



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**Evaluación *in vitro* del efecto antifúngico de los aceites esenciales de
romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y cúrcuma (*Curcuma longa* L.)
contra *Cladosporium fulvum* Cooke.**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

Autor: Pablo Gilmar Toapanta Quisaguano.

Tutor: Ing. Michel Leiva Mora PhD.

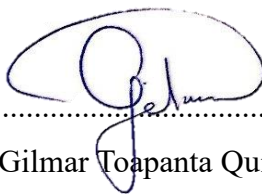
Cevallos – Ecuador.

Enero – 2026.

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, Pablo Gilmar Toapanta Quisaguano, portador de cédula de ciudadanía número: 0504693748, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“Evaluación in vitro del efecto antifúngico de los aceites esenciales de Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y Cúrcuma (*Curcuma longa* L.) contra *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 2026.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'P' followed by 'gilmar' in a cursive script. The signature is positioned above a horizontal dotted line.

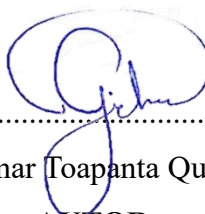
Pablo Gilmar Toapanta Quisaguano.

AUTOR.

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación in vitro del efecto antifúngico de los aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y cúrcuma (*Curcuma longa* L.) contra *Cladosporium fulvum* Cooke” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, 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.



.....
Pablo Gilmar Toapanta Quisaguano.

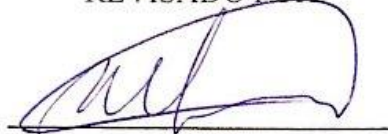
AUTOR.

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, sobre el **Evaluación in vitro del efecto antifúngico de los aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y cúrcuma (*Curcuma longa* L.) contra *Cladosporium fulvum* Cooke** de Pablo Gilmar Toapanta Quisaguano, 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

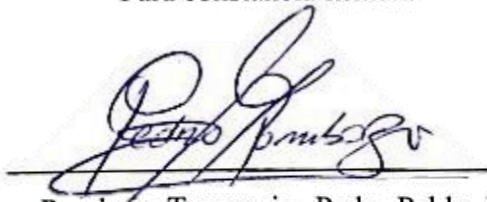


Dr. Michel Leiva Mora, PhD.

TUTOR

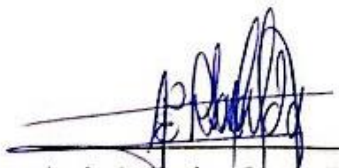
TUTOR APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACION

Para constancia firman:



Ing. Pomboza Tamaquiza Pedro Pablo, PhD.

PRESIDENTE



Ing. Artieda Rojas Jorge Rodrigo, PhD.
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Mg. Pérez Salinas Ruth Narcisa
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA.

*A mis padres, Vilma y Pablo,
todo lo que he hecho, hago y
he de hacer es gracias a ellos,
porque son mi más grande
orgullo y ejemplo, su esfuerzo
es mi inspiración y mi fuerza
para seguir adelante.*

*A mis hermanos,
Gaby y Josue, mi fuente de
confianza, de ánimos,
de admiración y alegría,
por todos los buenos momentos.*

*A mis amigos,
a “Groseros” y Juan, Katty,
Marilyn pero sobre todo
a mi mejor amigo Andy,
que siempre presentes con
su apoyo y vida me han
acompañado en cada etapa.*

*A todos en mi vida que se merecen
mucho más que una dedicatoria.*

Pablo Gilmar Toapanta Quisaguano.

AGRADECIMIENTO

Por sobre todas las personas, a mis padres, estas palabras no serán suficientes para agradecer todo el sacrificio que han hecho por mí, toda mi existencia tendré un enorme agradecimiento eterno por ellos, gracias por todo.

A mi tutor Dr. Michel Leiva por su guía en todo el proceso para el desarrollo de mi proyecto, al Dr. Orestes López y la Ing. Daniela Garcés, por su valiosa ayuda en los primeros pasos de este trabajo, por su enseñanza y constante apoyo durante el desarrollo de mi proyecto final, así como por la sabiduría que me ha brindado.

A mis compañeras y amigas de laboratorio Karina y Silvia, por hacer de esta etapa una experiencia inolvidable, por su apoyo y animo incondicional.

Agradezco enormemente a la Universidad Técnica de Ambato, ya no solo por la oportunidad de permitirme adquirir tantos conocimientos, sino por ser de gran importancia en mi vida a nivel académico y personal.

Agradezco de gran manera al proyecto de investigación “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE ACEITES ESENCIALES MICROENCAPSULADOS MEDIANTE MÉTODOS DE DILUCIÓN EN AGAR Y RESARZURINA” coordinado por mi tutor el Dr. Michel Leiva con el número de resolución Nro. UTA-CONIN-2025-0046-R. Gracias por ser la base principal en todo mi proceso de elaboración de mi proyecto de tesis.

