

**Perfil químico y actividad antifúngica del aceite esencial de la flor de
Bauhinia rufa (Bong.) Steud**

Chemical Profile and Antifungal Activity of the Essential Oil of the *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud Flower

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3443-4205>

Dâmaris Hadassa Rangel Fonseca Bessa¹ <https://orcid.org/0000-0002-0699-5630>

Carlos Frederico de Souza Castro¹ <https://orcid.org/0000-0002-9273-7266>

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, Goiás, Brasil.

*Autor para la correspondencia: astronomoamadorgoias@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El género *Bauhinia* está compuesto por más de 300 vegetales en el mundo, donde varias especies muestran actividad antifúngica comprobada.

Objetivo: Evaluar el perfil químico del aceite esencial de la flor *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud de cuatro regiones de Goiás, Brasil para determinar su actividad antifúngica frente a aislados de *Candida*.

Métodos: La extracción del aceite esencial de la flor de *Bauhinia rufa* se realizó en sistema tipo Clevenger. El rendimiento se determinó por la diferencia en masa y la densidad relativa en picnómetro. El perfil químico se evaluó mediante cromatografía de gases/espectrómetro de masa y la actividad antifúngica se determinó a diferentes concentraciones de aceite esencial por el método de difusión en disco. La prueba de Tukey se realizó para diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$).

Resultados: El rendimiento del aceite esencial fue del 0,067 %; 0,045 %; 0,098 % y 0,065 %, con densidades respectivas de 0,907 g mL⁻¹; 0,905 g mL⁻¹; 0,908 g mL⁻¹ y 0,904 g mL⁻¹ para las regiones de Rio Verde, Jataí, Caiapônia y Pilar de Goiás. El perfil químico mostró la presencia de 39 compuestos, seis con el porcentaje más altos β-pineno, *Trans*-verbenol,

elemol, globulol, viridiflorol y oplopanona. La actividad antifúngica contra el género *Candida* fue satisfactoria frente a todos los aislados testados.

Conclusiones: El AE de la flor *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud manifiesta un buen contenido de aceite esencial y los resultados de su actividad antifúngica para las cepas de *Candida* evaluadas lo sitúan como un posible candidato para desarrollar un nuevo antifúngico.

Palabras clave: género *Bauhinia*; perfil químico por CG-EM; género *Candida*.

ABSTRACT

Introduction: The genus *Bauhinia* is made up of more than 300 plants worldwide. Several of its species have shown antifungal activity.

Objective: To evaluate the chemical profile of the essential oil of the *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud flower from four regions of Goiás, Brazil, to determine its antifungal activity against *Candida* isolates.

Methods: Essential-oil extraction from the *Bauhinia rufa* flower was carried out using a Clevenger-type system. The yield was determined by the mass difference and relative density in pycnometer. The chemical profile was evaluated by gas chromatography/mass spectrometer, and the antifungal activity was determined at different essential oil concentrations using the disk diffusion method. The Tukey test was performed for statistically significant difference ($p < 0.05$).

Results: The essential oil yield was 0.067%; 0.045%; 0.098%, and 0.065%, with densities of 0.907 g mL⁻¹; 0.905 g mL⁻¹; 0.908 g mL⁻¹ and 0.904 g mL⁻¹, respectively for the regions of Rio Verde, Jataí, Caiapônia, and Pilar de Goiás. The chemical profile showed the presence of 39 compounds: six with the highest percentage of β -pinene, trans-verbenol, elemol, globulol, viridiflorol and oplopanone. Antifungal activity against the genus *Candida* was satisfactory against all the isolates tested.

Conclusions: The essential oil of the *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud flower shows good content of essential oil. The evaluation outcomes of its antifungal activity evaluation against the *Candida* strains analyzed place it as a possible candidate to develop a new antifungal.

Keywords: genus *Bauhinia*; chemical profile by GC-MS; genus *Candida*.

