

Efecto in vitro del aceite esencial de las hojas de *Mentha spicata* sobre el crecimiento de *Microsporum gypseum*

In vitro effect of *Mentha spicata* leaf essential oil on the growth of *Microsporum gypseum*

Evelyn Melany Arteaga Zavala¹
<https://orcid.org/0000-0003-1915-7641>
emarteagaz@unitru.edu.pe

Fiorella Stefani Chávez Vásquez¹
<https://orcid.org/0009-0006-5306-8748>
fschavezv@unitru.edu.pe

Manuela Natividad Luján Velásquez² ✉
<https://orcid.org/0000-0002-4765-7961>
mlujan@unitru.edu.pe

Marianela Jiménez Coronado²
<https://orcid.org/0000-0003-0364-4373>
mjimenezco@unitru.edu.pe

1 Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II, Trujillo, PERÚ.

2 Dpto. de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II, Trujillo, PERÚ.

Recibido: 06.05.2024

Aceptado: 16.12.2024

Publicado (en línea): 20.01.2026

Citación: Arteaga, E.; F. Chávez; M. Luján & M. Jiménez. 2024. Efecto in vitro del aceite esencial de las hojas de *Mentha spicata* sobre el crecimiento de *Microsporum gypseum*. *Arnaldoa* 31(3): 331 - 337. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.313.31302>

Resumen: Se evaluó el efecto del aceite esencial de las hojas de *Mentha spicata* sobre el crecimiento de *Microsporum gypseum* in vitro. Se trabajó con el vegetal procedente de los cultivos agrícolas de Pedregal, Distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, La Libertad; la obtención del aceite esencial se realizó mediante el método de hidrodestilación en equipo Clevenger. Para evaluar su efecto se utilizó la técnica de incorporación del aceite esencial en el medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud, agregando la cantidad adecuada hasta obtener las concentraciones de 400, 500, 600 y 700 µg/mL y como control negativo el medio de cultivo. Se sembró por puntura central un fragmento de micelio de *M. gypseum* e incubó a 25°C por una semana, se realizaron las lecturas del crecimiento radial en milímetros de diámetro. Los promedios del crecimiento radial del tratamiento y el control negativo obtenidos al séptimo día de incubación fueron 4.36 y 2.45 mm para 400 y 500 µg/mL, respectivamente; en 600 y 700 µg/mL no hubo crecimiento y para el control negativo fue de 26.65 mm. Se concluye que el aceite esencial a las concentraciones evaluadas inhibe el crecimiento de *M. gypseum*, en proporción directa a la concentración, es decir, a mayor concentración mayor inhibición del crecimiento radial; a partir de 600 µg/mL se inhibe totalmente el crecimiento fúngico. Resultando en una alternativa prometedora para el tratamiento contra estos patógenos debido a sus componentes bioactivos.

Palabras clave: *Microsporum gypseum*, *Mentha spicata*, aceite esencial, inhibición del crecimiento fúngico.

Abstract: The effect of the essential oil of *Mentha spicata* leaves on the growth of *Microsporum gypseum* in vitro was evaluated. We worked with the vegetable from the agricultural crops of Pedregal, Simbal District, Trujillo Province, La Libertad; obtaining the essential oil was carried out using the hydrodistillation method in Clevenger equipment. To evaluate its effect, the technique of incorporating the essential oil into the Sabouraud Dextrose Agar culture medium was used, adding the appropriate amount until obtaining concentrations of 400, 500, 600 and 700 µg/mL and the culture medium as a negative control. A fragment of *M. gypseum* mycelium was planted by central puncture and incubated at 25°C for a week; readings of radial growth were made in millimeters of diameter. The average radial growth of the treatment and the negative control obtained on the seventh day of incubation were 4.36 and 2.45 mm for 400 and 500 µg/mL, respectively; at 600 and 700 µg/mL there was no growth and for the negative control it was 26.65 mm. It is concluded that the essential oil at the concentrations evaluated inhibits the growth of *M. gypseum*, in direct proportion to the concentration, that is, the higher the concentration, the greater the inhibition of radial growth; from 600 µg/mL, fungal growth is completely inhibited. Resulting in a promising alternative for the treatment against these pathogens due to its bioactive components.

Keywords: *Microsporum gypseum*, *Mentha spicata*, essential oil, inhibition of fungal growth.



INTRODUCCIÓN

En la medicina tradicional se han utilizado diversas especies vegetales para combatir diferentes enfermedades, entre ellas las micosis; estas propiedades se les atribuyen por su capacidad para sintetizar valiosos compuestos bioactivos de amplio espectro (Šantić *et al.*, 2017). En países en desarrollo como Perú, las plantas medicinales se utilizan con frecuencia, especialmente en los centros de población urbanos (Valenzuela-Oré *et al.*, 2018).

