Eucalyptus*) COMO PLAGUICIDA PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Aleyrodidae*)”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 13 de febrero del 2023

Lector 1 (Presidente)

Ing. Guadalupe López Castillo, Mg.
CC: 1801902907

Lector 2

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.
CC: 0502672934

Lector 3

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.
CC: 0501974703

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo quiero agradecer en primero lugar a Dios por brindarme salud, sabiduría, iluminarme y guiarme en todo momento de mi vida para alcanzar todas mis metas propuestas.

A mi familia, por acompañarme en todo momento, brindándome todas sus fuerzas para cumplir todo este logro, especialmente a mi madre y a mi padre por su apoyo incondicional, paciencia y comprensión, ella es un pilar fundamental en mi vida e inspiración.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y Facultad CAREN por permitirme continuar con mis estudios para terminar con mi formación profesional.

A mi tutora de proyecto de titulación Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg. quien con su conocimiento y experiencia me guio en todas las fases de la investigación.

Finalmente, a mi abuela por su apoyo y paciencia en todo momento ayudándome a crecer como persona y profesional.

Pinto Flores Erick Joel

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme sabiduría y entendimiento para culminar una etapa en la trayectoria de mi vida.

A mis padres Giovanni Pinto, Jadira Flores, a mi hermana Fernanda Pinto y a Pamela Yáñez quienes con amor y sacrificio me supieron ayudar y apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida con sus consejos aportando incondicionalmente para la culminación de la carrera.

Pinto Flores Erick Joel

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DEL EUCALIPTO (EUCALYPTUS) COMO PLAGUICIDA PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (ALEYRODIDAE)”

AUTOR: Pinto Flores Erick Joel

RESUMEN

Esta investigación tuvo el objetivo de evaluar la obtención del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus*) como plaguicida para controlar la mosca blanca. Por lo cual, se realizó un análisis de distintas combinaciones de aceite de eucalipto con agua; se estableció la metodología para la extracción del aceite mediante el proceso de arrastre por vapor; donde, se utilizaron 206 gramos de hojas de eucalipto recolectadas en la parroquia Atocha de la ciudad de Ambato. La extracción del aceite de eucalipto se realizó en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, además fue de un diseño experimental y descriptivo, que favorecieron el establecimiento del sujeto de estudio y la descripción del comportamiento del plaguicida a base de aceite de eucalipto. Los principales resultados conseguidos fueron luego del análisis del aceite esencial de eucalipto que estuvo compuesto principalmente por 1,8 –Cineole (Eucaliptol), Alfa-Pineno, Limoneno, Alfa-Terpineol y 2-Beta-Pineno, además de presentar un aspecto líquido transparente verdoso y de aroma fresco mentolado. Con respecto a la efectividad del aceite como plaguicida se determinó que las combinaciones de 0,45 ml de aceite más 2,55 ml agua, con 0,11ml de emulsificante Tween 80 que nos da una concentración del 15% y de 1,5 ml de aceite más 1,5 ml agua con 0,11 ml de emulsificante Tween 80 que nos da una concentración al 50% elimina una cantidad elevada de moscas blancas después de un periodo de 2 y 6 minutos respectivamente. Se concluye que el aceite extraído de las hojas de eucalipto puede ser utilizado como un plaguicida alternativo para el control de la mosca blanca, ya que es un producto natural que no afecta a la planta como suelo y ambiente.

Palabras clave: Aceite esencial, Arrastre por Vapor, Eucalipto (*Globulus labill*), Mosca Blanca.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL FROM EUCALYPTUS AS A PESTICIDE TO CONTROL WHITEFLY”

AUTHOR: Pinto Flores Erick Joel

ABSTRACT

This research had the objective of evaluating the obtaining of the essential oil of the eucalyptus (*Eucalyptus*) as a pesticide to control the whitefly. Therefore, an analysis of different combinations of eucalyptus oil with water was carried out; the methodology for the extraction of oil through the process of dragging by steam was established; where, 206 grams of eucalyptus leaves collected in the Atocha parish of the city of Ambato were used. The eucalyptus oil extraction was carried out in the laboratory of the Technical University of Cotopaxi, it was also an experimental and descriptive design, which favored the establishment of the study subject and the description of the behavior of the eucalyptus oil-based pesticide. The main results obtained were after the analysis of the essential oil of eucalyptus, which was mainly composed of 1.8 -Cineole (Eucalyptol), Alpha-Pinene, Limonene, Alpha-Terpineol and 2-Beta-Pinene, in addition to presenting a transparent liquid appearance. greenish and with a fresh minty aroma. Regarding the effectiveness of the oil as a pesticide, it was determined that the combinations of 0.45 ml of oil plus 2.55 ml of water, with 0.11 ml of Tween 80 emulsifier, which gives us a concentration of 15%, and 1.5 ml of oil plus 1.5 ml of water with 0.11 ml of Tween 80 emulsifier, which gives us a 50% concentration, eliminates a high number of whiteflies after a period of 2 and 6 minutes, respectively. It is concluded that the oil extracted from eucalyptus leaves can be used as an alternative pesticide to control whitefly, since it is a natural product that does not affect the plant, soil and environment.

Keywords: Essential oil, Steam Drag, Eucalyptus (*Globulus labill*), Whitefly.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
INDICE DE FIGURAS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
1.1. Título del Proyecto:	1
1.2. Fecha de inicio:	1
1.3. Fecha de finalización:	1
1.4. Lugar de ejecución:	1
1.5. Facultad que auspicia	1
1.6. Carrera que auspicia:	1
1.7. Equipo de Trabajo:	1
1.8. Área de Conocimiento:	1
1.9. Línea de investigación:	1
1.10. Línea de vinculación de la carrera:	2
Gestión de recursos naturales biodiversidad biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.	2
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3

4.	EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN:	4
5.	OBJETIVOS:	6
5.1.	General	6
5.2.	Específicos	6
6.	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	8
7.1.	Mosca blanca	8
7.1.1.	Mosca blanca del invernadero	9
7.2.	Eucalipto	10
7.2.1.	Especies de Eucalipto	11
7.2.2.	Eucalyptus Globulus Labil	13
7.3.	Aceite esencial	15
7.3.1.	Aceite de Eucaliptus Globulus	16
7.3.2.	Propiedades y usos del aceite de Eucalipto	17
7.4.	Proceso de extracción del aceite esencial de Eucalipto	19
7.4.1.	Destilador de aceites esenciales – TECNAL – TE-2761/20	20
7.4.2.	Materiales utilizados en la destilación	21
7.4.3.	Procedimientos para extracción de aceite esencial de eucalipto	21
7.5.	Escalas para el proceso de destilación	24
7.5.1.	Escala de laboratorio.	24
7.5.2.	Escala intermedia o banco (bench).	24
7.5.3.	Escala piloto	25
7.5.4.	Escala industrial.	27
8.	HIPÓTESIS	27
8.1.	Hipótesis nula (Ho):	27
8.2.	Hipótesis alternante (Ha)	27

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	28
9.1. Localización	28
10. Operacionalización de las variables	28
10.3. Tipo de investigación	29
10.4. Diseño de investigación	29
10.5. Unidad de Análisis	29
10.6. Población finita	29
10.7. Población estadística	30
10.8. Métodos de investigación	30
10.8.1. Método inductivo	30
10.8.2. Método analítico	30
10.8.3. Método deductivo	30
10.8.4. Método experimental	30
11. Materiales o Equipos utilizados en la investigación.	31
11.1. Materiales	31
11.2. Insumos	31
11.4. Toma de muestra	32
11.5. Descripción del Procedimiento	32
11.5.1. Recepción del material	32
11.5.2. Análisis de Humedad de las Hojas	33
11.5.3. Fraccionamiento de las hojas	33
11.5.4. Peso de las hojas	33
11.5.5. Destilado	34
11.6. Análisis complementarios finales	37
11.7. Aplicación del aceite como plaguicida.	37
11.7.1. Tratamientos	38
11.7.2. Descripción de los bioensayos	38

11.7.3.	Manejo del experimento.	39
11.7.4.	Mortalidad de moscas expuestas al plaguicida con aceite de eucalipto.	40
11.8.	Mortalidad de las moscas blancas expuestas a papel filtro tratado con el aceite esencial de eucalipto	41
12.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
12.1.	Determinación de los parámetros físicos, químicos y organolépticos del aceite de eucalipto (<i>Eucalyptus</i>).	41
13.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	45
14.	IMPACTOS TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS	46
14.1.	Impacto Técnico	46
14.2.	Impacto Ambiental	46
14.3.	Impacto Económico	47
15.	CONCLUSIONES	47
16.	RECOMENDACIONES	48
17.	BIBLIOGRAFIA	48
18.	ANEXOS	51
	Anexo N°. 1. Análisis de las propiedades organolépticas del aceite de eucalipto.	51
	Anexo No. 2. Porcentaje de mortalidad del aceite esencial de eucalipto.	53
	Anexo No. 3. Recolección de las hojas de eucalipto.	53
	Anexo N°. 4. Pesado de hojas.	54
	Anexo N°. 5. Armado de la máquina de arrastre de vapor.	54
	Anexo N°. 6. Máquina encendida a 55°C y Extracción de aceite.	55
	Anexo N°. 7. Recolección de mosca blanca.	56
	Anexo N°. 8. Elaboración de concentraciones al 0%, 50%, 25% y 15%.	
	Anexo N°. 9. Aplicación de concentraciones por tratamiento.	
	Anexo N°. 10. Visualización de Individuos Muertos mediante el microscopio.	
	Anexo N°. 11. Certificado de reporte de Urkund.	58

Anexo N°. 12. Hoja de vida del tutor.	59
Anexo N°. 13. Aval del traductor.	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades a base de los objetivos	6
Tabla 2. Requerimientos de silvicultura del eucalipto	15
Tabla 3. Cromatograma del aceite esencial de Eucalipto	16
Tabla 4. Operacionalización de la variable independiente.	28
Tabla 5. Operacionalización de la variable dependiente	29
Tabla 6. Tratamientos para la prueba de aceite como plaguicida.	38
Tabla 7.	39
Tabla 8. Análisis de los parámetros físicos y químicos del aceite de eucalipto.	41
Tabla 9. Análisis de las Características organolépticas del aceite	42
Tabla 10. Análisis de la varianza de insectos muertos después de 2 minutos de tratamiento.	42
Tabla 11. Prueba de Tukey para la cantidad de insectos muertos después de 2 minutos en concentración.	43
Tabla 12. Análisis de la varianza de insectos muertos después de 6 minutos de tratamiento.	44
Tabla 13. Prueba de Tukey para la cantidad de insectos muertos después de 6 minutos.	44
Tabla 14. Presupuesto para la extracción del aceite esencial de eucalipto	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedad de Eucalipto (Globulus labill)	13
Figura 2. Disposición de las hojas de eucalipto en la primera destilación.	22
Figura 3. Canasta para la primera destilación.	23

Figura 4.	Disposición de las hojas de eucalipto en la primera destilación.	23
Figura 5.	Hojas de eucalipto recolectadas.	33
Figura 6.	Pesado de las hojas de Eucalipto.	34
Figura 7.	Máquina de arrastre por vapor.	35
Figura 8.	Obtención del aceite de eucalipto.	35
Figura 9.	Separación de la parte acuosa del aceite.	37
Figura 10.	Flujograma de la obtención del aceite esencial del eucalipto.	37
Figura 11.	Mosca blanca en hojas de Cannabis.	39
Figura 12.	Hoja de cannabis con moscas blancas.	40
Figura 13.	Varianza de mortalidad de las distintas concentraciones de Aceite.	43
Figura 14.	Varianza de mortalidad de las distintas concentraciones de Aceite.	45

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Título del Proyecto:

- “Evaluación de la obtención del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus*) como plaguicida para el control de mosca blanca (*Aleyrodidae*)”

1.2. Fecha de inicio:

- Diciembre 2022

1.3. Fecha de finalización:

- Marzo 2023

1.4. Lugar de ejecución:

- Universidad Técnica de Cotopaxi perteneciente al Cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi.

1.5. Facultad que auspicia

- Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

1.6. Carrera que auspicia:

- Carrera de Ingeniería Agronómica.

1.7. Equipo de Trabajo:

Tutora: Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

Autor: Erick Joel Pinto Flores.

Lector A: Ing. Guadalupe López Castillo, Mg.

Lector B: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Lector C: Ing. Emerson Jácome Mogro, Mg.

1.8. Área de Conocimiento:

Agricultura – Agricultura, Silvicultura y Pesca.

1.9. Línea de investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentarias.

1.10. Línea de vinculación de la carrera:

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

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación se realiza debido al incremento de mosca blanca en los cultivos como el frijol, habichuela, tomate, arveja presente en las parroquias del cantón de la Latacunga, lo que ha afectado económicamente a los pobladores y agricultores de dicho sector, por lo que el desarrollo de un plaguicida natural a base de aceite de eucalipto que será de gran ayuda para controlar dicho problema.

El aporte del presente proyecto está dirigido a demostrar la viabilidad de elaborar un insecticida a base de aceite de eucalipto, que sea efectivo para controlar la presencia de mosca blanca sin dañar a los cultivos de frijol, habichuela, tomate, arveja, además de ser un aporte teórico para los estudiantes y profesionales de agronomía ya que será de gran ayuda para futuras investigaciones o emprendimientos de creación de plaguicidas naturales.