Recibido: 13/02/2020

Aceptado: 27/05/2020

Introducción

El dominio Cerrado es el segundo más grande en el área territorial, así como en la composición de la fauna y flora de Brasil y del mundo, estando solo detrás del bioma Amazónico. Acoge alrededor de 12 000 especies de plantas identificadas y bien distribuidas en las diversas fitofisiognomías de este gran dominio biológico, que también se considera una transición entre otros biomas brasileños. Además, se plantea que el Cerrado es uno de los 25 *hotspot* biológicos del mundo.⁽¹⁾

En Brasil el clima tropical es un factor de gran importancia en su rica variabilidad genética vegetal, entre las que se encuentra el género *Bauhinia* que está incluido en la subfamilia Caesalpinioideae y en la tribu Cercideae. Este género tiene alrededor de 300 especies distribuidas en todo el mundo, siendo uno de los grupos más grandes en representatividad de plantas.⁽²⁾ En el país se identifican alrededor de 61 especies de *Bauhinia* en todo el territorio nacional, y es en El Cerrado donde se encuentra la mayor cantidad, con 36 especies. La especie *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud se encuentra en este dominio brasileño, en fitofisiognomías en sentido restringido, *Cerrado* delgado, *Cerrado* sucio, transición, *cerradão* y al borde de carreteras antropomorfizadas.^(3,4)

El género *Bauhinia* se conoce popularmente como *unha-de-pata* o *pata-de-pata*. La mayoría de sus especies son utilizadas en la fitoterapia popular para curar y tratar enfermedades del tracto urinario, con acción amebicida, antidisentérica, antiinflamatoria, analgésica, antirreumática, hipocolesterolemica y antidiabética.^(5,6) Las flores de *B. rufa* tienen un aroma delicado debido a la presencia de aceite esencial (AE). Se han realizado estudios de algunas de las especies de este género que confirman su actividad antimicrobiana y citotóxica, como garrapaticida e insecticida contra las larvas del mosquito *Aedes aegypti* usando AE de las hojas de *Bauhinia* sp.^(7,8,9)

Los AE se pueden extraer de cualquier órgano vegetal, como raíces, tubérculos, ramas, tallos, hojas, flores, frutas y semillas por hidrodestilación o por prensado mecánico, este último está bien diversificado para especies de cítricos.⁽¹⁰⁾ Los aceites esenciales están compuestos principalmente por monoterpenos, diterpenos, triterpenos, sesquiterpenos y por fenilpropanoides del metabolismo natural secundario de las plantas. El uso de AE está bien diversificado como aromas, fragancias, fijadores de fragancias, composiciones farmacéuticas y tópicas, así como comercializado en su forma cruda o procesado.^(11,12)

Además de estas características, el AE puede usarse como agente antifúngico, mostrando resultados importantes de inhibición del crecimiento en hongos patógenos y fitopatógenos.^(13,14,15)

El género de hongo *Candida* anualmente causa serios problemas de infecciones en la cavidad oral y genital. Su principal factor de virulencia es la capacidad de adherirse a los tejidos orales y genitales formando biopelículas.⁽¹⁶⁾ Las infecciones fúngicas más comunes están causadas por *C. albicans*, *C. guilliermondi*, *C. krusei* y *C. tropicalis*, que se conocen popularmente como candidiasis, estomatitis eritematosa o estomatitis protésica. Los pacientes inmunodepresivos con el virus del VIH constituyen el grupo con mayor riesgo de contaminación por infecciones fúngicas, las que se consideran como enfermedades oportunistas para este grupo de riesgo.⁽¹⁷⁾

Numerosos estudios muestran importantes acciones biológicas, especialmente en la actividad antifúngica de extractos y aceites esenciales extraídos de vegetales. La naturaleza es rica en compuestos del metabolismo primario y secundario de las plantas, las que son fuentes alternativas a las drogas sintéticas. De ahí la importancia que tiene continuar con el estudio del género *Bauhinia* y la evaluación de sus aceites esenciales como posibles antifúngicos.

Estos estudios tienen gran significancia porque algunos fármacos antimicóticos de referencia han demostrado una baja actividad fungistática debido a la resistencia presentada en numerosas cepas, principalmente en el género *Candida*.^(18,19) Por lo que el uso de metabolitos de plantas secundarias, como AE se convierte en una forma viable para el tratamiento individual o combinado con otros fungicidas.

De ahí que el presente trabajo tenga como objetivo evaluar el perfil químico del aceite esencial de la flor *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud de cuatro regiones de Goiás, Brasil para determinar su actividad antifúngica frente a aislados de *Candida*.