El género *Mentha* corresponde a la familia Lamiaceae, generalmente crecen en regiones templadas del mundo, principalmente en Europa, América del Norte, África del Norte y Asia Menor; debido a sus múltiples propiedades medicinales y biológicas de su aceite esencial, es utilizado con mayor frecuencia en productos comerciales y farmacéuticos (Bardaweel *et al.*, 2018; Stringaro *et al.*, 2018). Las moléculas activas del aceite esencial de diversas especies de *Mentha* han demostrado una buena capacidad antioxidante, citotóxica, antiinflamatoria, antibacteriana y antifúngica (Bayan & Küsek, 2018; Khoury *et al.*, 2017; Mogosan *et al.*, 2017; Stringaro *et al.*, 2018).

El análisis químico de los constituyentes del aceite esencial de *Mentha* es compleja y altamente variable, debido al sitio geográfico y la madurez de la hoja en el momento de la cosecha; entre ellos destacan mentol, mentona, limoneno, isomentona, acetato de metilo, carvona, β -pineno, 1,8-cineol, pulegona, óxido de piperitona y miceno (Wu *et al.*, 2019). Cabe destacar que su actividad antimicrobiana se debe mayormente a los monoterpenos oxigenados, estos son los más abundantes dentro de su composición química (Bardaweel *et al.*, 2018).

La dermatofitosis es una de las enfermedades causadas por hongos muy extendidas en el mundo y existe una prevalencia creciente, generando un gran impacto negativo a nivel mundial (Ebani & Mancianti, 2020; Kaul *et al.*, 2017). Su predisposición aumenta con factores ambientales, rasgos de virulencia de los patógenos, el estado inmunológico de los pacientes, la genética, la higiene, el contacto con animales y factores socioeconómicos (Martínez *et al.*, 2018). La dermatofitosis es causada por dermatofitos, hongos queratinofílicos y queratinolíticos, responsables de la tiña y el pseudomicetoma dermatofítico; estas afecciones fúngicas se pueden tratar por vía tópica o con fármacos antimicóticos sistémicos, que son necesarios cuando las lesiones son difusas (Ebani & Mancianti, 2020); sin embargo, los tratamientos con medicamentos tienen elevado porcentaje de fracaso terapéutico debido a que los dermatofitos producen enzimas que los protegen frente a situaciones estresantes causadas por los medicamentos, de manera que se origina su multirresistencia (Martínez *et al.*, 2021).

La dermatofitosis es considerada como la lesión fúngica más común, constituye el 70 al 80% de todas las micosis (Sánchez *et al.*, 2009). Existen tres géneros de dermatofitos: *Trichophyton* (infecta la piel, uñas, cabello), *Microsporium* (piel y cabello) y *Epidermophyton* (piel y uñas) (Kaul *et al.*, 2017); los cuales se clasifican según su hábitat y modo de transmisión; zoofílico (huésped animal), antropofílico (huésped humano) y geofílico (habitat el suelo) (García & Espinosa, 2018).

Microsporium gypseum se considera un dermatofito geofílico, que crece rápidamente y se encuentra ampliamente distribuido por todo el mundo (García & Espinosa, 2018; Romagnoli *et al.*, 2016). Es un hongo filamentosos multicelular que tiene especial afinidad por parasitar la piel lampiña y los pelos, en forma "endo-ectothrix", no infectan la epidermis íntegra, sino atacan únicamente al estrato córneo más externo muerto o dañado, debido a la producción de queratinasa, elastasa y otras enzimas proteolíticas. Del mismo modo, su patogenicidad se debe a su pared celular ya que tiene un factor llamado MANAN, que bloquea el mecanismo de defensa inmune y ayuda al hongo a permanecer en la epidermis (Sánchez *et al.*, 2009). Por lo tanto, la virulencia específica de *M. gypseum* se confiere debido su alta concentración en el suelo, baja resistencia del huésped o lesiones cutáneas preexistentes (Da Silva *et al.*, 2016).

El tratamiento siempre debe ser con agentes antimicóticos sistémicos y tópicos; debido a que el tratamiento tópico es insuficiente como única opción por la poca penetrabilidad del antifúngico, lo que lleva al fracaso del tratamiento (García & Espinosa, 2018; Sánchez *et al.*, 2009). El incremento de la resistencia a los antifúngicos limita severamente el tratamiento de la dermatofitosis, generando un número muy limitado de antifúngicos efectivos (Stringaro *et al.*, 2018). Por ello, investigaciones sugieren la utilidad de buscar medicamentos alternativos para su tratamiento (Parrish *et al.*, 2020; Roana *et al.*, 2021). Actualmente, se han venido evaluando aceites esenciales frente a dermatofitos, tanto mediante pruebas in vitro como en ensayos clínicos o preclínicos.