Los principales beneficiarios del proyecto serán los agricultores de la parroquia Salache de la ciudad de Latacunga, ya que obtendrán asesoría sobre el control de la mosca blanca a más de un plaguicida de origen natural que no dañe sus cultivos y sea de un precio bajo lo que les beneficie económicamente. Asimismo, como beneficiarios indirectos están agricultores de otras parroquias y profesionales agrónomos que obtendrán la fórmula de un plaguicida innovador totalmente gratis, que puedan utilizar cuando lo necesiten.

El impacto del presente trabajo es el desarrollo de un producto innovador que cumpla con todas las normas y reglamentos nacionales e internacionales en cuanto a la producción de fungicidas, estando elaborado de materiales totalmente de origen natural que sean amigables con el medio ambiente y no dañen los cultivos, ni sea perjudicial para la salud de quienes lo utilicen, lo que será beneficioso para el cuidado del medio ambiente, situación que en la actualidad se ha puesto de moda.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios del presente proyecto de investigación son los siguientes:

- **Beneficiarios directos:** Agricultores de la Parroquia Salache.
- **Beneficiarios indirectos:** Agricultores de otras parroquias, estudiantes y profesionales agrónomos que quieran hacer uso del plaguicida.

4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN:

A nivel mundial La utilización de plaguicidas ha tenido un importante incremento a partir de los años 90, aumentando de 2,2 millones de toneladas en 1990 a 3 millones en 2000, y superando los 4 millones de toneladas en 2018 (FAOSTAT, 2020). En términos regionales, Asia es el principal consumidor (52,8%), seguido de América (30%) y Europa (13,8%). Los principales plaguicidas utilizados a nivel mundial son herbicidas (47,5%), insecticidas (29,5%), fungicidas (17,5%) y otros (5,5%).

El uso de plaguicidas (kg ha⁻¹) difiere según el país y el tipo de cultivo (Sharma, 2019). En América del Sur, son Brasil y Argentina los principales consumidores (están entre los diez países con mayor consumo anual en el mundo). En Chile, el uso de plaguicidas es elevado, con ventas superiores a las 54.500 toneladas, según la Declaración de Ventas de Plaguicidas de Uso Agrícola Año 2019, del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2019). El promedio de aplicación de estos productos en Chile es de 4,2 kg/ha, lo cual es superior a la media de los países de la OCDE (2,1 kg ha⁻¹). En algunos sectores productivos, como la fruticultura, la aplicación de plaguicidas puede superar los 20 kg ha⁻¹.

El uso masivo de los plaguicidas ha significado una revolución en la agricultura, pues contribuye a aumentar la eficiencia productiva de alimentos (cerca de 70 por ciento de mayor productividad en los últimos cuarenta años, según la FAO). Se estima que actualmente el 45 por ciento de los cultivos del mundo se pierden por acción de plagas (Pimentel & Burgess, 2014), por lo que los plaguicidas se convirtieron en una herramienta moderna indispensable para la producción de alimentos.

La historia muestra los efectos catastróficos en cultivos y desabastecimiento de alimentos que en diferentes períodos significaron un desastre para muchas economías del mundo. Algunos ejemplos son el tizón tardío de la papa que afectó a Irlanda entre 1845 y 1846, la hambruna bengalí de 1943 debida a la enfermedad de la mancha café del arroz (Agrios, 2007) y, más recientemente, la roya amarilla que en 2012 afectó todas las zonas cafetaleras del mundo.

En el Ecuador, 1'320.988,67 hectáreas de superficie agrícola utiliza algún tipo de plaguicida químico en sus cultivos, lo que representa el 47%. En el restante 53% se cultiva de manera ecológica, es decir utilizan plaguicidas orgánicos o no utilizan plaguicidas.

Varios de los ecosistemas agrícolas de las regiones tropicales y subtropicales en el Ecuador han sido severamente afectados por algunas especies de “mosca blanca”. En la Costa, especialmente en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, se ha determinado la presencia de las especies *Bemisia tabaci* y *B. argentifolii* atacando cultivos de: melón, sandía, pepino, zapallo, tomate, pimiento, soya, haba, tabaco, algodón y maní (Valarezo 1994; Arias 1995). En la Sierra, particularmente en los valles cálidos de la provincia de Imbabura, se registró *Trialeurodes vaporariorum*, afectando el cultivo del fréjol arbustivo.

El parasitismo de la “mosca blanca” presenta una variación entre los cultivos, presentándose *B. tabaci* en el algodón con un 42,7% en Manabí y Guayas (INIAP 1996a), mientras que en la soya con un 34% en Quevedo (Los Ríos) y 50% en Boliche (Los Ríos), en este último caso se recolectaron 10 especies de parásitos que no fueron identificadas (Valarezo 1996). Los parásitos registrados en la “mosca blanca” fueron *Encarsia* spp. y *Eretmocerus* sp. en la provincia del Guayas (INIAP 1996b) y *Amitus fuscipennis* y *Signiphora aleyrodinis* en la Sierra (Sponagel 1999).

En Chunchi donde se realizó este experimento existe poca oferta de productos orgánicos y de servicios profesionales para el desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente que ayuden a mejorar la producción y los rendimientos del brócoli. Debido a la importancia económica que tiene la presencia del pulgón gris (*Brevicoryne brassicae*) durante el ciclo de cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) dado a que esta plaga ha ocasionado pérdidas de hasta el 80 % de la producción ya que es un insecto que transmisor de virus ocasionado malformaciones en las hojas, enanismo en el cultivo y baja producción, también por medio de sus aparato bucal causa heridas en diferentes puntos de la planta los cuales se transforman en vías de infección que son aprovechadas para la proliferación de hongos, bacterias y nematodos los cuales han llegado a terminar con el cultivo completamente en lugares donde no se ha realizado un control oportuno.

Los agricultores de la provincia de Cotopaxi; demandan controlar de este cultivo que disminuye la producción en un 34 % (SESA, 2002). En la vigilancia fitosanitaria en las áreas chocheras, han identificado en el laboratorio de sanidad vegetal: A minador de hoja (*liriomyza* spp), barrenador (*Melanagromyza* sp.) y trips (*Frankliniella occidentalis*)., Pocos agricultores realizan un control de estas plagas. (Suquilanda, 1984).

5. OBJETIVOS:

5.1. General

- Evaluar la obtención del aceite esencial del eucalipto (*Eucalyptus*) como plaguicida para el control de mosca blanca (*Aleyrodidae*).

5.2. Específicos

- Caracterizar el aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus*) de forma química física y organoléptica.
- Determinar la mejor concentración del aceite esencial del (*Eucalyptus*) para el control de mosca blanca (*Aleyrodidae*).
- Realizar un análisis de costos.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Las actividades que se llevan a cabo en base a los objetivos específicos planteados son las siguientes:

Tabla 1. Actividades a base de los objetivos

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar el aceite esencial de eucalipto (<i>Eucalyptus</i>) de forma química física y organoléptica. 	1.1 Identificación y caracterización de la zona donde se tomará el aceite de eucalipto.	Ficha de levantamiento de información.	Información sobre el área donde se extraerá el aceite y el tipo de eucalipto.
	1.2 Extracción del aceite.	Proceso de destilación al vapor.	Aceite extraído de las hojas de eucalipto.

	1.3. Análisis de las propiedades físicas y químicas del aceite.	Proceso de análisis en laboratorio.	Información de las propiedades del aceite.
OBJETIVO 2	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la mejor concentración del aceite esencial del (Eucalyptus) para el control de mosca blanca (<i>Aleyrodidae</i>)”. 	2.1 Identificación de los cultivos a ser tratados.	Fichas de observación.	Tipos de cultivos afectados por la mosca blanca.
	2.2 Aplicación del plaguicida a base de aceite de eucalipto.	Datos de la aplicación del plaguicida.	Cantidad de plaguicida aplicada en los cultivos.
	2.3 Análisis de varianza para determinar la cantidad de insectos muertos por el tratamiento	Identificación de insectos hallados en el laboratorio.	% de insectos muertos de acuerdo a la cantidad de plaguicida.
OBJETIVO 3	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un análisis de costos. 	3.1 Estimación económica del tratamiento.	Análisis económico	Costo del tratamiento.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Mosca blanca

Las moscas blancas no son moscas verdaderas, sino que pertenecen al orden Hemiptera (insectos). Junto con los pulgones, coquinos o cochinillas, pertenecen a la clase Sternostea. Las moscas blancas pertenecen a la familia de las moscas blancas. Las especies más comunes son la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* y la mosca blanca del tabaco *Bemisia tabaci*. Ambos están muy extendidos y son omnívoros, por lo que son muy comparables (Pascal et al., 2018).

Al mismo tiempo, la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) tiene una amplia gama de huéspedes y afecta a una gran variedad de cultivos en todo el mundo. Esto puede causar daños, especialmente en áreas (sub)tropicales. La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una plaga temida porque es altamente resistente a muchos insecticidas y transmite fácilmente los virus (INIA, 2018).

Por otra parte, la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) o mosca blanca del tabaco pasa por seis estadios, huevos, larvas de primer, segundo, tercer y cuarto estadio (a menudo llamadas pupas, aunque no lo son) y adultos. Las larvas se encuentran en la parte inferior de las hojas jóvenes y tienen forma ovalada. Mientras que las larvas del primer estadio son móviles, las alas restantes del estadio están en las hojas. Las larvas de cuarto estadio adquieren una forma casi redonda y amarilla llamada pupa, donde los ojos rojos y las alas blancas de los adultos son claramente visibles. Estas pupas se encuentran en las hojas más viejas (Pascal et al., 2018).

Además, los adultos emergen de la pupa a través de una abertura en forma de T. Los adultos a menudo se dispersan por toda la planta donde ponen sus huevos. Para que puedas encontrar todos los insectos en una sola página. Sacudir la planta infectada hará que los adultos vuelen y regresen a la parte inferior de las hojas. Las moscas blancas adultas (*Bemisia tabaci*) tienen piezas bucales perforantes y succionadoras bien desarrolladas y comienzan a succionar la savia poco después de emerger. Los insectos están cubiertos con una sustancia cerosa blanca (Toledo, 2019).

Al mismo tiempo, la mosca blanca adulta (*Bemisia tabaci*) se parece a la del invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*), pero es más pequeña y de color amarillo. Además, las alas de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se colocan de forma vertical y paralela al cuerpo (Pascal et al., 2018).

Con respecto a la larva, esta necesita muchos nutrientes para crecer, por lo que necesita consumir mucho jugo, que es alto en azúcar. Su exceso se secreta como melaza, formando un mayor número de larvas más grandes (INIA, 2018). Esto de acuerdo con Toledo (2020) .puede tener las siguientes consecuencias:

- Si la población es alta, el agotamiento de la savia puede afectar la fisiología de la planta, dando como resultado un crecimiento atrofiado. Las hojas pueden marchitarse y caer bajo la luz solar directa. El daño a las hojas puede, a su vez, afectar el desarrollo de la fruta y reducir el rendimiento.
- Al chupar savia y excretar melaza, los arbustos blancos reducen el valor estético de los cultivos. Esto es especialmente importante para las plantas ornamentales.
- La melaza se asienta sobre la fruta, haciéndola pegajosa. La suciedad se adhiere a la fruta y promueve el crecimiento de fumagina o mildiú veloso (*Cladosporium* sp.). dificulta la comercialización de la fruta. En casos severos, los frutos se pudren. La fumagina también crece en las hojas, lo que reduce la fotosíntesis y la transpiración.
- Los virus pueden propagarse de una planta a otra. Es bien sabido que *T. vaporariorum* y *B. Bemisia tabaci* transmite el virus.

7.1.1. Mosca blanca del invernadero

La mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) es una de las principales plagas de los cultivos hortícolas y ornamentales en invernaderos a nivel mundial. El arbusto blanco de invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*) es originario de América tropical y subtropical, posiblemente Brasil o México. Cientos de especies de plantas de diferentes familias son hospedantes adecuados para esta mosca blanca. Afecta a muchos cultivos, como berenjenas, frijoles, pepinos, pimientos, tomates, rosas, gerberas y flores de Pascua (Toledo, 2019).

Los adultos se parecen a las polillas blancas de aproximadamente 1,5 mm de tamaño longitud. Los adultos ponen huevos pequeños, alargados, de color púrpura verdoso en el envés de las hojas. Las ninfas de la primera etapa de desarrollo son móviles, similares a las cochinillas. En el último estadio, están inmóviles, blancos y amarillos, con los ojos rojos. Los cachorros son verdes y translúcidos cuando se libera el aire (INIA, 2018).

- **Ciclo de la vida**

Las moscas blancas pueden poner hasta 500 huevos con una nidada cada 30 a 50 días. Puede vivir hasta dos meses y suele aparecer en el envés de las hojas nuevas. Las ninfas de primer estadio se mueven alrededor de la planta y eligen un lugar donde pueden meter la boca y obtener comida. Cuando eso sucede, no vuelven a moverse hasta que alcanzan la edad adulta (Toledo, 2020).

- **Daños**

Las moscas blancas dañan las plantas al alimentarse de su savia, causando marchitez, retraso en el crecimiento e incluso la muerte. Las moscas blancas también secretan una sustancia pegajosa llamada "mielada". Este artículo puede cubrir cualquier cosa sobre la que caiga, hojas, capullos de flores, parabrisas, pisos de concreto, etc. (Toledo, 2019).