Métodos

Recolección del material vegetal y la identificación

Durante el periodo abril-mayo de 2019 se recolectaron flores de *B. rufa*, de cuatro regiones del estado de Goiás, con las siguientes referencias geográficas (GPS, garmin, Mod. eTrex 10): Rio Verde 17°47'13.7"S 50°58'00.1W (RV), Jataí 17°53'35.0"S 51°40'42.3"W (JI), Caiapônia 16°57'52.4"S 51°51'18.5"W (CA) y Pilar de Goiás 14°45'50.0"S 49°29'53.4W

(PG). Las flores se cosecharon durante las primeras horas de la mañana (6:00 am a 8:00 am); 3,5 kg de flores por cada área y se transportaron en condiciones de refrigeración hasta el laboratorio de Química Tecnológica. Una excicata se depositó en el Herbario de lo Instituto Federal Goiano, campus de Rio Verde con el Voucher HRV 0001.

Extracción del aceite esencial

Para la extracción del AE las flores se pesaron por cuadruplicado, donde para cada alícuota se pesaron aproximadamente 150 g de muestra, para cada región recolectada. Las flores se procesaron en un procesador doméstico con 500 mL de agua destilada. El proceso de extracción se llevó a cabo en un aparato Clevenger durante 3 horas a reflujo. El hidrolato se separó con 3 lavados usando 30 mL de diclorometano (alphatec, con pureza de 99,5 %). Poco después, las fracciones se combinaron y se secaron con sulfato de sodio anhidro (anidrol, con pureza de 99,0 %). Luego, la solución se filtró en papel de filtro cuantitativo faja azul. El sobrenadante se depositó en un vaso de precipitados envuelto en papel de aluminio con pequeños agujeros para la evaporación del disolvente. El sistema se mantuvo en un lugar oscuro con una temperatura de 25 °C hasta la evaporación completa del disolvente. El aceite se recogió y se midió, determinando el rendimiento en (%) de AE (m/v) según la ecuación 1.

$$\% \text{ Rend} = (\text{AEe}/\text{Mf}) * 100 \quad (1)$$

Donde: AEe, aceite esencial extraído; Mf, masa de flor.

Determinación de la densidad relativa del aceite esencial a 20 °C

Se usó un picnómetro limpio y seco de 1 mL de capacidad. El picnómetro se pesó primero vacío, en una balanza analítica. Luego se agregó el AE de *B. rufa*, se tapó y se limpió para eliminar el exceso de muestra. Después de la limpieza se pesó el conjunto y se determinó la densidad relativa del AE.⁽²⁰⁾ La que se estableció de acuerdo a la ecuación 2.

$$\text{DR} = [(\text{Ppicnómetro} + \text{muestra}) - (\text{Ppicnómetro})] (\text{g}) / \text{VAE} (\text{mL}) \quad (2)$$

Donde: Ppicnómetro peso del picnómetro; VAE volumen del aceite esencial.

Determinación del perfil químico por cromatografía de gases/espectrómetro de masas

El análisis de los componentes químicos del aceite esencial de la flor de *B. rufa* se realizó en un sistema de cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de masas (CG-EM), equipado con autoinyector (Combi PAL AOC-5000 Shimadzu), columna Restek Rtx-5ms (30 m x 0,250 mm x 0,25 μ m) y espectrómetro de masas secuencial (MSTQ8030 Shimadzu) con detector electrónico de ionización de impacto (IE) (70 eV). La temperatura inicial se mantuvo a 60 °C durante 3 min, seguida de un aumento de 3 °C min⁻¹ hasta alcanzar 200 °C y posteriormente se programó para un aumento de temperatura de 15 °C min⁻¹ a 280 °C, permaneciendo a esa temperatura durante otros 1 min.

Las temperaturas del inyector y del detector fueron de 230 °C y de 300 °C. Los análisis se realizaron utilizando gas He como vehículo, con una presión de inyección de 57,4 KPa, relación Splitless: 150, rango de detección del espectrómetro de masas: 43-550 m/z, tiempo de inicio (tiempo de corte del solvente): 3 min y flujo de 3 mL min⁻¹. La identificación de los componentes del aceite se basó en el índice de retención lineal (índice de Kovats) (IK) calculado en relación con los tiempos de retención de la serie homóloga de *n*-alcanos (C-07 a C-40) (sigma aldrich – supelco) y en el patrón de fragmentación observado en los espectros de masas, comparándolos con la literatura⁽²¹⁾ y la espectroteca (Nist 11).

