

Diversidade e potencial antibacteriano de fungos endofíticos cultiváveis de folhas de *Triplaris gardneriana* Wedd

Diversity and antibacterial potential of endophytic fungi cultivable from *triplaris gardneriana* wedd. Leaves

Francieldo dos Santos Queiroz¹, Carlos Henrique Araújo Dias¹, Virgínia Michelle Svedese¹

¹ Colegiado de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) – Petrolina, PE, Brasil

Queiroz, F. dos S.
francieldo.queiroz@discente.univasf.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-9206-7311>

Dias, C. H. A.
carlos.dias@univasf.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-4008-797>

Svedese, V. M.*
virginia.svedese@univasf.edu.br
<https://orcid.org/0000-0001-6487-7651>

* Autora correspondente:
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas, Avenida José de Sá Maniçoba, Centro, 56304-205 – Petrolina-PE – Brasil.

Resumo: *Triplaris gardneriana* (pajeú) é uma espécie arbórea pertencente à família Polygonaceae que ocorre em áreas de Caatinga, embora não seja exclusiva desse bioma. Diversas partes dessa planta são amplamente utilizadas por comunidades tradicionais no tratamento de variadas moléstias. Fungos endofíticos, que vivem no interior de tecidos vegetais sem causar quaisquer prejuízos ao hospedeiro, podem produzir metabólitos secundários com características semelhantes às aquelas secretadas pelo hospedeiro. Não foram encontrados trabalhos que abordassem a biota endofítica dessa espécie. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi isolar, identificar e estimar a diversidade de fungos endofíticos de *T. gardneriana*. Assim como avaliar o potencial antibacteriano desses fungos em relação à *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). A coleta do material ocorreu em outubro de 2022 em três pontos distintos no município de Petrolina, Pernambuco. As folhas foram levadas ao Laboratório de Microbiologia onde foram processadas para o isolamento. A identificação dos fungos foi realizada observando as características macro e microscópicas. Foi utilizada a técnica de difusão em poço para as avaliações do potencial antibacteriano. Foram recuperados 131 fungos endofíticos, três pertencentes ao filo Mucoromycota e 128 ao filo Ascomycota, resultando em 33 táxons. Destes, 23 foram identificados a nível de gênero, sendo a maioria pertencente ao gênero *Aspergillus* spp (51%) seguidos de *Alternaria* sp. (22%) e *Penicillium* sp. (4%). Em relação às análises de ação antibacteriana, um isolado (*Aspergillus* sp6) apresentou halo de inibição (12mm) para *Escherichia coli*, enquanto outros cinco isolados (*Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus* sp 5, *Aspergillus* sp7, *Curvularia* sp. e *Trichoderma* sp2) apresentaram halos de inibição para *Staphylococcus aureus*, com halos de inibição variando entre 8 a 13,5mm. Esse foi um dos primeiros trabalhos a correlacionar a ação antibacteriana atribuída ao pajeú a fungos endofíticos presentes em suas folhas, além de estimar a diversidade desses endófitos, sendo útil para a realização de novos estudos biotecnológicos envolvendo essa espécie arbórea.

Palavras-chave: Biotecnologia, Etnobotânica, Planta Medicinal.

Abstract: *Triplaris gardneriana* (Pajeú) is a tree species belonging to the Polygonaceae family that occurs in areas of the Caatinga, although it is not exclusive to this biome. Several parts of this plant are widely used by traditional communities in the treatment of sick parties. Endophytic fungi, which live inside plant tissues without causing any harm to the host, can secrete secondary metabolites with similar characteristics from the host. No studies were found that addressed the endophytic biota of this species, so the objective of this work was to isolate, identify and estimate the diversity of endophytic fungi of *T. gardneriana*. As well as evaluating the antibacterial potential of these fungi in relation to *Escherichia coli* (ATCC 25922) and *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). The material was collected in October 2022 at three different points in the municipality of Petrolina, Pernambuco. The leaves were taken to the Laboratório de Microbiologia at the Headquarters Campus of the Universidade Federal do Vale do São Francisco where they were processed for isolation. The identification was observed observing the macro and microscopic characteristics. The well diffusion technique was used to estimate the antibacterial potential. 131 endophytic fungi were recovered, three belonging to the Mucoromycota phylum and 128 to the Ascomycota phylum. Resulting in 33 taxa, where 23 were identified at genus level, most belonging to the genus *Aspergillus* spp (51%) followed by *Alternaria* sp. (22%) and *Penicillium* sp. (4%). Regarding the antibacterial action analyses, one isolate (*Aspergillus* sp6) presented an inhibition halo (12mm) for *Escherichia coli*, while five other isolates (*Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus* sp 5, *Aspergillus* sp7, *Curvularia* sp. and *Trichoderma* sp2) presented inhibition for *Staphylococcus aureus*, with inhibition halos varying between 8 and 13.5mm. This was one of the first works to correlate an antibacterial action attributed to pajeú to endophytic fungi present in its leaves. In addition to estimating the diversity of these endophytes. Being useful for carrying out new biotechnological studies involving this tree species.