Además, esta "rocío de miel" produce una variedad de mohos (a menudo llamados "moho de hollín" debido a su apariencia negra, que forma una mezcla pegajosa y antiestética). Estos mohos de hollín pueden impedir que la luz llegue a las hojas, evitando o reduciendo el proceso de fotosíntesis. Las moscas blancas adultas también pueden transmitir varios virus y enfermedades a las plantas sanas (Toledo, 2020) .

- **Control**

El control de las moscas blancas puede ser difícil. Debido a que las moscas blancas desarrollan rápidamente resistencia a los insecticidas químicos, son muy frágiles y difíciles. Por lo tanto, es importante manejar un programa integrado de control de plagas para controlar eficazmente este insecto. Esto se logra mediante el uso de medidas de control biológico y cultural para pesticidas individuales cuando sea apropiado. Estos venenos deben colocarse en la parte inferior del follaje donde crece la mosca blanca (Toledo, 2019).

7.2. Eucalipto

El eucalipto, o *Eucalyptus*, es un árbol o arbusto originario de Australia con más de 700 especies, cuyas hojas tienen una forma característicamente ovalada cuando son jóvenes y oblongas y de color verde grisáceo cuando maduran (Ore, 2021).

El eucalipto es un árbol. Sus hojas y aceite se comen, mastican y en muchos casos se aplican sobre la piel. El eucalipto contiene muchas sustancias químicas diferentes. Estos químicos

pueden tener diferentes efectos en el cuerpo. Además, algunas investigaciones sugieren que el eucalipto puede tener efectos antibacterianos y antifúngicos (Villarreal et al., 2022). Las personas usan el eucalipto para una variedad de dolencias, que incluyen asma, bronquitis, influenza (gripe) y muchas otras, pero no hay evidencia científica sólida que respalde este uso (Echegaray et al., 2011).

Aunque el eucalipto tiene efectos beneficiosos para la salud, ayuda a restaurar los bosques y estabiliza las pendientes contra los deslizamientos de tierra, es un gran enemigo de los cultivos. Las raíces de eucalipto a menudo crecen en imágenes especulares del árbol, es decir, tienen la misma longitud, pero en direcciones opuestas, y pueden dañar las áreas por las que pasan, como paredes, tuberías o incluso el fondo de los pozos de agua subterránea (Villarreal et al., 2022). Absorben mucha agua y nutrientes, por lo que empobrecen el suelo, y también son capaces de producir sustancias que impiden el crecimiento de otras plantas. Generalmente, otras plantas no crecerán en suelo con eucalipto, lo que limita las posibilidades de cultivo, por lo que el suelo debe fertilizarse constantemente (Echegaray et al., 2011).

7.2.1. Especies de Eucalipto

Hay aproximadamente 950 especies de eucaliptos, la mayoría de las cuales son nativas y endémicas de Australia. Debido a la diversidad de su tamaño y características morfológicas, se han desarrollado diversas clasificaciones taxonómicas, de las cuales tres géneros son actualmente las clasificaciones más aceptadas para este gran grupo de plantas de eucalipto (Ríos et al., 2019);

- Angophora
- Corymbia
- Eucalyptus.

Debido a la extensa distribución natural del género y la habilidad de sus diversas especies para adaptarse a diferentes circunstancias climáticas y lograr un vertiginoso crecimiento, el eucalipto es la segunda especie más utilizadas en plantaciones en el planeta (20 millones de hectáreas) y solo sobrepasada por los pinos (37 millones de hectáreas) (Ore, 2021). Hay muchas especies de eucaliptos en plantaciones en diferentes continentes, pero nueve especies son actualmente las más importantes en las plantaciones; Para climas tropicales,

- **Eucalyptus camaldulensis:** Es un árbol del género Eucalyptus. Es una variedad sembrada en muchas partes del planeta. Es nativo de Australia y está muy extendido, especialmente cerca de las vías fluviales. Es el árbol genealógico y símbolo de Australia. Proporciona buena sombra de las temperaturas extremas del centro de Australia y estabiliza las riberas de los ríos y conserva el suelo (Ore, 2021).
- **Eucalyptus urophylla:** Conocido comúnmente como chicle blanco de Timor, chicle de montaña de Timor, ampupu o popo, es una variedad de eucalipto originaria de Indonesia y las islas de Timor Oriental. Asimismo, es común en otras naciones con climas húmedos y subtropicales, donde es cultivado como árbol de plantación (Ríos et al., 2019). Para climas templados.
- **Eucalyptus pellita:** Conocida como Big Fruit Red Mahogany, es una variedad de altura media extendida en el noreste de Queensland. De corteza áspera, escamosa o fibrosa en tronco y ramas, hojas lanceoladas a ovadas, botones florales en 7 racimos, flores blancas, roscadas a cónicas (Ríos et al., 2019).
- **Eucalyptus globulus:** Estos árboles pueden crecer normalmente hasta una altura de 30 o 55 metros. El ejemplar más grande de esta especie se encuentra en Tasmania y mide 90,7 metros de alto. Existen registros pretéritos de árboles aún más altos que alcanzan los 101 metros. El avó de Chavín (Warnery) tiene una base de circunferencia de aproximadamente 7,6 metros y una altura de 61,8 metros, lo que lo convierte en el gomero blanco más alto de la Península Ibérica y uno de los más altos de Europa. Es la especie más común en el Ecuador (Ore, 2021).
- **Eucalyptus grandis:** Frecuentemente distinguido como eucalipto rosa, la corteza es lisa, la base es rugosa, fibrosa o escamosa, y el color es de gris a marrón grisáceo. Alcanza una altura de 50 metros cuando madura, pero los ejemplares más grandes suelen superar los 80 metros (Ore, 2021). Originaria de las zonas costeras y costeras de Australia, entre Nueva Gales del Sur, el norte de Newcastle y el este de Daintree, Queensland, primariamente en terrenos llanos y pendientes más bajas, es la especie de bosque húmedo dominante en los bordes de los bosques (Ríos et al., 2019).
- **Eucalyptus dunnii:** Usualmente distinguido como White Gum de Dunn o puramente White Gum, es un árbol de altura media endémico del este de Australia. Posee corteza rugosa en la parte baja, corteza lisa de color blanco a crema en la parte alta, hojas

maduras lanceoladas a recurvadas, racimos de siete botones con flores blancas y frutos en copa, cono o semiesféricos (Ore, 2021).

- **Eucalyptus nitens:** Generalmente acreditado como eucalipto brillante ("goma brillante"), es originario de Victoria y el este de Nueva Gales del Sur, Australia. Se cultiva en los márgenes de suelos fértiles en bosques moderadamente húmedos y zonas de clima fresco (Elosegi et al., 2020).
- **Eucalyptus tereticornis:** El eucalipto rojo es una importante especie arbórea del género Eucalyptus. Es una variedad cultivada en varias partes del planeta. Es originaria de Australia, donde está considerablemente distribuida (Ore, 2021).
- **Eucalyptus smithii:** Esta variedad se cultiva abundantemente en el sur de África y sus hojas son utilizada para la elaboración de destilado de aceite de eucalipto. El aceite es alto en cineol (75-84%). Además, presenta características prometedoras para su aplicación en la industria de la pulpa (Elosegi et al., 2020).

7.2.2. Eucalyptus Globulus Labil



Figura 1. Variedad de Eucalipto (Globulus labill)

Esta variedad es la más cultivada en el planeta y la variedad forestal más sembrada en el Altiplano ecuatoriano. Su reputación se debe al hecho de que es una especie resistente, de rápido crecimiento y fácilmente adaptable que tiene un alto valor productivo como material de construcción (Elosegi et al., 2020).

Este eucalipto posee importancia económica ya sea en términos de industrialización como de exportación de mercancías madereras. Es ampliamente usado en plantaciones de producción, conservación y sistemas forestales de reforestación. Es una variedad arbórea de vertiginoso crecimiento con una alta capacidad de regeneración mediante los tocones, lo que la convierte en una excelente opción para los pequeños propietarios que producen leña, postes de servicios públicos o madera de aglomeración a corto plazo. Su correcta poda natural reduce los costes de gestión. La madera es de buena calidad y tiene un alto valor en el mercado local (Ghedira et al., 2018).

De acuerdo con Ghedira et al. (2018) las características de esta variedad de eucalipto son las siguientes:

a) Fisionomía del Árbol

- **Tronco:** De forma cilíndrica y recta, en la nación llega hasta 1,20 de DAP y una altura de 10 a 15 metros.
- **Corteza:** Posee un grosor de 3 cm que se desprende en forma de tiras al florecer, abandonando una segunda corteza liza.
- **Copa:** De forma alargada e irregular, por encima de un fuste limpio de ramas en 2/3 de su altura total.

b) Características Botánicas

- **Hojas:** Las hojas jóvenes son de forma opuesta, sésiles, de base cortada, con un color gris azulado, de longitud de 8-15 cm y de ancho 4-8 cm. Las hojas maduras son de forma alternas, pecioladas con la base cuneada, linear lanceoladas, de longitud de 15-25 cm y con el ápice acuminado.
- **Flores:** De forma axilar, solitaria o en conjuntos de 2-3, de hasta 3 cm de diámetro, con cuantiosos androceos de color blanco.
- **Fruto:** En capsula, en forma de campana con una coloración glauco y cubierta de un polvo blanquecino, de 1,4-2,4 cm de diámetro.
- **Semillas:** Las fértiles son de color negro, con textura rugosa y de un tamaño mayor que las demás, alrededor de 280.000 semillas pesan 1 kilogramo.

c) Silvicultura

- **Requerimientos climáticos:** Esta variedad crece mejor en suelo francos arenosos-arcillosos o areno-arcillosos, con un pH de 5 a7, con un adecuado drenaje y sin compactación.

Tabla 2. Requerimientos de silvicultura del eucalipto

Temperatura °C	10,8-16,8
Precipitación mm	800-1.500
Altitud en Ecuador m.s.n.m	2.200-3.300

Fuente: Adaptado de Ghedira et al. (2018).

7.3. Aceite esencial

Los aceites esenciales son muy aromáticos y su consistencia no es grasa, sino ligera. Como su preparación requiere una gran cantidad de materia vegetal, su volatilidad y sensibilidad a la luz solar pueden causar diferencias, y requieren mucho esfuerzo para su procesamiento. Por eso que estos aceites son envasados en botellas de vidrio de color oscuro (Solano et al., 2022).

Por otra parte, los aceites esenciales son ampliamente utilizados en la producción de perfumes y cosméticos. Igualmente tienen varias propiedades medicinales; son altamente valorados en los procedimientos de aromaterapia, su utilización se ha generalizado y una transcendental función de estos aromas se manifiesta al entrar en contacto con los receptores olfativos de la nariz, generando paz, bienestar, vitalidad, frescura, etc. por aroma utilizado: romero, menta, ylang-ylang, limón, lima, citronela, etc. (Torrenegra et al., 2019).

También son reconocidos por sus propiedades antiinflamatorias y asimismo se utilizan como antisépticos cuando se aplican tópicamente y debidamente diluidos, ya que no deben colocarse sobre la piel en estado puro. Ciertos aceites, a más de las propiedades ya comentadas, también son usados como insecticidas para controlar de forma natural las plagas en cultivos ecológicos (González et al., 2017).

Es transcendental no asumir que los aceites esenciales provienen de plantas y son completamente seguros. Se deben tener en cuenta aspectos como la elevada concentración de materias primas utilizadas en la producción (de origen vegetal) y la facilidad con que penetran en la membrana de la piel (Solano et al., 2022).

Aunque una gran cantidad de aceites no son considerados como tóxicos, determinados grupos de personas pueden ser más sensibles a ellos, como los niños pequeños, los adultos mayores y las mujeres embarazadas. Antes de empezar un tratamiento con aceites esenciales, lo mejor es consultar con un especialista o con un médico (González et al., 2017).

7.3.1. Aceite de Eucalyptus Globulus

El aceite esencial de Eucalyptus Globulus se obtiene destilando las hojas y ramas de la planta. Se distingue por un aroma fresco y delicado a madera y balsámico, gracias a sus primordiales componentes químicos, el aceite de eucalipto y el alfa-terpineol, nos aporta beneficios tópicos y aromáticos. El aceite de eucalipto contiene entre un 70 y un 85 % de 1,8-cineol (eucaliptol), que también se puede hallar en otros aceites vegetales (Torrenegra et al., 2019).

Asimismo, el aceite esencial de eucalipto, extraído del árbol nativo australiano Eucalyptus Globulus, tiene una extensa tradición de uso. Los indígenas de Australia lo han utilizado para curar heridas, tratar infecciones fúngicas y como antipirético y expectorante eficaz (Leyva et al., 2020).

Además, el aceite esencial de eucalipto es un ingrediente clave en cualquier botiquín casero. Este producto natural es una maravilla versátil y económica. Con una infinidad de posibilidades que se pueden aprovechar (González et al., 2017).

Por otra parte, el análisis de los aceites esenciales se lo realiza por cromatografía de gases. Los cromatogramas resultantes identifican los componentes característicos y particulares que se pueden ver en la Tabla 3. Las proporciones de estos componentes se detallan mediante el uso del método de normalización especificado por el integrador y así se forma el cromatograma del aceite esencial (Leyva et al., 2020).

