

Evaluación química, fisicoquímica y actividad antifúngica de los aceites esenciales de *Bauhinia variegata* L. (Fabaceae)

Chemical, physiochemical and antifungal activity's assessment of *Bauhinia variegata* L. (Fabaceae)

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

Josemar Gonçalves de Oliveira Filho² <https://orcid.org/0000-0001-9755-7128>

Rafael Martins da Cruz³ <https://orcid.org/0000-0002-5691-3242>

Adrielle Pereira da Silva¹ <https://orcid.org/0000-0002-9220-2341>

Wendel Cruvinel de Sousa¹ <https://orcid.org/0000-0002-0405-1089>

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

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

²Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Campus Araraquara, São Paulo, Brasil.

³Faculdade de Quirinópolis, Campus Quirinópolis, Goiás, Brasil.

*Autor para correspondencia: astronomoamadorgoias@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El género *Bauhinia* en la actualidad está representado por unas 300 especies distribuidas en todo el mundo, un número de ellas con importantes acciones biológicas en sus extractos y en sus aceites esenciales.

Objetivo: Evaluar el perfil químico, las características fisicoquímicas y la actividad antifúngica de los aceites esenciales extraídos de las flores y frutos de *Bauhinia variegata* sobre el género *Candida*.

Métodos: Se recogieron flores y frutos en *Rio Verde – Goiás*, Brasil, en las primeras horas de la mañana. El aceite esencial se extrajo con el uso del sistema Clevenger. Se realizaron algunas pruebas fisicoquímicas, tales como características organolépticas, rendimiento (%), solubilidad, rotación óptica, índice de refracción y densidad relativa. El ensayo antifúngico

se realizó utilizando el método de difusión en disco, evaluando las siguientes cepas: *Candida albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis* y *C. guilliermondi*.

Resultados: Se demostró que los aceites esenciales son homogéneos y aromáticos. El perfil químico presentó 5 y 6 compuestos mayoritarios para los AEs flor y fruto, respectivamente. El rendimiento fue de un 0,37 % y un 0,66 %; la solubilidad positiva, rotación óptica de + 37,3 y + 34,9 α_D ; el índice de refracción de 1,3584 y 1,4601 a 20 °C; y la densidad relativa de 0,937 g mL⁻¹ y 0,931 g mL⁻¹ a 20 °C, para la flor y el fruto, respectivamente. Los resultados de la actividad antifúngica demostraron, a través de la zona de inhibición, resultados importantes para ambos aceites esenciales. Todas las cepas fúngicas de *Candida* fueron sensibles a las concentraciones de aceite evaluadas.

Conclusiones: Los aceites esenciales de la flor y el fruto de *B. variegata* muestran 5 y 6 compuestos mayoritarios, respectivamente, buenas características fisicoquímicas y, actividad antifúngica especial sobre las cepas de *Candida*.

Palabras clave: *Bauhinia variegata*; *Candida*; actividad antifúngica; solubilidad de aceites esenciales.

ABSTRACT

Introduction: *Bauhinia* genre is currently represented by around 300 species distributed all over the world, and a number of them with important biological actions in their extracts and essential oils.

Objectives: Evaluate the chemical profile, the physicochemical characteristics and the antifungal activity of essential oils extracted from the flowers and fruits of *Bauhinia variegata* over *Candida* genre.

Methods: Flowers and fruits were collected in Rio Verde-Goiás, Brazil in the first hours of the morning. The essential oil was extracted by using the Clevenger system. Some physicochemical tests were made as organoleptic characteristics, performance (%), solubility, optical rotation, refraction index and relative density. The antifungal trial was made by using the disk diffusion method and assessing the following stumps: *Candida albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis* and *C. guilliermondi*.

Results: It was proved that the essential oils are smooth and aromatic. The chemical profile showed 5 and 6 main compounds from the AEs flower and fruit, respectively. The performance was of 0,37% and 0,66%; the solubility was positive, the optical rotation was

of +37,3 and +34,9 α_D ; the refraction index was of 1,3584 and 1,4601 in 20°C; and the relative density was of 0,937 g mL⁻¹ and 0,931 g mL⁻¹ in 20°C for the flower and the fruit, respectively. The results of the antifungal activity showed through the inhibition zone important results for both essential oils. All the antifungal stumps were sensitive to the assessed oily concentrations.

Conclusions: The essential oils of the flower and the fruit of *B. variegata* show 5 and 6 main compounds, respectively, good physicochemical characteristics and special antifungal activity in comparison with the stumps of *Candida*.

Keywords: *Bauhinia variegata*; *Candida*; antifungal activity; essential oils' solubility.