A nivel mundial se han realizado estudios respecto a los efectos de los aceites esenciales obtenidos de especies del género *Mentha* sobre diversas especies de hongos, así tenemos que, Aimad *et al.* (2021) determinaron el efecto antifúngico del aceite esencial de las partes aéreas de *M. pulegium* sobre *Aspergillus niger*, *A. flagus*, *Fusarium oxysporum* y *Candida albicans*. Así también, Ibrahim & Abd El-Salam (2015) determinaron que el aceite esencial de las hojas de *M. piperita* mostró inhibición completa del micelio en crecimiento sobre dermatofitos como *Microsporium canis*, *Epidermophyton floccosum*, *Trichophyton rubrum* y *T. mentagrophytes*. De la misma manera, Tullio *et al.* (2019) trabajaron con *M. piperita* determinaron que el aceite esencial de esta especie presentó actividad fungistática sobre *T. mentagrophytes*, *M. canis* y *M. gypseum*. Por su parte, Jianu *et al.* (2021) encontraron que el aceite esencial de las partes aéreas de *M. smithiana* inhiben el crecimiento de *C. albicans* y *C. parapsilosis*.

Respecto a *M. spicata*, Ali-Shtayeh *et al.* (2019) concluyeron que el aceite esencial de las partes aéreas inhibió completamente el crecimiento micelial contra *M. canis*, *T. rubrum*, *T. mentagrophytes* y *E. floccosum*. Así mismo, Khoury *et al.* (2016) demostraron la actividad antifúngica sobre *C. albicans* y *T. rubrum*; de igual manera, Bardaweel *et al.* (2018) demostraron que fue efectiva contra *C. glabrata*.

Actualmente, diversas investigaciones realizadas sobre las propiedades del aceite esencial de especies de *Mentha*, se han verificado que tiene actividad antifúngica, además, aseguran su amplia difusión en todo el mundo y fácil acceso para mayores estudios. Sin embargo, falta precisar su efecto en dermatofitos como *Microsporium gypseum* nativo; al ser

éste de suma importancia médica debido a su resistencia a los azoles y fármacos convencionales, ocasionando fracasos terapéuticos; por lo cual, podría significar una alternativa, después de más investigaciones, como un nuevo fármaco natural para el tratamiento contra este patógeno. Por lo que, se pretende determinar el efecto de las concentraciones de 400, 500, 600 y 700 µg/mL del aceite esencial de las hojas de *Mentha spicata* procedentes de los cultivos de Pedregal, sobre el crecimiento radial de *Microsporium gypseum* in vitro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población muestral

Hojas de *Mentha spicata*, procedentes de los cultivos agrícolas ubicados en Pedregal, distrito de Simbal, provincia de Trujillo, La Libertad.

Cultivo puro de *Microsporium gypseum* nativo.

Recolección de las hojas e identificación taxonómica de *Mentha spicata*

Se recolectaron plantas completas sin ningún tipo de alteración morfológica o fisiológica de *M. spicata*. Se transportaron en bolsas de papel y conservaron hasta su posterior uso. Un ejemplar se llevó al Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo, para su identificación taxonómica.

Obtención del aceite esencial de *Mentha spicata*

Después de la recolección, se separaron las hojas de los tallos, se lavaron con agua potable para retirar las partículas de polvo, se enjuagaron con agua destilada y finalmente se cortaron en pedazos pequeños para su uso posterior. La obtención del aceite esencial de las hojas frescas de *M. spicata* se realizó mediante el método de hidrodestilación en equipo Clevenger (Bardawell et al., 2018; León et al., 2015). Se obtuvieron 2 fases, una de aceite esencial y otra de agua, luego el proceso de separación se realizó por decantación y finalmente el aceite esencial se colocó en un frasco estéril color ámbar previamente rotulado, se conservó a 4°C hasta posterior empleo.

Obtención de subcultivos de *Microsporium gypseum*

A partir del cultivo puro de *M. gypseum* nativo se realizaron subcultivos, para lo cual se sembró en tubos de ensayo con Agar Dextrosa Sabouraud (ADS), que fueron incubados a temperatura de 25°C por un periodo de 7 días (Aimad et al., 2021; Baptista et al., 2015).

Evaluación del efecto del aceite esencial de *Mentha spicata* sobre el crecimiento radial de *Microsporium gypseum*

Se determinó el efecto del aceite esencial de las hojas de *M. spicata* a concentraciones de 400, 500, 600 y 700 µg/mL sobre el crecimiento radial de *M. gypseum*, mediante la técnica de incorporación del aceite esencial en el medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud (ADS) (Gakuubi et al., 2017; Krzyśko-Łupicka et al., 2019; Pessoa et al., 2010).