Evaluación de la actividad antifúngica contra el género *Candida* por difusión en disco

En un tubo de ensayo estéril se añadieron 0,4 mL de AE de la flor de *B. rufa*, 0,04 mL de Tween 80 (synth, con pureza de 98,0 %) y 5 mL de agua ultrapura estéril. El procedimiento se realizó en una cámara de flujo laminar. El tubo de ensayo se cerró y se homogeneizó en un agitador tipo Vortex (fanem, Mod. 251) durante 3 minutos. Se obtuvo una solución final con 8 % de AE.⁽²²⁾ Los AE se evaluaron frente a aislados de cepas del género *Candida*: *C. albicans* ATCC 2115-1, *C. guilliermondi* ATCC 2018-2, *C. krusei* ATCC 2047-3 y *C. tropicalis* ATCC 2591-4 adquiridos comercialmente en forma liofilizada. Las cepas se encuentran en un banco micológico del Laboratorio de Química Tecnológica del Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Goiás, Brasil.

Las cepas se resuspendieron en 20 mL de medio estéril Caldo Sabouraud Dextrosa (kasvi – CSD) estéril. La suspensión se incubó en agitación en una mesa de incubación durante 24 h. a 36 °C. Partiendo de este cultivo se prepararon inóculos que contenían aproximadamente 10^6 UFC mL⁻¹ se estandarizaron de acuerdo con la turbidez en un tubo de 0,5 en la escala de McFarland, en espectrofotómetro UV-Vis (bel photonics – Mod. UV-M51). La prueba antifúngica se realizó en un medio sólido Agar Sabouraud Dextrosa (kasvi – ASD) usando discos de papel de filtro estéril con un diámetro de 7 mm. Placas de *Petri* con un diámetro de 9 cm con medio ASD estéril, después de la solidificación, fue agregado 1 mL de la suspensión fúngica, y homogeneizado con alza de *Drigalski*. Y luego se depositaron 4 discos de papel de filtro que contenían 50 μ L mL⁻¹ de la solución ajustada a la concentración (2, 4, y 8 %) de AE de la flor de *B. rufa*, diluido en dimetilsulfóxido (DMSO – sigma aldrich, con pureza del 99,7 %). El DMSO se probó previamente como control negativo.

Las placas se incubaron de 24-46 h a 35 °C. Después al final del período de incubación, se consideró el diámetro de los halos de inhibición en las concentraciones de AE y del antifúngico comercial Ketoconazol[®] obtenido con un calibrador digital con un error de medición igual a (0,01 mm). La inhibición mínima evaluada fue de un halo con mínimo de 10 mm de diámetro. Se realizaron dos controles, uno negativo con Tween 80, y un control positivo de sensibilidad de las cepas evaluadas a través de la acción del antimicótico estándar Ketoconazol[®] (sustancia aislada, con pureza del 98 % purifarma) en una solución acuosa con la concentración (50 μ g mL⁻¹).⁽¹⁴⁾

Análisis estadístico

Todos los ensayos se realizaron por cuadruplicado, los resultados se expresaron como el promedio \pm el error estándar. La prueba de Tukey se realizó para diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$).

Resultados

El AE de la flor de *B. rufa* mostró un rendimiento de $0,067 \pm 0,06b$; $0,045 \pm 0,07c$; $0,098 \pm 0,03a$ y $0,065 \pm 0,09b$ para Rio Verde, Jataí, Caiapônia y Pilar de Goiás respectivamente, con una diferencia significativa solo para las muestras de Caiapônia y Jataí, como lo muestra la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). La densidad relativa fue $0,907 \pm 0,0003a$; $0,905 \pm 0,0001b$;

0,908 ± 0,0003a y 0,904 ± 0,0004b g mL⁻¹ para Rio Verde, Jataí, Caiapônia y Pilar de Goiás, con diferencia significativa formando dos grupos para las muestras de (RV y CA) y (JI y PG) según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). La tabla 1 muestra los perfiles químicos de los AE de las flores de *B. rufa* recolectada en diferentes municipios del estado de Goiás, Brasil.