Aceptado: 27/05/2020

Recibido: 24/07/2020

Introducción

El género *Bauhinia* tiene alrededor de 300 especies distribuidas en todo el mundo, especialmente en áreas con clima tropical. Este género pertenece a la Familia *Leguminosae* (*Caesalpinioideae*). De las innumerables especies que pertenecen a este grupo, algunas han sido sometidas a estudios farmacológicos con extractos y aceites esenciales (AEs) extraídos de las raíces, hojas, ramas, flores, frutos y semillas mostrando acciones biológicas como: antifúngico, antipirético, analgésico, antiespasmódico, antitumoral, antimicrobiano, garrapaticida, antipalúdico, antioxidante, citotóxico, larvicida, entre otros.^(1,2,3,4,5)

La especie *Bauhinia variegata* se introdujo en Brasil como una especie ornamental para sombrear calles, aceras, avenidas y parques, y es conocida popularmente como “(es) garra de buey; (pt) unha-de-boi, (es) pie de vaca; (pt) pata-de-vaca o (es) pezuña de vaca; (pt) casco-de-vaca”. La especie *B. variegata* se ha adaptado bien a los diversos climas de Brasil, en general tropical brasileño, así como a los diversos tipos de suelos y estacionalidad, incluyendo los periodos de las estaciones lluviosas y secas. La especie se origina en el continente asiático, se encuentra fácilmente en China, India y Vietnam.^(4,5,6)

Tanto las flores como los frutos de *B. variegata* tienen AE que son una mezcla de compuestos del metabolismo secundario natural utilizado en los procesos de reproducción y

propagación de la especie en el medio ambiente.⁽⁷⁾ Duarte-Almeida y otros,⁽⁸⁾ estudiaron los componentes del AE de las hojas de diferentes especies de *Bauhinia*, *Bauhinia aculeata*, *Bauhinia brevipes*, *Bauhinia forficata*, *Bauhinia longifolia*, *Bauhinia rufa*, *Bauhinia pentandra* y *B. variegata*, donde los AEs presentaron el mayor porcentaje de compuestos sesquiterpénicos.

En un estudio realizado por Wassel y otros⁽⁹⁾ en Egipto, con las especies *B. variegata* y *B. purpurea*, se pudieron identificar los compuestos mayoritarios extraídos de las flores α -pineno, limoneno, mirceno, linalol, acetato de citronelol, fenilpropanoides y eugenol, y 24 nuevos terpenoides que aún no han sido reportados para el género *Bauhinia*. Trabajo similar desarrollado por De Sousa y otros,⁽¹⁰⁾ describió los siguientes compuestos volátiles para los AEs de las hojas de *Bauhinia pulchella* y *Bauhinia unguolata*: triciclono, α -pineno, β -pineno, α -copaeno, (*E*)-cariofileno y óxido de cariofileno.

En general, los AEs tienen numerosos estudios fitoquímicos que demuestran diversas acciones farmacológicas, especialmente como inhibidores del crecimiento de variado número de grupos fúngicos, que pueden causar afecciones en humanos y en cultivos agrícolas de interés económico.

Varios compuestos de AEs tienen una alta eficiencia en la inhibición del crecimiento de hifas y esclerocios que son medios de reproducción de hongos. El género *Candida* tiene numerosas especies que causan enfermedades en humanos y animales, conocidas como candidiasis. Este grupo de hongos patológicos ataca los labios, el tejido epitelial de los órganos sexuales y el tejido gástrico. Los aislados de *Candida* se consideran patógenos comensales que pueden comprometer las barreras protectoras, y se encuentran en individuos con baja inmunidad, enfermedades degenerativas, neoplasias y grupos seropositivos al virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).⁽¹¹⁾

Actualmente, numerosos fungicidas en el mercado son de origen sintético, algunos de ellos provocan contaminación severa del suelo, al agua y también en el desarrollo de diversas formas de vida en el medio ambiente, como los insectos polinizadores. Otro problema que ha estado ocurriendo es la resistencia a los compuestos antimicóticos en los que innumerables hongos han adquirido esta condición a lo largo de los años. Por lo que se hace necesario desarrollar nuevas moléculas naturales extraídas de vegetales que puedan tener una alta eficiencia como agente antifúngico y tensioactivo con actividad fungistática natural, que no dañe el medio ambiente.^(12,13)

Por lo que el objetivo del presente estudio es evaluar el perfil químico, las características fisicoquímicas y la actividad antifúngica de los aceites esenciales extraídos de las flores y frutos de *Bauhinia variegata* sobre el género *Candida*.

Métodos

Recolección e identificación del material botánico

Durante el periodo de abril-mayo de 2020 se recolectaron flores y frutos de *B. variegata* en Rio Verde, Goiás, Brasil, con las siguientes referencias geográficas: 17°48'01.9''S 50°56'02.2''W. Las flores y frutos se cosecharon durante las primeras horas de la mañana (7:00 am a 8:00 am); 5 kg de flores y frutos fueron recolectados en condiciones de refrigeración hasta el laboratorio de Química Tecnológica. Una muestra se depositó en el Herbário del Instituto Federal Goiano, Campus de Rio Verde, Goiás, Brasil, con el siguiente Voucher HRV 0003.

Procesamiento del material botánico y extracción del aceite esencial

Para la extracción del AE de las flores y frutos (vainas con semillas) se pesaron por triplicado 500 g de cada muestra vegetal. Las flores y frutos se procesaron en una licuadora 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, P.A – ACS, con pureza de 99,5 %). Poco después, las fracciones se secaron con sulfato de sodio anhidro (Anidrol, P.A – ACS, con pureza de 99 %). Posteriormente, la solución se filtró con papel de filtro cuantitativo faja azul (Quanty, JP 42, 8 µm, 80 g m³). 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.

