



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE FUNGOS

THAYS GABRIELLE LINS DE OLIVEIRA

**DIVERSIDADE DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE FOLÍOLOS E RAMOS DA
CATINGUEIRA [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz] DE ÁREA DE
CAATINGA**

Recife

2019

THAYS GABRIELLE LINS DE OLIVEIRA

**DIVERSIDADE DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE FOLÍOLOS E RAMOS DA
CATINGUEIRA [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz] DE ÁREA DE
CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos do Departamento de Micologia do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Fungos.

Área de Concentração: Micologia básica.

Orientadora: Profa. Dra. Oliane Maria Correia Magalhães

Coorientador: Dr. Jadson Diogo Pereira Bezerra

Recife

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Claudina Queiroz, CRB4/1752

Oliveira, Thays Gabrielle Lins de

Diversidade de fungos endofíticos de folíolos e ramos da catingueira [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz] de área de caatinga / Thays Gabrielle Lins de Oliveira - 2019.

58 folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Oliane Maria Correia Magalhães

Coorientador: Jadson Diogo Pereira Bezerra

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos. Recife, 2019.

Inclui referências.

1. Fungos endofíticos 2. Taxonomia 3. Floresta tropical seca
I. Magalhães, Oliane Maria Correia (Orientadora) II. Bezerra, Jadson Diogo Pereira (Coorientador) III. Título

579.5

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2019-403

THAYS GABRIELLE LINS DE OLIVEIRA

**DIVERSIDADE DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE FOLÍOLOS E RAMOS DA
CATINGUEIRA [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz] DE ÁREA DE
CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Biologia de Fungos do Departamento de Micologia
do Centro de Biociências da Universidade Federal de
Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção
do título de Mestre em Biologia de Fungos.

Aprovada em: 27/02/2019

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Oliane Maria Correia Magalhães (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Gladstone Alves da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dr. Rafael José Vilela de Oliveira (Examinador Externo)
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC)

“Ora, àquele que é poderoso para fazer infinitamente mais do que tudo quanto pedimos ou pensamos, conforme o seu poder que opera em nós, a Ele seja a glória, na igreja e em Cristo Jesus, por todas as gerações, para todo o sempre. Amém!” Efésios 3: 20-21.

“Confia no Senhor as tuas obras, e os teus planos serão estabelecidos” Provérbios 16:3. Aos meus pais, Alderes e Vânia, e a toda família,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Deus forte, Conselheiro, Príncipe da Paz, aquele que é o Autor e consumidor da minha fé, rendo a Ti louvores. Obrigada oh Pai pelo teu amor, graça e misericórdia sobre minha vida porque sem Ti eu não sou nada, pois é o Senhor que concede toda sabedoria e entendimento. Te agradeço pela rica oportunidade de realizar mais um sonho, por mais um degrau alcançado, por esta conquista maravilhosa. Obrigada Senhor por tuas grandiosas bênçãos, confiante em Ti seguirei eternamente.

Aos meus pais Alderes Castelo Branco de Oliveira e Vânia Lúcia Lins de Oliveira pelo carinho, por cada abraço caloroso, pelo amor incondicional, pelas numerosas orações, conversas, pelo apoio e por cada ensinamento concedido que me fizeram ter forças para superar e vencer cada obstáculo. Obrigada por sempre acreditarem em meus sonhos e por nunca desistirem. Vocês são meu porto seguro, meus maiores exemplos, meu orgulho, minha inspiração. Com o coração transbordando de alegria, sou grata a Deus por ter colocado vocês em minha vida. Deixo aqui minha sincera gratidão, amo vocês.

Ao meu irmão Thiago Oliveira pelo companheirismo, amizade e carinho, aos meus avós Zuleide Lins e Severino Malaquias por cada oração e incentivo, ao meu sobrinho Enzo Felipe pelo amor e por cada sorriso que faz derreter meu coração e a toda minha família por acreditarem na conquista dos meus grandes sonhos e por cada palavra de motivação que me incentivam a estudar mais e mais. Amo vocês!

A minha orientadora Prof^a Dra. Oliane Maria Correia Magalhães por acreditar no meu potencial e por ter me apresentado o campo da taxonomia, por estar presente em cada etapa deste trabalho, pela confiança concedida, por todas as vitórias e conquistas, pela paciência e por cada ensinamento que levarei comigo até o fim. Seu legado e sua grande alegria nos contagia a sempre seguir adiante, obrigada.

Ao meu co-orientador Dr. Jadson Diogo Pereira Bezerra pela paciência, pelo dia a dia no laboratório, pelo incentivo nos estudos, por cada conquista realizada nas publicações dos papers, por tudo o que aprende durante esta jornada e por ter despertado em mim uma paixão pela taxonomia de fungos endofíticos que ainda não tinha conhecido. Tenho certeza que ganhei um grande amigo e o seu lema levarei comigo onde quer que eu esteja: FOCO!

A todos que fazem parte do Laboratório de Micologia Ambiental (Prof. Alexandre, Prof^a Laura, Amanda, Juliana, Letícia, Ana Patrícia, Gianne, Karla, Aline, Tamara, Sandy, Larissa, Anthony e Layanne), em especial ao grupo de pesquisa de fungos endofíticos, minha sincera gratidão pelo companheirismo, pela troca de experiências, pelo compartilhamento de

ideias e ajuda concedida para realização deste trabalho. Durante estes dois anos nos tornamos mais que amigos, somos uma grande família e deste laboratório sairão grandes micologistas.

A Iolanda Ramalho da Silva pelo grande desempenho e auxílio nas análises ecológicas.

A todo corpo docente do Programa de Pós-graduação em Biologia de Fungos (PPGBF) pelos conhecimentos compartilhados e que a cada dia transformam de maneira exemplar a história da Micologia da Universidade Federal de Pernambuco para o Mundo.

A todo corpo discente do PPGBF, em especial a turma de mestrandos 2017.1, pela parceria e amizade, pela alegria da nossa turma, por cada momento que passamos juntos sejam eles alegres ou tristes, pelas incríveis viagens científicas e pelos numerosos diálogos que possibilitaram a troca de experiências. Amigos são como irmãos e por isso torço muito pelo sucesso de cada um de vocês.

Aos funcionários da Coleção de Culturas Micoteca URM, do Herbário URM e da secretária do PPGBF pelo desempenho e apoio fornecido.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo consentimento da bolsa de incentivo ao mestrado e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE APQ-0143-2.12/15) pelo auxílio financeiro concedido para realização deste trabalho.

Estes dois anos de mestrado se resumem em uma palavra: GRATIDÃO!

RESUMO

Fungos endofíticos são microrganismos que habitam tecidos vivos assintomáticos de todas as linhagens de plantas, sem causar evidências de doença. Os endófitos são excelentes membros quantificáveis para a diversidade da comunidade fúngica, porém ainda são bastante subestimados quando explorados em ambientes secos. O objetivo do estudo foi determinar a diversidade de fungos endofíticos isolados de folíolos e ramos da catingueira [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz] de área de Caatinga. Foram coletadas amostras de folíolos e ramos de nove indivíduos da catingueira e dentre os 540 fragmentos analisados foram isolados um total de 189 morfoespécies de fungos endofíticos e os mesmos foram distribuídos em 21 gêneros com base nas sequências ITS e LSU rDNA. A taxa de colonização dos fragmentos foi maior nos ramos, em comparação aos folhetos, 74% e 14%, respectivamente. O gênero *Diaporthe* foi o mais frequente seguido de *Didymella* e *Rhytidhysterium*. Foram descritas duas novas espécies dentro do gênero *Diaporthe*, *D. pseudoinconspicua* e *D. poincianellae*. Além disso, foi realizada a emenda da descrição morfológica da espécie *D. inconspicua*. Os valores dos índices de diversidade de Shannon-Wiener e Fisher alpha e a riqueza de espécies foram de 1,04, 4,88, 6,67, respectivamente. Espécies de plantas endêmicas da floresta seca brasileira, como *P. pyramidalis*, são predominantemente colonizadas por ascomicetos, especialmente membros da classe Dothideomycetes. Um novo gênero, *Caatingomyces* (Capnodiales, Dothideomycetes) foi proposto para fungos endofíticos.

Palavras-chave: Taxonomia. Fungo endofítico. Floresta tropical seca. Catingueira. Ecologia.

ABSTRACT

Endophytic fungi are microorganisms that inhabit asymptomatic living tissues of all plant strains, without causing evidence of disease. Endophytes are excellent quantifiable members for fungal community diversity, but are still greatly underestimated when explored in dry tropical forests. The objective of the study was to determine the diversity of endophytic fungi isolated from leaflets and branches of the catingueira [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz] from the Caatinga area. Samples were collected from leaflets and branches of nine individuals of catingueira and among the 540 fragments analyzed, a total of 189 morphospecies of endophytic fungi were isolated and they were distributed into 21 genera based on ITS and LSU rDNA sequences. The rate of colonization of the fragments was higher in the branches compared to leaflets, 74 % and 14 %, respectively. The genus *Diaporthe* was the most frequent followed by *Didymella* and *Rhytidhysterium*. Two new species were described within the genus *Diaporthe*, *D. pseudoinconspicua* and *D. poincianellae*. The values of Shannon-Wiener and Fisher alpha diversity indexes and species richness were 1.04, 4.88, 6.67, respectively. Endemic plant species from Brazilian dry forest such as *P. pyramidalis* is predominantly colonized by ascomycetous especially member of Dothideomycetes class. A new genus, *Caatingomyces* (Capnodiales, Dothideomycetes) was proposed for endophytic fungi.