Tabla 3. Cromatograma del aceite esencial de Eucalipto

Componentes	Aceite crudo		Aceite crudo			
			70% a 75%		80% a 85%	
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %
a-Pineno	10	22	1	10	1	10

a-Phellandrene	0,1	1	0,1	1,5	0,1	1
Limonene						
1,8-cineol	1	8	1	15	4	15
p-cimene	60	-	70	-	80	-
a-Pineno	1	2	1	6	1	4
trans-pinocarveol	1	6	huellas	5	Huellas	3
Aromadendreno	0,5	10	huellas	2	Huellas	1
Globulol	0,5	1,5	-	Huellas	-	Huellas

Fuente: (Leyva et al., 2020).

Los principales componentes químicos son: eucaliptol- α -terpineol. El aceite de eucalipto es uno de los principales óxidos que se pueden hallar en cierto conjunto de aceites esenciales. Estos óxidos brindan beneficios intermedios, creando un vapor calmante y refrescante. Es el componente principal del eucalipto y su olor es entre menta y trementina. Se utiliza principalmente en medicamentos y especias, y es el mismo ingrediente que los ungüentos, linimentos, inhaladores descongestionantes nasales y medicamentos orales y para la garganta (Leyva et al., 2020).

Por otra parte, el alfa terpinol es un monoterpeno alcohólico natural que se ha aislado de varias fuentes, como el petróleo (Solano et al., 2022).

7.3.2. Propiedades y usos del aceite de Eucalipto

Los principales usos del aceite de Eucalipto son los siguientes:

a) Descongestionante nasal

Para combatir la sequedad nasal y la congestión, se debe añadir 10 gotas de aceite esencial de eucalipto en un contenedor con agua tibia, cubrir la cabeza con una toalla e inhala el vapor. Al cabo de unos minutos se notará un suspiro de alivio (Solano et al., 2022).

Para prevenir las molestias nocturnas provocadas por la sequedad de la nariz y descansar mejor, se puede empapar unas gotas de este aceite esencial en una gasa y colocarla en una mesilla de noche (Boom et al., 2018).

Otro uso es diluir pocas gotas del aceite esencial de eucalipto en otro aceite acarreador (aceite de almendras, jojoba, aguacate...) y friccionar el pecho para calmar la congestión respiratoria y otros síntomas (Boom et al., 2018).

b) El eucaliptol

Los ingredientes activos del aceite esencial de eucalipto también ayudan a aliviar la tos. La cocción al vapor es una forma efectiva de diluir la mucosidad y ayudar a expulsarla del cuerpo. El exfoliante anterior de eucalipto diluido con otro aceite en el pecho también es de ayuda en ello (Pino et al., 2021).

c) Desinfectante del hogar.

Aparte de su esencia refrescante, el aceite de eucalipto también posee significativas propiedades antibacterianas. Es adecuado añadir unas gotas a los productos de limpieza tradicionales para aprovechar sus notables propiedades desinfectantes (Boom et al., 2018).

d) Limpiador dental.

Las propiedades antimicrobianas del aceite de eucalipto son buenas para eliminar bacterias en la boca, reducir la placa y tratar la enfermedad de las encías. Unas gotas diluidas con agua pueden servir como enjuague bucal y dar un aliento fresco (siempre con cuidado de no tragar) (Boom et al., 2018).

También se puede utilizar para elaborar una pasta de dientes utilizando ingredientes caseros y aceite de eucalipto (Pino et al., 2021). La fórmula es la siguiente:

- 6 cucharadas de bicarbonato sódico
- 6 cucharadas de aceite de coco
- 1 cucharada de polvo de stevia
- 25 gotas de aceite esencial de eucalipto

Se debe mezclar todos los ingredientes en un receptáculo hasta que quede cremoso y se lo tiene que guardar en un frasco de vidrio. Se debe considerar que ciertos aceites esenciales pueden ser

tóxicos si son ingeridos, debido a ello esta pasta de dientes no se recomienda para niños (Pino et al., 2021).

e) Alivia los músculos cansados o doloridos.

Se puede dar un masaje con aceite de coco, almendras, aguacate, donde se ha diluido unas gotas de aceite de eucalipto para aliviar los dolores musculares provocados por el sobreesfuerzo (Torrenegra et al., 2019).

f) Cuida el cabello y el cuero cabelludo.

El combinar unas gotas de aceite de eucalipto mezclado con aceite de coco aportan hidratación al cabello y al cuero cabelludo que sufren caspa e irritación por sequedad, eliminando las molestias y el picor. Sus propiedades antibacterianas y anti fúngicas sirven para combatir los piojos (Boom et al., 2018).

g) Repelente de insectos.

Sirve como repelente de insectos ya que no contiene productos químicos potencialmente peligrosos que se encuentran en los insecticidas disponibles comercialmente, como DEET. A los insectos no les agradan los olores fuertes, los aceites esenciales más efectivos sin eucalipto son los aceites de citronela, cedro, romero, árbol de té, bergamota (Torrenegra et al., 2019).

h) Antiséptico de pequeñas heridas.

Las propiedades antisépticas y antibacterianas del aceite de eucalipto lo transforman en un tratamiento eficaz para heridas menores, cortes, quemaduras y picaduras de insectos. Conjuntamente ayuda a cicatrizar heridas, actúa como analgésico, reduciendo el dolor y las molestias en el área afectada. Sin embargo, el aceite de eucalipto siempre debe diluirse con un aceite portador y nunca aplicarse directamente sobre la piel, ya que puede irritarla (Boom et al., 2018).

7.4. Proceso de extracción del aceite esencial de Eucalipto

Los aceites esenciales se producen por destilación al vapor o prensado en frío para la extracción de los componentes volátiles de plantas aromáticas como el eucalipto, y la producción de aceites

esenciales es una práctica ampliamente utilizada con fines comerciales (Torrenegra et al., 2019).

Existen innumerables formas de extraer los componentes volátiles de las plantas aromáticas con fines comerciales. Sin embargo, solo se considera un verdadero aceite esencial cuando ha pasado por un proceso de destilación al vapor o prensado en frío (Boom et al., 2018).

Uno de los métodos más recomendados para la extracción del aceite de eucalipto es la destilación a vapor de aceite, donde se debe verificar la eficiencia del destilador de aceites esenciales, siendo un modelo muy utilizado el TECNAL, modelo TE-2761/20 (Nolazco et al., 2020)..

El proceso de destilación al vapor empieza cuando el fabricante coloca el material vegetal seleccionado en un recipiente especial. Luego, el vapor es forzado a entrar en la cámara, generalmente bajo una presión considerable. A su paso por el material vegetal, el vapor desgarrará los depósitos y cavidades de los equipos de producción de aceite, liberando su esencia, que luego se evapora y se une al vapor (Torrenegra et al., 2019).

Posteriormente el vapor y los aceites esenciales evaporados pasan a través de la cámara hacia un tubo de recolección rodeado de agua fría. Aquí se condensan en aceites esenciales líquidos y agua que fluyen hacia un recipiente de recolección (Torrenegra et al., 2019).

Además, es importante conocer que los aceites esenciales no se mezclan con el agua, por lo que forman una capa sobre ellos, lo que los hace fáciles de separar. Una pequeña cantidad de componentes perfumados del mismo modo permanecen en el agua y forman un agua aromática o hidrolizada (Nolazco et al., 2020).

7.4.1. Destilador de aceites esenciales – TECNAL – TE-2761/20

El equipo TE-2761/20 TECNAL es apto para el proceso de extracción de medio volumen y arrastre con vapor para la extracción indirecta de aceites esenciales volátiles más ligeros que el agua. Ideal para pruebas iniciales e investigación de producción pequeña (Espinel, 2020).

Cuando se usa, se debe conectar el vidrio del colector solar, conectar la manguera de silicona con el número de referencia 204 a la entrada de agua, cuyo extremo está conectado a la red de suministro, y conectar la manguera directamente a la red de alcantarillado en la salida. Además,

se verifica que los enchufes eléctricos estén conectados correctamente y que el cable de alimentación esté conectado a una red de 220 voltios, para después abrir el grifo para alimentar el condensador (Espinel, 2020).

Por otra parte, el tanque se alimenta hasta que el nivel de líquido interno es de aproximadamente 10 cm por debajo del nivel. Las muestras se colocan en cestas, que luego deben colocarse en contenedores. La tina debe estar cubierta y todos los botones estarán cerrados. El interruptor de encendido estará encendido y las llaves universales abiertas. Además, el termostato de calefacción estará ajustado a la temperatura máxima. Se colocará un vial de recogida de muestras a la salida, una vez que se presione el botón de inicio para comenzar a calentar (Jiménez, 2020).

El dispositivo tendrá un sistema de seguridad en el condensador, si no hay agua en el condensador, la calefacción se apaga, el proceso es monitoreado por LED. Para limpiar después del uso y extender la vida útil del dispositivo, se debe retirar la canasta y luego retirar la muestra que queda en ella (Espinel, 2020).

7.4.2. Materiales utilizados en la destilación

De acuerdo con Cama et al. (2020) los materiales que se utilizan en el proceso de destilación son los siguientes:

- Destilador de aceites esenciales TE-2761/20
- Bécquer de vidrio
- Mangueras referencia 204
- Ramas de Eucalipto.
- Tijeras
- Balanza de precisión
- Bandeja de plástico

7.4.3. Procedimientos para extracción de aceite esencial de eucalipto

A. Primera Destilación

La primera destilación se la lleva a cabo utilizando únicamente las hojas, que se separan de los tallos con unas tijeras y se colocan en bandejas de plástico. Se recomienda utilizar una cantidad de 206.19 gramos, tal como se puede ver en la figura 2 (Moreno et al., 2010).



Figura 2. Disposición de las hojas de eucalipto en la primera destilación.

Posteriormente, las hojas deberán ser colocadas en una canasta, que será tapada y se colocará en el tanque de la máquina, que se alimentará con agua a temperatura ambiente y un nivel de agua interno de aproximadamente de 10 cm por debajo del nivel, tal como se puede ver en la figura 3.



Figura 3. Canasta para la primera destilación.

Es de gran importancia que el tanque de la máquina deba estar cerrado, las 3 perillas deben estar cerradas en forma transversal para aplicar la misma presión a la tapa para que queden completamente seguros.



Figura 4. Disposición de las hojas de eucalipto en la primera destilación.

Se debe conectar el tubo de silicona para enfriar el condensador, colocar el Bécquer en la salida de la muestra y encienda el dispositivo. El termostato deberá colocarse a una temperatura de 150 °C (Cama et al., 2020).

Durante el proceso de funcionamiento del dispositivo, el depósito de agua se calienta, lo que hace que el agua hierva. El vapor se mueve a través de las hojas, rompiendo las cavidades y depósitos, liberando la esencia, que luego se evapora y repone el vapor. Se forma condensación en los vasos colectores laterales, por lo que el agua se acumula, e inmediatamente el aceite esencial menos denso se acumula y queda en la parte superior (Moreno et al., 2010).

Posterior a 30 minutos de operación, deberá aparecer una fase de aceite y la extracción se completará después de que la unidad funcionará durante 1 hora. Para facilitar la recolección, se debe usar un Becker para remover el destilado en el vaso de recolección y luego ser transferida a una bureta para facilitar la separación completa de las fases (Moreno et al., 2010).

7.5. Escalas para el proceso de destilación

7.5.1. Escala de laboratorio.

Vicuña et al. (2012) mencionan que es el más conveniente para determinar el contenido total de aceite esencial de las plantas aromáticas. Consiste en una esfera en la que se deposita una masa de tierra y una cierta cantidad de agua pura. Se calienta continuamente y el aceite esencial que contiene agua es evaporado continuamente, y luego pasa por un condensador, el condensado (mezcla de agua y aceite) se precipita para posteriormente ser separado y obtener el aceite esencial y el rocío puro (agua de flores).

Ventajas:

- Es simple y flexible para trabajar con aceites de distinta densidad y naturaleza.

Desventajas:

- No se puede utilizar los resultados conseguidos para un escalado.
- No se forma un lecho fijo con material vegetal un lecho fijo debido a que se encuentra permanentemente en contacto con el agua.
- No responde al tipo de hidrodestilación industrial empleado comúnmente.
- Al estar molido el material provoca que el aceite se halle disponible para su vaporización y “arrastre”, acción que no se da a escalas mayores.
- El tiempo de extracción es alto cuando se compara con el tiempo que requiere el proceso industrial, debido a que busca extinguir todo el aceite que contiene la planta.
- No se puede utilizar para instaurar el tiempo óptimo de operación.

7.5.2. Escala intermedia o banco (bench).

Cama et al. (2020) menciona que este método cuenta con una capacidad de 5 a 50 litros, están fabricados en vidrio, cobre o acero inoxidable. Consisten en generadores de hidrogas, es decir, se produce vapor de agua en el mismo recipiente donde es almacenado el material vegetal,

espaciados por rejillas o cestas. El vapor resultante calienta las plantas aromáticas y atrae los aceites evaporados. La tapa suele ser del tipo "cuello de ganso".

Los condensadores son tubos o bobinas dobles sumergidos en un tanque o con un suministro constante de agua fría a contracorriente. Los aceites esenciales se extraen de condensadores en Florencia. El agua florentina se puede recuperar si el brazo lateral florentino está conectado a la parte que forma vapor de hidrogás (Cama et al., 2020).

Ventajas:

- Posibilidad de ser aislados de forma fácil.
- Maniobrabilidad y movilidad.
- Capacidad de ser instrumentado, para continuar internamente con el proceso.
- Confidencialidad y reproducibilidad de los datos experimentales generados, con el fin de ajustarlos a modelados fenomenológicos.
- Implementación de un control automático.