Y un agradecimiento especial a mis amigos y compañeros; Silvia, Karina, Alejandro, Franklin, Jessica e Ian, por su presencia de principio a fin en mi etapa universitaria, convirtiéndose en mi motivo de felicidad y apoyo de principio a fin, ahora y por siempre, gracias infinitas.

A la música, los amigos y la vida.

Pablo Gilmar Toapanta Quisaguano.

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	i
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA.	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1.	Introducción	17
1.2.	Antecedentes investigativos	18
1.3.	Objetivos	21
1.3.1.	Objetivo general	21
1.3.2.	Objetivos específicos.....	21

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1.	Ubicación del estudio	22
2.2.	Equipos y materiales	22
2.2.1.	Equipos.....	22
2.2.2.	Materiales	23
2.2.3.	Material biológico	23
2.2.4.	Reactivos	23
2.3.	Tipo de Investigación	24
2.4.	Hipótesis.....	24
2.5.	Población o muestra	24
2.5.1.	Método de difusión en agar	24
2.5.2.	Método de microdilución	25
2.6.	Variables de respuesta	25
2.7.	Diseño experimental.....	25
2.8.	Factores de estudio.....	26
2.9.	Manejo del experimento.....	26

2.9.1. Preparación de la microencapsulación de los aceites esenciales de romero y menta.....	26
2.9.2. Evaluación de la eficiencia de la microencapsulación mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).....	27
2.9.3. Evaluación de actividad antifúngica del microencapsulado de los aceites esenciales de <i>R. officinalis</i> y <i>C. longa</i> frente a <i>C. fulvum</i>	28
2.9.4. Tratamientos y controles del ensayo	29
2.9.5. Evaluación del crecimiento radial de <i>C. fulvum</i> en medio de cultivo PDA	29
2.9.6. Ensayo de microdilución con Alamar Blue para la evaluación de viabilidad fúngica.....	30
2.10. Recolección de la información	33
2.11. Procesamiento de la información y análisis estadístico	33

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultado del primer objetivo específico.....	34
3.1.1. Análisis del impacto de los aceites esenciales de romero en la supresión del desarrollo micelial de <i>C. fulvum</i> en un medio de cultivo PDA. ..	34
3.1.2. Análisis del impacto de los aceites esenciales de Cúrcuma en la supresión del desarrollo micelial de <i>C. fulvum</i> en un medio de cultivo PDA ...	37
3.1.3. Evaluación de la concentración mínima inhibitoria de aceites esenciales de Romero y Cúrcuma contra <i>C. fulvum</i> mediante la técnica de microdilución en placas de múltiples pocillos.	42
3.2. Resultado del segundo objetivo específico	44
3.2.1. Comparación de la eficacia antifúngica de los A.E de Romero y Cúrcuma en la supresión del desarrollo micelial de <i>C. fulvum</i>	44

3.3. Comprobación de la hipótesis	48
---	----

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.	49
-------------------------	----

4.2. Recomendaciones.....	49
---------------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
---------------------------------	----

ANEXOS.	55
--------------	----

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 <i>Asignación de tratamientos y controles en PDA.</i>	29
Tabla 2 <i>Descripción de la conformación de cada tratamiento y controles en el método de microdilución.</i>	31
Tabla 3 <i>Evaluación del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum al utilizar A.E.M de romero a los 7 días, mediante el método de dilución en agar...</i>	34
Tabla 4 <i>Evaluación del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum al utilizar A.E.M de Romero a los 14 días, mediante el método de dilución en agar</i>	35
Tabla 5 <i>Evaluación del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum al utilizar A.E.M de Romero a los 21 días, mediante el método de dilución en agar</i>	36
Tabla 6 <i>Evaluación del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum al utilizar A.E.M de Cúrcuma a los 7 días, mediante el método de dilución en agar</i>	37
Tabla 7 <i>Evaluación del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum al utilizar A.E.M de Cúrcuma a los 14 días, mediante el método de dilución en agar</i>	38
Tabla 8 <i>Evaluación del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de C. fulvum al utilizar A.E.M de Cúrcuma a los 21 días, mediante el método de dilución en agar</i>	39
Tabla 9 <i>Registro fotográfico correspondiente con las características morfológicas de las colonias de C. fulvum correspondientes con cada uno de los tratamientos y controles evaluados.</i>	40
Tabla 10 <i>Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de A.E.M de romero sobre la absorbancia a 600 nm en placas multipocillos inoculadas con C. fulvum e incubadas durante 4 horas.</i>	42

Tabla 11 *Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de aceite esencial microencapsulado de cúrcuma sobre la absorbancia a 600 nm en placas multipocillos inoculadas con C. fulvum e incubadas durante 4 horas.* **43**

Tabla 12. *Comparación de la eficacia antifúngica de aceites esenciales de romero y cúrcuma sobre C. fulvum en distintas concentraciones y tiempos de evaluación* **45**