Keywords: Taxonomy. Endophytic fungus. Dry tropical forest. Catingueira. Ecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferentes formas de transmissão dos endófitos dentre os tecidos vegetais.....	17
Figura 2 – Domínio da Caatinga.....	23
Figura 3 – Principais características de <i>Poincianella pyramidalis</i> (catingueira): (A) Árvore, (B) Arbusto, (C) Folíolos, (D) Flores e (E) Vagem (fruto tipo legume).....	25
Figura 4 – Características morfológicas de <i>Diaporthe pseudoinconspicua</i> (URM 7874): colônia em BDA; conidiomata picnidial; conidióforos alfa e beta; conídios alfa e beta. Escala barras = 10 µm. Imagem de fundo: Floresta seca tropical brasileira.....	35
Figura 5 – Características morfológicas de <i>Diaporthe poincianellae</i> (URM 7932): conidiomata picnidial; conidióforos e conídios alfa. Barras de escala = 10 µm. Imagem de fundo: Floresta seca tropical brasileira.....	36
Figura 6 – <i>Diaporthe inconspicua</i> (URM 7775). A-B. Cultura em BDA após 15d. C-D. Conidiomata picnidial em BDA após 30d. E-J. Conidióforos, células conidiogênicas e beta conídio. L. Alpha conídio. M. Beta conídio. N. Alpha e beta conídio. Barras de escala: 10 µm.....	37
Figura 7 – Árvore de Inferência Bayesiana obtida a partir das sequências de ITS e LSU rDNA de fungos endofíticos isolados de <i>P. pyramidalis</i> . <i>Earliella scabrosa</i> (URM 7788) e <i>E. scabrosa</i> (MUCL 45097) foram utilizadas como outgroup. Probabilidades posteriores de BI acima de 0.90 e valores de suporte bootstrap maiores que 70% são mostradas nos nós.....	39
Figura 8 – <i>Caatingomyces brasiliensis</i> (URM 91831, holotype) a Colônia em MEA após 7 dias. b Colônia em BDA após 7 dias. c Colônia em OA após 7 dias. d Detalhe da colônia em BDA após 7 dias. e Picnídio. f Detalhe do picnídio. g Detalhe da parede do picnídio. h–l Células conidiogênicas e conídios. m Conídios. Escalas em barra: e = 50 µm, f = 25	

µm, g-m = 10 µm.....	40
Figura 9 – Árvore de Inferência Bayesiana obtida a partir das sequências de LSU e ITS rDNA de 45 membros representativos de Teratosphaeriaceae. BIPP igual ou superior a 0,95 e valores de suporte de bootstrap para análise Maximum Likelihood (ML) superior a 70 são dados acima ou abaixo dos nós. Ambos os alinhamentos utilizaram o modelo de substituição de nucleotídeos GTR + I + G. <i>Parastagonospora nodorum</i> (CBS 110109) foi usado como grupo externo. Cepas Ex-type estão em negrito. A nova espécie está em negrito e azul.....	41
Figura 10 – Boxplot indicando os índices de Riqueza (A), Diversidade de Shannon-Wiener (B) e Fisher alpha (C) de fungos endofíticos isolados de folíolos e ramos de <i>P. pyramidalis</i> de área de Caatinga. Asteriscos (*) indicam valores significativamente mais altos do atributo avaliado com base em ANOVA unidirecional. Mediana (ponto central), quartil (caixa), máximo e mínimo (whiskers) são mostrados.....	42
Figura 11 – Curva de acumulação de gêneros de fungos endofíticos recuperados de folíolos e ramos de <i>P. pyramidalis</i>, mostrando a riqueza registrada (Richness) e estimada (Chao 1 e Jackknife) na Caatinga.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diversidade de espécies de fungos endofíticos isolados de diferentes plantas de regiões tropicais secas, úmidas, subúmidas.....	19
Tabela 2 – Frequência absoluta (f) e relativa (fr) de fungos endofíticos isolados de folíolos e ramos de <i>Poincianella pyramidalis</i> de área de Caatinga.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDA	Batata-Dextrose-Ágar
BI	Inferência Bayesiana
et al.	e outro
ITS	Internal transcribed spacer
Ltda	Limitada
LSU	Partial Large Subunit
ML	Maximum Likelihood
p.	página
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1	Fungos endofíticos.....	16
2.2	Diversidade de fungos endofíticos.....	18
2.3	Caatinga.....	22
2.4	<i>Poincianella pyramidalis</i>.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Área de coleta.....	26
3.2	Material vegetal.....	26
3.2.1	Isolamento de fungos endofíticos.....	27
3.3	Identificação morfológica.....	27
3.3.1	Identificação molecular.....	28
3.3.1.1	Extração, amplificação de fragmentos do DNA e Sequenciamento.....	28
3.3.1.2	Alinhamento das sequências e análise filogenética.....	28
3.4	Taxa de colonização e frequência absoluta e relativa.....	29
3.5	Análise dos dados ecológicos.....	29
4	RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	30
4.1	Isolamento e identificação de fungos endofíticos de folíolos e ramos de <i>P. pyramidalis</i>.....	30
4.2	Análises filogenéticas de fungos endofíticos de folíolos e ramos de <i>P. pyramidalis</i>.....	37
4.3	Análises ecológicas de fungos endofíticos de folíolos e ramos de <i>P. pyramidalis</i>.....	42
5	CONCLUSÃO.....	43
	REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Os fungos endofíticos são microrganismos que passam pelo menos uma parte de seu ciclo de vida no interior de tecidos vegetais sem causar danos ao seu hospedeiro, portanto, não produzem nenhum tipo de infecção visível (SURYANARAYANAN et al., 2011; BRADER et al., 2017). Esta relação de equilíbrio pode ser afetada e os endófitos podem se tornar patogênicos, causando efeitos deletérios em outros hospedeiros, em resposta as condições bióticas e abióticas do meio (BRADER et al., 2017).

A interação dinâmica entre fungos endofíticos e seus hospedeiros proporciona diversos benefícios de proteção e adaptação da planta ao ambiente. Portanto, destacamos o potencial dos fungos endofíticos em produzir enzimas extracelulares e hormônios que regulam o crescimento da planta (KHAN et al., 2016), conferir maior resistência em condições de estresse (SANTOS; VARAVALLLO 2011), atuar como agentes de biocontrole para eliminação de pragas (XIANG et al., 2016), sintetizar compostos terapêuticos e farmacológicos (DESHMUKH et al., 2015; VASUNDHARA et al., 2016), além de produzir diversos metabólitos secundários, estruturalmente novos e bioativos, que muitas vezes auxiliam na defesa química da planta (CHANDRA, 2012; WANG et al., 2017).

As plantas terrestres são distribuídas em cerca de 300.000 espécies, podendo ser colonizadas por um ou vários fungos endofíticos. A alta diversidade biológica desses fungos ocorre principalmente nas regiões temperadas e florestas tropicais úmidas e em menor grau em florestas tropicais secas (ARNOLD et al., 2000; SURYANARAYANAN et al., 2011; SELIM et al., 2012; JIA et al., 2016). Contudo, a Caatinga é representada por uma vasta diversidade de fungos endofíticos ainda pouco explorada (ALBUQUERQUE et al., 2007; BEZERRA et al., 2012; FREIRE et al., 2015; BEZERRA et al., 2017a; BEZERRA et al., 2017b).

A Caatinga é coberta por uma formação vegetativa do tipo xerófita, predominante do semiárido, que ocupa cerca de 11% do território brasileiro e cerca de 850.000 km² (70%) da região nordeste (BENEVIDES et al., 2007; PAGOTTO et al., 2015). Na Caatinga, a precipitação pluviométrica é reduzida e irregularmente distribuída (RIBEIRO et al., 2017). O clima semiárido, típico de florestas tropicais secas, segundo a classificação de Köppen, apresenta temperatura do ar anual média acima dos 18°C (média de 25°C ao longo do ano) e a precipitação chega a ser inferior a 500 mm anualmente, representando assim, um ambiente com deficiência hídrica. A diversidade florística da Caatinga é constituída por mais de 5.300

espécies vegetais, incluindo plantas herbáceas, trepadeiras, arbustivas, subarbustivas e arbóreas (PAGOTTO et al., 2015; RIBEIRO et al., 2017). Diante desta vasta diversidade, destaca-se uma espécie arbórea nativa e endêmica denominada *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. Popularmente conhecida como catingueira, *P. pyramidalis* é uma espécie pertencente à família Fabaceae e subfamília Caesalpinioideae, tolerante as condições das florestas tropicais secas, podendo colonizar áreas intermediárias e tardias durante o processo de regeneração natural (FALCÃO et al., 2015; PAGOTTO et al., 2015), além de apresentar crescimento rápido após as estações de seca (CHAVES et al., 2016; GOMES-COPELAND et al., 2017). Além disso, diante de suas atribuições na medicina popular, a catingueira é utilizada para tratamento de hepatite, diarreias, anemia, infecções respiratórias e urinárias (SILVA et al., 2013; CHAVES et al., 2016; GOMES-COPELAND et al., 2017).