Keywords: Biotechnology, Ethnobotany, Medicinal Plant.

INTRODUÇÃO

Existe uma extensa lista de espécies vegetais que são utilizadas no tratamento de uma variedade de moléstias (Pires et al., 2017). Esse saber, no Brasil, teve contribuições de diferentes povos, destacando-se os indígenas, africanos e europeus (Pereira, 2023). Se estima que apenas 10 a 15% das plantas superiores que apresentam produção de metabólitos secundários com algum tipo de ação antimicrobiana são alvo de pesquisas (Mosquera et al., 2020). Entre essas plantas encontra-se a *Triplaris gardneriana* Wedd., popularmente conhecida como pajeú (Macêdo et al., 2021).

A *Triplaris gardneriana* é utilizada por muitas comunidades na medicina tradicional, sendo consumida nas formas de chás e banhos das cascas, raiz e/ou folhas para tratar doenças como leucorreia, tosse e bronquite (Pereira Júnior et al., 2014). Estudos realizados a partir de extratos etanólicos dessa planta indicam uma alta produção de compostos bioativos (Macêdo et al., 2020, 2021). No entanto, não foram encontrados na literatura trabalhos que a correlacionasse com fungos endofíticos.

Os fungos endofíticos habitam o interior de tecidos vegetais sem levar prejuízo ao hospedeiro (Dutta et al., 2014). Esses microrganismos são capazes de sintetizar compostos bioativos produzidos inicialmente por seus hospedeiros, podendo produzir até 73% mais metabólitos secundários em comparação a outros microrganismos (Freire et al., 2014). Além disso, há indicativos de que endófitos isolados de plantas da Caatinga, com frequência, apresentam potencial antibacteriano e aplicabilidade biotecnológica (Mosquera et al., 2020; Pires et al., 2015).

Dados da Organização Mundial da Saúde apontam que *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* estão inclusas no grupo de bactérias mais importantes causadoras de infecções em humanos e resistentes a fármacos. Estima-se que aproximadamente 775.000 pessoas morrem todos os anos devido a infecções e diarreias provocadas por *E. coli*, principalmente crianças em países subdesenvolvidos (Mosquera et al., 2020).

Em 2019, o Brasil registrou 770 surtos de Doenças Transmitidas por Alimento (DTA), principalmente, pela água,

sendo 197 deles ocorridos na região Nordeste. Desse número, 58 (29%) foram causados por bactérias, onde 48 (83%) deles ocorreram no estado de Pernambuco. Ainda, *E. coli* e *S. aureus* foram apontadas como as principais responsáveis pelos surtos, com 62% e 14%, respectivamente (Oliveira, 2021).

Ainda, durante a pandemia da Covid-19 houve uma disseminação em massa de Fake News no Brasil, notícias falsas veiculadas principalmente em redes sociais, estimulando o uso de medicamentos sem respaldo científico no tratamento e prevenção da doença. Entre esses medicamentos esteve o antibiótico azitromicina, fazendo sua frequência de uso aumentar e contribuindo com a seleção de bactérias resistentes (Freires & Rodrigues Junior, 2022). Dados da Organização Mundial da Saúde apontam que apenas 15% das pessoas infectadas pelo vírus causador da Covid-19 sofrem uma coinfeção bacteriana (Organização Mundial de Saúde [OMS], 2020).

Apesar do alto valor do *T. gardneriana* para a medicina tradicional, estudos envolvendo essa planta ainda são escassos. Com isso, esse estudo buscou isolar e identificar fungos endofíticos provenientes de folhas de *T. gardneriana*, assim como mensurar o potencial antibacteriano desses fungos frente a algumas linhagens bacterianas antropatógenicas.

MATERIAL E MÉTODOS

COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO

As coletas das plantas ocorreram em três pontos localizados no município de Petrolina, em Pernambuco, Brasil. Sendo eles: CEMAfauna-Caatinga (-9.326741, -40.545151), Campus de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (-9.325366, -40.549814) e Parque Municipal Josefa Coelho (-9.38959, -40.498824). Ressaltando que foi utilizado um espécime de *T. gardneriana* no CEMAfauna-Caatinga, três do CCA e dois do Parque Municipal Josefa Coelho. A divisão da amostragem foi realizada baseada na disponibilidade de espécimes.