Los compuestos mayoritarios fueron β-pineno 12,36; 19,74; 15,00; 11,23 % (RV, JI, CA y PG), *Trans*-verbenol 11 % (JI), elemol 10,18 % (CA), globulol 9,00 % (JI), viridiflorol 11,55; 8,32; 15,08; 10,12 % (RV, JI, CA y PG), oplopanona 10,66; 8,08 % (RV y PG), respectivamente.

Tabla 1 - Perfil químico de los aceites esenciales por CG-EM de la flor de *Bauhinia rufa* recolectadas

Compuesto	IR	RV	JI	CA	PG
α-Pineno	940	3,17	1,11	0,39	-
Sabineno	975	1,23	0,98	-	1,17
β-Pineno	983	12,36	19,74	15,00	11,23
γ-3-Careno	1012	0,90	0,85	1,00	0,38
Fenchone	1086	0,88	---	---	---
Linalool	1103	3,14	1,64	0,88	-
<i>Trans</i> -Verbenol	1144	6,17	11,00	5,01	4,08
Mirtenal	1195	4,21	3,13	---	1,18
Acetato de <i>Endo</i> -Fechol	1225	0,46	0,50	0,21	0,66
1-Decanol	1271	5,11	0,67	2,37	5,34
β-Bourboneno	1384	0,55	0,33	0,68	1,12
Aromadendreno	1442	0,23	0,38	1,01	---
α-Humuleno	1457	0,70	0,47	2,01	0,38
Germacreno D	1478	3,76	7,91	6,12	5,46
Biciclogermacreno	1497	1,00	---	1,33	0,87
β-Himachaleno	1500	1,90	1,54	1,32	1,81
δ-Amorfeno	1506	---	---	2,18	---
Cubenol	1516	0,55	0,50	1,01	0,88
Elemol	1548	3,14	1,64	10,18	2,72
Germacreno D-4-ol	1574	5,08	4,71	---	7,77
Globulol	1585	---	9,00	6,66	3,15
Viridiflorol	1590	11,55	8,32	15,08	10,12

Guaiol	1594	0,33	0,30	0,36	0,68
10-Epi- γ -Eudesmol	1624	0,91	0,87	0,80	0,81
1-Epi-Cubenol	1627	0,88	0,34	0,65	0,41
α -Acorenol	1632	---	0,31	---	0,96
Himachalol	1638	---	---	---	5,00
Epi- α -Muurool	1642	0,30	0,55	1,12	0,77
Cis-Calamenen-10-ol	1661	1,27	1,00	1,64	3,55
Bulnesol	1667	0,14	---	0,31	---
Guaia-3,1-(14)-dien-11-ol	1680	4,07	---	2,15	3,64
Epi- α -Bisabolol	1686	7,22	4,11	7,00	4,56
Oplopanone	1721	10,66	3,78	4,54	8,08
(Z)-Lanceol	1764	0,19	1,14	---	3,27
Acetato (Z)- α -Santalol	1789	1,04	4,12	4,68	2,00
Drimenone	1795	---	---	3,22	---
8- α -Acetoxielemol	1805	0,90	4,56	0,32	0,44
Platambin	1866	1,11	0,99	0,76	---
Acetato de α -Chenopodiol-6	1962	3,00	3,08	---	---
Total identificado	---	98,11	99,57	99,99	97,49

IR = Índice de retención. RV = Rio Verde. JI = Jataí. CA = Caiapônia. PG = Pilar de Goiás. Resultados en porcentaje de área relativa al pico.

La tabla 2 muestra el diámetro de inhibición para 4 cepas de *Candida* en diferentes concentraciones (2 %, 4 %, 6 % y 8 %) de AE de la flor de *B. rufa* recolectada en diferentes regiones del estado de Goiás, Brasil. Los resultados de inhibición se expresan en milímetros (mm) en un halo de antibiosis causado por las cepas evaluadas. Los halos de antibiosis se forman a partir de la sensibilidad para cada cepa por uno o en sinergia en los compuestos para cada fracción de AE evaluado.