Estudos da composição da comunidade de fungos endofíticos em catingueira podem contribuir com a manutenção da diversidade fúngica em seu ambiente natural, assim como a preservação das informações taxonômicas, filogenéticas, morfológicas e ecológicas existentes entre os membros desta comunidade. Desta forma, o objetivo desse estudo foi determinar a diversidade de fungos endofíticos isolados de folíolos e ramos de *P. pyramidalis* coletada em área de Caatinga.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fungos endofíticos

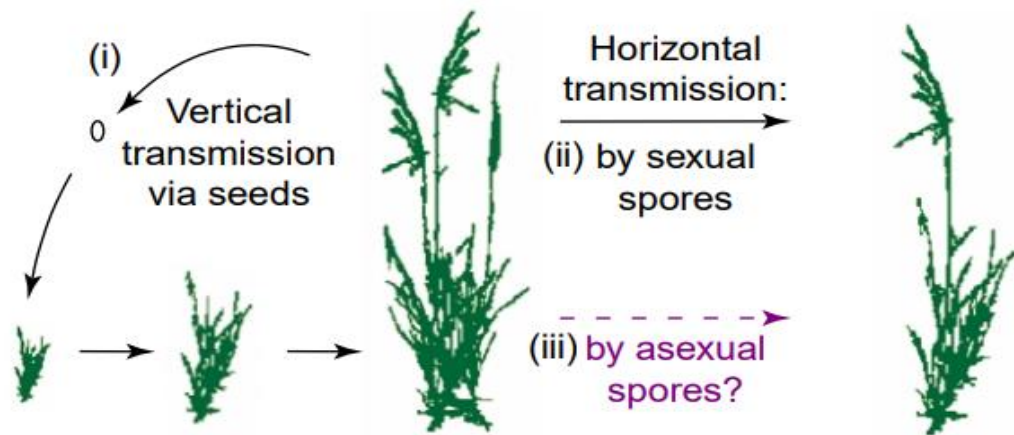
Os fungos endofíticos foram primeiramente mencionados por De Bary (1866), como organismos que habitavam os tecidos internos das plantas. Novas proposições surgiram e o termo endófito passou a referir-se a todos os organismos que colonizam os tecidos vegetais, em alguma etapa do seu ciclo de vida, sem causar qualquer lesão em seu hospedeiro (PETRINI, 1991). Com o avanço das pesquisas em relação às características destes microrganismos, os fungos endofíticos receberam um significado mais amplo, sendo assim, definidos como microrganismos pertencentes a um grupo polifilético, em grande parte constituído por ascomicetos, que, sem causar sintomas, habitam o interior dos tecidos vegetais saudáveis, ocupando os espaços inter e intracelulares, durante alguma parte do seu ciclo de vida (DASTOGEER et al., 2017).

Os endófitos podem colonizar de forma inter e intracelular (SAIKKONEN et al., 2004) bainhas foliares, pecíolos, hastes, caules e o sistema radicular (CORRÊA et al., 2014; NISA et al., 2015). A coexistência dessa harmônica associação biológica favorecida pelo contato direto com plantas terrestres já foi documentada a milhões de anos atrás e por isso acredita-se que algumas adaptações, ocorridas nas plantas para o estabelecimento das mesmas na terra, foram favorecidas pela simbiose fúngica (RODRIGUEZ et al., 2008; SUN; GUO 2012).

A penetração dos endófitos na superfície foliar através da cutícula e estômatos, e todo o mecanismo de residência nos tecidos vegetais durante o processo de colonização tecidual é complexo e envolve a comunicação do metabolismo químico na produção e liberação de exoenzimas, como por exemplo, xilanases e celulases que atuam na degradação dos principais componentes presentes na parede celular dos vegetais (CHANDRA, 2012; JIA et al., 2016).

Os fungos endofíticos são considerados organismos onipresentes quando habitam um hospedeiro em particular (SUN; GUO 2012). Contudo, a transmissão dos endófitos entre os tecidos vegetais pode ocorrer de forma vertical ou horizontal (figura 1). A transmissão vertical se propaga com o auxílio das sementes, enquanto que a transmissão horizontal ocorre por meio da disseminação de esporos de origem sexual ou assexual, os quais podem provocar infecções latentes em seus hospedeiros, penetrando por meio de apressórios e haustórios, acumulando-se ao longo do ciclo de vida do vegetal (SAIKKONEN et al., 2004; RODRIGUEZ et al., 2009).

Figura 1. Diferentes formas de transmissão dos endófitos dentre os tecidos vegetais.



Fonte: Saikkonen et al. (2004).

Os endófitos já foram isolados de plantas terrestres cultivadas em diferentes climas e nichos ecológicos, como por exemplo, em regiões árticas, temperadas, tropicais e subtropicais (ARNOLD; LUTZONI 2007; KUMAR; KAUSHIK 2013), além de ecossistemas com áreas estuarinas, como os manguezais (GONG et al., 2017) e até mesmo, em plantas de ambientes secos com predominância de estresse hídrico (BEZERRA et al., 2012).

A contínua interação metabólica existente entre os fungos endofíticos e seus respectivos hospedeiros produzem mudanças e vantagens fisiológicas e ecológicas para o vegetal. Os estudos em relação aos papéis ecológicos mostram que endófitos podem auxiliar no aumento da biomassa e na diminuição do consumo de água (RODRIGUEZ et al., 2009), desaceleram taxas de decomposição, participando da ciclagem de materiais como madeira e serrapilheira (PURAHONG; HYDE 2011), colaboram na promoção do crescimento vegetal (YOU et al., 2015), produzem produtos naturais bioativos (WANG et al., 2015), afetam de maneira significativa a qualidade e a quantidade de metabólitos produzidos por plantas medicinais (JIA et al., 2016), além disso, ajudam na aquisição de nutrientes essenciais para o desenvolvimento do vegetal (BRADER et al., 2017) e na biorremediação de diversos ambientes (GONG et al., 2017).

Diante das relações evolutivas, os fungos endofíticos podem atuar como sapróbios ou simbiontes, porém, quando há um desequilíbrio entre as interações existentes no ambiente (qualidade do solo, temperatura e precipitação), na planta (condições de tolerância, idade e variação genética) e no endófito (adaptação e virulência) (BRADER et al., 2017), especificamente em ambientes estressantes, essas associações podem não ser adaptáveis causando impactos ecológicos a longo prazo (MALINOWSKI; BELESKY 2006). Portanto,

esses fatores podem afetar de maneira significativa a distribuição dos endófitos e sua comunidade, proporcionando o desencadeamento de doenças em seus hospedeiros (AZEVEDO et al., 2000; JIA et al., 2016).

2.2 Diversidade de fungos endofíticos

As comunidades de endófitos e a ocorrência de novas espécies vêm crescendo de maneira exponencial. Acredita-se na existência de aproximadamente 300.000 espécies de plantas, onde a distribuição de endófitos chega a uma proporção de 4:1 ou 5:1 (PETRINI, 1991; NISA et al., 2015). Dentro da expectativa da ocorrência de 1,5 milhões de fungos existentes (HAWKSWORTH, 1991), os fungos endofíticos representam 7% de toda diversidade fúngica (CHOWDHARY; KAUSHIK 2015). Portanto, a biodiversidade endofítica pode ser influenciada, comparada e determinada em relação aos hospedeiros vegetais individuais, comunidade e composição botânica, tipo de tecido, condições do clima, e/ou regiões biogeográficas (MASSIMO et al., 2015).

De acordo com Azevedo e Quecine (2017) entre os anos de 1980-2016 foram publicados cerca de 1.000.000 de artigos sobre fungos endofíticos associados em diferentes subáreas, como fitopatologia, biologia molecular, toxicologia e ciência vegetal. Na literatura, a abrangência dos estudos em relação a diversidade fúngica endofítica tem numerosas pesquisas voltadas para regiões temperadas e florestas tropicais úmidas, que juntas abrigam cerca de 60% da biodiversidade vegetal mundial (BANERJEE, 2011). Arnold e Lutzoni (2007, p. 541) destacam que “folhas de árvores tropicais representam hotspots de diversidade de espécies de fungos, contendo numerosas espécies ainda não recuperadas de outros biomas”. Arnold, Maynard e Gilbert (2001) trabalhando com diversas angiospermas de uma floresta tropical úmida no Panamá, concluíram que os endófitos representam um bom elemento quantificável para a biodiversidade fúngica.

Em regiões de florestas tropicais secas a biodiversidade endofítica ainda é subestimada. Suryanarayanan et al. (2003) realizaram um estudo sobre a distribuição e diversidade de endófitos em 24 árvores localizadas em duas florestas tropicais secas de Nilgiri. Isolaram um total de 81 taxa de endófitos, concluindo que as florestas tropicais secas não apresentam uma hiperdiversidade, muitas vezes devido à baixa precipitação e densidade da vegetação. Contudo, o surgimento de pesquisas envolvendo o estudo da diversidade de endófitos em florestas tropicais secas vem ganhando destaque. Phyto e Koike (2015) destacam as florestas tropicais secas como ecossistemas que sofrem com a falta de pesquisas e políticas

de conservação, no entanto, são florestas que apresentam alta diversidade de espécies endofíticas ainda pouco exploradas.

Bezerra et al. (2012) observaram uma riqueza significativa de fungos endofíticos distribuídos em alguns gêneros como *Aspergillus*, *Xylaria*, *Acremonium*, *Phoma*, *Penicillium*, dentre outros da planta *Opuntia ficus*, a qual é encontrada facilmente na região semiárida do Nordeste brasileiro. Além disso, demonstraram um grande potencial biotecnológico desses endófitos na produção das enzimas xilanase, celulase, protease e pectinase. Bezerra et al. (2013) observaram alta diversidade na comunidade de endófitos isolados do cacto *Cereus jamacaru*, presente na Caatinga. Esses autores isolaram 59 táxons, destacando a ocorrência de 18 táxons de endófitos registrados pela primeira vez no Brasil. Massimo et al. (2015) utilizaram os efeitos de dois meios nutritivos distintos, assim como diferentes temperaturas de incubação, altitude e épocas de coleta para avaliar a composição da diversidade, distribuição e a riqueza de espécies filogeneticamente diversas de fungos endofíticos residentes em plantas lenhosas no deserto de Sonora. Na tabela 1 é apresentada uma parcela da diversidade de fungos endofíticos isolados de diferentes espécies de plantas residentes em regiões tropicais secas, úmidas e subúmidas.