Coletaram-se em outubro de 2022, durante a primavera, aproximadamente 10 folhas de *T. gardneriana* por espécime, optando-se por folhas sem sinais aparentes de doenças. O material foi acondicionado em sacos de papel madeira devidamente identificados e levados ao Laboratório de Microbiologia do Campus Sede da Universidade Federal do Vale do São Francisco, onde o trabalho teve continuidade.

Em laboratório, as folhas foram lavadas com detergente neutro em água corrente, colocadas em álcool 70% por 60 segundos e hipoclorito de sódio (2-2,5%) durante três minutos, novamente em álcool 70% por 30 segundos, lavadas em água destilada por cinco minutos por três vezes e postas sobre papel filtro para a secagem (Silva et al., 2006).

ANÁLISE DOS DADOS

Foram separados fragmentos de aproximadamente 1cm² das folhas, depositados em placas de Petri plaqueadas com o meio BDA preparado com o antibiótico cloridrato de tetraciclina (500mg), para inibir o crescimento bacteriano, e colocados à temperatura ambiente (28 ± 2° C) por até 30 dias para observação e purificação das colônias fúngicas. Foram preparadas dez placas para cada espécime de cada localidade, totalizando 60 placas de Petri contendo cinco fragmentos foliares cada (Musi-Dias et al., 2012). Foi calculada a taxa de colonização (TC%) pela razão entre o número de fragmentos com crescimento fúngico (Nf) e o número total de fragmentos (Nt) ($FI = Nf/Nt \times 100$) (Araújo et al., 2002).

A identificação dos fungos se deu através da associação das características macro e microscópicas. Para a técnica de microcultivo, fragmentos fúngicos foram inoculados em placas de Petri contendo BDA e cobertos por lamínulas esterilizadas. Entre dois e cinco dias as lamínulas foram retiradas e postas sobre lâminas contendo uma gota do corante azul de Amann. Após essas etapas, as lâminas foram levadas ao microscópio óptico (40 x) para a observação. A identificação a nível de gênero ocorreu por meio de consulta baseada no livro “Food and Indoor Fungi” de Samson et al. (2010).

A Frequência Absoluta (FA) dos resultados foi obtida através da contabilização de quantas vezes as espécies/

gêneros identificadas apareceram nas amostras. E a Frequência Relativa (FR) foi constituída a partir da razão entre a Frequência Absoluta (FA) e o número total de isolados. Essa frequência se deu com a utilização do programa Microsoft Excel (2010). Foram estimados os índices de diversidade de Shannon, Simpson, Margalef e Pielou. O índice Chao 1 se deu por meio do programa EstimateS 9.1.0 (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples).

POTENCIAL ANTIBACTERIANO

O teste do potencial antibacteriano foi realizado segundo a técnica de difusão em poço, sendo testados microrganismos de linhagens bacterianas patogênicas humanas: *E. coli* (ATCC 25922) e *S. aureus* (ATCC 25923). Ambas foram cedidas pelo Laboratório de Microbiologia do Campus Sede da Universidade Federal do Vale do São Francisco. As bactérias foram suspensas em solução salina e seguiu o padrão correspondente ao número 0,5 na escala de Mc Farland (1.5 X 10⁸ UFC/mL) e foram inoculadas em placas de Petri contendo o meio ágar Mueller Hinton. Discos dos tapetes fúngicos (micélio-ágar) de 6mm foram destacados e realocados nas placas contendo as bactérias. Os poços foram preenchidos com os fungos e colocados em estufa de incubação à 36°C por 24 horas. Após esse período foi observado se houve a formação de halos. Essa etapa ocorreu em triplicata. Todo o experimento foi realizado em condições de assepsia, parte em cabine de fluxo laminar, parte sobre a bancada previamente esterilizada com etanol 70% e próximo ao bico de bunsen (Maia-Araujo et al., 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS ENDOFÍTICOS

De 300 fragmentos analisados, 62% estavam colonizados nos espécimes do CEMAFauna, 39% nos fragmentos do Parque e 38% no CCA. Após o período de incubação foram isolados 131 fungos endofíticos pertencentes a 33 táxons distintos, que podem ser conferidos na Tabela 1. Nessa

tabela também podemos destacar a quantidade elevada de espécies de endófitos que apareceram uma única vez no decorrer do experimento e também que poucos ocorreram simultaneamente em mais de um ponto. O ponto do Campus de Ciências Agrárias da Univasf demonstrou uma maior frequência absoluta de fungos endofíticos isolados.