Desventajas:

- El material vegetal tiene que encontrarse seleccionado, ya que el rendimiento y la velocidad de elaboración son sensitivos de las características físicas del material (entero, molido, trozado, etc.)
- La limpieza tiene que ser habitual y absoluta, con el fin de evitar la contaminación de los productos y del impedimento de trabajar con vapor saturado con presión mayor.

7.5.3. Escala piloto

Cuenta con un volumen de 50 a 500 litros. Están fabricados en acero comercial, acero inoxidable o cobre. Suelen ser de dos clases: con generador externo o conectado a hidrogás. Consisten en un cilindro simétrico con una hidrodestilación o altura ligeramente superior al diámetro. El vapor de agua se introduce o genera en la parte inferior de la unidad (Sevillano et al., 2019).

Los ingredientes suelen comprimirse y almacenarse en cestas para una mejor manipulación. Un condensador consta de una carcasa exterior y varios tubos interiores o un serpentín doble sumergido en un tanque (Sevillano et al., 2019).

Los florentinos difieren de la escala media a la de laboratorio. Son decantadores de acero inoxidable de forma cónica o cilíndrica y base cónica. Los aceites esenciales se recogen de Florencia y se almacenan en otra garrafa. La segunda separación dinámica se realiza debido a que el tiempo requerido para romper la emulsión de aceite y agua suele ser mayor que el medido en la meso escala debido al alto flujo de vapor (Véliz & González, 2017).

Ventajas:

- Elevada fiabilidad en los datos empíricos obtenidos a pequeña escala y que se espera obtener en instalaciones industriales.
- Permiten el uso de materias primas molidas, semisólidas, enteras o combinadas bajo cualquier condición.
- Consienten la operación mediante vapor saturado a una elevada presión, lo que puede apresurar el proceso o lograr una calidad diferente del aceite.

Desventajas:

- Requieren de un generador exterior de vapor.
- No son móviles.
- La reproducibilidad de los datos empíricos es inferior que los equipo banco y de laboratorio.
- No están aislados térmicamente.
- No son flexibles.
- Demandan de una inversión económica superior a los bancos.

Además, las plantas piloto generalmente no se utilizan con fines de investigación científica, sino en parte para la producción industrial o la validación de resultados a nivel de banco (investigación técnica) y como centros de prueba para equipos industriales. Por tanto, son equipos comerciales con varios proveedores internacionales (Véliz & González, 2017).

7.5.4. Escala industrial.

Vicuña et al. (2012) menciona que esta escala cuenta con una capacidad de más de 500 litros, están fabricados en acero comercial, aunque son de acero inoxidable, Pueden ser de dos tipos: móviles o estáticas.

- **Móviles:** Los alambiques de remolque se usan más comúnmente en los Estados Unidos y Europa. El uso de remolques está en línea con la industrialización de la agricultura y la producción en masa de algunos aceites en estos países, como también la búsqueda de reducir los costos operativos y mejorar la eficiencia de las compras al proporcionar una mayor flexibilidad en las conexiones de remolques y retiros.
- **Estáticos:** Hidrodestiladores verticales estos suelen encontrarse en Asia, África y Latinoamérica.

Además, el uso de equipos verticales también se da por otras necesidades: cultivos atomizados en varias zonas aledañas, más mano de obra disponible, menores niveles de producción, deseo de aprovechar al máximo el aceite de la planta (Vicuña et al., 2012).

8. HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis nula (H₀):

- La aplicación del aceite esencial del eucalipto a diferentes concentraciones no controlara la mosca blanca.

8.2. Hipótesis alternante (H_a)

- La aplicación del aceite esencial del eucalipto a diferentes concentraciones si controlara la mosca blanca.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Localización

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de uso básico perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Recursos Agropecuarios de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), ubicado en el KM 7.53 vía Salache, sus coordenadas geográficas son las siguientes. Longitud: $\sqrt{78^{\circ}37'19,16''}$ E. Latitud. $\sqrt{00^{\circ}59'47,68''}$ N., altura de 3.073 msnm.

9.2. Variables

9.2.1. Variable Independiente

Aceite de Eucalipto la variable respuesta será la densidad del aceite (**g/cm³**) que se obtenga en el proceso de destilación. Además del volumen de aceite obtenido (**ml**)

9.2.2. Variable Dependiente

Eficiencia del aceite obtenido (**ml**). La variable respuesta será el porcentaje de eficiencia del aceite de eucalipto para eliminar la mosca blanca.

10. Operacionalización de las variables

10.1 Variable Independiente

Tabla 4. Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Aceite de Eucalipto (Globulus labill)	Los aceites volátiles, aceites esenciales o simplemente esencias, son las sustancias aromáticas naturales responsables de las fragancias de las flores y otros órganos vegetales.	Fisicoquímicos	Composición del aceite
		Organolépticas	Características del aceite

10.2 Variable Dependiente

Tabla 5. Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Eficiencia del aceite de eucalipto (Globulus labill)	La eficiencia del aceite es el porcentaje de repelencia que este tiene hacia distintos insectos en este caso hacia la mosca blanca.	Repelencia	Porcentaje de moscas blancas repelidas al ensayo.
		Mortalidad	Porcentaje de moscas blancas muertas durante ensayo.
		Supervivencia	Porcentaje de moscas blancas sobrevivientes al ensayo.

10.3. Tipo de investigación

El presente trabajo utilizo un tipo de investigación aplicada debido a que se generó conocimientos de manera teórica que permitieron identificar y conocer el manejo adecuado y funcionamiento del destilador por arrastre de vapor, con el objetivo de lograr elaborar de manera el proceso de obtención de aceite de eucalipto constructivos y la guía de laboratorio para su uso como agente pesticida contra la mosca blanca.

10.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental, ya que es un tipo de estudio que se caracteriza porque el sujeto de estudio no se selecciona de forma aleatoria, sino que se encuentra o establece previamente, en este caso el sujeto de estudio fueron las hojas de eucalipto misma que se seleccionaron previamente al estudio.

Además, el estudio fue descriptivo, ya que se fundamentó en la observación del comportamiento de las hojas cuando fueron sometidas al proceso de extracción del aceite de eucalipto y se registraron los datos e información de los componentes del mismo.

10.5. Unidad de Análisis

- Destilador de Aceites Esenciales caso práctico eucalipto (Eucaliptus glóbulos).

10.6. Población finita

- Eucalipto (Eucaliptos glóbulos).

10.7. Población estadística

- Se procesaron 206 g de hojas y tallos de eucalipto recolectados en el cantón Ambato en el año 2022.

10.8. Métodos de investigación

10.8.1. Método inductivo

Gracias a este método de investigación se pudo identificar y conocer el funcionamiento de cada uno de los instrumentos y materiales utilizados en el proceso de obtención del aceite de eucalipto, lo que ayudó a llevar a cabo de forma correcta el proceso general.

10.8.2. Método analítico

Este método posibilitó la comparación y análisis entre varios los distintos resultados obtenidos del proceso de extracción de aceite y así verificar que estas muestras cumplan con las características necesarias para ser consideradas como aceite esencial y así poder utilizarlo como fungicida.

10.8.3. Método deductivo

Mediante el método deductivo se pudo determinar las características generales que debe tener un aceite esencial de eucalipto y los elementos que constituyen el mismo. Además de las propiedades y compuestos que se le debe añadir para que puede ser utilizado correctamente como fungicida sin dañar a la vegetación.

10.8.4. Método experimental

Empleando el método experimental se realizó un ensayo que permitió determinar la cantidad de materia prima, el tiempo, el volumen de aceite extraído y el rendimiento del mismo, además se determinó las variables cualitativas que debe poseer el aceite, conjuntamente permitió determinar el mecanismo adecuado y las condiciones óptimas para el funcionamiento del equipo.

11. Materiales o Equipos utilizados en la investigación.

11.1. Materiales

- Matraz Erlenmeyer 125 ml (2 unidades).
- Matraz Erlenmeyer 250 ml (2 unidades).
- Refrigerantes de vidrio.
- Equipos adecuados para arrastre de vapor (armados, tubos y tapones).
- Colector.
- Embudo de vidrio.
- Probetas de vidrio 25 ml.
- Vaso de precipitación 250 ml.
- Tubo capilar.
- Frasco “vial”.
- Frasco de cromatografía.
- Portaobjetos.
- Embudo de separación de 250 ml con tapón.
- Espátula.
- Anillo de acero.
- Mechero de manguera.
- Tela de alambre con asbesto.
- Pinza de tres dedos con nuez.
- Recipiente de peltre.
- Tabla de picar/cuchillo.

11.2. Insumos

- Hojas de eucalipto.
- Energía eléctrica.
- Agua.

11.3. Tratamiento Seleccionado

El método utilizado en este estudio fue la destilación por arrastre de vapor. Se extraerá el aceite esencial de eucalipto para determinar las características físicas y químicas del mismo.

11.4. Toma de muestra

Las Hojas de eucalipto fueron seleccionadas en su habitat natural, de los bosques de la Parroquia Ficoa perteneciente al Cantón Ambato. Se homogenizo y se colocó en bolsas plásticas para ser trasladada a las instalaciones del laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

11.5. Descripción del Procedimiento

El proceso de destilación para obtener el aceite de eucalipto inicia en la recolección de las hojas de este árbol, hasta separación por el método de arrastre de vapor, tal como se puede ver en la figura 5.

11.5.1. Recepción del material

- Una vez recogidas las hojas estas fueron trasladadas hasta el laboratorio de la UTC, donde se procedió a la limpieza y selección de las hojas, donde se separó las hojas malogradas y los tallos.
- En esta fase, también se separó la materia prima adherida a las hojas y se dejó secar las hojas secar las hojas seleccionadas de forma natural al aire y al sol por 24 horas.



Figura 5. Hojas de eucalipto recolectadas.

Nota: En la figura 5 se pueden ver las hojas de eucalipto recolectados en los bosques del barrio Ficoa de la parroquia Atocha, estas hojas presentan un color verde pálido debido a que son hojas tiernas.

11.5.2. Análisis de Humedad de las Hojas

- En esta fase del proceso se procedió a determinar la cantidad de humedad de cada hoja antes de continuar con la etapa siguiente.

11.5.3. Fraccionamiento de las hojas

- En esta etapa se proceder a fraccionar las hojas de eucalipto con ayuda del cuchillo sobre una tabla. Se cortan las hojas de tal forma que puedan ingresar a la máquina de arrastre por vapor.

11.5.4. Peso de las hojas

- En esta etapa se procedió a pesar las hojas de eucalipto que se utilizara en proceso de extracción de aceite. El peso total de las hojas de eucalipto a destilar fue de 206.19

gramos tal como se puede observar en la figura 6, estas se añadirán a la máquina de arrastre será de acuerdo a los requerimientos de la misma.

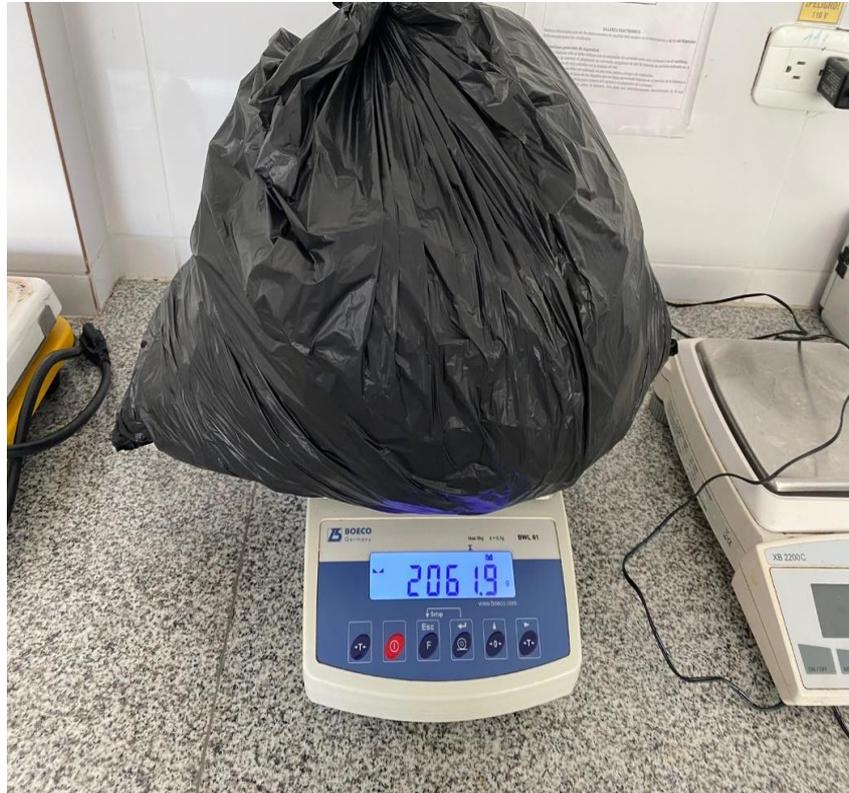


Figura 6. Pesado de las hojas de Eucalipto.

11.5.5. Destilado

- La etapa de destilado, empezó con la acción de agregar agua hasta un 75% de la capacidad del balón de 250 ml generador de vapor y se agregaron las hojas al balón.
- Segundo, se instaló el equipo de destilación por arrastre de vapor, teniendo en cuenta las instalaciones eléctricas y el sistema de agua de refrigeración (ver figura 7).