Tabela 1. Diversidade de espécies de fungos endofíticos isolados de diferentes plantas de regiões tropicais secas, úmidas, subúmidas.

Fungos endofíticos	Plantas de origem	Regiões	Referências
<i>Acremonium</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)
<i>Allescheriella</i>	<i>Avicennia officinalis</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Alternaria</i> sp.	<i>Leucas aspera</i>	Tropical úmida	Banerjee et al. (2009)
<i>Aposphaeria</i> sp.	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Arthrinum</i> sp.	<i>Cinchona lederiana</i>	Tropical úmida	Maehara et al. (2009)
<i>Artrobotrys conoides</i>	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Ascochyta rabei</i>	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Ascotricha chartarum</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aegle marmelos</i>	Tropical úmida e Subúmida	Gond et al. (2007)
<i>Asteromella andrewsii</i>	<i>Butea monosperma</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Aureobasidium</i> sp.	<i>Ocimum sanctum</i>	Tropical úmida	Banerjee et al. (2009)
<i>Bartalinia pondoensis</i>	<i>Chloris inflata</i>	Tropical seca	Loro et al. (2012)
<i>Bispora</i> sp.	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Botryodiplodia theobromae</i>	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Calcarisporium arbuscula</i>	<i>Butea monosperma</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Chaetomium crispatum</i>	<i>Holarrhena antidyscenterica</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Chaetosticta</i> sp.	<i>Coriospermum declinatum</i>	Tropical seca	Sun et al. (2012)
<i>Chloridium</i> sp.	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Chrysonilia sitophila</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)

Tabela 1. Continuação.

Fungos endofíticos	Plantas de origem	Regiões	Referências
<i>Cirrenalia pygmaea</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Cladorrhinum bulbillosum</i>	<i>Cenchrus echinatus</i>	Tropical seca	Loro et al. (2012)
<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Cochliobolus australiensis</i>	<i>Cyperus laevigatus</i>	Tropical seca	Loro et al. (2012)
<i>Cochlonema</i> sp.	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>Leucas aspera</i>	Tropical úmida	Banerjee et al. (2009)
<i>Cortnespora</i> sp.	<i>Aegle marmelos</i>	Tropical úmida e Subúmida	Gond et al. (2007)
<i>Curvularia pallescens</i>	<i>Callicarpa tomentosa</i>	Tropical úmida e Subúmida	Raviraja (2005)
<i>Cylindrocarpon</i> sp.	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Cytospora abietis</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Dactylaria purpurella</i>	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Diaporthe</i> sp.	<i>Cinchona ledgeriana</i>	Tropical úmida e Subúmida	Maehara et al. (2009)
<i>Dicyma</i> sp.	<i>Rhizophora mucronata</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Didymella</i> sp.	<i>Cyperus laevigatus</i>	Tropical seca	Loro et al. (2012)
<i>Dithiorella</i> sp.	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Drechslera ellisii</i>	<i>Aegle marmelos</i>	Tropical úmida e Subúmida	Gond et al. (2007)
<i>Emericella</i> sp.	<i>Aegle marmelos</i>	Tropical úmida e Subúmida	Gond et al. (2007)
<i>Fusariella obstipa</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Fusarium roseum</i>	<i>Aegle marmelos</i>	Tropical úmida e Subúmida	Gond et al. (2007)
<i>Gibberella fujikuroi</i> var. <i>fujikuroi</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)
<i>Gliocladium delequescens</i>	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Gliomastix</i> sp.	<i>Azadirachta indica</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Glomerella cingulata</i>	<i>Garcinia mangostana</i>	Tropical úmida	Sim et al. (2010)
<i>Gongronella butleri</i>	<i>Coffea robusta</i>	Subúmida	Sette et al. (2006)
<i>Guignardia camelliae</i>	<i>Garcinia parvifolia</i>	Tropical úmida	Sim et al. (2010)
<i>Hansfordia</i> sp.	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Haplosporella acaciae</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Heterosporium terrestre</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Humicola fuscoatra</i>	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Hyalopus</i> sp.	<i>Ocimum bacilicum</i>	Tropical úmida	Banerjee et al. (2009)
<i>Hypocrea virens</i>	<i>Garcinia parvifolia</i>	Tropical úmida	Sim et al. (2010)
<i>Lasiodiplodia pseudothebromae</i>	<i>Cyperus laevigatus</i>	Tropical seca	Loro et al. (2012)
<i>Lulworthia</i> sp.	<i>Avicennia officinalis</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Memmoniella</i> sp.	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Mixotrichum chartarum</i>	<i>Callicarpa tomentosa</i>	Tropical úmida e Subúmida	Raviraja (2005)
<i>Monocillium</i> sp.	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Monodictys castaneae</i>	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2012)
<i>Muscodor albus</i>	<i>Gauzuma ulmifolia</i>	Tropical úmida	Strobel et al. (2007)

Tabela 1. Continuação.

Fungos endofíticos	Plantas de origem	Regiões	Referências
<i>Myrothecium verrucaria</i>	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Nectria</i> sp.	<i>Cenchrus cf. spinifex</i>	Tropical seca	Loro et al. (2012)
<i>Neurospora crassa</i>	<i>Leptothrium rigidum</i>	Tropical seca	Loro et al. (2012)
<i>Nigrospora sphaerica</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)
<i>Oidium</i> sp.	<i>Terminalia catappa</i>	Tropical úmida	Strobel et al. (2008)
<i>Paecilomyces varioti</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Papulospora</i> sp.	<i>Vitex negundo</i>	Tropical úmida	Banerjee et al. (2006)
<i>Penicillium</i> sp.	<i>Suaeda salsa</i>	Tropical seca	Sun et al. (2012)
<i>Pestalotia macrotricha</i>	<i>Aegle marmelos</i>	Tropical úmida e Subúmida	Gond et al. (2007)
<i>Pestalotiopsis guepinii</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)
<i>Petriella sordida</i>	<i>Avicennia officinalis</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Phialophora</i> spp.	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Phoma eupyrena</i>	<i>Azadirachta indica</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Phyllostica</i> sp.	<i>Azadirachta indica</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Pithomyces</i> sp.	<i>Coriospermum declinatum</i>	Tropical seca	Sun et al. (2012)
<i>Rhizoctonia</i> sp.	<i>Aegle marmelos</i>	Tropical úmida e Subúmida	Gond et al. (2007)
<i>Sarocladium bacillisporum</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)
<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Cinchona ledgeriana</i>	Tropical úmida	Maehara et al. (2009)
<i>Sclerotonia</i> sp.	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Nalini et al. (2005)
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	<i>Coffea arabica</i>	Subtropical	Sette et al. (2006)
<i>Sordaria destruens</i>	<i>Holarrhena antidyscenterica</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Spicaria</i> sp.	<i>Leucus aspera</i>	Tropical úmida	Banerjee et al. (2009)
<i>Sporothrix</i> sp.	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Sporobolomyces salmonicolor</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)
<i>Stemphylium</i> sp.	<i>Leucus aspera</i>	Tropical úmida	Banerjee et al. (2009)
<i>Stenella agalis</i>	<i>Aegle marmelos</i>	Tropical úmida e Subúmida	Gond et al. (2007)
<i>Sterigmatomyces elviae</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)
<i>Talaromyces</i> sp.	<i>Coffea arabica</i>	Subúmida	Sette et al. (2006)
<i>Tetraploa aristata</i>	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2012)
<i>Tharopama trina</i>	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Trichocladium asperum</i>	<i>Adhatoda zeylanica</i>	Tropical úmida e Subúmida	Raviraja (2005)
<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Crataeva magna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Trichophyton</i> sp.	<i>Vitex negundo</i>	Tropical úmida	Banerjee et al. (2006)
<i>Tritirachium dependens</i>	<i>Cereus jamacaru</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2013)
<i>Tubercularia vulgaris</i>	<i>Terminalia arjuna</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Ulocladium</i> sp.	<i>Salsola collina</i>	Tropical seca	Sun et al. (2012)
<i>Verticillium albo-atrum</i>	<i>Azadirachta indica</i>	Tropical úmida	Tejesvi et al. (2006)
<i>Xylaria</i> sp.	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tropical seca	Bezerra et al. (2012)
<i>Zalerion maritimum</i>	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)
<i>Zygosporium masonii</i>	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Tropical úmida e Subúmida	Ananda e Sridhar (2002)

Fonte: Adaptada de Banerjee (2011).

Para explorar e abrir um grande leque no estudo da diversidade de fungos endofíticos, novos trabalhos têm sido realizados. Daru et al. (2018) exploraram a diversidade de fungos endofíticos conservados em folhas secas de duas espécies vegetais, *Andromeda polifolia* e *Ledum palustre* subsp. *groenlandicum* (Ericaceae), preservadas em herbário. Apesar da recuperação de apenas um endófito em cultura, membro endolichênico dos Pezizomycetes, métodos independente de cultura como a clonagem e análise MiSeq demonstraram uma rica comunidade endofítica. Utilizando técnicas como a extração do DNA genômico total de fragmentos foliares e a utilização de primers específicos para amplificação do DNA fúngico, esses autores observaram que grande parte da distribuição filogenética das unidades taxonômicas operacionais pertencia ao filo Ascomycota, particularmente as classes Pezizomycetes, Leotiomycetes, Lecanoromycetes, Eurotiomycetes e Dothideomycetes. Portanto, novos métodos podem ser aplicados com grande potencial na descoberta de novas informações relevantes a respeito da diversidade endofítica ainda subestimada.

