



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**Evaluación de la actividad antifúngica *in vitro* de los aceites
esenciales de limón (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y cedrón (*Aloysia
citradora* P.) sobre *Cladosporium fulvum* Cooke.**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA
AGRÓNOMA

Autor/a: Karina Elizabeth Abrajan Tasinchana

Tutor: Dr. Michel Leiva Mora, PhD

Cevallos-Ecuador

Enero-2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema: **“Evaluación de la actividad antifúngica *in vitro* de los aceites esenciales de limón (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y cedrón (*Aloysia citradora* P.) sobre *Cladosporium fulvum* Cooke”** de la alumna Karina Elizabeth Abrajan Tasinchana, estudiante de la carrera de Agronomía, considero que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Cevallos, enero 2026



Dr. Michel Leiva Mora, PhD

C.C.: 1759139627

TUTOR

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, Karina Elizabeth Abrajan Tasinchana, portador de cédula de ciudadanía número: 0504728874, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“Evaluación de la actividad antifúngica *in vitro* de los aceites esenciales de limón (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y cedrón (*Aloysia citradora* P.) sobre *Cladosporium fulvum* Cooke”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, enero y 2026



.....
Dr. Michel Leiva Mora, PhD.

C.C.: 1759139627

TUTOR (A)

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación de la actividad antifúngica *in vitro* de los aceites esenciales de limón (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y cedrón (*Aloysia citradora* P.) sobre *Cladosporium fulvum* Cooke” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

Cevallos, enero 2026



.....
Karina Elizabeth Abrajan Tasinchana

C.C.: 0504728874

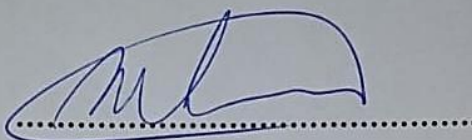
AUTORA

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, “Evaluación de la actividad antifúngica *in vitro* de los aceites esenciales de limón (*Citrus limon* (L) Osbeck) y cedrón (*Aloysia citradora* P.) sobre *Cladosporium fulvum* Cooke.” de Abrajan Tasinchana Karina Elizabeth, estudiante de la carrera de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado.

Cevallos, enero 2026

REVISADO POR

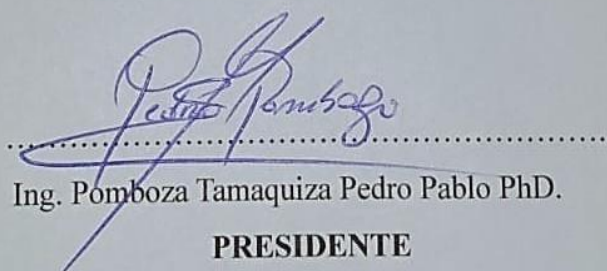


PhD. Ing. Michel Leiva Mora

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

Para constancia firman:



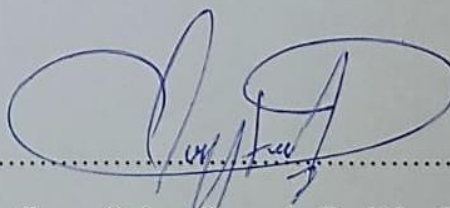
Ing. Pomboza Tamaquiza Pedro Pablo PhD.

PRESIDENTE



Ing. Mg. Zurita Vásquez José Hernán

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Curay Quispe Segundo Euclides PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

Con la bendición de Dios dedico esta investigación a mis padres que me han ayudado a formarme como una profesional y siempre me han apoyado en todo momento, sin importar las circunstancias siempre han estado presentes. A mis hermanos que han sido parte de mi formación como persona. De igual manera a los docentes que han sido guía y aprendizaje en el saber del conocimiento.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por permitirme este gran logro, la etapa universitaria es sin duda uno de los trayectos que marcan el inicio de un gran futuro, en todo este proceso para mi resulta muy grato agradecer a mis amados padres Segundo Alfredo Abrajan Guanoluisa y Maria Mercedes Tasinchana Almachi a mis hermanos Patricio Guano, Luis Abrajan, Paul Abrajan y Belen Abrajan que día y noche han estado pendientes de mi incondicionalmente velando por mi bienestar al igual que toda mi familia, primos/as, tíos/as, abuelitos/as que de alguna u otra forma me han mostrado su apoyo en todo momento sin dejarme caer.