Figura 7. Máquina de arrastre por vapor.

- Posteriormente se dejó fluir agua en contracorriente con el vapor por todo el del condensador que actuaba como refrigerante.
- Continuamente se procedió con la destilación experimental y registro del volumen extraído de aceite esencial (ver figura 8).



Figura 8. Obtención del aceite de eucalipto.

- Como quinto paso se procedió a desechar de forma periódica la parte acuosa para la determinación de aceite esencial extraído (ver figura 9).



Figura 9. Separación de la parte acuosa del aceite.

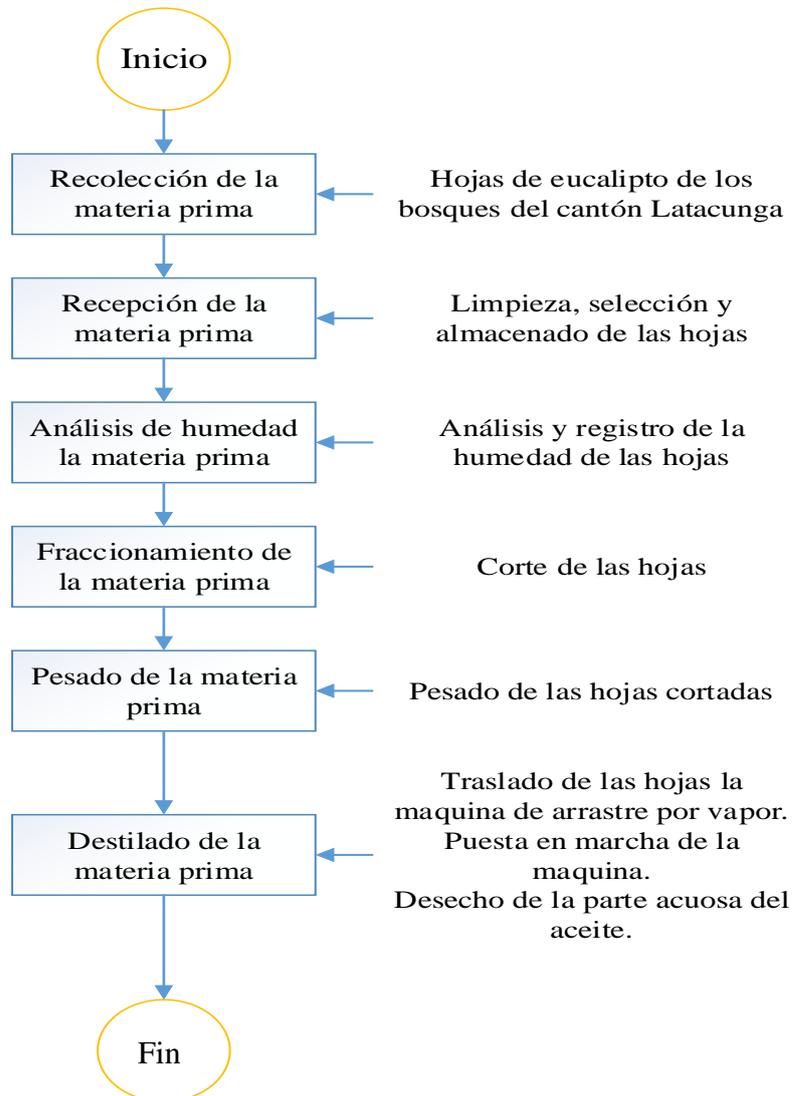


Figura 10. Flujograma de la obtención del aceite esencial del eucalipto.

11.6. Análisis complementarios finales

En esta sección se procede a la identificación de las características del aceite esencial de eucalipto obtenido mediante el proceso de arrastre de vapor.

11.7. Aplicación del aceite como plaguicida.

Una vez obtenido el aceite esencial de eucalipto se procedió a su prueba como agente plaguicida de la mosca blanca, para ello se establecieron cuatro tratamientos con distintas concentraciones de aceite y emulsificante Tween 80, las cuales se pueden observar en la tabla 4.

11.7.1. Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron para comprobar la eficacia del aceite de eucalipto como plaguicida se pueden ver en la tabla 6.

Tabla 6. Tratamientos para la prueba de aceite como plaguicida.

Tratamiento	Concentración de aceite
T1 (aceite + emulsificante)	0%
T2 (aceite + emulsificante)	15%
T3 (aceite + emulsificante)	25%
T4 (aceite + emulsificante)	50%

11.7.2. Descripción de los bioensayos

En esta sección se describen los ensayos realizados para determinar si el aceite de eucalipto funciona o no como plaguicida de la mosca blanca.

- **Tratamiento 1 (T1).** El tratamiento uno se fundamentó con la aplicación únicamente de moscas con una hoja de papel café contenida en un frasco de plástico con una cantidad de 20 moscas.
- **Tratamiento 2 (T2).** El tratamiento dos se fundamentó con la combinación de 0,45 ml de aceite más 2,55 ml agua con 0,11ml de emulsificante Tween 80, obtenido una cantidad fungicida de 3 ml con una concentración al 15% que fueron pulverizados sobre una hoja de papel contenida en un frasco de plástico con una cantidad de 20 moscas.
- **Tratamiento 3 (T3).** El tratamiento tres se fundamentó con la combinación de 0,75 ml de aceite más 2,25 ml agua con 0,11ml de emulsificante Tween 80, obtenido una cantidad fungicida de 3 ml con una concentración al 25% que fueron pulverizados sobre una hoja de papel contenida en un frasco de plástico con una cantidad de 20 moscas.
- **Tratamiento 4 (T4).** El tratamiento cuatro se fundamentó con la combinación de 1,5 ml de aceite más 1,5 ml agua con 0,11 ml de emulsificante Tween 80, obtenido una cantidad fungicida de 3 ml con una concentración del 50% que fueron pulverizados sobre una hoja de papel contenida en un frasco de plástico con una cantidad de 20 moscas.

- **Esquema del ADEVA**

Tabla 7.

Fuente de Variación	Formula	Grados de libertad
Repeticiones	(R-1)	3
Tratamiento	(T-1)	3
Error	(T-1)(R-1)	9
Total		15

- En la tabla 7 se puede ver el análisis del esquema del ADEVA donde se puede ver sus repeticiones y tratamientos realizados en la investigación.

11.7.3. Manejo del experimento.

A. Insectos (Población de mosca blanca en hojas de cannabis).

La población de moscas blancas en hojas de cannabis se obtuvo previamente de cultivos de esta planta en el cantón Latacunga (Provincia de Cotopaxi), los insectos se criaron en un área acondicionada temperatura ambiente $25 \pm 2^\circ\text{C}$ para correcto desarrollo, tal como se puede observar en la figura 11.



Figura 11. Mosca blanca en hojas de Cannabis.

En la figura 12 se pueden ver las plantas de cannabis infestadas con mosca blanca.



Figura 12. Hoja de cannabis con moscas blancas.

En la figura 12 se pueden ver las moscas blancas, específicamente en las hojas de cannabis en el envés de la hoja.

11.7.4. Mortalidad de moscas expuestas al plaguicida con aceite de eucalipto.

Para el análisis de la eficacia del aceite de eucalipto en la repelencia de moscas blancas se usaron discos de papel filtro con un diámetro de 11 cm, estos fueron pulverizados con un aerógrafo eléctrico en las concentraciones de 15%, 25% y 50% de aceite haciendo uso del emulsificante Tween para combinarlo con agua.

Los cuatro tratamientos con concentraciones distintas se aplicaron mediante una micro pipeta calibrada de manera uniforme.

Se colocaron un total de 20 moscas blancas adultas con edades entre 5 y 20 días dentro de envases de plástico, se rociaron en su interior con aceite esencial y posteriormente el recipiente plástico fue tapado en laboratorio. Se llevaron a cabo 4 repeticiones para cada tratamiento.

11.8. Mortalidad de las moscas blancas expuestas a papel filtro tratado con el aceite esencial de eucalipto

En esta sección se analizó la eficacia del aceite de eucalipto como agente fungicida de la mosca blanca, se determinó la cantidad de insectos repelidos, muertos y sobrevivientes al ensayo de laboratorio.

a) Porcentaje de insectos muertos

Para identificar la cantidad de insectos muertos se contó el número de moscas blancas muertas que fueron expuestas a las cuatro concentraciones de aceite de eucalipto. Para ello se realizó el ensayo en un periodo de 6 minutos, los resultados se presentaron en el porcentaje de moscas blancas muertas (%).

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

12.1. Determinación de los parámetros físicos, químicos y organolépticos del aceite de eucalipto (*Eucalyptus*).

El análisis de los parámetros físicos, químicos y organolépticos del aceite de eucalipto obtenidos en el laboratorio total chem, se los llevó a cabo mediante un laboratorio externo (ANEXO 1), los resultados se presentan en la siguiente tabla 8:

Tabla 8. Análisis de los parámetros físicos y químicos del aceite de eucalipto.

Factores	Análisis	Resultados (%)
Físicos Químicos	Alfa-Pineno	9,68
	Beta-Pineno	0,49
	Mirceno	0,63
	Alfa –Felandreno	0,53
	Limoneno	5,49
	1,8 -Cineole(Eucaliptol)	63,34
	Gamma-Terpineno	0,82
	Terpinen-4-OL	0,87
	Alfa-Terpineol	4,13
	Geraniol	0,75
	Trans –Anetol	1,00
	2-Beta-Pineno	3,95
	Geranil Acetato	0,71

	Aromadendreno	1,42
	Aloaromandreno	0,40
	Lendeno	0,55
	Feniletil Isovalerato	0,27
	Epiglobulol	0,55
	Globulol	3,15
	Viridifrorol	0,96
	Alfa- Eudesmol	0,30

Fuente: Laboratorio Total Chem.

En la tabla 9 se observa que el aceite de eucalipto obtenido mediante el proceso de arrastre de vapor cesa compuesto por Alfa-Pineno en un porcentaje de 9,68, 1,8 –Cineole (Eucaliptol) en un porcentaje de 63,34%, Alfa-Terpineol 4,13%, 2-Beta-Pineno 3,95% y Globulol 3,15%.

Además, en la tabla 9 se pueden ver las características organolépticas del aceite de eucalipto, mismo que presento un aspecto liquido transparente, color incoloro verde pálido y olor fresco, mentolado y cinético.

Tabla 9. Análisis de las Características organolépticas del aceite

Parámetros	Resultado
Aspecto	Liquido transparente
Color	Incoloro a verde pálido
Olor	Fresco, mentolado y cineloico

Fuente: Laboratorio Total Chem.

12.2. Análisis de la varianza de los individuos muertos después de 2 minutos.

Tabla 10. Análisis de la varianza de insectos muertos después de 2 minutos de tratamiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
repetición	1,5	3	0,5	0,69	0,5794
aceite	0	0	0	0	0
concentración	264	3	88	121,85	0,0001**
Error	6,5	9	0,72		
Total	272	15			
CV %	14,16				

En la tabla 10 de resultados del análisis de varianza, de individuos muertos después de 2 minutos, existe significancia estadística en concentraciones, con un coeficiente de variación de 14,16.

Tabla 11. Prueba de Tukey para la cantidad de insectos muertos después de 2 minutos en concentración.

Concentración	Medias			
4	11	A		
3	8		B	
2	5			C
1	0			D

En la tabla 11 se observa cuatro rangos de significancia, el rango A en la concentración al 50% y al final está la concentración al 0%.

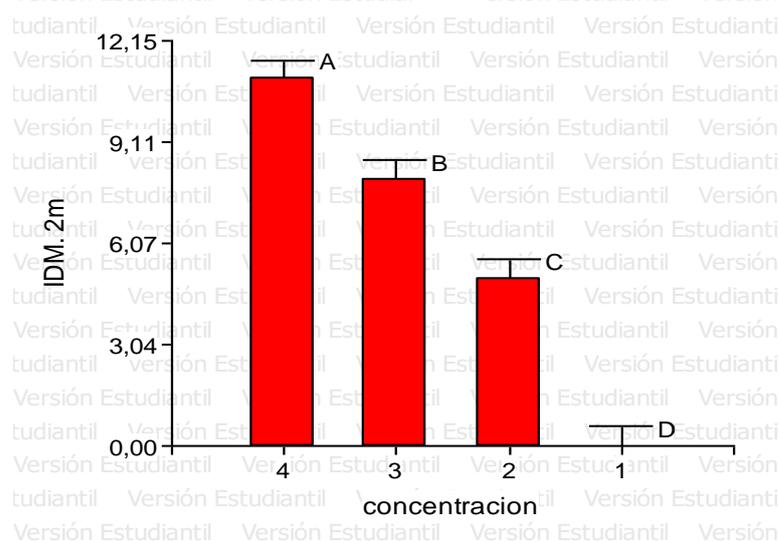


Figura 13. Varianza de mortalidad de las distintas concentraciones de Aceite.

En la figura 13 se puede observar los resultados de la comparación de las cuatro concentraciones, utilizado en el control de la mosca blanca, específicamente después de exponer a las moscas por un periodo de 2 minutos al plaguicida a base de aceite de eucalipto la mezcla con 50% de aceite, se encontró en rango A con 11 mosca muertas por el contenido muy alto de eucaliptol que es muy esencial y utilizado para plaguicidas muy comunes. (Solano et al., 2022).