2.3 Caatinga

Originada da língua indígena “Tupi” a palavra Caatinga (kaa’tinga- “kaa”: vegetação, plantas e “tinga”: branco, claro) significa floresta branca e/ou mata clara (HOUAÏSS; VILLAR; FRANCO; 2001; FAGGIN; BEHAGEL; ARTS; 2017). Também conhecida como floresta tropical sazonal seca, é considerada em seu aspecto fisionômico, uma floresta de baixa estatura composta por plantas que apresentam adaptações que conferem maior resistência e tolerância ao clima seco, como por exemplo, ramificações profusas, espinhos, suculência, microfilia e a perda das folhas no início das estações de seca (QUEIROZ, 2009; SILVA; TAVARES; CORTEZ; 2012; CABRAL, SAMPAIO; CORTEZ; 2013; ALTHOFF et al., 2016).

O bioma Caatinga ocupa uma extensão de 84 milhões de hectares, aproximadamente 850.000 km², difundindo-se pela região Nordeste e uma pequena parte da região Sudeste do Brasil, ocorrendo nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Norte de Minas Gerais (figura 2) (BENEVIDES et al., 2007; PAGOTTO et al., 2015; FAGGIN; BEHAGEL; ARTS; 2017).

Composta por uma paisagem de depressões achatadas, extensas superfícies aplainadas que correspondem a cerca de 368.216 km², a Caatinga possui uma grande biodiversidade heterogênea com diferentes recursos naturais e dinâmicas sociais (GIULIETTI et al., 2004; QUEIROZ, 2009; SANTOS et al., 2011). Faggin, Behagel e Arts (2017, p. 2) definem a

que aumentam o potencial da evapotranspiração (1500-2000 mm.ano⁻¹), incluindo a carência de nutrientes e a alta salinidade no solo, a Caatinga destaca-se por apresentar vegetação xerofítica decídua composta por 4.657 espécies de plantas com sementes, compreendendo árvores e arbustos, além das herbáceas que correspondem a maior parte de sua fitodiversidade. Vale salientar que uma de suas características florísticas é a presença de espécies de plantas endêmicas, as quais são utilizadas como ornamentais, produtoras de madeira, produtoras de frutos e dentre outras (QUEIROZ, 2009; SANTOS et al., 2011; SILVA; TAVARES; CORTEZ; 2012; CABRAL; SAMPAIO; CORTEZ; 2013; ZAPPI et al., 2015; ALTHOFF et al., 2016; SILVA; SOUZA 2018).

O avanço dos impactos antrópicos no bioma Caatinga, muitas vezes associados a subsistência das comunidades locais, como a ceifa de madeiras, a prática da queima para a criação de gado, produção de lenha e ervas, vem causando problemas na manutenção da preservação dessas áreas, já que cerca de 80% das Caatingas são sucessionais, e apenas 40% são mantidas em estado pioneiro de sucessão secundária (CABRAL; SAMPAIO; CORTEZ; 2013; ALTHOFF et al., 2016). Dentro de 20 anos (1990-2010) a Caatinga perdeu uma média de 37.068 km² de cobertura florestal (BEUCHLE et al., 2015; SILVA; SOUZA 2018), portanto, estudos e ações que visam a conservação e o manejo florestal sustentável são necessários para a manutenção da biodiversidade vegetal e consequentemente a biodiversidade fúngica endofítica presente neste ambiente (ALTHOFF et al., 2016).

2.4 *Poincianella pyramidalis*

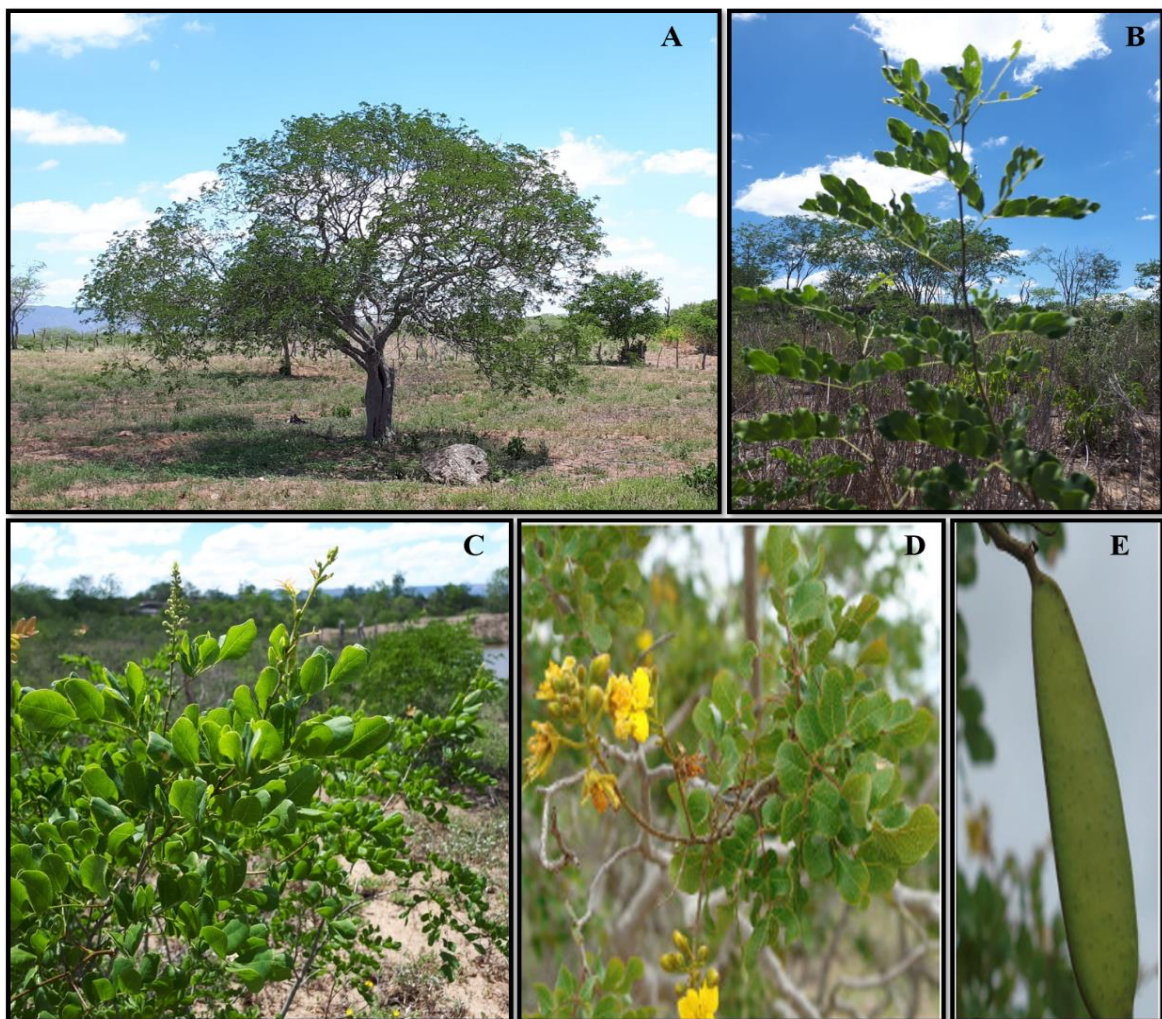
Dentro da perspectiva de mais de 4.000 espécies de plantas presentes na Caatinga, destaca-se uma espécie arbórea endêmica amplamente distribuída pelo Nordeste brasileiro, denominada *Poincianella pyramidalis*, classificada taxonomicamente no Reino: Plantae, Divisão: Magnoliophyta, Classe: Magnoliopsida, Ordem: Fabales, Família: Fabaceae, Subfamília: Caesalpinioideae.

A espécie *P. pyramidalis* antes conhecida como *Caesalpinia pyramidalis* [Tul.], sofreu uma atualização botânica e o nome *C. pyramidalis* tornou-se uma sinonímia (QUEIROZ, 2009). Dependendo do Estado onde é encontrada (Pernambuco, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Paraíba) esta espécie é popularmente conhecida como catingueira, pau-de-rato, canela-de-velho e/ou mussitaíba devido ao odor característico presente nas suas folhas, quando maceradas (SILVA; COELHO; SILVA, 2015; MATIAS; SILVA; DANTAS, 2017).

Poincianella pyramidalis apresenta um porte arbustivo com cerca de 4-6 cm de altura e um porte arbóreo que pode chegar até 12 m de altura com aproximadamente 50 cm de

diâmetro (figura 3. A e B). Não contém espinhos, suas folhas são bipinadas com 5-11 folíolos sésseis com aspecto coriáceo (figura 3. C), exibem inflorescências dispostas em racemos e flores de coloração amarelada (figura 3. D). A vagem, fruto do tipo legume, é plana, seca, achatada, de coloração amarronzada e apresenta deiscência explosiva (figura 3. E) (GUTIÉRREZ et al. 2010; SILVA; COELHO; SILVA, 2015; MATIAS; SILVA; DANTAS, 2017).

Figura 3. Principais características de *Poincianella pyramidalis* (catingueira): (A) Árvore, (B) Arbusto, (C) Folíolos, (D) Flores e (E) Vagem (fruto tipo legume).



Fonte: Adaptado de Lopes et al. (2017).

Diante de suas potencialidades, *P. pyramidalis* é bastante utilizada na medicina popular para o tratamento de anemias, febre alta, infecções respiratórias, hepatite, micoses, nematoides gastrointestinais, devido suas propriedades antipiréticas, antimicrobianas, antioxidantes, diuréticas, dentre outras. Para a indústria, sua madeira é empregada na

produção de carvão vegetal, álcool combustível, lenha e fabricação de sabão (GUTIÉRREZ et al. 2010; SILVA; COELHO; SILVA; 2015; CHAVES et al., 2016; GOMES-COPELAND et al., 2017; MATIAS; SILVA; DANTAS; 2017). Além disso, vale salientar seu grande papel ecológico na restauração florestal, onde se destaca com grande abundância em estádios de sucessão intermediário e tardio (CABRAL; SAMPAIO; CORTEZ; 2013), graças a sua capacidade de germinação rápida, fácil adaptação em diferentes tipos de solo e alto crescimento populacional após estações de seca (PAGOTTO et al., 2015; CHAVES et al., 2016; GOMES-COPELAND et al., 2017; MATIAS; SILVA; DANTAS; 2017).