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

Donde: AE aceite esencial en (mL); *Mf*, masa de fresca (*in natura*)

Perfil químico de los AEs por CG-EM

El perfil químico se realizó en un cromatógrafo de gases con espectrómetro de masas (CG-EM) (Shimadzu), columna Restek Rtx-5ms (30 m x 0,250 mm x 0,25 µm). Espectrómetro de masas (Shimadzu) y detector electrónico de ionización de impacto (EI) (70 e.V). La identificación de los compuestos se basó en el índice de Kovats calculado en relación con los tiempos de retención de la serie homóloga de *n*-alcanos (C7 - C38) y en el patrón de fragmentación de la espectroteca NIST (11).

Determinación de las propiedades fisicoquímicas de los AEs

La solubilidad de los AEs se evaluó en una solución acuosa de etanol al 70 % (v/v). En un tubo *Eppendorf* una alícuota de 100 µL de una solución hidroetanólica de 70 % y 2 µL del AE. El tubo se homogeneizó en equipo tipo Vortex a 100 rpm durante 5 minutos. La prueba de índice de refracción se realizó con el refractómetro (Hanna Instruments, Mod. HI96800) con índice de refracción (1,3330 a 1,5080), resolución de 0,0001 a 20 °C. La rotación óptica fue determinada en un polarímetro provisto de una celda de 10 mL, a una temperatura de 20 °C y la línea α_D del sodio en 589,3 nm (Novainstruments, Mod. WXG-4, rango de medida -180° a +180° en la escala Vernier). Se preparó una solución al 10 % (p/v) del AEs en etanol al 96 % (LS Chemicals, P.A – ACS). La determinación de la densidad relativa se realizó en un picnómetro con capacidad de 1 mL. Se transfirió una alícuota de 1 mL de AE a un picnómetro limpio y seco. El peso del picnómetro vacío se determinó inicialmente, y luego se añadió el AE y se determinó la masa del AE. La ecuación 2 se usó para determinar la densidad relativa a 20 °C. Todas las pruebas se realizaron según lo descrito por *Alarcón y otros*.⁽¹⁴⁾

$$\text{Densidad (g mL)} = \frac{[(P_{pic+muestra})-(P_{pic})]}{\text{Volumen del AE}} \quad (2)$$

Donde P_{pic} = peso del picnómetro (g), muestra = AE (mL).

Evaluación de la actividad antifúngica por el método de difusión en disco

Para evaluar la actividad antifúngica del género *Candida* se siguió el método de difusión en disco adaptado, descrito por *Rivera y otros*.⁽¹⁵⁾ Se emplearon aislados de hongos de un banco

micológico del laboratorio de Química Tecnológica con los siguientes registros *Candida albicans* ATCC 2115-1, *C. guilliermondi* ATCC 2018-2, *C. krusei* ATCC 2047-3 y *C. tropicalis* ATCC 2591-4 adquiridos comercialmente.

Para el ensayo se partió del aceite puro 100 μL y diluciones respectivas en Tween 80 (Hexis Científica, P.A – ACS, pureza de 98 % – 100 %) en concentraciones inferiores 50; 25 y 12,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Como control negativo, se usó Tween 80, y como control positivo, ketoconazol (Purifarma, P.A – ACS, pureza del 98 %), en una solución de Tween 80 con la concentración de 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Las cepas se resuspendieron en 20 mL de medio estéril Caldo Sabouraud Dextrosa (Kasvi – CSD) estéril. La suspensión se agitó en una mesa de agitación con incubación (Solab, Mod. Shaker SL-222) 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 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 (ASD) usando discos de papel de filtro estéril con un diámetro de 7 mm. Placas de *Petri* con un diámetro de 10 cm con medio ASD estéril, después de la solidificación, fue agregado 1 mL de la suspensión fúngica, y homogeneizado con alza de *Drigalski*. Se depositaron 4 discos de papel de filtro que contenían 50 μL de la solución ajustada en las concentraciones (100 $\mu\text{L mL}^{-1}$, 50 $\mu\text{L mL}^{-1}$, 25 $\mu\text{L mL}^{-1}$ y 12,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$) de los AEs de la flor y fruto de *B. variegata*, diluido en Tween 80. Lo mismo se hizo para los controles positivos y negativos. Las placas se incubaron en una incubadora bacteriológica (SolidSteel, Mod. SSB40L) durante 24-46 h a 35 °C. Después del periodo de incubación, se consideró el diámetro (mm) de los halos de inhibición en las concentraciones de AEs y del antifúngico comercial Ketoconazol[®] y del Tween 80, obtenido con un calibrador digital (Digimess, Mod.100.174BL) 150 mm resolución de 0,01mm/0005”, y con un error de medición igual a (0,01 mm). El halo de inhibición mínimo considerado, fue de 5 mm.

Análisis estadístico

Todos los ensayos se realizaron por triplicado según los protocolos establecidos, los resultados se expresaron como el promedio (\pm) el error estándar de la media, y se analizaron

mediante prueba t de Student ($p \leq 0,05$) donde los valores se consideraron significativos. Para los análisis estadísticos se utilizó el paquete PAST 3 (versión, 2019 libre).

Resultados

En la figura 1, se presentan los órganos reproductores, flor y fruto (vaina con semillas) de *B. variegata* recolectados en el municipio de Rio Verde.



Fig. 1 - Muestra de *Bauhinia variegata*: (A) inflorescencia y (B) fruto verde, tipo vaina, fotografiado en abril de 2020.