12.3. Análisis de la varianza de los individuos muertos después de 6 minutos.

En esta sección se presentan los distintos análisis estadísticos realizados para comprobar la eficacia de las distintas concentraciones de aceite de eucalipto utilizadas como plaguicidas para el control de la mosca blanca después de una exposición de 6 minutos.

Tabla 12. Análisis de la varianza de insectos muertos después de 6 minutos de tratamiento.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
repetición	3,69	3	1,23	1,82	0,2128
aceite	0	0	0	0	0
concentración	132,69	3	44,23	65,66	0,0001**
Error	6,06	9	0,67		
Total	142,44	15			
CV %	21,53				

En la tabla 12 de resultados del análisis de varianza, de individuos muertos después de 6 minutos, existe significancia estadística en concentraciones, con un coeficiente de variación de 21.53.

Tabla 13. Prueba de Tukey para la cantidad de insectos muertos después de 6 minutos.

Concentración	Medias				
2	7	A			
3	5		B		
4	2			C	
1	0				D

En la tabla 13 se observa cuatro rangos de significancia, el rango A en la concentración al 15% y al final está la concentración al 0%

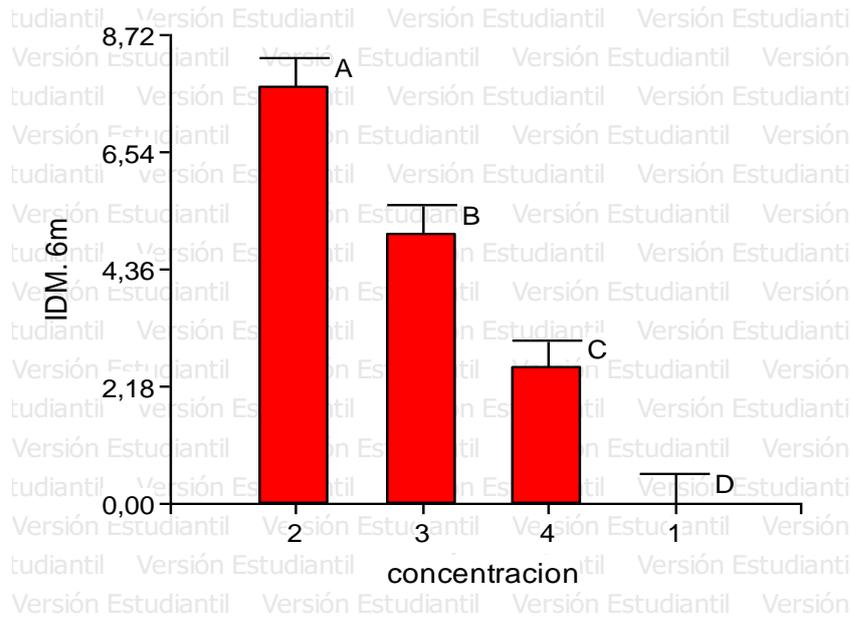


Figura 14. Varianza de mortalidad de las distintas concentraciones de Aceite.

En la figura 14 se puede observar los resultados de la comparación de las cuatro concentraciones, utilizado en el control de la mosca blanca, específicamente después de exponer a las moscas por un periodo de 6 minutos al plaguicida a base de aceite de eucalipto la mezcla con 15% de aceite, se encontró en rango A con 7 mosca muertas por el alto contenido de eucaliptol que es muy esencial y utilizado para plaguicidas muy comunes. (Solano et al., 2022).

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto que se requiriera para la extracción del aceite de eucalipto de 206 g de hojas, se ha calculado mediante la suma de los costos de los materiales utilizados en la investigación. El costo de capital pertenece al valor de los equipos necesarios para la extracción del aceite y el costo variable pertenece a la suma del valor de la materia prima. Todo ello se presenta en la tabla 14.

Tabla 14. Presupuesto para la extracción del aceite esencial de eucalipto

Rubro	Cantidad		Total
Alquiler de la máquina de arrastre de vapor	1 días	30\$ el día	\$ 30,00
Goterros	2		\$ 0,60
Jeringuillas de insulina	15		\$ 5,25
Frascos de plástico	20		\$ 10,00

1m de Malla	1		\$ 3,00
Paquete de ligas	1		\$ 4,00
Papel absorbente	1		\$ 3,50
Jeringuilla 3ml	1		\$ 0,50
Chisguete	1		\$ 0,60
Transporte	1		\$ 30,00
Mano de obra	2 horas	20\$ la hora	\$ 40,00
	Total		\$ 127,45

El presupuesto fue de 127,45 dólares que nos permitió obtener 15 ml de aceite esencial de eucalipto lo que nos permitió deducir que 1 ml de aceite equivale 8,49 dólares, por la efectividad demostrada en los resultados y por el costo se sugiere investigar con dosis más bajas para poder minimizar costos.

14. IMPACTOS TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS

14.1. Impacto Técnico

El impacto técnico que tuvo la investigación fue el desarrollo de un proceso para la obtención de un plaguicida natural base de eucalipto lo que permitió a los estudiantes de agronomía campesinos, agrónomos que cultivan especies vegetales susceptibles a mosca blanca poseen un producto para su control amigable con el ambiente.

Impacto Social

El impacto Social que tuvo el proyecto fue el de concientizar a la población dedicada al cultivo de verduras, hortalizas y frutos hacia el uso de productos plaguicidas naturales que no dañen el suelo, las mismas plantas o la salud de la población, ya que mediante la obtención de un plaguicida natural a base de eucalipto (*Globulus labill*), los agricultores tuvieron una alternativa hacia el control de la mosca blanca que sea amigable con el medio ambiente.

14.2. Impacto Ambiental

El impacto Ambiental que el proyecto es el de ayudar a la conservación al medio ambiente, ya que al ser plaguicida natural a base de eucalipto (*Globulus labill*), no contiene elementos químicos que sean evaporados contaminando el aire o que lleguen al suelo afectando las propiedades del mismo, volviendo infértil, sin que se puede volver a cultivar en este

14.3. Impacto Económico

El impacto Económico que tuvo el proyecto fue beneficioso para los agricultores que hagan uso del mismo, ya que al ser un fungicida natural no requiere de procesos complejos y materias primas costosas para su producción, por lo que su precio fue accesible ayudando a la economía de los productores que tengan problemas con la plaga de la mosca blanca.

15. CONCLUSIONES

- La planta de eucalipto contiene componentes importantes como Alfa-pineno 9,8%, Eucaliptol 63,34% y Beta-pineno 3,95% que contiene propiedades plaguicidas para el control de la mosca blanca (*Aleyrodidae*).
- El tratamiento 4 con la concentración al (50%) de extracto fue el más efectivo después de 2 minutos de aplicación y el tratamiento 2 con la concentración al (15%) de extracto fue el más efectivo después de 6 minutos de aplicación.
- La obtención de 15 mililitros de extracto de aceite esencial de eucalipto es moderada y puede ser utilizada porque tiene el valor económico de 127\$.

16. RECOMENDACIONES

- Validar las concentraciones en campo en diferentes especies de plantas como en diferentes especies de insectos polinizadores.
- Disminuir las concentraciones del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus*) para no causar quemaduras a las plantas aplicadas, así como también minimizar costos.
- Realizar nuevos estudios en donde se combinen el aceite de eucalipto con otros aceites esenciales, con el fin de crear un plaguicida con una efectividad mayor para el control de plagas distintas a la mosca blanca (*Aleyrodidae*).
- Aplicación del aceite esencial del eucalipto en las plantas de marihuana (*Cannabis sativa*) ya que contienen un alto impacto de mosca blanca (*Aleyrodidae*).

17. BIBLIOGRAFIA

- Boom, E., Orozco, J., Alean, J., & Rojano, B. (2018). Evaluation of antioxidant activity of eucalyptus essential oils grown in Colombia. *Informacion Tecnologica*, 29(6), 57–66. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000600057>
- Cama, D., Villanueva, E., Sakoda, B., & Monzon, L. (2020). Extracción y caracterización química del aceite esencial de Eucalipto obtenido por microondas y ultrasonido. *Rev. Investig. Altoandin*, 22(3), 3–274. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v22n3/2313-2957-ria-22-03-274.pdf>
- Echegaray Rodríguez, J., Echegaray González, P., Mosquera Fernández, A., & Gerrikaetxebarria Peña, J. (2011). Fitoterapia y sus aplicaciones. *Revista Española de Podología*, 22(6), 258–267.
- Elosegi, A., Cabido, C., Larrañaga, A., & Arizaga, J. (2020). Efectos ambientales de las plantaciones de eucaliptos en Euskadi y la península ibérica. *Munibe Ciencias Naturales*, 12(8), 111–136. <https://doi.org/10.21630/mcn.2020.68.20>
- Espinel, A. (2020). ESENCIAL DE TRES ESPECIES DE Citrus limon CONTRA *Escherichia coli* Y *Staphylococcus aureus*. *Universidad Agraria Del Ecuador*. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ESPINEL OBREGOSO ANDREA JUDITH.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ESPINEL%20OBREGOSO%20ANDREA%20JUDITH.pdf)
- Ghedira, K., Goetz, P., & Le Jeune, R. (2018). *Eucalyptus globulus* Labill. *Phytotherapie*, 6(3),

- 197–200. <https://doi.org/10.1007/s10298-008-0315-1>
- González, R., Silva, G., Urbina, A., & Gerding, M. (2017). Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill y *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden (Myrtaceae) para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 32(3), 204–216. <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v32n3/aop0516.pdf>
- INIA. (2018). Manejo Integrado de Plagas Mosquita blanca. *El Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria*, 1–2. www.inia.cl/mateo/
- Jiménez, J. (2020). EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE INACTIVACIÓN DE LA PECTINMETILESTERASA EN JUGO DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) TRABAJO EXPERIMENTAL. *UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS*. http://www.uagraria.edu.ec/carrera_medicina_veterinaria.php
- Leyva, M., Del Carmen, M., Montada, D., Payroll, J., Scull, R., Morejón, G., & Pino, O. (2020). Aceites Esenciales De *Eucalyptus Globulus* (Labill) Y *Bursera Graveolens* (Kunth) Triana & Planch Para El Control De Mosquitos De Importancia Médica. *The Biologist*, 18(2), 239–250. <https://doi.org/10.24039/rtb2020182804>
- Moreno, J., López, G., & Siche, R. (2010). Modeling and optimization of extraction process of eucalyptus essential oil (*Eucalyptus globulus*). *Scientia Agropecuaria*, 1(10), 147–154. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2010.02.05>
- Nolazco, D., Villanueva, E., Hatta, B., & Tellez Lena. (2020). Extracción y caracterización química del aceite esencial de Eucalipto obtenido por microondas y ultrasonido. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22(3), 274–284. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.661>
- Ore, F. (2021). Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) como tratamiento preventivo para el Covid-19: ¿Mito o verdad? *Eucalyptus (Eucalyptus camaldulensis) as a preventive treatment for Covid-19: Myth or truth? Eucalyptus (Eucalyptus camaldulensis) como tratamiento preventiv. Polo Del Conocimiento*, 6(6), 956–972. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i6.2797>
- Pascal, E., Vásquez, H., & Chirinos, A. (2018). LA MOSCA BLANCA (HOMOPTERA : ALEYRODIDAE) Y SU. *MEMORIAS DEL I CONGRESO ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES*.
- Pino, J., Moncayo, L., Spengler, I., & Pérez, J. (2021). Chemical composition and antibacterial

- activity of the leaf essential oil of *Eucalyptus globulus* Labill. from two highs of the canton Cañar, Ecuador Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de la hoja de *Eucalyptus globulus* Labil. *Rev. CENIC Cienc. Quím*, 52(1), 26–33.
- Ríos, J., Acuña, E., Valenzuela, L., Cancino, J., Corral, J., & Rosales, R. (2019). Supervivencia y características de rebrotes en tocones de dos años de cultivos dendroenergéticos. *CienciaUAT*, 14(1), 145. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1143>
- Sevillano, R., Siche, R., Castillo, W., & Silva, E. (2019). Optimization of the extraction by steam extraction of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) using sequential designs. *Manglar*, 16(1), 53–61. <https://doi.org/10.17268/manglar.2019.008>
- Solano, A., Flores, D., Hinojosa, R., & Cervantes, M. (2022). Capacidad antioxidante de aceite esencial de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) extraído por energía ultrasónica. *Journal of Agri-Food Science*, 1(1), 1–11. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/jafs/article/view/1437/1605>
- Toledo-Perdomo, Claudia E. (2020). Enemigos naturales nativos de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de ejote francés en Chimaltenango, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 6(2), 98–106. <https://doi.org/10.36829/63cts.v6i2.790>
- Toledo-Perdomo, Claudia Elizabeth. (2019). *Beauveria bassiana* with flupyradifurone for the control of *Trialeurodes vaporariorum* Vuill in French beans crop. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 647–658. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.36327>
- Torrenegra, M., Granados, C., & León, G. (2019). Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill. *Revista Cubana de Farmacia.*, 52(1), 1–12. <https://doi.org/10.2307/2301496>
- Véliz, M., & González, Y. (2017). Evaluación Técnico-Económica para la obtención de aceites esenciales y su impacto en el Medioambiente. *Revista Ciencia En Su PC*, 4(15), 103–115. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353794008>
- Vicuña, E., Romero, P., Condorhuamán, C., & Hilario, B. (2012). Modelamiento Y Simulación Del Proceso De Extracción De Aceites Esenciales Mediante La Destilación Por Arrastre Con Vapor. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím*, 15(2), 19–27. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4967/4035>
- Villarreal Rodríguez, H. G., Cruz Nieto, D. D., & Legua Cárdenas, J. A. (2022). El eucalipto utilizado como alternativa de tratamiento para afecciones respiratorias en la población de Barranca. *Revista Vive*, 5(13), 98–109. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v5i13.134>

18. ANEXOS

Anexo N°. 1. Análisis de las propiedades organolépticas del aceite de eucalipto.