A diversidade e a composição das comunidades de fungos endofíticos associados a *P. pyramidalis* (syn. *C. pyramidalis*) ainda é pouco investigada. Algumas dessas lacunas foram preenchidas por Gonçalves, Freire e Lima (2013) que relataram o isolamento de quatro gêneros, tais como, *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Phyllosticta* sp. e *Nodulisporium* sp. em catingueiras presentes na Caatinga cearense. Também no estado do Ceará, na região de Inhamuns, Moura et al. (2016) isolaram *Paecilomyces* sp. de ramos da catingueira. Sena Filho et al. (2016) relataram o isolamento do endófito *Diaporthe* sp. em *P. pyramidalis* presente no nordeste do Brasil, onde o isolado apresentou bom potencial na produção de uma variedade de terpenóides. Por outro lado, Souza, Trocoli e Monteiro (2016) se limitaram no isolamento de espécies endofíticas de *Trichoderma* para o tratamento e biocontrole da fusariose em plantações de abacaxi.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de coleta

A coleta foi realizada na Fazenda Tamanduá (07°02'20''S, 37°26'43''W), uma propriedade pertencente à Mocó Agropecuária Ltda (CABRAL; SAMPAIO; CORTEZ; 2013). A propriedade está localizada no Estado da Paraíba, Sertão das Espinharas, no município de Santa Terezinha, contém uma área de 3.073 hectares, dos quais 900 h são preservados. O local apresenta altitude média de 240 m, com chuvas anuais médias de 600 mm, limitadas a um intervalo de 2 a 4 meses, caracterizando um clima de regiões tropicais semiáridas (SILVA; TAVARES; CORTEZ; 2012; SILVA et al., 2014) do tipo Bsh, segundo a classificação de Köppen (1948).

3.2 Material vegetal

Três amostras de folíolos e ramos de nove indivíduos de *P. pyramidalis* foram coletadas aleatoriamente em maio/2013 na estação seca em áreas de Caatinga. Após a coleta, o material vegetal foi devidamente acondicionado em sacos de papel e processados no laboratório em até 48 horas. A coleta foi autorizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA)/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio); número de permissão: 40331-1/código de autenticação 87451826.

3.2.1 Isolamento de fungos endofíticos

Os folíolos e ramos da catingueira passaram por um processo de lavagem em água corrente com detergente neutro. Todos os procedimentos de desinfestação do material vegetal seguiram a metodologia descrita por Araújo et al. (2002). O material vegetal foi desinfestado em álcool etílico 70% durante 60s, hipoclorito de sódio (2-2,5% de Cl⁻) por 180s, álcool etílico 70% durante 30s, e lavados três vezes em água destilada esterilizada. Posteriormente, os folíolos e ramos foram cortados em fragmentos com cerca de 1cm².

Após a assepsia, foram utilizados um total de 20 fragmentos de cada indivíduo, totalizando 180 fragmentos de folíolos e 180 de ramos. Em seguida os fragmentos foram transferidos para placas de Petri contendo o meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA) acrescido com cloranfenicol (100 mg/l) e tetraciclina (50 mg/l) para inibição do crescimento bacteriano. As placas foram incubadas a $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por até 30 dias. Diariamente, o crescimento fúngico foi observado e todas as colônias foram isoladas, purificadas e preservadas em água/glicerol a 10% para posterior identificação. Para o controle da desinfestação da superfície foliar, foi inoculado 1 mL de água da última lavagem em placas de Petri contendo o meio BDA acrescido com cloranfenicol (100 mg/l) e tetraciclina (50 mg/l), e incubadas sob as mesmas condições.

3.3 Identificação morfológica

A identificação dos fungos endofíticos isolados foi baseada em características macro e micro morfológicas, utilizando-se metodologia e bibliografia especializada (GROENEWALD et al., 2013; BEZERRA et al., 2015; BEZERRA et al., 2017b; BEZERRA et al., 2018; FAN et al., 2018; PÁDUA et al., 2018). Este processo de identificação ocorreu com a colaboração da equipe da Micoteca URM Prof. Maria Auxiliadora Cavalcanti (WCDM 604; ISO 9001:2015) do Departamento de Micologia, Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

3.3.1 Identificação molecular

3.3.1.1 Extração, amplificação de fragmentos do DNA e Sequenciamento

Para extração do DNA, todos os endófitos isolados foram mantidos em placa de Petri contendo BDA sólido a uma temperatura de 25°C, e o micélio de cada fungo, separadamente, foi transferido para microtubos de 2ml com tampa de rosca, acrescidos com 0,5g de contas de vidro ('glass beads'). Em seguida, a biomassa passou por um processo de trituração em alta velocidade por agitação com o auxílio do aparelho FastPrep. A extração de DNA seguiu o protocolo proposto pelo Kit de extração Wizard® SV Genomic DNA Purification System do fabricante Promega com algumas modificações. As regiões ITS (Internal transcribed spacer) foram amplificadas utilizando os primers ITS1 (5' TCCGTAGGTGAACCTGCGG 3') e ITS4 (5' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3') (WHITE et al., 1990). Para a amplificação da região LSU (Partial Large Subunit) foram utilizados os primers LR0R (5' ACCCGCTGAACTTAAGC 3') e LR5 (5' ATCCTGAGGGAACTTC 3') (VILGALYS; HESTER 1990). De acordo com os dados prévios, após as análises das regiões ITS e LSU do rDNA, outros *loci* tais como *tef1*, RPB2, calmodulina, β -tubulina e histona, foram amplificados de acordo com cada gênero ou grupo taxonômico dos fungos identificados (GROENEWALD et al., 2013). As concentrações da Taq DNA polimerase e do tampão de reação utilizados no processo, assim como, os parâmetros para amplificação seguiram a metodologia proposta por Kaliyaperumal e Kalaichelvan (2008). Para averiguar possíveis contaminações durante as amplificações, controles negativos contendo todos os componentes exceto o DNA, foram utilizados. Os fragmentos de DNA e as reações de PCR (3 μ L) foram visualizados através de eletroforese em gel de agarose 1% corados com GelRed, e observados em um transiluminador de luz UV. Após a visualização das bandas no gel de agarose, a enzima Exosap illustra™ ExoProStar™ 1-Step (GE Healthcare Life Sciences) foi utilizada para a purificação dos produtos de amplificação. Os amplicons purificados foram enviados para o sequenciamento na Plataforma Multiusuária de Sequenciamento e Expressão Gênica do Centro de Biociências da UFPE.

3.3.1.2 Alinhamento das sequências e análise filogenética

Para a análise filogenética, as sequências obtidas foram preliminarmente comparadas com sequências similares depositadas no GenBank, utilizando a ferramenta BLASTn, posteriormente foram alinhadas no MAFFT v.6 (KATO; TOH 2010) e editadas no MEGA

v.7 (KUMAR et al., 2016). As análises de Máxima Verossimilhança e bayesiana (1×10^6 gerações) foram realizadas no MrBayes no XSEDE hospedado no portal científico da CIPRES (MILLER et al., 2010), utilizando o modelo de substituição de nucleotídeos padrão GTR+I+G e o modelo de substituição nucleotídica gerado por meio do programa MrBayes 3.1.2 (RONQUIST; HUELSENBECK, 2003), respectivamente. Os modelos foram estimados separadamente para cada região gênica e as árvores obtidas foram visualizadas no FigTree v.1.4.0 (Rambaut, 2012).

3.4 Taxa de colonização e frequência absoluta e relativa

Fórmulas matemáticas foram empregadas para calcular a taxa de colonização (TC%) que significa a 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), assim como, a Frequência Relativa (FR) de isolamento calculada pela divisão entre o número de isolados de uma espécie, pelo número total de isolados (PHOTITA et al., 2001).

3.5 Análise dos dados ecológicos

Para caracterizar e estimar a comunidade de fungos endofíticos foram analisados os índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), a Riqueza de espécies e o índice Fisher alfa. O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi calculado pela equação $H' = -\sum (P_i \ln(P_i))$, onde $P_i = n_i/N$, n_i = número de isolados endofíticos da espécie i , N = número total de isolados endofíticos de todas as espécies, no fim da análise, os valores de H' foram convertidos em $\exp(H')$. A riqueza foi determinada pelo número de espécies em cada amostra (SHANNON-WEAVER, 1949). O índice de Fisher alfa foi avaliado pela equação $S = \alpha * \ln(1 + n/\alpha)$, onde S é o número de taxa, n é o número de isolados, e α é o alfa de Fisher (FISHER et al., 1943). Análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA), com base na distância de Bray-Curtis, foi aplicada para testar se as assembleias de fungos endofíticos diferiam entre os tecidos vegetais, e a variação na composição de comunidade fúngica endofítica foi visualizada usando escala multidimensional não-métrica (NMDS). Estas análises foram realizadas usando dados de abundância relativa.