Preparación del medio de cultivo con diferentes concentraciones del aceite esencial

Con ayuda de un picnómetro, se determinó la densidad del aceite esencial recolectado (0.9373 g/mL) y se diluyó en Tween 80 al 0.01% para obtener 250 mL de una solución madre a 1400 µg/mL. Posteriormente, se añadió la solución madre en 4 matraces con ADS para obtener concentraciones específicas de 400, 500, 600 y 700 µg/mL, luego se homogenizó para dispersar el aceite en el medio. Una vez mezclado se sirvió en placas de Petri estériles y se dejó solidificar a temperatura ambiente. Como control negativo no se adicionó el aceite esencial al medio de cultivo.

Siembra e incubación de *Microsporium gypseum*

Se sembraron fragmentos de micelio de *M. gypseum* nativo mediante punción central en placas con ADS conteniendo las concentraciones específicas del aceite esencial de *M. spicata* 400, 500, 600 y 700 µg/mL, incluyendo el grupo control negativo. Se incubó a temperatura de 25°C durante 7 días (Leal et al., 2018)

Lectura

La medición (mm) del diámetro de cada colonia del hongo se realizó con vernier digital en 4 direcciones para obtener un diámetro promedio final, los resultados se registraron y compararon con el grupo control. Se calculó el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PI) (Anžlovar et al., 2020) utilizando la siguiente fórmula:

$$PI (\%) = (DC-DT/DC) \times 100$$

Donde DC y DT son diámetros promedio de crecimiento del hongo en el grupo control y los tratamientos, respectivamente. Se realizaron siete repeticiones del experimento

Procesamiento de los datos

La determinación del efecto del aceite esencial de *M. spicata* sobre el crecimiento de *M. gypseum*, se realizó analizando el porcentaje de inhibición del crecimiento radial en las diferentes concentraciones del aceite esencial, se procesaron los datos mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Hazra & Gogtay, 2016), para determinar si existe diferencia significativa en el crecimiento obtenido en cada concentración del aceite esencial evaluado, en comparación del control negativo; con siete repeticiones para cada concentración, como herramienta adicional se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Games Howell.

Consideraciones éticas y de rigor

Se realizó las debidas coordinaciones con el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA para la autorización de la recolección y depósito de muestras vegetales de *M. spicata* en el Herbarium Truxillense (HUT) con el fin de identificación, preservación y conservación de la planta. Posteriormente, se sometió a la evaluación del comité de ética de la Facultad de Ciencias Biológicas para obtener su aprobación.

RESULTADOS

Los promedios del crecimiento radial de *M. gypseum* en el grupo de tratamiento y el control negativo fueron 4.36 y 2.45 mm para 400 y 500 µg/mL, respectivamente; en 600 y 700 µg/mL no hubo crecimiento y para el control negativo fue de 26.65 mm (Tabla 1). Se observa que, a mayor concentración del aceite esencial, mayor inhibición del crecimiento radial de *M. gypseum*.

Los porcentajes de inhibición del crecimiento radial (PI) respecto al control negativo para las concentraciones de 400 y 500 µg/mL fueron de 83.64 y 90.81 % respectivamente, y para 600 y 700 µg/mL se obtuvo el 100% de inhibición (Figura 1).

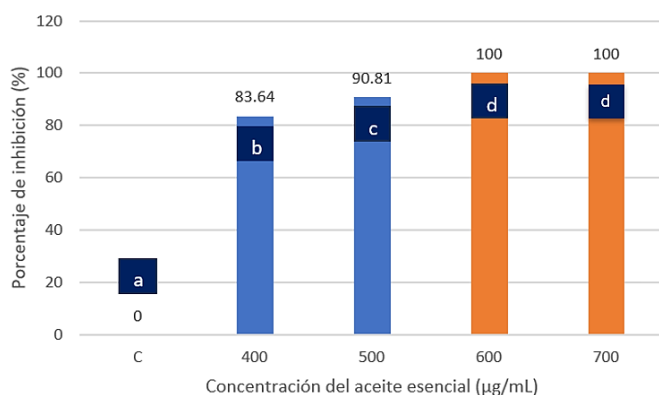
Se corroboró la diferencia significativa entre los resultados obtenidos en las diferentes concentraciones del aceite esencial mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis. La significancia fue de 0.000 siendo esta menor a 0.05; por lo tanto, la distribución de crecimiento radial no es igual entre las concentraciones, son diferentes.

Tabla 1: Crecimiento radial de *Microsporum gypseum* en diferentes concentraciones del aceite esencial de las hojas de *Mentha spicata* (µg/mL) y control negativo, al séptimo día de incubación a 25°C.

	Concentraciones (µg/mL)				Control
	400	500	600	700	C*
Promedio (mm)	4.36	2.45	0	0	26.65

* (C) Control Negativo: Agar Dextrosa Sabouraud.