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE				
Cliente:	Erick Joel Pinto Flores			
Dirección:	Ficoa	Teléfono:		
Provincia:	Tungurahua	Canton:	Ambato	
INFORMACION DE LA MUESTRA				
Tipo de Muestra:	Aceite esencial de eucalipto	Fecha de ensayo:	22/12/2022	
Fecha de toma de muestra:	8/11/2022	Dirección de la muestra:	Ambato	
Fecha de recepción en lab:	25/11/2022	Cod. Lab	46-2023	
Observaciones:	muestra tomada por el cliente			
RESULTADOS				
Id. Cliente	Parametros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO	Alfa-Pineno	9,68	%	CROMATOGRAFIA GASES MASA DETECTOR SELECTIVO DE MASAS (MSD)
	Beta-Pineno	0,49	%	
	Mirceno	0,63	%	
	Alfa-Felandreno	0,53	%	
	Limoneno	5,49	%	
	1,8 -Cineole(Eucaliptol)	63,34	%	
	Gamma-Terpineno	0,82	%	
	Terpinen-4-OL	0,87	%	
	Alfa-Terpineol	4,13	%	
	Geraniol	0,75	%	
	Trans -Anetol	1,00	%	
	2-Beta-Pineno	3,95	%	
	Geraniol Acetato	0,71	%	
	Aromadendreno	1,42	%	
	Alaramandreno	0,40	%	
	Lendeno	0,55	%	
	Feniletil Isovalerato	0,27	%	
	Epiglobulol	0,55	%	
Globulol	3,15	%		
Viridifloral	0,96	%		
Alfa-Eudesmol	0,30	%		



Marcia Buenaño Mgs

Química. Marcia Buenaño Mgs

TOTALCHEM

Tlf 0980622817 / 0985458514

Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,
Microbiología: Aguas, suelos, alimentos
Movilización para toma de muestras

SERVICIOS ANALITICOS:

Caf : 0985458514

INFORME DE RESULTADOS



Características organolépticas		
Id. Cliente	Parámetros	Resultado
ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO	Aspecto	líquido transparente
	Color	incoloro a verde pálido
	Olor	fresco, mentolado y cineolico



TOTALCHEM

Química, Marcia Buenaño Mgs

Tlf 0980622817 / 0985458514

Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

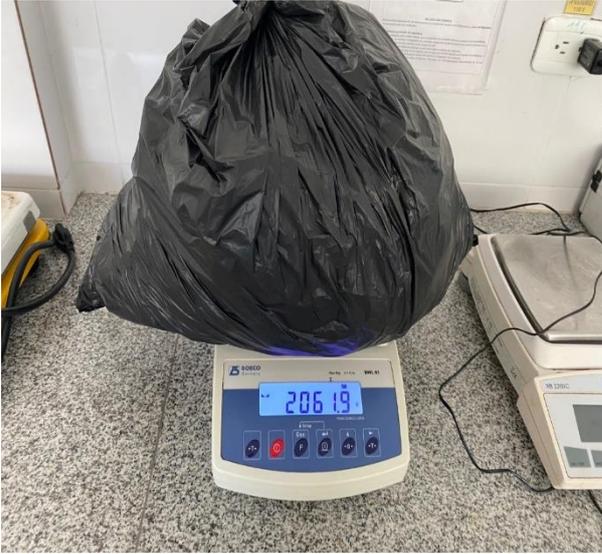
Anexo No. 2. Porcentaje de mortalidad del aceite esencial de eucalipto.

Repetición	Aceite	Concentración	IDM. 2m	IDM. 6m
1	1	1 (0%)	0	0
1	1	2 (15%)	5	9
1	1	3 (25%)	8	5
1	1	4 (50%)	12	2
2	1	1 (0%)	0	0
2	1	2 (15%)	5	8
2	1	3 (25%)	9	6
2	1	4 (50%)	10	4
3	1	1 (0%)	0	0
3	1	2 (15%)	4	8
3	1	3 (25%)	8	4
3	1	4 (50%)	10	2
4	1	1 (0%)	0	0
4	1	2 (15%)	6	6
4	1	3 (25%)	7	5
4	1	4 (50%)	12	2

Anexo No. 3. Recolección de las hojas de eucalipto.



Anexo N°. 4. Pesado de hojas.



Anexo N°. 5. Armado de la máquina de arrastre de vapor.



Anexo N°. 6. Maquina encendida a 55°C y Extracción de aceite.



Anexo N°. 7. Recolección de mosca blanca.



Anexo N°. 8. Elaboración de concentraciones al 0%, 50%, 25% y 15%.



Anexo N°. 9. Aplicación de concentraciones por tratamiento.



Anexo N°. 10. Visualización de Individuos Muertos mediante el microscopio.



Anexo N°. 11. Certificado de reporte de Urkund.

Document Information

Analyzed document	Erick Pinto.docx (D159723379)
Submitted	2/28/2023 7:34:00 PM
Submitted by	
Submitter email	alexandra.tapia@utc.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	alexandra.tapia.utc@analysis.orkund.com

Anexo N°. 12. Hoja de vida del tutor.

HOJA DE VIDA**INFORMACIÓN PERSONAL**

CÉDULA	APELLIDOS	NOMBRES	SEXO
0502661754	TAPIA BORJA	ALEXANDRA ISABEL	FEMENINO
FECHA DE NACIMIENTO	NACIONALIDAD	ESTADO CIVIL	TIPO DE SANGRE
	ECUATORIANA	CASADA	O POSITIVO
DIRECCIÓN PROVINCIA		DIRECCIÓN CANTÓN	
COTOPAXI		LATACUNGA	
DIRECCIÓN CALLES PRINCIPALES		REFERENCIA DOMICILIARIA	No. DE CASA
ISLA CUYABENO Y MARCHENA		FRENTE A UNA PANADERÍA	
CONTACTO	TELÉFONO CONVENCIONAL	TELÉFONO CELULAR	ALTERNATIVO
	2233411	092910139	

INSTRUCCIÓN FORMAL

NIVEL	REGISTRO SENESCYT	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	PAÍS DONDE REALIZÓ LOS ESTUDIOS
CUARTO	1002-2020-2213474	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Magister de Ingeniería Química Aplicada	Ecuador
CUARTO	1019-1586062878	Universidad Nacional de Chimborazo	Magister de Seguridad Industrial Mención de Riesgos y Salud Ocupacional	Ecuador
TERCER	1002-07-779114	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ingeniera Química	Ecuador
TERCER	1002-06-689459	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Tecnóloga Química Industrial	Ecuador

EXPERIENCIA LABORAL

EXPERIENCIA DOCENTE	INSTITUCIÓN	CARRERAS DONDE IMPARTIDO CLASES	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA
		Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente		
8 años	Universidad Técnica de Cotopaxi	Carrera de Veterinaria Carrera de Biotecnología Carrera de Ingeniería	01 de Octubre 2012	
		Agronómico Carrera de Agropecuaria		
1 año	Centro Educativo CEC	Bachillerato Químico Biólogo y Físico Matemático	01 de Enero 2011	12 de Julio 2012
1 año	Colegio Militar Miguel Iturralde	Bachillerato Químico Biólogo y Físico Matemático	1 de Septiembre 2009	31 de Mayo 2010

EXPERIENCIA PROFESIONAL	INSTITUCIÓN	CARGO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA
	ETERNIT	Asistente Laboratorio Calidad	16 de mayo 2008	23 de junio 2008
	Humansupply	Capacitador en el Área de Seguridad y Prevención de riesgos	Junio 2016	Septiembre 2016
1 año	DISCONSEL	Asesoría de Seguridad Industrial y Salud en el trabajo	Julio 2015	

CAPACITACIONES

NOMBRE DEL EVENTO	INSTITUCIÓN	DURACIÓN (HORAS)	APROBACIÓN /ASISTENCIA	FECHA INICIO	PAÍS
Congreso Internacional "Difusión de Metodologías de Investigación y Vinculación" CAREN 2022	UTC	40 HORAS	ASISTENCIA	9 agosto 2022	Ecuador
FORMACIÓN DE AUDITORES EN SGI, HSEQ ISO 14001 ISO	COLEGIO DE INGENIEROS QUÍMICOS Y AMBIENTALES	40 HORAS	APROBACIÓN	21/diciembre/2020	Ecuador
CONTROL DE AGV EN BIODIGESTORES	UDLA	10 HORAS	ASISTENCIA	10 de diciembre 2020	
INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA EL CUIDADO AMBIENTAL	UTC	30 HORAS	ASISTENCIA	9 de diciembre 2020	
LA AGRONOMIA EN TIEMPOS DE PANDEMIA	UTC	40 HORAS	ASISTENCIA	30 de agosto 2020	
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL CAMPO DE LA	ESPOCH	40 HORAS	APROBACIÓN	27 de julio 2020	
SEGURIDAD INDUSTRIAL	UMBRELA ACADEMICA	30 HORAS	APROBACIÓN	10 febrero 2020	
Foro sobre el confort Laboral desde el Enfoque Preventivo en el día de la Seguridad e Higiene en el Trabajo	IESS	8 HORAS	ASISTENCIA	21 de Octubre 2016	Ecuador
Congreso Internacional de Medio Ambiente	Universidad Técnica de Chimborazo	40 horas	ASISTENCIA		Ecuador

XI Latin American Symposium on Environmental and Sanitary Analytical Chemistry	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	40 horas	ASISTENCIA	31 de Marzo 2015	Ecuador
Seminario Internacional de Ecología Industrial	Universidad Técnica de Cotopaxi	40 horas	ASISTENCIA	4 de junio 2015	Ecuador
II Jornadas Científicas de la UTC 2015 "Cultura Científica Colaborativa en los procesos de Investigación Universitaria"	Universidad Técnica de Cotopaxi	40 horas	ASISTENCIA	Marzo 2015	Ecuador
Taller de Plataformas Virtuales – Desarrollo e Implementación de las herramientas Tecnológicas para el proceso de aprendizaje	Universidad Técnica de Cotopaxi	40 horas	ASISTENCIA	22 de marzo 2015	Ecuador
Funcionalidad, Manejo y Operatividad del Medidor de gases de fuentes móviles	Universidad Técnica de Cotopaxi	40 horas	ASISTENCIA	3 de Marzo 2015	Ecuador
I congreso Internacional multidisciplinario de salud Ocupacional seguridad Industrial y enfermería Laboral	Ministerio de Salud Publica	60 horas	ASISTENCIA	22 de Noviembre 2014	Ecuador
Primera Jornada de Gestión Ambiental y Seguridad Industrial	Universidad Técnica de Cotopaxi	40 horas	ASISTENCIA	10 de Diciembre 2013	Ecuador
Congreso de SISTEAS DE GESTIÓN DE Riesgos Laborales y Salud Ocupacional	Universidad Nacional de Chimborazo	40 horas	Asistente	Septiembre 2012	Ecuador

Artículos Científicos

- **Elaboración de un proceso tecnológico para la producción de jugo de naranja en polvo**, Autores Alexandra Isabel Tapia Borja, Mabel Mariela Parada Rivera, César Arturo Puente Guijarro, Paúl Marcelo Manobanda Pinto, Gonzalo Iván Guanoluisa Ataballo, Fecha de publicación 2020/7/26 ,Revista Ciencia Digital Volumen 4 Número 3
- **Diseño y construcción de una cámara de envejecimiento acelerado para ensayos de corrosión en pinturas, recubrimientos y otros materiales**, Autores Mabel Mariela Parada Rivera, José Omar Cabrera Escobar, Mayra Paola Zambrano Vinueza, Alexandra Isabel Tapia Borja Fecha de publicación 2021 Revista Dominio de las Ciencias Volumen 7 Número 2
- **Diseño sostenible de un proceso industrial local para la obtención de una bebida hidratante de hoja de tuna** Autores Mabel Mariela Parada Rivera, Sofía Carolina Godoy Ponce, Lourdes Comanda Carrera Beltrán, Alexandra Isabel Tapia Borja, Dayana Gabriela Chávez Echeverría Fecha de publicación 2021/6, Revista FIGEMPA: Investigación y Desarrollo Volumen 11 Número 1
- **El Análisis de sustancia piel de cueros bovinos a diferentes niveles de concentración de agentes hidrolizantes en el pelambre y calero** Autores David Alejandro Aguilar Granda, Mabel Mariela Parada Rivera, Robert Alcides Cazar Ramírez, Alexandra Isabel Tapia Borja Fecha de publicación 2022, **Revista EIA** Volumen 19 Número 37
- **Analysis of variation of the skin substance with the application of different acids in the pickle stage in Ecuadorian serrano bovine leathers**, Autorres Mabel PARADA, Robert CAZAR, David ESPIN, Alexandra TAPIA ,Fecha de publication 2021 Revista de Pielărie Încălțăminte, Volumen 21.

Anexo N°. 13. Aval del traductor.