Foram determinadas curvas de acumulação de espécies, e a riqueza total (observada) foi comparada com a riqueza estimada utilizando o Chao de primeira ordem (índice Chao 1) e Jackknife para avaliação da eficiência do esforço da amostragem. Para efetivação de todas as análises, foi utilizado o software R v.3.5.0 (R Development Core Team 2018) com os pacotes

‘agricolae’ (MENDIBURU, 2017), ‘vegan’ (OKSANEN et al., 2018) e ‘iNEXT’ (HSIEH et al., 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Isolamento e identificação de fungos endofíticos de folíolos e ramos de *P. pyramidalis*

Dentre os 360 fragmentos de folíolos e ramos analisados foram isolados um total de 189 espécimes de fungos endofíticos, contudo, não foi possível identificar 30 espécimes (5 isolados de folhas e 25 de ramos), pois os mesmos não se desenvolveram após a preservação em água/glicerol a 10%. Os 159 endófitos (137 de ramos e 22 de folíolos) foram distribuídos em 21 gêneros pertencentes ao filo Ascomycota e as classes Dothideomycetes, Sordariomycetes e Eurotiomycetes.

Ainda são escassos trabalhos referentes à diversidade de fungos endofíticos da catingueira, porém estudos com plantas pertencentes à mesma Subfamília (Caesalpinioideae) têm sido relatados. Hilarino et al. (2011) avaliaram a riqueza de fungos endofíticos em folhas maduras recém-expandidas e não expandidas de 15 indivíduos de *Bauhinia brevipes* (Caesalpinioideae), presentes em uma região com vegetação tipo Cerrado, e isolaram um total de 1.110 endófitos, obtidos a partir de 810 fragmentos de folhas. Bezerra et al. (2015) obtiveram 95 endófitos (18 de folhas e 46 de hastes, sendo os demais encontrados nas sépalas e sementes) a partir de 45 fragmentos de cada tecido vegetal da planta *Bauhinia forficata* (Caesalpinioideae), distribuídos em 28 espécies. Campos et al. (2015) analisaram 82 cepas de fungos endofíticos isolados da casca (10 amostras) e caules (13 amostras) da árvore *Caesalpinia echinata* (Caesalpinioideae), conhecida popularmente como pau-brasil. Nos três trabalhos e nos nossos resultados, grande parte dos isolados pertenciam ao filo Ascomycota distribuídos entre as classes Sordariomycetes, Eurotiomycetes e Dothideomycetes.

A predominância do filo Ascomycota surge como característica da comunidade endofítica presente em diferentes hospedeiros de biomas distintos (ARNOLD; LUTZONI 2007; GAZIS; CHAVERRI 2010; SUNAYANA et al., 2014; PÁDUA et al., 2018).

A classe Dothideomycetes, dominante neste estudo, representa um imenso grupo de fungos cosmopolitas que inclui necrotróficos, biotróficos, saprotróficos e patógenos, pertencentes principalmente as ordens Pleosporales e Capnodiales, com alto nível de diversidade ecológica, corroborando com os resultados obtidos por Ohm et al. (2012).

O tecido vegetal que obteve a maior taxa de colonização dos fragmentos por fungos endofíticos foram os ramos com 74%, já os folíolos apresentaram 14% de colonização. A alta colonização de fungos endofíticos em ramos, quando comparada aquela presente nas folhas foram também reportadas em outros estudos (VUJANOVIC; BRISSON 2002; SUNAYANA et al., 2014; BEZERRA et al., 2015).

Gazis e Chaverri (2010), analisando 225 amostras, sendo 90 de folhas e 135 de caules, isolaram um total de 175 endófitos de 15 árvores de *Hevea brasiliensis*, planta nativa de florestas subtropicais úmidas no Sudeste do Peru. Esses autores observaram uma taxa de colonização de 90% nas folhas e 60% nos caules. Suwannarach et al. (2012) trabalhando com 2.774 endófitos isolados de 2.250 amostras de folhas e caules de *Cinnamomum bejolghota*, presentes no norte da Tailândia, observaram uma taxa de colonização que variou entre 97,8%-99,3% quando as amostras foram coletadas na estação seca e 94,8-99,7% quando coletadas na estação úmida. Sunayana et al. (2014) isolando fungos endofíticos de *Vitex negundo* recuperaram 143 isolados a partir de 1.350 fragmentos de tecidos de ramos, cascas e folhas, coletados na Índia, e observaram taxas de colonização de 22,66%, 22,22% e 21,33%, respectivamente. A divergência entre as taxas de colonização encontrada no estudo e nos trabalhos de Gazis e Chaverri (2010), Suwannarach et al. (2012) e Sunayana et al. (2014) podem ser influenciadas pelas interações tecido vegetal-endófitos, e pela dinâmica dos diferentes ecossistemas e condições ambientais (HARDOIM et al., 2015).

Distintas partes de uma planta podem ser colonizadas por diferentes espécies endofíticas, sendo assim, dos 21 gêneros encontrados no presente estudo, 13 (*Caatingomyces*, *Camarographium*, *Didymella*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Kirschsteiniothelia*, *Lasiodiplodia*, *Pseudopithomyces*, *Phoma*, *Preussia*, *Rhytidhysterium*, *Trichoderma* e *Truncatella*) ocorreram exclusivamente nos ramos, cinco (*Byssoschlamys*, *Curvularia*, *Pyrenophora*, *Muyocopron* e *Purpureocillium*) apenas nos folíolos e três (*Alternaria*, *Diaporthe* e *Sarocladium*) estavam compartilhados em ambas as partes do vegetal.

Explorando a diversidade endofítica presente em *P. pyramidalis*, táxons como *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Phyllosticta* sp. e *Nodulisporium* sp. foram registrados por Gonçalves, Freire e Lima (2013) em um estudo onde os autores discutiram as principais pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Agroindustrial Tropical (Brasil) relacionadas ao isolamento e identificação de fungos endofíticos de inúmeras plantas presentes na Caatinga do estado do Ceará e exploraram o potencial dos endófitos como produtores de metabólitos bioativos.

Moura et al. (2016) relataram *Paecilomyces* sp. nos ramos de *P. pyramidalis*, no entanto, esse gênero foi identificado apenas por aspectos morfológicos. Com o objetivo de investigar endófitos produtores de terpenóides importantes para a indústria farmacêutica, Sena Filho et al. (2016) relataram o isolamento do endófito *Diaporthe* sp. em *P. pyramidalis* presente no nordeste do Brasil, onde o isolado demonstrou bom potencial na produção de uma variedade de terpenóides. O endófito foi identificado com base em sequências de ITS rDNA.

Souza et al. (2016) foram limitados no isolamento de espécies endofíticas de *Trichoderma* para o tratamento e biocontrole de doenças causadas por *Fusarium* em plantações de abacaxi. Os endófitos foram identificados por análise molecular e 32,1% dos isolados endofíticos de *Trichoderma* foram obtidos de *P. pyramidalis* coletadas no município de Senhor do Bonfim, Bahia. Por outro lado, espécies de *Trichoderma* já têm sido reportadas em espécies vegetais da subfamília Caesalpinioideae, como *Bauhinia forficata* (BEZERRA et al., 2015).

Táxons generalistas de rápido crescimento em meios não seletivos como *Diaporthe*, *Curvularia* e *Fusarium* são encontrados frequentemente em diferentes hospedeiros de plantas tropicais (ARNOLD; LUTZONI 2007; HYDE; SOYTONG 2008; SIQUEIRA et al., 2011; KHARWAR et al., 2011; CHOWDHARY; KAUSHIK 2015; VEREKAR et al., 2017).

Os gêneros *Alternaria*, *Epicoccum* e *Truncatella* já foram relatados como endófitos de folhas, caules, pecíolos e raízes de hospedeiros vegetais como *Rhododendron* sp. (Ericaceae) (PURMALE et al., 2012; RANA et al., 2017), *Adenocalymma alliaceum* (KHARWAR et al., 2011), *Ocimum sanctum* (CHOWDHARY; KAUSHIK 2015) e *Mimusops elengi* (VEREKAR et al., 2017). Além disso, o gênero *Byssosclamyces* já foi registrado em plantas medicinais sudanesas como *Euphorbia prostrata* (KHIRALLA et al., 2016).

Didymella também foi registrada por Shen et al. (2012) em ramos de *Phyllostachys edulis*. O gênero *Sarocladium*, por sua vez já foi registrado em folhas de *Myracrodruon urundeuva*, espécie vegetal residente em uma floresta tropical seca (PÁDUA et al., 2018). Ainda, há registro de espécies endofíticas de *Pseudopithomyces* em folhas saudáveis de tabaco (*Nicotiana tabacum*) em diferentes estágios (YUAN et al., 2018) e em uma espécie arbórea do mangue (*Rhizophora apiculata*) (DOILOM et al., 2017).

Táxons de *Muyocopron* (Dothideomycetes, Muyocopronales) geralmente são encontrados como sapróbios e patógenos vegetais (TIBPROMMA et al., 2016; HERNÁNDEZ-RESTREPO et al., 2019). Contudo, o gênero já foi descrito como endófito foliar de *Chamaecyparis thyoides* (BILLS; POLISHOOK 1992, como *Mycoleptodiscus atromaculans*), *Banksia verticillata* (ANDRIOLI et al., 2012, como *Mycoleptodiscus indicus*)

e *Opuntia ficus-indica* (BEZERRA et al., 2012, como isolado PF108). Nesse estudo, o isolado URM 7802 foi registrado como *Muyocopron laterale* (HERNÁNDEZ-RESTREPO et al., 2019).

Diaporthe sp. com 85 representantes foi o táxon mais frequente, seguido de *D. inconspicua* (17), contudo os demais táxons encontrados no estudo apresentaram baixa frequência e foram considerados raros ($fr < 10$), 10 dos quais foram encontrados apenas uma vez (Tabela 2). Estes resultados corroboram com outros estudos que demonstram que as comunidades tropicais, em sua maioria, apresentam um padrão log-normal com poucos táxons comuns e vários táxons raros (GAZIS; CHAVERRI 2010; HILARINO et al., 2011).