Los compuestos mayoritarios para la flor fueron γ -elemeno (12,54 %), *Cis*-murreol-5-en-4- α -ol (20,18 %), γ -eudesmol (9,47 %), 5-cedranona (11,06 %) y δ -cadieno (14,00 %), y, para los frutos cubenol (9,21 %), (*Z*)- β -farneseno (12,74 %), lanceol (32,09 %), α -bisabolol (18,88 %), β -cubebeno (8,45 %) y α -amorfeno (7,13 %).

En la tabla, se muestran los resultados obtenidos de los AEs de *B. variegata* recolectados en los meses de abril-mayo de 2020, con rendimiento del 0,37 % y el 0,66 %, solubilidad positiva, rotación óptica de + 37,3 α_D y 34,9 α_D , índice de refracción 1,35 y 1,46 y densidad de 0,93 y 0,93, respectivamente.

Tabla -Parámetros fisicoquímicos de aceites esenciales de la flor y fruto de *Bauhinia variegata*, recolectados en la ciudad de Rio Verde – Goiás, Brasil, en abril-mayo de 2020

Parámetros	Resultados	
	AE flor	AE fruto
Organolépticos	Líquido incoloro, transparente, homogéneo, cristalino, aromático y aceitoso al tacto	Líquido ligeramente amarillo, transparente, homogéneo, cristalino, aromático y aceitoso al tacto
Rendimiento %	0,37 ± 0,13 ^b	0,66 ± 0,06 ^a
Solubilidad (v/v)	Positivo	Positivo
Rotación óptica α _D	+37,3 ^a	+34,9 ^a
Índice refracción 20 °C	1,3584 ± 0,03 ^b	1,4601 ± 0,01 ^a
Densidad relativa 20 °C (g mL ⁻¹)	0,934 ± 0,15 ^a	0,931 ± 0,08 ^a

Nota: filas sin ninguna letra en común presentaron diferencias estadísticas significativas a un nivel de confianza por la prueba de t de Student ($p \leq 0,05$).

En la figura 2, se muestran los resultados de la inhibición micelial expresada en diámetro del halo de antibiosis para el AE de la flor de *B. variegata* en aislados de *C. albicans*, *C. guilliermondi*, *C. krusei* y *C. tropicalis*. Donde las concentraciones 50 µL mL⁻¹ con halos de inhibición de (22 mm; 27 mm; 18 mm y 20 mm) y 100 µL mL⁻¹ con (21; 29; 23 y 27 mm) presentaron los mejores resultados de actividad antifúngica.

Halo de antibiosis expresado en (mm)

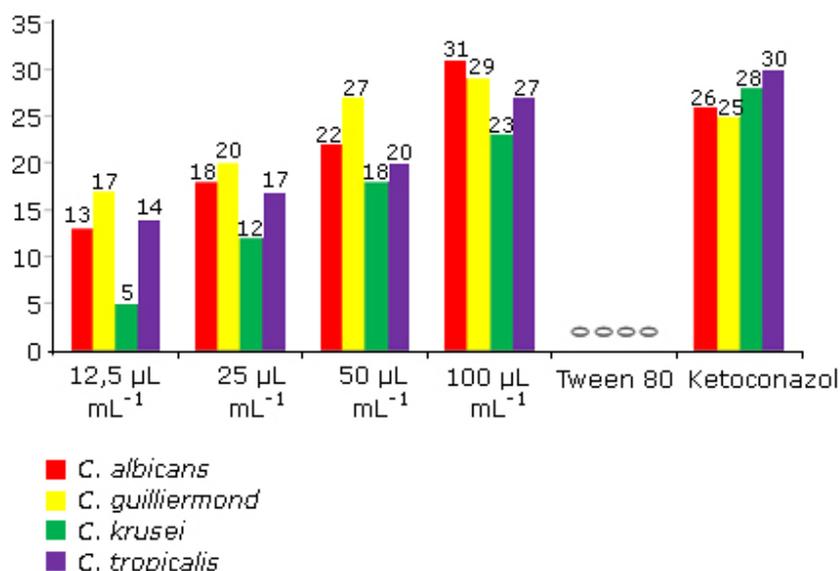


Fig. 2 - Determinación del halo de antibiosis expresado en (mm) para *C. albicans*, *C. guilliermondi*, *C. krusei* e *C. tropicalis* por el aceite esencial de la flor de *B. variegata*. Controles negativo Tween 80, y control positivo ketoconazol.

En la figura 3, se muestran los resultados de la inhibición micelial expresada en diámetro del halo de antibiosis para el AE del fruto de *B. variegata* en aislados de *C. albicans*, *C. guilliermondi*, *C. krusei* y *C. tropicalis*. Donde las concentraciones 50 $\mu\text{L mL}^{-1}$ con halos de inhibición de (23 mm; 18 mm; 27 mm y 19 mm) y 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ con (30 mm; 21 mm; 31 mm y 37 mm) presentaron los mejores resultados de actividad antifúngica.