Tabla 2 - Diámetro de inhibición de los aceites esenciales de la flor de *Bauhinia rufa* recolectados en cuatro regiones del estado de Goiás, Brasil, en cepas del género *Candida*

Cepas	<i>C. albicans</i> *	<i>C. guilliermondii</i> *	<i>C. krusei</i> *	<i>C. tropicalis</i> *
2 %	9/10/8/11	9/10/12/10	14/16/15/17	5/9/7/7
4 %	15/11/13/16	13/15/15/14	19/21/20/19	9/11/8/11
6 %	20/18/21/22	18/18/17/19	26/24/23/22	11/13/10/12
8 %	24/22/22/21	21/23/26/20	29/28/27/27	15/12/16/22
Tween 80	---	---	---	---
Ketoconazol	26	25	28	30

*Resultados expresados en diámetro en (mm) de los halos de inhibición del crecimiento fúngico, separados por (/) para cada área de recolección de plantas. Tween 80 control negativo. Ketoconazol 50 µg mL⁻¹, control positivo.

Discusión

La presente investigación es el primer estudio, que se tenga conocimiento, que evalúa la regionalidad en la constitución química del AE de la especie *B. rufa*, de la que se determinaron 39 compuestos. Poco se sabe sobre la constitución química del AE de este género, ya que tiene numerosas especies distribuidas en los trópicos. El rendimiento mostró una diferencia estadística que forma tres grupos (a, b y c) para el AE recolectado en los municipios de Caiapônia grupo (a) y Jataí grupo (c) por la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). No hubo diferencia estadística para el AE recolectado en los municipios de Rio Verde y Pilar de Goiás grupo (b) por la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Solo se encontraron en la literatura consultada dos estudios que evalúan el AE de las flores de *Bauhinia*.^(1,23) Uno de ellos es el de *Sahoo* y otros,⁽²⁴⁾ en el que los investigadores obtuvieron un rendimiento del 0,25 % para el AE de la flor de *Bauhinia variegata*. Los registros de rendimiento de AE en flores del género *Bauhinia* son escasos. Por su parte en un estudio en el que solo se quería comparar el rendimiento extraído de las flores, *Pires* y otros⁽²⁵⁾ obtuvieron un rendimiento del 0,3 % para el AE de la flor de *C. viminalis*.

Las densidades alcanzadas en el presente estudio, entre las cuatro muestras de AE, son compatibles y similares a las obtenidas por *Alarcón* y otros,⁽²⁰⁾ quienes evaluaron el AE de las hojas de *E. globulus* en dos procesos de extracción, uno simple y otro asistido y encontraron densidad igual a 0,901 g mL⁻¹ y 0,905 g mL⁻¹ para hidrodestilación simple y por microondas, respectivamente.

El análisis realizado por CG-EM reveló la presencia de 6 compuestos mayoritarios que varían en la concentración entre las regiones de recolección de las flores de *B. rufa*. Algunos compuestos no fueron constantes en las 4 muestras de AE evaluadas, lo que sugiere que los compuestos del metabolismo secundario de esta especie de planta varían según las regiones de recolección, factores intrínsecos y extrínsecos como altitud, suelo, incendios, lluvia, tipo de fisonomía, variabilidad genética e irradiación solar, los que influyen en el contenido y la cantidad de compuestos.^(25,26) Sahoo y otros⁽²³⁾ identificaron compuestos con un mayor porcentaje de γ -Elemeno (19,0 %) y *Cis*-murrol-5-en-4- α -ol (24,4 %) para el AE de la flor de *B. variegata*.

Con respecto a la prueba antimicótica, se observaron buenos resultados de inhibición a través de la prueba de difusión de disco. Todas las concentraciones (2 %, 4 %, 6 % y 8 %) tuvieron un efecto inhibitorio satisfactorio; especialmente para concentraciones de 6 % y 8 % con las tasas de inhibición más altas observadas por la formación del halo de antibiosis. El AE recolectado en Caiapônia mostró un mayor halo de inhibición para *C. guilliermondi*, lo mismo se observó para el AE en la región de Río Verde para *C. krusei* y similar para el AE recolectado en Jataí en comparación con el ketoconazol antifúngico de referencia. Sin embargo, el AE recolectado en la región de Pilar de Goiás mostró las tasas de inhibición más bajas en comparación con las otras regiones del estudio. La propiedad inhibitoria se observa a través de los halos (8-29 mm) contra la acción de inhibición fúngica de los aceites esenciales de *B. rufa* en la tabla 2.