Apesar de ser utilizado apenas um espécime de *Triplaris gardneriana* do CEMA Fauna, é possível perceber que a frequência absoluta de fungos endofíticos nesse ponto foi superior à encontrada no Parque Municipal Josefa Coelho. É possível que isso se deva por conta da irrigação frequente realizada por funcionários desse departamento, enquanto os espécimes do parque se encontram afastados de qualquer fonte de água. Os espécimes localizados no Campus de Ciências Agrárias da Univasf se encontram próximos a árvores frutíferas, que recebem água com frequência. Esse resultado pode indicar uma possível influência da disponibilidade de água sobre a frequência absoluta de fungos endofíticos nesses indivíduos.

Tabela 1
Frequências absoluta e relativa de fungos endofíticos isolados de folhas de pajeú.

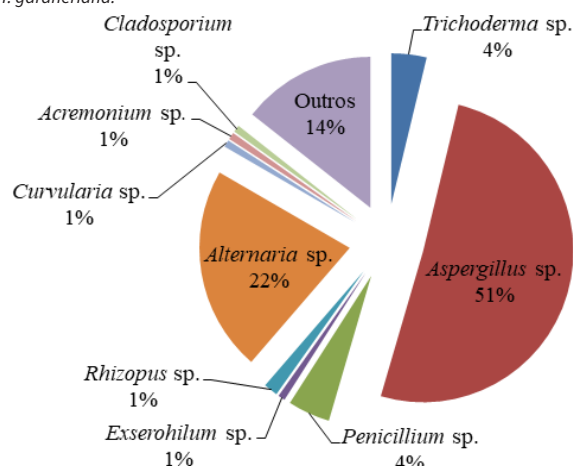
Táxons	Pontos de Coleta			Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
	Parque	Cema	CCA		
<i>Trichoderma</i> sp1	1	-	-	1	0,76
<i>Trichoderma</i> sp2	-	3	1	4	3,05
<i>Penicillium</i> sp1	1	-	-	1	0,76
<i>Penicillium</i> sp2	-	-	2	2	1,52
<i>Penicillium</i> sp3	-	-	1	1	0,76
<i>Penicillium</i> sp4	-	-	1	1	0,76
<i>Rhizopus</i> sp	-	-	2	2	1,52
<i>Alternaria</i> sp	-	-	29	29	22,13
<i>Exserohilum</i> sp	1	-	-	1	0,76
<i>A. niger</i>	4	-	-	4	3,05
<i>A. flavus</i>	2	-	-	2	1,52
<i>A. fumigatus</i>	6	14	11	31	23,66
<i>Aspergillus</i> sp1	1	11	-	12	9,16
<i>Aspergillus</i> sp2	3	-	-	3	2,30
<i>Aspergillus</i> sp3	4	1	-	5	3,81
<i>Aspergillus</i> sp4	7	-	-	7	5,34
<i>Aspergillus</i> sp5	-	1	-	1	0,76
<i>Aspergillus</i> sp6	1	-	-	1	0,76
<i>Aspergillus</i> sp7	-	-	1	1	0,76
Levedura	-	-	1	1	0,76
Morfotipo 1	1	-	-	1	0,76
<i>Curvularia</i> sp	1	-	-	1	0,76
Morfotipo 2	3	-	-	3	2,30
Morfotipo 3	-	3	-	3	2,30
Morfotipo 4	-	4	-	4	3,05

Táxons	Pontos de Coleta			Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
	Parque	Cema	CCA		
Morfotipo 5	-	2	-	2	1,52
Morfotipo 7	1	-	-	1	0,76
Morfotipo 8	-	-	1	1	0,76
<i>Acremonium</i> sp	-	-	1	1	0,76
Morfotipo 8	-	-	1	1	0,76
Morfotipo 9	-	1	-	1	0,76
<i>Penicillium</i> sp5	-	-	1	1	0,76
<i>Cladosporium</i> sp	-	-	1	1	0,76
Total	37	40	54	131	100

Como o *Triplaris gardneriana* é uma espécie dioica, ou seja, existe uma diferenciação entre indivíduos com características morfológicas masculinas e femininas, é razoável supor que exista uma disparidade na biota de fungos endofíticos encontrada entre esses indivíduos. Entretanto, para esse estudo, não foi realizada uma distinção entre os indivíduos devido à baixa disponibilidade de espécimes na região onde as coletas foram realizadas.

De modo geral, sem levar em conta o local de coleta, os gêneros mais frequentes foram: *Aspergillus* sp (51%), seguida por *Alternaria* sp. (22%) e *Penicillium* sp. (4%), os demais gêneros corresponderam a 1% cada (Fig. 1).