Halo de antibiosis expresado en (mm)

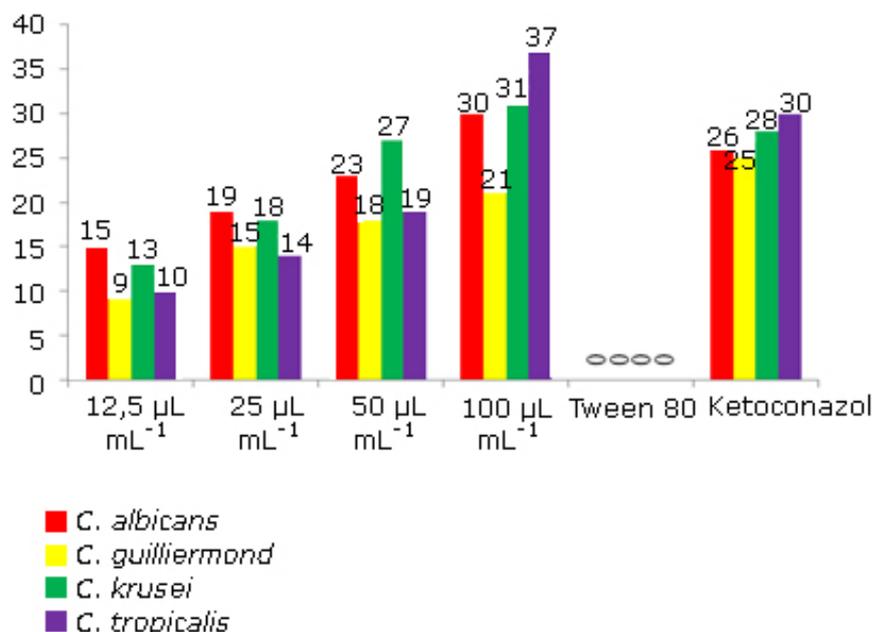


Fig. 3 - Determinación del halo de antibiosis expresado en (mm) para *C. albicans*, *C. guilliermondi*, *C. krusei* y *C. tropicalis* por el aceite esencial del fruto de *B. variegata*. Controles negativo Tween 80, y control positivo ketoconazol.

Discusión

En el presente estudio se identifican 5 y 6 compuestos mayoritarios para los AEs de flores y frutos, respectivamente. En algunas investigaciones que evalúan el AE de *B. variegata* reportan una amplia variedad de compuestos químicos volátiles. Sharma y otros,⁽¹⁶⁾ encontraron 27 compuestos, siete de los cuales son mayoritarios β -bisaboleno (10,13 %), nerolidol (20,80 %), α -bisabolol (17,08 %), hexahidrofarnesil acetona (4,42 %), ácido hexadecanóico etil éter (6,08 %), ácido palmítico y ácido dicloroacético (6,59 %) para el AE de la flor de *B. variegata*. Sahoo y otros,⁽¹⁷⁾ evaluaron el AE de la flor de *B. variegata*

extraída en el norte de la India y encontraron como compuestos mayoritarios el α -pineno (5,1%), β -pineno (2,2 %), β -elemeno (2,6 %), γ -elemeno (19,0 %), δ -cadieno (3,6 %), occidentalol (2,3 %), *Cis*-murreol-5-en-4- α -ol (24,4 %) y α -cadinol (4,4 %).

Por su parte *Duarte-Almeida* y otros⁽⁸⁾ comentan en sus estudios la diversidad de compuestos volátiles encontrados en el género *Bauhinia*, con variación intraespecífica observada con frecuencia en grupos de individuos y en la distribución de terpenoides volátiles en numerosas especies vegetales.

En el presente estudio el AE de la flor se mostró cristalino, transparente, incoloro y aromático. En cuanto el AE del fruto fue levemente amarillo, cristalino y aromático para *B. variegata*. El rendimiento fue de un 0,37 % y un 0,66 % para flores y frutos, respectivamente, de *B. variegata* (Tabla). Resultados similares fueron observados por *Sharma* y otros,⁽¹⁶⁾ que encontraron un rendimiento del 0,3 %, y un AE con color amarillo para las flores de *B. variegata* recolectadas en el jardín botánico de la Universidad Guru Nanak, India. Asimismo, *Sahoo* y otros⁽¹⁷⁾ observaron rendimiento del 0,25 % para el AE de las flores de *B. variegata*. En otros órganos vegetales del género *Bauhinia*, *Da Silva* y otros,⁽⁵⁾ hallaron rendimiento de AE del 0,01 % y del 0,03 % para el órgano foliar de *Bauhinia rufa* e *Bauhinia dumosa*, respectivamente, recolectados en Brasíla, Distrito Federal, Brasil.

En este estudio la solubilidad fue positiva para ambos los AEs, la rotación óptica α_D fue de +37,3 y de +34,9, el índice de refracción de 1,3584 y 1,4601 y la densidad relativa de 0,934 e 0,931 g mL⁻¹ a 20 °C para flores y frutos, respectivamente. Los AEs muestran características compartidas con los aceites de otras especies vegetales que se utilizan en el desarrollo de medicamentos, productos agrícolas y biotecnológicos. De acuerdo con *Léon* y otros,⁽¹⁸⁾ *Gomes* y otros,⁽¹⁹⁾ *Santos* y otros,⁽²⁰⁾ *Granados* y otros,⁽²¹⁾ y *Torrenegra* y otros,⁽²²⁾ los AEs que contienen compuestos oxigenados tienen una mayor afinidad por el disolvente hidroetanólico 70 %, así como por los aldehídos y alcoholes que también tienen la capacidad de formar puentes de hidrógeno, que es una característica importante para la aplicación industrial como se señala en la composición química de los AEs en este estudio.