Figura 1: Porcentaje de inhibición del crecimiento radial PI (%) de *Microsporum gypseum* en diferentes concentraciones del aceite esencial de las hojas de *Mentha spicata* (µg/mL) y el grupo control negativo (C) en medio Agar Dextrosa Sabouraud, al séptimo día de incubación a 25°C.



Nota: Letras diferentes (a, b, c y d) dan a conocer diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los grupos, el establecimiento de los grupos se realizó con la prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

DISCUSIÓN

En relación con los datos obtenidos sobre el crecimiento de *M. gypseum* (Tabla 1), se observa que, el aceite esencial de *M. spicata* "hierbabuena" inhibe el crecimiento radial de *M. gypseum* a una semana de incubación, con una relación directamente proporcional con respecto a las concentraciones evaluadas. Se estableció que a la concentración de 400 µg/mL el promedio del crecimiento radial del hongo en estudio fue de 4.36 mm, con un porcentaje de inhibición (PI) de 83.64 %, asimismo, a la concentración de 500 µg/mL el promedio del crecimiento radial fue de 2.45 mm, que equivale a un 90.81 % del PI, y en las concentraciones de 600 y 700 µg/mL no se observó crecimiento radial de *M. gypseum*, determinándose PI del 100 % (Tabla 1, Figura 1).

Resultados similares se presentaron en los estudios realizados por Aimad et al. (2021) quienes determinaron que el aceite esencial de las partes aéreas de *M. pulegium* procedentes de Marruecos fueron efectivas sobre hongos como *F. oxysporum* y *A. flavus*, en concentraciones de 11,25 y 22,5 µg/mL; con un porcentaje de inhibición del 92 % y 87 %, respectivamente; en tanto, *A. niger* fue el más sensible con un PI del 100 %, a diferencia de *C. albicans* que fue el más resistente, con un PI del 23 %; proponiendo que, dicha actividad probablemente se deba a su principal componente, la pulegona.

Por otro parte, Ibrahim y Abd El-Salam (2015), concluyeron que el aceite esencial de *M. piperita* comercial mostró inhibición completa del crecimiento micelial sobre *M. canis*, *E. floccosum*, *T. rubrum* y *T. mentagrophytes*, a concentraciones de 2,0 y 4,0 µL/mL. Estas concentraciones son inferiores en comparación del presente estudio, sin embargo, obtuvieron su mayor efecto inhibitorio sobre los dermatofitos. Asimismo, Tullio et al. (2019) reportaron que el aceite esencial de *M. piperita* procedente de Italia mostró actividad fungistática sobre dermatofitos, siendo, la concentración mínima inhibitoria (CMI) más alta para *T. mentagrophytes* (0.5 %, v/v) y la CMI más baja para *M. canis* y *M. gypseum* (0.125 %, v/v). Este estudio también determinó concentraciones más bajas en comparación al presente trabajo, obteniendo así la inhibición completa sobre los dermatofitos incluyendo a *M. gypseum*, proponiendo que, dicha actividad puede estar relacionada principalmente con la presencia de mentol y mentona.

Estudios realizados por Ali-Shtayeh et al. (2019) determinaron que el crecimiento micelial de *E. floccosum*, *T. rubrum*, *T. mentagrophytes* y *M. canis* analizados fue completamente inhibido por el aceite esencial de las partes aéreas de *M. spicata* procedente de Palestina en concentraciones de 1, 2 y 4 µL/mL, sin embargo, *T. mentagrophytes*, fue más susceptible en dosis más bajas de (0,03–0,5 µL/mL). Cabe recalcar que, en este estudio se empleó concentraciones mucho menores en comparación al presente trabajo, no obstante, estos hallazgos se relacionan con los resultados del presente estudio, ya que mostraron una actividad dependiente de la dosis contra los dermatofitos, es decir, cuando aumentaba la concentración del aceite esencial, aumentaba la inhibición del crecimiento micelial. Proponiendo que, dicha actividad probablemente se deba a su principal componente la carvona.

Por su parte, Khoury *et al.* (2016) mencionan que a una concentración de 512 µg/mL del aceite esencial de *M. spicata* procedente del Líbano, presentó actividad antifúngica sobre el dermatofito *T. rubrum*. Este resultado es semejante al presente estudio a concentraciones de 600 y 700 µg/mL ya que inhibió completamente el crecimiento radial del hongo; posiblemente dicha actividad se deba a la presencia de pulegona como principal componente.