Figura 1
Frequência relativa dos gêneros de fungos endofíticos isolados de folhas de *T. gardneriana*.



Musi-Dias *et al.* (2012) estudaram fungos endofíticos associados à *Plectranthus barbatus* Andrews, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., *Bauhinia forficata* Link e outras plantas medicinais seguindo a mesma metodologia desse trabalho, obtendo 20 endófitos. A maioria desses fungos pertencia ao gênero *Phomopsis* (6), *Colletotrichum* (5) e *Nigrospora* (4).

Além desses, *Trichoderma* sp. também foi isolado, sendo o único também encontrado nesse trabalho. Apesar do número maior de indivíduos utilizados, seu trabalho resultou em uma quantidade bem inferior de fungos isolados.

Por outro lado, Pires et al. (2015) conduziram um estudo com *Cereus jamacaru*, *Opuntia ficus-indica* e *Pilosocereus gounellei*, cactos encontrados na Caatinga, onde isolaram e identificaram 60 fungos endofíticos pertencentes a 34 táxons. *Penicillium* sp. foi o gênero que mais apareceu (8 táxons), seguido por *Aspergillus* sp. (7) e gêneros como *Trichoderma* sp., *Curvularia* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Pestalotiopsis* sp., com dois táxons cada. O estudo foi conduzido em condições climáticas e de temperatura similares aos desse trabalho e, apesar disso, a frequência absoluta de fungos endofíticos encontrada foi inferior, mas, com uma quantidade de espécies semelhantes.

ÍNDICES DE RIQUEZA E DIVERSIDADE

Segundo o índice de Chao 1, o esforço amostral não foi o suficiente para estimar uma tendência de estabilização da curva (Fig. 2). Além disso, o índice também indica que foi possível recuperar 69,03% da riqueza estimada, demonstrando, assim, a necessidade de um esforço amostral maior. Entretanto, a baixa disponibilidade de indivíduos de *T. gardneriana* na região onde o estudo foi conduzido dificultou a coleta de material. Ainda assim, o esforço amostral abrangeu a maior parte desses fungos endofíticos. Os valores desse índice podem ser conferidos na Tabela 2.

Figura 2
Riqueza observada de espécies de fungos endofíticos a partir do estimador Chao 1 para cada ponto de coleta.

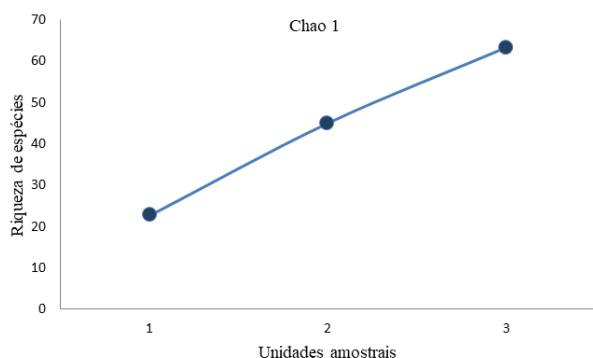


Tabela 2

Número de espécies observadas e a riqueza estimada pelo índice de Chao 1.

Ponto de coleta	Espécies observadas (S)	Índice de Chao 1
Parque	15	22,64
Cema	9	45,03
CCA	14	63,36

Deve-se considerar que o *Triplaris gardneriana* é encontrado costumeiramente em áreas alagadas. No entanto, os espécimes utilizados nesse estudo estavam dispostos em áreas secas e as coletas ocorreram em um período não chuvoso. Como mencionado anteriormente, é possível que a disponibilidade de recurso, hídrico nesse caso, atue diretamente sobre o quantitativo de fungos endofíticos encontrados.

Na Tabela 3 podem ser conferidos alguns índices de diversidade que evidenciam o Parque como sendo o ponto com maior diversidade estimada. O índice de Shannon (H') indica que no Parque existe maior grau de incerteza e, conseqüentemente, a maior diversidade entre os pontos.

O índice de Pielou (J) avalia a equidade entre as espécies, sendo o valor de J mais próximo de 1 um indicativo de maior equidade. Nesse estudo o índice de Pielou variou de 0,46 a 0,69 com 0,55 de média (Tabela 3). O Parque Municipal Josefa Coelho apresentou maior equidade entre as espécies isoladas. Já o índice de Simpson (1-D) aponta uma maior dominância entre as espécies do primeiro ponto. O índice de Margalef (Dmg) mostra que existe uma boa biodiversidade nas unidades amostrais analisadas.