La actividad antifúngica sobre la inhibición del micelio observada por el diámetro del halo de antibiosis demostró buenos resultados para los AEs de la flor y fruto de *B. variegata*. Especialmente para concentraciones mayores de 50 μ L mL⁻¹ y 100 μ L mL⁻¹ donde se presentan las tasas más altas y eficientes en (mm) de inhibición para las cuatro cepas fúngicas probadas de *Candidas* (Figs. 2 y 3). Existen pocos estudios que evalúen el AE de *B.*

variegata en hongos del género *Candida*. Sin embargo, para los extractos producidos principalmente del órgano de la hoja, se describen numerosos estudios en la literatura con buena eficacia de inhibición para una amplia variedad de hongos patógenos y fitopatógenos. En los estudios de *El-Moula y otros*,⁽²³⁾ los investigadores encontraron una buena eficacia en los extractos de hojas de *B. variegata* en las cepas bacterianas de *Sarcina ventriculi* y *Serratia marcescens*. *Mishra y otros*,⁽²⁴⁾ evaluando otros estudios con aceites y extractos vegetales de *Bauhinia* y otras especies de plantas, hallaron resultados importantes como agente antibacteriano de las fracciones del extracto de hojas de *B. variegata* para *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus* spp., *Escherichia coli* e *Pseudomonas* spp.

Asimismo, *Sharma y otros*,⁽²⁵⁾ evaluaron el extracto vegetal de las hojas de *B. variegata* y sus fracciones, y encontraron halos de inhibición bacteriana de 11 mm; 10 mm; 14 mm; 10, 33 mm y 12 mm para la fracción hexánica, para la fracción de benceno hallaron un halo de 14 mm; 12 mm; 10 mm; 14 mm y 12 mm, para una fracción de cloroformo de 10 mm; 11 mm; 12 mm; 8 mm y 10 mm, para la fracción de acetato de etilo con 12 mm; 13 mm; 14 mm; 9 mm y 10 mm, acetónico de 8 mm; 9 mm; 9 mm; 14 mm y 7 mm, etanólico con 9 mm; 11 mm; 8 mm; 9 mm y 11 mm y, acuoso con 11 mm; 13 mm; 14 mm; 11 mm y 8 mm, respectivamente, para las cepas de *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhi*, *Bordetella bronchiseptica*, *Bacillus cereus* y *Streptococcus mutans*.

Filho⁽²⁶⁾ en su estudio de revisión, sobre el género *Bauhinia*, encontró actividad bactericida para especies de *Bauhinia splendens* para *Streptococcus* sp., *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhimurium* y para *Bauhinia forficata* y *Bauhinia microstachya* en cepas de *Escherichia coli* y *S. aureus*. *Achenbach y otros*,⁽²⁷⁾ evaluaron el efecto antifúngico de *Bauhinia manca* para los fitopatógenos de *Botrytis cinerea*, *Claviceps viridis*, *Coprinus cinereus*, *Rhizoctonia solani* y *Saprolegnia asterophora* y para el extracto de diclorometano de *Bauhinia rufescens* recolectada en Nigeria que mostró actividad antifúngica para *Cladosporium cucumerinum*.

Gunalan y otros,⁽²⁸⁾ evaluaron la actividad antimicrobiana del extracto etanólico foliar de *B. variegata* en *E. coli*, *S. aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *S. typhi* y *Vibrio cholera* con zona de inhibición entre 11 mm y 27 mm, y entre concentraciones de 100 µg a 1000 µg. Estos investigadores también evaluaron la acción antifúngica en *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Mucor hiemalis* y

C. albicans con actividad antifúngica entre el 9,83 % al 40,90 % en el segundo día y entre el 9,09 % al 28,5 % en el tercer día del experimento.

En su estudio, Nagumanthri y otros⁽²⁹⁾ encontraron una buena eficacia de inhibición para *Bacillus circulans* con 1,3 mm y 1,1 mm, *Bacillus subtilis* con 0,7 mm y 0,4 mm, *Bacillus sphaericus* con 1,1 mm, para *S. aureus* con 1,3 mm y 0,5 mm, y para *Serratia liquefaciens* con 1,1 mm y 0,6 mm para los extractos etanólicos de las hojas y corteza del tallo de *B. variegata*. En los estudios de Rachid y otros,⁽³⁰⁾ los investigadores evaluaron los extractos acuosos y etílicos *in natura* de las hojas de *B. variegata* para *S. aureus* con zona de inhibición de 21 mm y 34 mm, para *Streptococcus pyogenes* con 29 mm y 32 mm, para *E. coli* con 21 mm y 33 mm, y para *Proteus mirabilis* con 22 mm y 29 mm, respectivamente. Mishra y Verma,⁽³¹⁾ hallaron actividad de inhibición para *C. albicans* de 6,5 mm, 10 mm, 7,5 mm para los extractos de raíz, corteza y hojas de *B. variegata*, y grassioflavina con zona de inhibición como estándar con 20 mm.

Se puede concluir que, los aceites esenciales de la flor y fruto de *Bauhinia variegata* muestran 5 y 6 compuestos mayoritarios, (γ -elemeno, *Cis*-murrrol-5-en-4- α -eudesmol, 5-cedranona, δ -cadieno/cubenol, (*Z*)- β -farneseno, lanceol, α -bisabolol, β -cubeneno y α -farneseno) respectivamente, onde varias de estas moléculas tienen actividad antimicrobiana en especial sobre las cepas de *Candida* y, también, con buenas características fisicoquímicas. Los AEs de *B. variegata* en ambos órganos vegetales, según los resultados de este estudio, se presentan como posibles nuevos compuestos con actividad antifúngica.