La actividad antifúngica del aceite esencial de *Mentha* se puede deber a los componentes que lo conforman. El principal grupo de compuestos que se encuentran en el aceite esencial de hierbabuena conocidos por su actividad antifúngica son los monoterpenos oxigenados, están presentes alcanzando valores de hasta 84,8 a 95,3 %, seguidos de hidrocarburos sesquiterpénicos con 2,2 a 10,9 %, y en menor cantidad hidrocarburos monoterpénicos con 1,7 a 8,2% y sesquiterpenos oxigenados con 0,2 a 1,4 % (Aimad *et al.*, 2021). Asimismo, las actividades del aceite esencial se deben mayormente a los efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos de los constituyentes individuales. Cabe mencionar que dichos componentes varían en su concentración por diversos factores ya sea las condiciones climáticas o el tiempo de cosecha (Ali-Shtayeh *et al.*, 2019; Wu *et al.*, 2019).

Dentro del grupo de monoterpenos destacados en el aceite esencial de *M. spicata* tenemos la carvona y el limoneno, dichos componentes actúan sobre la pared celular e inducen la fluidización de la membrana celular, modulando las funciones de las proteínas unidas en las membranas involucradas en la señalización y transporte, provocando su ruptura e inhibiendo el proceso de respiración de la membrana mitocondrial, generando la detención del ciclo celular, causando la muerte celular o inhibiendo la esporulación y la germinación de los hongos (Ali-Shtayeh *et al.*, 2019; Boni *et al.*, 2016; Nazzaro *et al.*, 2017).

Otros estudios afirman que la actividad antifúngica de los aceites esenciales puede atribuirse a múltiples mecanismos de acción. Provocan la ruptura de la pared y la membrana celulares a través de un proceso de permeabilización. Debido a que los compuestos lipofílicos de los aceites esenciales pueden atravesar la pared celular y dañar los polisacáridos, los ácidos grasos y los fosfolípidos. El cambio de la permeabilidad de los cationes H⁺ y K⁺ afecta el pH celular y daña los orgánulos celulares. Además, los aceites esenciales inhiben la síntesis de ADN, ARN, proteínas y polisacáridos fúngicos (Karpiński, 2020).

Los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, con un p valor de 0.000 siendo menor a 0.05, se puede afirmar que hay diferencia estadísticamente significativa entre el efecto de las concentraciones del aceite esencial de *M. spicata* sobre el crecimiento radial de *M. gypseum* después de una semana de incubación. Esta diferenciación fue descrita por medio de comparaciones múltiple de Games Howell, donde se evalúa la diferenciación estadística significativa de las concentraciones de 400, 500, 600 y 700 µg/mL mostrando una diferenciación entre las concentraciones, a excepción de las concentraciones de 600 y 700 µg/mL que son similares; es decir, mientras las concentraciones de 400 y 500 µg/mL mostraron resultados de 83.64% y 90.81% de inhibición, las concentraciones de 600 y 700 µg/mL resultaron con el 100% de inhibición.

El tratamiento actual contra los dermatofitos es de suma importancia médica debido a su resistencia a los fármacos convencionales, ocasionando fracasos terapéuticos; por lo cual, el aceite esencial de las hojas de *M. spicata* podría significar una alternativa, como un nuevo fármaco natural para el tratamiento contra estos patógenos, gracias a sus componentes bioactivos del aceite esencial.

CONCLUSIONES

El aceite esencial de *Mentha spicata* a las concentraciones de 400, 500, 600 y 700 µg/mL inhibe el crecimiento radial de *Microsporum gypseum*, en proporción directa a la concentración, es decir, a mayor concentración mayor inhibición del crecimiento radial. A partir de 600 µg/mL se inhibe totalmente el crecimiento fúngico.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

LITERATURA CITADA

- Aimad, A., Sanae, R., Anas, F., Abdelfattah, E. M., Bourhia, M., Salamatullah, A. M., Alzahrani, A., Alyahya, H. K., Albadr, N. A., Abdelkrim, A., El Barnossi, A. & Noureddine, E. (2021). Chemical Characterization and Antioxidant, Antimicrobial, and Insecticidal Properties of Essential Oil from *Mentha pulegium* L. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2021, 1108133. doi:10.1155/2021/1108133
- Ali-Shtayeh, M. S., Jamous, R. M., Abu-Zaitoun, S. Y., Khasati, A. I. & Kalbouneh, S. R. (2019). Biological Properties and Bioactive Components of *Mentha spicata* L. Essential Oil: Focus on Potential Benefits in the Treatment of Obesity, Alzheimer's Disease, Dermatophytosis, and Drug-Resistant Infections. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2019. doi: 10.1155/2019/3834265
- Anžlovar, S., Janeš, D. & Koce, J. D. (2020). The Effect of Extracts and Essential Oil from Invasive *Solidago* spp. and *Fallopia japonica* on Crop-Borne Fungi and Wheat Germination. *Food Technol Biotechnol.*, 58(3), 273-283. doi:10.17113/ftb.58.03.20.6635
- Baptista, E. B., Zimmermann-Franco, D. C., Lataliza, A. A. B. & Raposo, N. R. B. (2015). Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Eucalyptus smithii* against dermatophytes. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 48(6), 746-752. doi: https://doi.org/10.1590/0037-8682-0188-2015
- Bardaweel, S. K., Bakchiche, B., ALSalamat, H. A., Rezzoug, M., Gherib, A. & Flamini, G. (2018). Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. *BMC Complement Altern Med*, 18, 201. doi:10.1186/s12906-018-2274-x
- Bayan, Y. & Küsek, M. (2018). Chemical Composition and Antifungal and Antibacterial Activity of *Mentha spicata* L. Volatile Oil. *Cienc Inv Agr*, 45, 64-69. doi: https://dx.doi.org/10.7764/rcia.v45i1.1897