Tabela 3
Índices de diversidade de acordo com cada ponto de coleta

Ponto de coleta	Shannon (H')	Pielou (J)	Simpson (1-D)	Margalef (Dmg)
Parque	2,43	0,69	0,89	8,86
Cema	1,76	0,50	0,77	8,67
CCA	1,64	0,46	0,67	7,98

Um estudo realizado com fungos endofíticos de folíolos de catingueira (*P. pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz) concluiu que houve uma baixa diversidade, com o valor de 1,04 no índice de Shannon (Oliveira, 2022). Fungos endofíticos de folhas de *Ziziphus joazeiro* Mart. estudados por Leão (2022) apresentaram baixa diversidade com o índice de Margalef variando entre 1,11 e 2,17. Além disso, os valores do índice de Shannon oscilaram entre 0,92 e 1,70, enquanto as médias dos índices de Simpson e Pielou se mostraram 0,6 e 0,8, respectivamente.

Os esforços amostrais empregados nos dois trabalhos supracitados, assim como nesse estudo, não foram

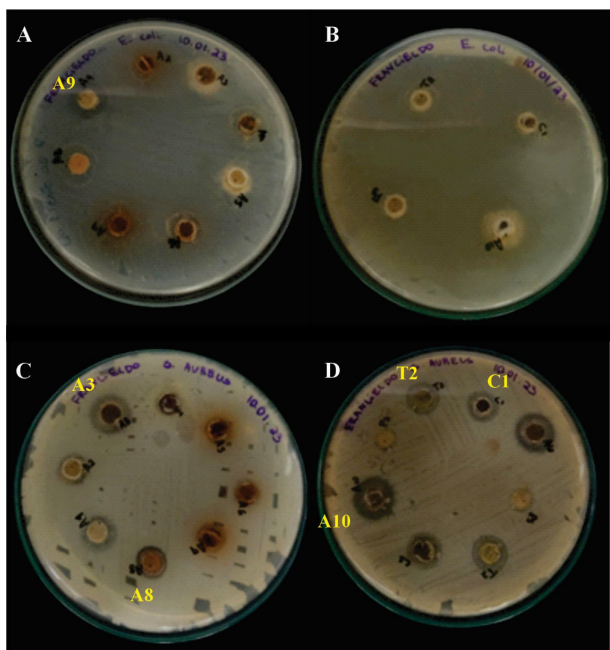
suficientes para formar uma curva de estabilização seguindo o índice de Chao 1.

AÇÃO DOS ENDÓFITOS FRENTE A BACTÉRIAS PATOGÊNICAS

Dos 33 táxons de fungos endófitos recuperados, 20 foram testados quanto ao seu potencial antibacteriano: *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Penicillium* sp 1, *Penicillium* sp2, *Penicillium* sp3, *Penicillium* sp4, *Penicillium* sp5, *Rhizopus* sp, *Exserohilum* sp, *A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *Aspergillus* sp1, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus* sp3, *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp6, *Aspergillus* sp7 e *Curvularia* sp.

Destes, apenas *Aspergillus* sp 6 (A9) apresentou atividade antibacteriana para *E. coli*, o qual apresentou um halo de inibição de 12mm. Em relação a *S. aureus*, cinco fungos endófitos apresentaram atividade antibacteriana, *Aspergillus fumigatus* (A3), *Aspergillus* sp 5 (A8), *Aspergillus* sp7 (A10), *Curvularia* sp. e *Trichoderma* sp2 (T2), com halos de inibição de 12mm, 8mm, 13,5mm, 8mm e 10mm de diâmetro, respectivamente (Fig. 3).

Figura 3
Halos de inibição dos fungos endófitos isolados das folhas de Pajeú frente a *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. (A-B) *E. coli*; (C-D) *S. aureus*



Clementino et al. (2015) isolaram 72 fungos endófitos a partir do solo e estruturas aéreas de plantas da Caatinga. Desses isolados, 57 mostraram ação antibacteriana, onde 27 inibiram o crescimento tanto de *E. coli* quanto de *S. aureus* e 30 formaram halos de inibição contra apenas uma delas. Constataram também que *Aspergillus* spp. apresentaram os melhores resultados, assim como no presente estudo. Enquanto isso, Pires et al. (2015) observaram que 21 dos 60 endófitos testados apresentaram atividade antibacteriana contra pelo menos uma das bactérias testadas, *E. coli* e *S. aureus*, onde os halos de inibição variaram entre 5 e 30mm.