Extiendo mis agradecimientos a los docentes que hicieron que este proyecto fuera posible, a mi tutor Dr. Michel Leiva Mora PhD, al Dr. Dario Orestes y a la MSc Daniela Garces por su formación y apoyo continuo. A mis amigos Jessica, Franklin, Brian, Alejandro, Silvia y Pablo que siempre hemos estado juntos desde un inicio, apoyándonos en los trayectos más difíciles, compartimos muchos buenos momentos, muchas agonías en todos los semestres, muchas risas, varias aventuras que nos han ido uniendo con un lazo sentimental muy hermoso. A mi novio Jonathan por su comprensión y constante apoyo en cada paso.

A mis amigos tesisistas Tutillo Silvia y Toapanta Pablo que formamos un gran equipo durante la tesis, compartimos muy buenas experiencias demostrando que la unión hace fuerza y crea un ambiente armonioso.

Agradezco de gran manera al proyecto de investigación coordinado por el Dr Michel Leiva, con el número de resolución Nro. UTA-CONIN-2025-0046-R. Gracias por ser todo lo brindado para el desarrollo del proyecto

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA	I
APROBACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	III
DERECHOS DEL AUTOR	vi
TRIBUNAL DE GRADO.....	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	5
2.1 Ubicación del estudio	5
2.2 Características del lugar.....	5
2.2.1 Material experimental.....	5
2.2.2 Material complementario.....	5
2.2.3 Herramientas y equipos	6
2.3 Tipo de investigación.....	7
2.4 Hipótesis	7
2.4.1 Nula	7
2.4.2 Alternativa	7
2.5 Población o muestra	8
2.5.1 Objetivo 1. Analizar el efecto del aceite de limón y cedrón sobre la inhibición del crecimiento micelial de <i>C. fulvum</i> en medio de cultivo pda	8
2.5.2 Objetivo 2. Determinar la mínima concentración inhibidora de aceites esenciales de limón y cedrón sobre <i>c. fulvum</i> utilizando el método de microdilución en placas multipocillos.....	8
2.6 Diseño experimental	8
2.6.1 Factores de estudio	8

2.6.2	Factor 1: concentraciones de aceites esenciales (AE)	8
2.6.3	Tratamientos	9
2.6.4	Características de la unidad experimental	10
2.7	Variables respuesta	11
2.7.1	Objetivo 1. Analizar el efecto del aceite de limón y cedrón sobre la inhibición del crecimiento micelial de <i>C. fulvum</i> en medio de cultivo PDA.	11
2.7.2	Objetivo 2. Determinar la mínima concentración inhibidora de aceites esenciales de limón y cedrón sobre <i>C. fulvum</i> utilizando el método de microdilución en placas multipocillos.....	11
	Esquema del diseño experimental	12
2.8	Manejo del experimento	14
2.8.1	Microencapsulación de los aceites esenciales de limón (<i>C. limón</i>) y cedrón (<i>A. citrodora</i>) mediante secado por aspersión	14
2.8.2	Grado de pureza cualitativa del aceite esencial microencapsulado mediante la espectroscopia infrarroja de fourier (FTIR).....	15
2.8.3	Método de dilución en agar: actividad antifúngica de microencapsulado de a.e. de <i>C. limon</i> y <i>A.citrodora</i> in vitro sobre <i>C.fulvum</i>	15
2.8.4	Método de microdilución: determinación de la mci por medio del método de microdilución utilizando alamarblue en placas multipocillo	19
2.9	Recolección de la información	20
2.10	Procesamiento de la información y análisis estadístico.....	20
	CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
3.1	Evaluación del efecto de los aceites esenciales de limón y cedrón sobre la inhibición del crecimiento micelial de <i>C. fulvum</i> en medio de cultivo PDA.....	21
3.2	Determinación de la mínima concentración inhibitoria de aceites esenciales de	