- Boni, G. C., Busato, S. N., Santana, P. L., Anibal, P. C., Gomes, M. F., Buso-Ramos, M. M., Barbosa, J. P., de Oliveira, T. R. & Hofling, J. F. (2016). Antifungal and cytotoxic activity of purified biocomponents as carvone, menthone, menthofuran and pulegone from *Mentha* spp. *Afr. J. Plant Sci*, 10(10), 203-210. doi: 10.5897/AJPS2016.1454
- Da Silva, B., Sarzi, D., De Andrade, C., Weisheimer, E. & Kiszewski, A. E. (2016). Dermatophytosis caused by *Microsporum gypsum* in infants: report of four cases and review of the literature. *An Bras Dermatol*, 91(6), 823-825. doi: 10.1590/abd1806-4841.20165044
- Ebani, V.V. & Mancianti, F. (2020). Use of Essential Oils in Veterinary Medicine to Combat Bacterial and Fungal Infections. *Vet Sci*, 7(4): 193. doi: 10.3390/vetsci7040193
- Gakuubi, M. M., Maina, A. W. & Wagacha, J. M. (2017). Antifungal Activity of Essential Oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. against Selected *Fusarium* spp. *Int J Microbiol.*, 2017:8761610. doi:10.1155/2017/8761610
- García, L. & Espinosa, J. (2018). Tiña capitis por *Microsporum gypsum*, una especie infrecuente. *Arch Argent Pediatr*, 116(2), e296-e299. doi: 10.5546 / aap.2018.e296
- Hazra, A. & Gogtay, N. (2016). Biostatistics Series Module 3: Comparing Groups: Numerical Variables. *Indian J Dermatol.*, 61(3):251-260.
- Ibrahim, S.Y. & Abd El-Salam, M. M. (2015). Antidermatophyte efficacy and environmental safety of some essential oils commercial and in vitro extracted pure and combined against four keratinophilic pathogenic fungi. *Environ Health Prev Med*, 20(4), 279-286. doi:10.1007/s12199-015-0462-6
- Jianu C, Stoin D, Cocan I, David I, Pop G, Lukinich-Gruia AT, Mioc, M., Mioc, A., Soica, C., Muntean, D., Rusu, L. C., Golet, I. & Horhat, D. I. (2021). In Silico and In Vitro Evaluation of the Antimicrobial and Antioxidant Potential of *Mentha × smithiana* R. GRAHAM Essential Oil from Western Romania. *Foods*, 2021; 10(4), 815. doi:10.3390/foods10040815
- Karpiński, T. M. (2020). Essential Oils of Lamiaceae Family Plants as Antifungals. *Biomolecules*, 10, 103. doi: 10.3390/biom10010103
- Kaul, S., Yadav, S. & Dogra, S. (2017). Treatment of Dermatophytosis in Elderly, Children, and Pregnant Women. *Indian Dermatol Online J*, 8(5), 310-318. doi: 10.4103/idoj.IDOJ_169_17
- Khoury, M., Stien, D., Eparvier, V., Ouaini, N. & El Beyrouthy, M. (2016). Report on the Medicinal Use of Eleven Lamiaceae Species in Lebanon and Rationalization of Their Antimicrobial Potential by Examination of the Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Their Essential Oils. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2016, 2547169. doi:10.1155/2016/2547169
- Krzyśko-Łupicka, T., Walkowiak, W. & Białoń, M. (2019). Comparison of the Fungistatic Activity of Selected Essential Oils Relative to *Fusarium graminearum* Isolates. *Molecules*, 24(2), 311. doi:10.3390/molecules24020311
- Leal, S. M., Herrera, L. V. & Vargas, L. Y. (2018). In vitro susceptibility of *Microsporum* spp. and mammalian cells to *Eugenia caryophyllus* essential oil, eugenol and semisynthetic derivatives. *Mycoses*, 62, 41-50. doi: org/10.1111/myc.12844
- León, G., Osorio, M. & Martínez, S. (2015). Comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de *Citrus sinensis* L. *Rev Cubana Farm*, 49(4), 742-750. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000400014
- Martinez-Rossi, N. M., Bitencourt, T. A., Peres, N., Lang, E., Gomes, E. V., Quaresimin, N. R. Martins, M. P., Lopes, L. & Rossi, A. (2018). Dermatophyte Resistance to Antifungal Drugs: Mechanisms and Prospectus. *Front Microbiol*, 9: 1108. doi: 10.3389/fmicb.2018.01108
- Martinez-Rossi, N. M., Peres, N. T. A., Bitencourt, T. A., Martins, M. P. & Rossi, A. (2021). State-of-the-Art Dermatophyte Infections: Epidemiology Aspects, Pathophysiology, and Resistance Mechanisms. *J Fungi (Basel)*, 7(8): 629. doi: 10.3390/jof7080629
- Mogosan, C., Vostinaru, O., Oprean, R., Heghes, C., Filip, L., Balica, G. & Moldovan, R. I. (2017). A Comparative Analysis of the Chemical Composition, Anti-Inflammatory, and Antinociceptive Effects of the Essential Oils from Three Species of *Mentha* Cultivated in Romania. *Molecules*, 22(2), 263. doi:10.3390/molecules22020263
- Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R. & Feo, V. D. (2017). Essential Oils and Antifungal Activity. *Pharmaceuticals*, 10(4), 86. doi: https://doi.org/10.3390/ph10040086
- Parrish, N., Fisher, S. L., Gartling, A., Craig, D., Boire, N., Khuvis, J., Riedel, S. & Zhang, S. (2020). Activity of Various Essential Oils Against Clinical Dermatophytes of *Microsporum* and *Trichophyton*. *Front Cell Infect Microbiol*, 10: 545913. doi: 10.3389/fcimb.2020.545913
- Pessoa, A., de Oliveira, E., Alves, P., Santos, E. & Leite, E. (2010). Chemical composition and antifungal activity of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit leaves essential oil against *Aspergillus* species. *Brasil. J. Microbiol.*, 41(1), 28-33. https://doi.org/10.1590/S1517-83822010000100006
- Roana, J., Mandras, N., Scalas, D., Campagna, P. & Tullio, V. (2021). Antifungal Activity of *Melaleuca alternifolia* Essential Oil (TTO) and Its Synergy with Itraconazole or Ketoconazole against *Trichophyton rubrum*. *Molecules*, 26(2), 461. doi: 10.3390/molecules26020461
- Romagnoli, C., Baldisserotto, A., Vicentini, C. B., Mares, D., Andreotti, E., Vertuani, S. & Manfredini, F. (2016). Antidermatophytic Action of Resorcinol Derivatives: Ultrastructural Evidence of the Activity of Phenylethyl Resorcinol against *Microsporum gypsum*. *Molecules*, 21(10), 1306. doi: 10.3390/molecules21101306
- Sánchez, L., Matos, R. & Kumakawa, H. (2009). Infecciones micóticas superficiales. *Dermatología Peruana*, 19(3). https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/dermatologia/v19_n3/pdf/a09v19n3.pdf
- Šantić, Ž., Pravdić, N., Bevanda, M. & Galić, K. (2017). The historical use of medicinal plants in traditional and scientific medicine. *Psychiatr Danub*, 29(4), 787-792. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29278625/