Los resultados de este estudio, considerando el AE de la flor de *B. rufa*, son compatibles con los observados por otros autores como Castro y Lima⁽¹⁶⁾ que evaluaron los aceites esenciales de *O. odorifera* y *R. officinalis*, los que se ha demostrado que contienen compuestos que son sensibles a diferentes cepas de *C. albicans* y resistentes a *C. tropicalis*. Lima y otros⁽¹⁴⁾ obtuvieron una alta eficiencia de inhibición del crecimiento en especies de *Candida* usando AE de *C. zeylanicum* y *P. boldus* alrededor del 58 % de CIM. Sin embargo, todos los aceites esenciales no se comportan igual, los estudios que evaluaron el AE de *C. limon*, *E. citriodora* y *R. officinalis* demostraron una baja actividad fungistática en las cepas analizadas. El AE de *E. uniflora* mostró una baja actividad de inhibición para las cepas de *Candida*, sin embargo, demostró actividad antifúngica para *C. krusei*. En este estudio se observó resistencia a la cepa *C. tropicalis*, como también lo observaron Lima y otros.⁽¹⁴⁾

Se puede concluir que el AE de la flor *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud manifiesta un buen contenido de aceite esencial y los resultados de su actividad antifúngica para las cepas de *Candida* evaluadas lo sitúan como un posible candidato para desarrollar nuevos antifúngicos.

Agradecimientos

Al Instituto Federal Goiano, Campus de Rio Verde; la Universidad Federal de Goiás, Campus Samambaia; la Universidad Federal de Jataí, Goiás; a los laboratorios de Biomoléculas y Bioensayos, Química Tecnológica, Química de Productos Naturales y, Aguas y Efluentes; y FAPEG por la beca de Maestría en Agroquímica para el autor Antonio.

Referencias bibliográficas

1. Da Silva KLC, Da Silva MMC, De Moraes MM, Da Camara CAG, Dos Santos ML, Fagg CW. Chemical composition and acaricidal activity of essential oils from two species of the *Bauhinia* that occur in the *Cerrado* biome in Brazil. *Journal of Essential oil Research*. 2020;32(1):23-31. DOI: [10.1080/10412905.2019.1662338](https://doi.org/10.1080/10412905.2019.1662338)
2. Duarte-Almeida JM, Negri G, Salatino A. Volatile oils in leaves of *Bauhinia* (Fabaceae Caesalpinioideae). *Biochemical Systematics and Ecology*. 2004;32:747-53.
3. RCPol (Rede de catálogos polínicos online). Palinoecologia. Fabaceae *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. Minas Gerais, Brasil, municipio de Uberlândia: Paulo Eugênio AM. de Oliveira (editor); 2012 [acceso 14/04/2020]. Disponible en: <http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-BR:Bauhinia%20rufa>
4. Da Silva KL, Filho VC. Plantas do gênero *Bauhinia*: composição química e potencial farmacológico. *Química Nova*. 2002;25(3):449-454.
5. Mors WB, Rizzini CT, Pereira NA, 2000. *Medicinal Plants of Brazil*. Reference Publications, Inc. Michigan: Algonac; 2000. 501 p.
6. Willain Filho A, Breviglieri E, Cechinel Filho V, Santos ARS. Antinociceptive effect of the hydroalcoholic extract of *Bauhinia splendens* in mice. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 1997;49(8):823-27.
7. Medeiros SRNA, Melo Filho AA, Da Costa HNR, Santos Silva FD, Dos Santos RC, Takahashi JA, *et al*. Chemical profile, antimicrobial activity, toxicity on *Artemia salina* and

anti-acetylcholinesterase enzyme essential oil from *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae) leaves. Journal of Medicinal Plants Research. 2016;10(29):442-49.

8. De Sousa LM, De Carvalho JL, Gois RWS, Da Silva HC, Santiago GMP, Lemos TLG, *et al.* Composition, Larvicidal and cytotoxic activities of the essential oils from two *Bauhinia* species. Records of Natural Products. 2016;10(3):341-48.