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. <i>Distribución de los tratamientos de A.E.M. y controles en placa multipocillos.....</i>	32
Figura 2. <i>Porcentaje de inhibición micelial de C. fulvum a los 7 días en respuesta a diferentes concentraciones de aceites esenciales de romero y cúrcuma.....</i>	46
Figura 3. <i>Porcentaje de inhibición micelial de C. fulvum a los 14 días en respuesta a diferentes concentraciones de aceites esenciales de romero y cúrcuma.....</i>	47
Figura 4. <i>Porcentaje de inhibición micelial de C. fulvum a los 21 días en respuesta a diferentes concentraciones de aceites esenciales de romero y cúrcuma.....</i>	48

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. <i>Fichas técnicas de A.E</i>	55
Anexo 2. <i>Microencapsulación de A.E.</i>	57
Anexo 3. <i>Evaluación de la eficiencia de la microencapsulación.</i>	58
Anexo 4. <i>Ensayo de dilución en agar.</i>	59
Anexo 5. <i>Ensayo de microdilución con AlamarBlue.</i>	59

RESUMEN

El presente estudio evaluó *in vitro* el efecto antifúngico de los aceites esenciales microencapsulados (A.E.M) de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y cúrcuma (*Curcuma longa* L.) sobre el fitopatógeno *Cladosporium fulvum*, uno de los agentes causales más importantes de enfermedades en el tomate de riñón.

Para ello, se desarrollaron ensayos mediante los métodos de dilución en agar (PDA) y microdilución en caldo (PDB), aplicando diversas concentraciones de ambos aceites esenciales para determinar su concentración mínima inhibitoria (CMI) y comparar su eficacia antifúngica.

Los resultados demostraron que el A.E.M de romero presentó una actividad antifúngica superior en todos los tratamientos, alcanzando una inhibición total del crecimiento micelial en concentraciones de 15 % y 10 % durante los 21 días de evaluación. Este efecto se atribuye a la acción conjunta de monoterpenos como el 1,8-cineol y el alcanfor, los cuales presentan alta volatilidad y rápida interacción con la membrana fúngica. En contraste, el A.E.M de cúrcuma mostró una inhibición moderada del crecimiento micelial, alcanzando sus valores máximos de inhibición en concentraciones de 15% y 10%, con una respuesta dependiente de la concentración aplicada, pero menos estable en el tiempo debido a la degradación progresiva de sus compuestos bioactivos. En el ensayo PDB, el A.E.M de romero evidenció una disminución más marcada que el de la cúrcuma sobre de la actividad metabólica de *C. fulvum*.

Como conclusión, el A.E.M de romero representa una alternativa más eficaz y estable para el control biológico de *C. fulvum* en condiciones *in vitro*, lo que establece una línea de base científica para futuras estrategias de manejo fitosanitario más sostenibles.

DESCRIPTORES: ACEITES ESENCIALES MICROENCAPSULADOS; *CLADOSPORIUM FULVUM*; ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA; INHIBICIÓN MICELIAL; CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA (CMI).

ABSTRACT

This study evaluated *in vitro* the antifungal effect of microencapsulated essential oils (M.E.O) of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and turmeric (*Curcuma longa* L.) against the phytopathogen *Cladosporium fulvum*, one of the main causal agents of diseases in tomato crops.

For this purpose, assays were carried out using agar dilution (PDA) and broth microdilution (PDB) methods, applying different concentrations of both essential oils to determine their minimum inhibitory concentration (MIC) and compare their antifungal efficacy.

The results demonstrated that the rosemary microencapsulated essential oil (M.E.O) presented superior antifungal activity in all treatments, achieving total inhibition of mycelial growth at concentrations of 15% and 10% during the 21 days of evaluation. This effect is attributed to the joint action of monoterpenes such as 1,8-cineole and camphor, which present high volatility and rapid interaction with the fungal membrane. In contrast, the turmeric microencapsulated essential oil (M.E.O) showed moderate inhibition of mycelial growth, reaching its maximum inhibition values at concentrations of 15% and 10%, with a response dependent on the applied concentration, but less stable over time due to the progressive degradation of its bioactive compounds. In the PDB assay, the rosemary microencapsulated essential oil (M.E.O) evidenced a more marked decrease than that of turmeric on the metabolic activity of *C. fulvum*.

In conclusion, microencapsulated rosemary oil represents a more effective and stable alternative for the biological control of *C. fulvum* under *in vitro* conditions, establishing a scientific basis for future, more sustainable plant-health management strategies.

KEYWORDS: MICROENCAPSULATED ESSENTIAL OILS; *CLADOSPORIUM FULVUM*; ANTIFUNGAL ACTIVITY; MYCELIAL INHIBITION; MINIMUM INHIBITORY CONCENTRATION (MIC)



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