- Snoussi, M., Noumi, E., Trabelsi, N., Flamini, G., Papetti, A. & De Feo, V.** (2015). *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of *Vibrio* spp. Strains. *Molecules*, 20(8), 14402-14424. doi:10.3390/molecules200814402
- Stringaro, A., Colone, M. & Angiolella, L.** (2018). Antioxidant, Antifungal, Antibiofilm, and Cytotoxic Activities of *Mentha* spp. Essential Oils. *Medicines (Basel)*, 5(4), 112. doi: 10.3390/medicines5040112
- Tullio, V., Roana, J., Scalas, D. & Mandras, N.** (2019). Evaluation of the Antifungal Activity of *Mentha x piperita* (Lamiaceae) of Pancalieri (Turin, Italy) Essential Oil and Its Synergistic Interaction with Azoles. *Molecules*, 24(17):3148. doi:10.3390/molecules24173148
- Valenzuela-Oré, F., Romaní-Romaní, F., Monteza-Facho, B. M., Fuentes-Delgado, D., Vilchez-Buitron, E. & Salaverry-García, O.** (2018). Prácticas culturales vinculadas al cuidado de la salud y percepción sobre la atención en establecimientos de salud en residentes de centros poblados Alto-Andinos de Huancavelica, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 35(1), 84-92. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3603>
- Wu, Z., Tan, B., Liu, Y., Dunn, J., Guerola, P. M., Tortajada, M., Cao, Z. & Ji, P.** (2019). Chemical Composition and Antioxidant Properties of Essential Oils from Peppermint, Native Spearmint and Scotch Spearmint. *Molecules*, 24(15), 2825. doi:10.3390/molecules24152825