Em outro estudo foram isoladas dez amostras fúngicas de endófitos de folhas de *Schinopsis brasiliensis* (Barauna), *Bumelia sertorum* Mart. (Quixabeira), *Ziziphus joazeiro* Mart. (Juazeiro), *Maytenus rigida* Mart. (Bonome), *Schinus terebinthifolius* (Aroeira-vermelha), *Caesalpinia ferrea* (Pau-ferro), *Aspiosperma purifolium* (Pereiro), *Anadenathera colubrina* (Angico-vermelho), *Commiphora leptopholeos* (Imburana) e *Spondias tuberosa* (Umbuzeiro), testando-os contra cepas bacterianas de *E. coli*, *P. aeruginosa* e *S. aureus*. Utilizando o mesmo teste do presente trabalho, os halos de inibição frente à *E. coli* apresentaram uma variação de 0,3 a 1,1mm, enquanto para *S. aureus* a variação foi de 0,8 a 1,0mm, menores que os descritos neste estudo (Silva et al., 2018).

Vale destacar que os fungos endófitos utilizados nos testes de difusão em poço foram todos provenientes de repiques, correspondendo às terceiras e quarta gerações após o isolamento decorrente do material foliar coletado. Caso os metabólitos secundários sintetizados por esses fungos sejam decorrentes da associação simbiótica com o hospedeiro vegetal, como ocorre em alguns casos, é possível que esses microrganismos utilizados tenham perdido eficácia frente a essas bactérias. Além disso, como os testes de sensibilidade bacteriana realizados com extratos etanólicos do pajeú seguiram outras metodologias, não é possível fazer uma comparação completa entre os resultados encontrados.

Os trabalhos que buscam avaliar a ação antibacteriana de *T. gardneriana*, usualmente, o fazem a partir de extratos etanólicos de diferentes partes da planta. Esse é um dos primeiros trabalhos a correlacionar o potencial antibacteriano atribuído ao Pajeú a fungos endófitos presentes em suas

folhas. Essa pesquisa mostrou que o esforço amostral foi suficiente para recuperar parte das espécies estimadas e que *T. gardneriana* apresenta uma boa diversidade de endofitos. E também que esses fungos possuem potencial antibacteriano frente às cepas bacterianas testadas.

CONCLUSÃO

Este estudo é um dos primeiros a estudar a comunidade de fungos endofíticos do pajeú e foi possível recuperar a maior parte da riqueza estimada de folhas de *T. gardneriana*. Além de indicar uma boa diversidade desses fungos, apesar da baixa disponibilidade de recursos, foi possível identificar a maior parte deles a nível de gênero. Ademais, seis dos isolados fúngicos apresentaram atividade antibacteriana. A caracterização desses fungos se mostra importante para a realização de futuras pesquisas biotecnológicas. Além disso, é recomendada a realização de novas coletas em períodos chuvosos, visto que a disponibilidade de recursos influencia diretamente o quantitativo de fungos endofíticos, a fim de se comparar os resultados.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores não possuem conflitos de interesse a declarar.