Agradecimientos

Al Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde; la Universidad Federal de Jataí; la Universidad Federal de Goiás; a los laboratorios de Química Tecnológica, Aguas y Efluentes, Química Orgánica y de Frutas y Verduras.

Rerefencias bibliográficas

1. De Sousa LM, De Carvalho JL, Gois RWS, Da Silva HC, Santiago GMP, Lemos TLG, *et al.* Chemical composition, larvicidal and cytotoxic activities of the essential oils from two *Bauhinia* species. *Records of Natural Products*. 2016;10(3):341-8. DOI: [10.1016/j.sajb.2020.03.011](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.03.011)

2. Simões RC, De Almeida SSMS. Estudio fitoquímico de *Bauhinia forficata* (Fabaceae). Biota Amazônia. 2015;5(1):27-31. DOI: [10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n1p27-31](https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n1p27-31)
3. Arain S, Memon N, Rajput MT, Sherazi STH, Bhanger MI, Mahesar AS. Physico-chemical characteristics of oil and seed residues of *Bauhinia variegata* and *Bauhinia linnaei*. Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry. 2012 [acceso 10/09/2020];13(1):16-21. Disponible en: <http://www.pjaec.pk/index.php/pjaec/article/view/199>
4. Negi A, Ghildiyal P, Suyal J, Dobhal K, Semwal A. Pharmacognostical studies and preliminary phytochemical investigation on the bark of *Bauhinia variegata* (Caesalpiniaceae). International Journal of Research in AYUSH and Pharmaceutical Sciences. 2017 [acceso 10/09/2020];1(4):155-161. Disponible en: <https://1library.net/document/yd99x81z-pharmacognostical-studies-preliminary-phytochemical-investigation-bauhinia-variegata-caesalpiniaceaea.html>
5. 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 genus *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)
6. Nogueira ACO, Sabino CVS. Revisão do gênero *Bauhinia* abordando aspectos científicos das espécies *Bauhinia forficata* Link e *Bauhinia variegata* L. de interesse para a indústria farmacêutica. Revista Fitos. 2012 [acceso 10/09/2020];7(2):77-84. Disponible en: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/19201>
7. Menezes Filho ACP, De Sousa WC, Castro CFS. Atividades antioxidante e antifúngica dos óleos essenciais de *Cochlospermum regium* frente à *Sclerotinia sclerotiorum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. Colloquium Agrariae. 2020;16(1):109-116. DOI: [10.5747/ca.2020.v16.n1.a353](https://doi.org/10.5747/ca.2020.v16.n1.a353)
8. Duarte-Almeida JM, Negri G, Salatino A. Volatile oils in leaves of *Bauhinia* (Fabaceae Caesalpinioideae). Biochemical and Systematics Ecology. 2004;32(8):747-753. DOI: [10.1016/j.bse.2004.01.003](https://doi.org/10.1016/j.bse.2004.01.003)
9. Wassel GM, Abdel Wahab SM, Ammar NM. Constituents of the essential oils from *Bauhinia variegata* L. and *Bauhinia purpurea* L. flowers. Scientia Pharmaceutica. 1986;54:357-359.

10. De Sousa LM, De Carvalho JL, Gois RWS, Da Silva HC, Santiago GMP, Lemos TLG, *et al.* Chemical composition, larvicidal and cytotoxic activities of the essential oils from two *Bauhinia* species. *Records of Natural Products*. 2016;10(3):341-8. DOI: [10.1016/j.sajb.2020.03.011](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.03.011)
11. Colombo AL, Guimarães T. Epidemiologia das infecções hematogênicas por *Candida* spp. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 2003;36(5):599-607. DOI: [10.1590/S0037-86822003000500010](https://doi.org/10.1590/S0037-86822003000500010)
12. Takahashi Possatto J, Melhem MSC. Uso de fungicidas na agricultura e resistência a antifúngicos na clínica médica. *Boletim do Instituto Adolfo Lutz*. 2014 [acceso 10/09/2020];24(1):40-41. Disponible en: <https://www.escavador.com/sobre/5113470/juliana-possatto-takahashi>
13. Fait ME, Bakas L, Garrote GL, Morcelle SR, Saparrat MCN. Cationic surfactants as antifungal agents. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2019;103:97-112. DOI: [10.1007/s00253-018-9467-6](https://doi.org/10.1007/s00253-018-9467-6)
14. Torrenegra Alarcón ME, Granados Conde C, León Méndez G. Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill. *Revista Cubana de Farmacia*. 2019 [acceso 10/09/2020];52(1):e266. Disponible en: <http://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/266/206>
15. Noriega Rivera P, Paredes EA, Díaz Gómez E, Lueckhoff A, Almeida GA, Suarez SE. Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de los rizomas de *Renealmia thyrsoides* (Ruiz & Pav) Poepp. & Eddl. (shiwanku muyu). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2017 [acceso 10/09/2020];22(2). Disponible en: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/505>
16. Sharma N, Bhardwaj R, Singh B, Kaur S. Essential oil composition of *Bauhinia variegata* L. flowers. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2013; 2(5):3604-11. [acceso 10/09/2020] Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/ESSENTIAL-OIL-COMPOSITION-OF-BAUHINIA-VARIEGATA-L.-Sharma-Bhardwaj/c10b51cb9930ce5b269baa7857b695aacc86cc13?p2df>
17. Sahoo D, Ahmad A, Ahamd 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):636-640. DOI: [10.1080/0972060X.2013.854503](https://doi.org/10.1080/0972060X.2013.854503)