limón y cedrón sobre <i>C. fulvum</i> utilizando el método de microdilución en placas multipocillos	29
3.3 Comprobación de la hipótesis	32
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
4.1 Conclusiones.....	33
4.2 Recomendaciones	33
Referencias bibliográficas	34
Anexos.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tratamientos y controles con el método de dilución en agar en cajas Petri.</i>	9
Tabla 2. <i>Tratamientos y controles utilizados en el método de microdilución con PDB en placas multipocillos</i>	9
Tabla 3	13
Tabla 4. <i>Fases de la preparación de la emulsión para la microencapsulación.</i>	14
Tabla 5. <i>Influencia de diferentes concentraciones del aceite esencial de limón microencapsulado sobre la inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum expresado en porcentaje a los 7 días utilizando el método de dilución en agar</i>	21
Tabla 6. <i>Influencia de diferentes concentraciones del aceite esencial de limón microencapsulado sobre la inhibición del crecimiento micelial expresada en porcentaje de C. fulvum expresado en porcentaje a los 14 días utilizando el método de dilución en agar.</i>	22
Tabla 7. <i>Influencia de diferentes concentraciones del aceite esencial de limón microencapsulado sobre la inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum expresado en porcentaje a los 21 días utilizando el método de dilución en agar</i>	23
Tabla 8. <i>Influencia de diferentes concentraciones del aceite esencial de cedrón microencapsulado sobre la inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum expresado en porcentaje a los 7 días utilizando el método de dilución en agar</i>	25
Tabla 9. <i>Influencia de diferentes concentraciones del aceite esencial de cedrón microencapsulado sobre la inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum expresado en porcentaje a los 14 días utilizando el método de dilución en agar</i>	26
Tabla 10. <i>Influencia de diferentes concentraciones del aceite esencial de cedrón microencapsulado sobre la inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum expresado en porcentaje a los 21 días utilizando el método de dilución en agar</i>	27
Tabla 11. <i>Efecto de distintas concentraciones de AEM de limón sobre C.fulvum con una absorbancia (600nm) a las 4h mediante el método de microdilución con resazurina.</i>	29

Tabla 12. <i>Efecto de distintas concentraciones de A.E.M. de cedrón sobre C.fulvum con una absorbancia (600nm) a las 4h mediante el método de microdilución con resazurina.</i>	31
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método de dilución en medio agar	12
Figura 2. Método de dilución en agar dispensado en cajas Petri utilizando PDA ...	15
Figura 3. Método de microdilución con rezasurina en placas de 96 pocillos	19
Figura 4. Desarrollo del crecimiento micelial a los 7 días de incubación de AEM de limón y control positivo.	22
Figura 5. Desarrollo del crecimiento micelial a los 14 días de incubación de AEM de limón y control positivo	23
Figura 6. Desarrollo del crecimiento micelial a los 21 días de incubación de AEM de limón y control positivo	24
Figura 7. Desarrollo del crecimiento micelial a los 7 días de incubación de AEM de cedrón y control positivo	26
Figura 8. Desarrollo del crecimiento micelial a los 14 días de incubación de AEM de cedrón y control positivo	27
Figura 9. Desarrollo del crecimiento micelial a los 21 días de incubación de AEM de cedrón y control positivo	28

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1 <i>Ficha Técnica del aceite esencial de limón.</i>	41
Anexo 2 <i>Ficha Técnica del aceite esencial de cedrón.</i>	42
Anexo 3 <i>Microencapsulación de los aceites esenciales</i>	43
Anexo 4 <i>Microencapsulado de limón y cedrón.</i>	43
Anexo 5 <i>Análisis infrarrojo del limón.</i>	44
Anexo 6 <i>Análisis infrarrojo del cedrón.</i>	45
Anexo 7 <i>Preparación del medio PDA y filtración de los AEM.</i>	45
Anexo 8 <i>Inoculación de C. fulvum</i>	46
Anexo 9 <i>Preparación del medio PDB y filtración de los AEM.</i>	46
Anexo 10 <i>Vertimiento de las soluciones madre de cada concentración por pocillo y Alamarblue</i>	47
Anexo 11 <i>Lectura a las 4h en el lector de microplacas</i>	47