REFERÊNCIAS

- Araújo, W. L., Marcon, J., Maccheroni, W., van Elsas, J. D., van Vuurde, J. W. L., & Azevedo, J. L. (2002). Diversity of Endophytic Bacterial Populations and Their Interaction with *Xylella fastidiosa* in Citrus Plants. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(10), 4906-4914. <https://doi.org/10.1128/aem.68.10.4906-4914.2002>
- Clementino, L. C., Barbosa, C. C., Silva, D. P. D., Silva, F. D., & Queiroz, J. C. F. (2015). Bioprospecção de antibióticos produzidos por fungos da Caatinga. *Evidência - Ciência e Biotecnologia*, 15(1), 37. <https://doi.org/10.18593/eba.v15i1.6276>
- Dutta, D., Puzari, K. C., Gogoi, R., & Dutta, P. (2014). Endophytes: exploitation as a tool in plant protection. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 57(5), 621-629. <https://doi.org/10.1590/s1516-8913201402043>
- Freire, F. C. O., Vasconcelos, F. R., & Coutinho, I. B. de L. (2014). Fungos endofíticos: uma fonte de produtos bioativos de importância para a humanidade. *Essentia*, 16(1), 61-102.
- Freires, M. S., & Rodrigues Junior, O. M. (2022). Resistência bacteriana pelo uso indiscriminado da azitromicina frente a Covid-19: uma revisão integrativa. *Research, Society and Development*, 11(1), e31611125035. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25035>
- Leão, I. F. (2022) Isolamento, identificação e avaliação antibacteriana de fungos endofíticos presentes em folhas de *Ziziphus joazeiro* Mart. da Caatinga. [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Vale do São Francisco].
- Macêdo, S. K. S., Lima, K. S. B., Rolim Neto, P. J., Rolim, L. A., & Nunes, X. P. (2020). Caracterização farmacognóstica, térmica e morfológica das cascas e folhas de *Triplaris gardneriana* Wedd. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 11904-11915. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n3-158>
- Macêdo, S. K. S., Lima, K. S. B., Silva, N. D. dos S., Campos, S. S. G., Araújo, B. R., Almeida, J. R. G. da S., Rolim, L. A., & Nunes, X. P. (2021). Genus *Triplaris* (Polygonaceae): A review on traditional medicinal use, phytochemistry and biological activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 277, 114188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2021.114188>
- Maia-Araujo, Y. L. F., Santos de Mendonça, L., Cuadros Orellana, S., & Dlvino de Araujo, E. (2011). Comparação entre duas técnicas utilizadas no teste de sensibilidade antibacteriana do extrato hidroalcoólico de própolis vermelha. *Scientia Plena*, 7(4). <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/376>
- Mosquera, W. G., Criado, L. Y., & Guerra, B. E. (2020). Actividad antimicrobiana de hongos endófitos de las plantas medicinales *Mammea americana* (Calophyllaceae) y *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Biomédica*, 40(1), 55-71. <https://doi.org/10.7705/biomedica.4644>
- Mussi-Dias, V., Araújo, A. C. O., Silveira, S. F., Rocabado, J. M. A., & Araújo, K. L. (2012). Fungos endofíticos associados a plantas medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 14(2), 261-266. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722012000200002>
- Oliveira, F. S. de. (2021). Epidemiological analysis of the bacterial profile involved in Foodborne Diseases (DTA) in the Northeast region of Brazil for the year 2019. *Research, Society and Development*, 10(11), 1-8. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19855>
- Oliveira, T. G. L. (2022) Diversidade de fungos endofíticos de folíolos e ramos da catingueira [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz] de área de caatinga. 48 f. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco].
- Organização Mundial de Saúde [OMS]. (2020). *Preventing the COVID-19 pandemic from causing an antibiotic resistance catastrophe*. (n.d.). <https://www.who.int/europe/news/item/18-11-2020-preventing-the-covid-19-pandemic-from-causing-an-antibiotic-resistance-catastrophe>

Pereira, G. M. (2023). Etnobotânica no Brasil: uma reflexão histórica. *Scientia Naturalis*, 5(2). <https://doi.org/10.29327/269504.5.2-29>

Pereira Júnior, L. R., Andrade, A. P. de, Araújo, K. D., Barbosa, A. da S., & Barbosa, F. M. (2014). Espécies da Caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. *Floresta E Ambiente*, 21(4), 509-520. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.024212>

Pires, I. M. O., Silva, A. V., Santos, M. G. S., Bezerra, J. D. P., Barbosa, R. N., Silva, D. C. V., Svedese, V. M., Souza-Motta, C. M., & Paiva, L. M. (2015). Potencial antibacteriano de fungos endofíticos de cactos da Caatinga, uma floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. *Gaia Scientia*, 9(2). <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/26351>

Pires, L. K. A. D. M., Borsato, A. V., & Perez, M. P. C. (2017). Plantas medicinais [Review of *Plantas medicinais*]. In R. J. Pavlak, C. D. S. Seixas, S. Grisa, & M. A. B. Vieira (Eds.), *Cartilha de tecnologias: vitrine tecnológica de agroecologia "Wilson Nilson Redel"* (pp. 43-45). Embrapa. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1080482>

Samson, D., Apperly, I. A., Braithwaite, J. J., Andrews, B. J., & Bodley Scott, S. E. (2010). Seeing it their way: evidence for rapid and involuntary computation of what other people see. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 2010 Oct;36(5), 1255-66. <https://doi.org/10.1037/a0018729>

Silva, L. R. da, Canabarro, A. de M. C. A., Nascimento, M. M. B. do, Jesus, E. V. O. de, Santos, T. M. C. dos, Melo, I. L., Almeida, A. C. P. S. de, & Silva, J. M. da. (2018). Bioativos antimicrobianos produzidos por fungos endofíticos associados a plantas do Semiárido. *Revista Ciência Agrícola*, 16, 5-7. <http://dx.doi.org/10.28998/rca.v16i0.6661>

Silva, R. L. de O., Luz, J. S., Silveira, E. B. da, & Cavalcante, U. M. T. (2006). Fungos endofíticos em *Annona* spp.: isolamento, caracterização enzimática e promoção do crescimento em mudas de pinha (*Annona squamosa* L.). *Acta Botanica Brasílica*, 20(3), 649-655. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062006000300015>