9. Gois RWS, De Sousa LM, Lemos TLG, Arriaga AMC, Andrade-Neto M, Santiago GMP, *et al.* Chemical composition and larvicidal effects of essential oil from *Bauhinia acuruana* (Moric) against *Aedes aegypti*. Journal of Essential Oil Research. 2011;23(5):59-62.

10. Bizzo HR, Hovell AMC, Rezende CM. Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. Química Nova. 2009;32(3):588-594.

11. Silva-Santos A, Antunes AMS, Bizzo HR, d'Avila LA, Souza-Santos LC, Souza RC. Analysis of uses of essential oils and terpenics/terpenoids compounds by pharmaceutical industry through USPTO granted patents. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. 2008;8(1):8-15.

12. Craveiro AA, Queiroz DC. Óleos essenciais e química fina. Química Nova. 1993;16(3):224-28.

13. Deus RJA, Alves CN, Arruda MSP. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. 2011;13(1):1-7.

14. Lima IdeO, Oliveira RdeAG, Lima EdeO, Farias NMP, De Souza EL. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. Revista Brasileira de Farmacognosia. 2006;16(2):197-201.

15. Mariath IR, Lima IdeO, Lima EdeO, Batista LM. Atividade antifúngica do óleo essencial de *Eugenia aromatica* B. contra fungos dematiáceos. Revista Brasileira de Farmácia. 2006;87(3):81-4.

16. Castro RD, Lima EO. Atividade antifúngica dos óleos essenciais de sassafrás (*Ocotea odorifera* Vell.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) sobre o gênero *Candida*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. 2011;13(2): 203-08.

17. Castro RDde, Lima EdeO. Atividade antifúngica in vitro do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* L. sobre *Candida* spp. Revista de Odontologia da UNESP. 2010;39(3):179-184.

18. Peres NTdeA, Maranhão FCA, Rossi A, Martinez-Rossi NM. Dermatofitos: interação patógeno-hospedeiro e resistência a antifúngicos. Anais Brasileiros de Dermatologia. 2010;85(5):657-67.
19. Menezes TOdeA, Alves ACBA, Vieira JMdosS, Menezes SAFde, Alves BP, Mendonça LCdeV. Avaliação in vitro da atividade antifúngica de óleos essenciais e extratos de plantas da região amazônica sobre cepa de *Candida albicans*. Revista de Odontologia da UNESP. 2009;38(3):184-91.
20. Alarcón MET, Conde CG, Méndez GL. Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill. Rev Cubana Farm. 2019 [acceso 29/06/2020];52(1):e266. <http://www.revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/266/206>
21. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th. Ed. Carol Stream: Allured Publ; 2007. 804 p.
22. Allegrini M, Siméon M, Maillos H, Boiloot A. Èmulsions et applications em microbiologie. Travaux de la Sociéte de Pharmacie de Montpellier. 1973;33:73-86.
23. Sahoo D, Ahmad A, Ahamad J, Tandon S. Chemical composition of the essential oil from flowers of *Bauhinia variegata* (Kachnar) of Northern India. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2013;16(5):636-40.
24. Pires CH, Paula JAM, Tresvenzol LMG, Ferri PH, De Paula JR, Fiuza TdeS, Bara MTF. Composição química e atividade antimicrobiana dos óleos essenciais das folhas e flores de *Callistemon viminalis* (sol. Ex Gaertn.) G. Don ex. Loudon (Myrtaceae). Revista de Ciências Farmacêuticas Básica Aplicada. 2013;34(4):597-601.
25. Schindler B, Da Silva DT, Heinzmann BM. Efeito da sazonalidade sobre o rendimento do óleo essencial de *Piper gaudichaudianum* Kunth. Ciência Florestal. 2018 [acceso 29/06/2020];28(1):263-73. Disponible en: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/31581>
26. De Barros FMC, Zambarda EdeO, Heinzmann BM, Mallmann CA. Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). Química Nova. 2009;32(4):861-67.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses.

Contribuciones de los autores

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho: conceptualización; curación de datos; análisis formal. análisis estadístico; redacción - borrador original.

Dâmaris Hadassa Rangel Fonseca Bessa: conceptualización, investigación.

Carlos Frederico de Souza Castro: adquisición de fondos; administración del proyecto; redacción - revisión.