18. León Méndez G, Osorio Fortich MR, Torrenegra ME, Gil González J. Extraction, characterization and antioxidant activity of essential oil from *Plectranthus amboinicus* L. *Rev Cubana Farm.* 2015 [acceso 10/09/2020];49(4):708-718. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000400011&lng=es
19. Gomes PRB, Silva ALS, Mouchrek VE, Mouchrek NA, Everton PC. Avaliação físico-química do óleo essencial *Zingiber officinale* Roscoe (Gengibre). *Revista Cubana de Farmacia.* 2017 [acceso 10/09/2020];50(2). Disponible en: <http://www.revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/30/34>
20. Santos TC, Rebelo RA, Dalmarco EM, Guedes A, Gasper AL, Cruz AB, *et al.* Composição química e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial das folhas de *Piper malacophyllum* (C. Presl.) C. DC. *Química Nova.* 2012;35(3):477-81. DOI: [10.1590/S0100-40422012000300007](https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000300007)
21. Granados Conde C, Yáñez Rueda X, , Santafe Patiño GG. Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Calycolpus moritzianus* y *Minthostachys mollis* de Norte de Santander. *Bistua: Revista de La Facultad de Ciencias Básicas.* 2012 [acceso 10/09/2020];10(1):12-23. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/903/90326398005.pdf>
22. Torrenegra M, Granados C, Osorio M, León G. Method comparison of hydrodistillation microwave radiation-assisted (MWHM) front hydrodistillation (HD) in the extraction of essential oil of *Minthostachys mollis*. *Journal of Information Technology.* 2015;26(1):117-122. DOI: [10.4067/S0718-07642015000100013](https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000100013)
23. El-Moula AKFG, Awad AE, El-Sayed AI, El-Saadany SS. Antibacterial activity of water and ethanolic extracts of *Bauhinia variegata* leaves. *Biotechnology Research. Zagazig Journal of Agriculture Research.* 2019;46(4):1141-48. DOI: [10.21608/ZJAR.2019.47096](https://doi.org/10.21608/ZJAR.2019.47096)
24. Mishra A, Sharma AK, Kumar S, Saxena AK, Pandey AK. *Bauhinia variegata* leaf extracts exhibit considerable antibacterial, antioxidant, and anticancer activities. *BioMed Research International.* 2013;2013:1-10. DOI: [10.1155/2013/915436](https://doi.org/10.1155/2013/915436)
25. Sharma AK, Sharma UK, Pandey AK. Protective effect of *Bauhinia variegata* leaf extracts against oxidative damage, cell proliferation and bacterial growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2017;87(1):45-51. DOI: [10.1155/2013/915436](https://doi.org/10.1155/2013/915436)
26. Filho VC. Chemical composition and biological potential of plants from the genus *Bauhinia*. *Phytotherapy Research.* 2009;23:1347-54. DOI: [10.1002/ptr.2756](https://doi.org/10.1002/ptr.2756)

27. Achenbach H, Stocker M, Constenla MA. 1988. Flavonoid and others constituents of *Bauhinia manca*. *Phytochemistry*. 1988;27:1835-41. DOI: [10.1016/0031-9422\(88\)80455-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(88)80455-2)
28. Gunalan G, Saraswathyl A, Krishnamurthy V. Antimicrobial activity of medicinal plant *Bauhinia variegata* Linn. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 2011 [acceso 10/09/2020];1(4):400-8. Disponible en: <http://www.ijpbsonline.com/uploads/1/2/1/8/12183777/400-408.pdf>
29. Nagumanthri V, Rahiman S, Tantry BA, Nissankararao P, Kumar MP. In vitro antimicrobial activity of *Acacia nilotica*, *Ziziphus mauritiana*, *Bauhinia variegata* and *Lantana camara* against some clinical isolated strains. *Iranian Journal of Science & Technology*. 2012;A2:213-7. DOI: [10.22099/IJSTS.2012.2070](https://doi.org/10.22099/IJSTS.2012.2070)
30. Rashid KI, Ahmmed SJ, Mahmood-Mukhtar ZF. Study the antibacterial activity of *Bauhinia variegata* Linn. plant leaf extracts against some species of pathogenic bacteria. *Journal of Al-Nahrin University*. 2014;17(1):55-9. DOI: [10.22401/JNUS.17.1.21](https://doi.org/10.22401/JNUS.17.1.21)
31. Mishra NP, Verma A. Evaluation of antimicrobial, antifungal and phytochemical properties of *Bauhinia variegata*. *Current Research in Pharmaceutical Sciences*. 2014;4(2):57-63. DOI: [10.24092](https://doi.org/10.24092)

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho: conceptualización, curación de datos, metodología, redacción borrador original y redacción revisión y edición.

Rafael Martins da Cruz: curación de datos y supervisión.

Adrielle Pereira da Silva: curación de datos y redacción borrador original.

Wendel Cruvinel de Sousa: curación de datos.

Josemar Gonçalves de Oliveira Filho: curación de datos.

Carlos Frederico de Souza Castro: recursos.