RESUMEN

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es una de las hortalizas de gran importancia económica a nivel agrícola, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la actividad antifúngica sobre *Cladosporium fulvum* Cooke (moho gris de la hoja) en distintas concentraciones de aceites esenciales microencapsulados (AEM) de limón (*C. limon*) y cedrón (*A. citradora*). El ensayo se realizó mediante dilución en agar con 7 tratamientos siendo estos: T1: 15%, T2: 10%, T3: 5%, T4: 2.5%, T5: 1.25%, T6: 0.625% y T7: 0.3125% al igual que controles C1: PDA+hongo, C2: PDA+fungicida+hongo, C3: PDA+polímeros y C4: PDA+AE (2.5%) no microencapsulado y microdilución con 8 tratamientos desde T1 (20%) al T8 (0.3125%), los controles fueron C1: PDB+inóculo, C2: PDB+polímeros y C3: PDB+fungicida. Se utilizó el DCA con la prueba de Shapiro Wilk para normalidad, ANOVA de clasificación simple y para la separación de las medias se empleó la prueba Tukey ($p < 0.05$). Se demostró que el AEM de cedrón mostró mayor eficiencia antifúngica a los 21 días con una MCI del 2.5% sobre *C. fulvum* en el primer método, mientras que en el segundo obtuvo mayor absorbancia el fungicida seguido de T1 (20%) y T2 (15%) del AEM limón mientras que el cedrón obtuvo mayor absorbancia en T2 (15%) y T3 (10%), esto por la reacción del AEM con el Alamarblue.

PALABRAS CLAVE: CEDRÓN, LIMÓN, DILUCIÓN, MICRODILUCIÓN, ALAMARBLUE.

ABSTRACT

Tomato cultivation (*Solanum lycopersicum*) is one of the most economically important vegetables at the agricultural level. The present study aimed to evaluate the antifungal activity on *Cladosporium fulvum* Cooke (gray leaf mold) in different concentrations of microencapsulated essential oils (MEOs) of lemon (*C. limon*) and lemon verbena (*A. citradora*). The assay was performed using agar dilution with 7 treatments: T1: 15%, T2: 10%, T3: 5%, T4: 2.5%, T5: 1.25%, T6: 0.625%, and T7: 0.3125%, as well as controls C1: PDA + fungus, C2: PDA + fungicide + fungus, C3: PDA + polymers, and C4: PDA + AE (2.5%) not microencapsulated. A microdilution was also performed with 8 treatments from T1 (20%) to T8 (0.3125%), with controls C1: PDB + inoculum, C2: PDB + polymers, and C3: PDB + fungicide. Completely randomized design (CRD) was used with the Shapiro-Wilk test for normality, one-way ANOVA, and Tukey's test for mean separation ($p < 0.05$). It was demonstrated that the lemon verbena AEM showed greater antifungal efficiency at 21 days with an MCI of 2.5% against *C. fulvum* in the first method, while in the second method the fungicide obtained greater absorbance followed by T1 (20%) and T2 (15%) of the lemon AEM while the lemon verbena obtained greater absorbance in T2 (15%) and T3 (10%), this due to the reaction of the AEM with the Alamarblue.

KEYWORDS: CEDRON, LEMON, DILUTION, MICRODILUTION, ALAMARBLUE.



Memorando Nro. UTA-FCAGP-2026-0219-M

Ambato, 27 de enero de 2026

PARA: Ing. Viviana Magally Ortega Lema
Bibliotecaria - FCAGP

ASUNTO: Solicitud de reserva de colocar en repositorio trabajos de titulación cuyos resultados serán sometidos a solicitud de patente

De mi consideración:

En atención al Memorando UTA-UI-FCAGP-2025-0398-M, emitido al suscrito por el Doctor Michel Leiva Mora, docente investigador - DIDE asignado a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, quien solicita que los siguientes trabajos de titulación se mantengan sin subir al repositorio institucional, toda vez que se encuentran actualmente en reserva por motivo de trámite de futura patente:

1. Evaluación de la actividad antifúngica in vitro de aceites esenciales microencapsulados frente a *Cladosporium fulvum* Cooke – estudiante APO CUNALATA CESAR ALFREDO.
2. Evaluación de la actividad antifúngica in vitro de los aceites esenciales de limón (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y cedrón (*Aloysia citrodora* P.) sobre *Cladosporium fulvum* Cooke – estudiante ABRAJAN TASINCHANA KARINA ELIZABETH.
3. Evaluación in vitro del efecto antifúngico de los aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y cúrcuma (*Curcuma longa* L.) contra *Cladosporium fulvum* Cooke – estudiante TOAPANTA QUISAGUANO PABLO GILMAR.

En este sentido, el suscrito autoriza atender la solicitud del Doctor Leiva, y que los trabajos mencionados no sean subidos al repositorio institucional.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Dr. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Referencias:
- UTA-UI-FCAGP-2025-0398-M

Copia:

Dr. Michel Leiva Mora
Docente Investigador - DIDE



a la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Firmado electrónicamente por:
PEDRO PABLO POMBOZA TAMAQUIZA
Validar únicamente con FirmaEC

wo