Tabela 2. Frequência absoluta (f) e relativa (fr) de fungos endofíticos isolados de folíolos e ramos de *Poincianella pyramidalis* de área de Caatinga.

Fungos endofíticos	f	fr
<i>Alternaria</i> sp.	2	1,05
<i>Byssosclamyces</i> sp.	1	0,52
<i>Caatingomyces brasiliensis</i> T.G.L. Oliveira, Souza-Motta, O.M.C. Magalhães & J.D.P. Bezerra	2	1,05
<i>Camarographium</i> sp.	3	1,58
<i>Curvularia pallescens</i> Boedijn	1	0,52
<i>Curvularia</i> sp.	3	1,58
<i>Diaporthe inconspicua</i> R.R. Gomes, Glienke & Crous	17	8,99
<i>Diaporthe miriciae</i> R.G. Shivas, S.M. Thomps. & Y.P. Tan	1	0,52
<i>Diaporthe poincianellae</i> T.G.L. Oliveira, O.M.C. Magalhães & J.D.P. Bezerra	1	0,52
<i>Diaporthe pseudoinconspicua</i> T.G.L. Oliveira, J.D.P. Bezerra, A.R. Machado, Souza-Motta & O.M.C. Magalhães	7	3,70
<i>Diaporthe</i> sp.	85	44,97
<i>Didymella</i> sp.	8	4,23
<i>Pyrenophora</i> sp.	1	0,52
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	2	1,05
<i>Fusarium</i> sp.	3	1,58
<i>Kirschsteiniothelia</i> sp.	1	0,52
<i>Lasiodiplodia</i> sp.	1	0,52
<i>Pseudopithomyces</i> sp.	1	0,52
<i>Muyocopron laterale</i> (Alcom & B. Sutton) Hem.-Restr., J.D.P. Bezerra & Crous	1	0,52
<i>Phoma</i> sp.	2	1,05
<i>Preussia</i> sp.	1	0,52
<i>Purpureocillium lilacinum</i> (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson	2	1,05
<i>Rhytidhysterium</i> sp.	5	2,64
<i>Sarocladium terricola</i> (J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster) A. Giraldo, Gené & Guarro	4	2,11
<i>Trichoderma</i> sp.	2	1,05

Tabela 2. Continuação

Fungos endofíticos	f	fr
<i>Truncatella</i> sp.	2	1,05
Total	159	

Fonte: Thays (2018)

Comumente citado como endófito mais frequente, o gênero *Diaporthe* pode ser encontrado em diferentes hospedeiros vegetais que habitam tanto áreas tropicais quanto temperadas, tais como *Luehea divaricata* (Tiliaceae) (BERNARDI-WENZEL et al., 2010), *Pinus halepensis* (Pinaceae) (BOTELLA; DIEZ 2011), *Bauhinia brevipes* (Caesalpinioideae) (HILARINO et al., 2011), *Cinnamomum bejolghota* (Lauraceae) (SUWANNARACH et al., 2012), *Trichilia elegans* (Meliaceae) (RHODEN et al., 2012), *Delonix regia* (Fabaceae) (ZHOU et al., 2014), *Costus spiralis* (Jacq.) Roscoe (Costaceae) (MARSON-ASCÊNCIO et al., 2014) e *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) (PÁDUA et al., 2018).

Diaporthe abriga espécies cosmopolitas encontradas como endófitas, sapróbias, fitopatogênicas e patógenos oportunistas (UDAYANGA et al., 2011; GOMES et al., 2013; DISSANAYAKE et al., 2017). Diante de suas potencialidades, o gênero apresenta espécies consideradas produtoras de enzimas e outros metabólitos secundários (MAIQUEL et al., 2016; YAN et al., 2018; PÁDUA et al., 2018). Algumas revisões têm sido publicadas e novas espécies foram descritas por Gao et al. (2015) e Yang et al. (2018). Duas novas espécies *D. pseudoinconspicua* e *D. poincianellae*, foram isoladas dos ramos de *Poincianella pyramidalis* nesse estudo.

Filogeneticamente, *D. pseudoinconspicua* está intimamente relacionada ao clado pertencente às espécies *D. inconspicua* e *D. pterocarpi*. Morfologicamente, de acordo com uma análise comparativa, estas espécies diferem apenas no tamanho do picnídio, conidióforos e conídios (figura 4) (CROUS et al., 2018a). Por outro lado, com base nas características morfológicas, *D. poincianellae* destaca-se pela ausência do conídio beta (figura 5) e de acordo com as análises filogenéticas da combinação entre sequências de ITS rDNA, *tef1-α* e *tub2*, esta espécie apresentou similaridade com *D. inconspicua*, *D. pseudoinconspicua*, *D. pterocarpi*, *D. elaeagni*, *D. stictica*, *D. anacardii* e *D. velutina* (CROUS et al., 2018b).

Figura 4. Características morfológicas de *Diaporthe pseudoinconspicua* (URM 7874): colônia em BDA; conidiomata picnidial; conidióforos alfa e beta; conídios alfa e beta. Escala barras = 10 μ m. Imagem de fundo: Floresta seca tropical brasileira.



Fonte: Crous et al. (2018a)

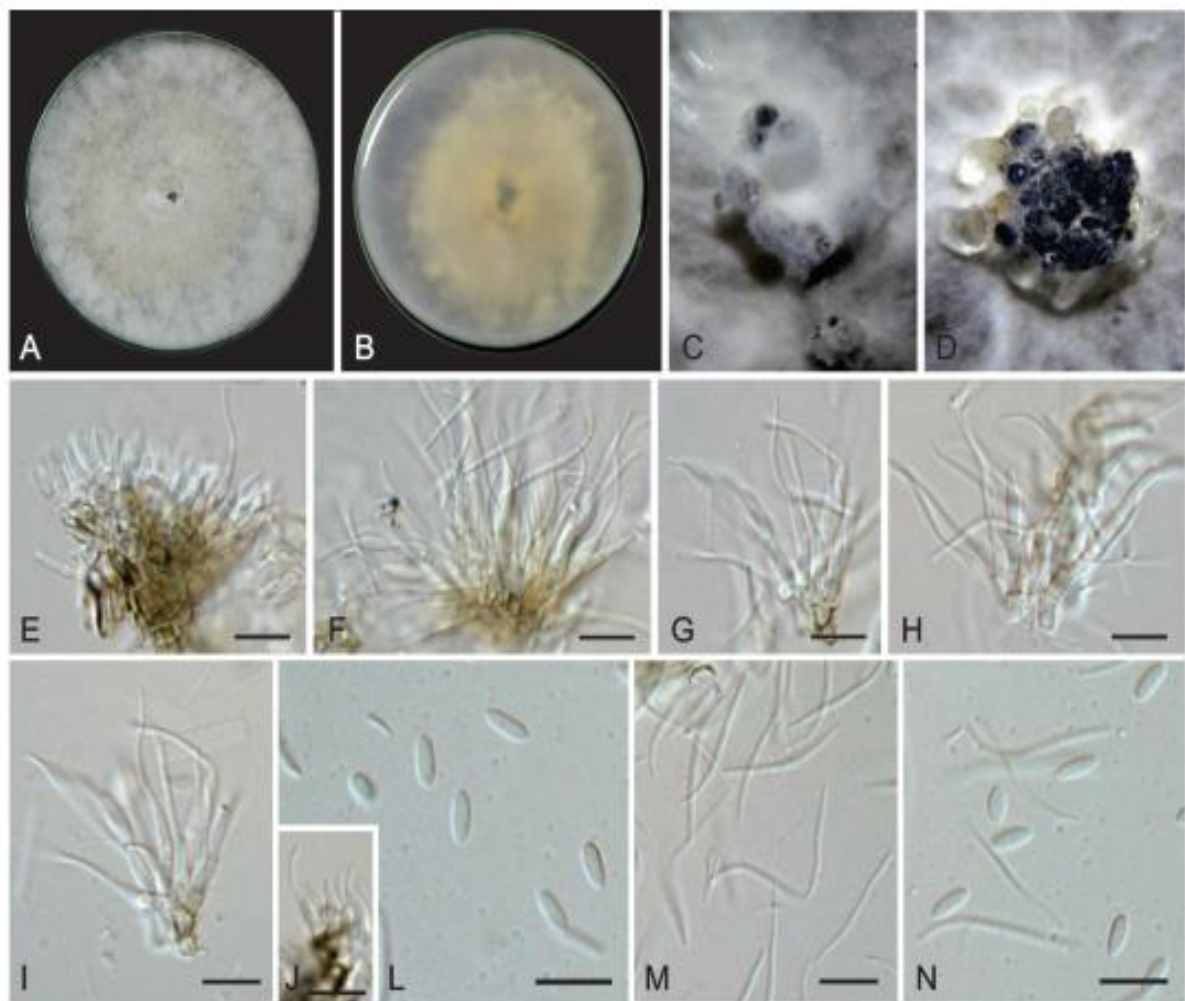
Figura 5. Características morfológicas de *Diaporthe poincianellae* (URM 7932): conidiomata picnidial; conidióforos e conídios alfa. Barras de escala = 10 μ m. Imagem de fundo: Floresta seca tropical brasileira.



Fonte: Crous et al. (2018b)

A espécie *D. inconspicua* proposta por Gomes et al. (2013) foi isolada como fungo endofítico das plantas medicinais *Maytenus ilicifolia* e *Spondias mombin*, sendo publicada como *Mycelia sterilia*, usando como base apenas as análises filogenéticas de cinco genes. No presente estudo, foram isolados 17 espécimes de *D. inconspicua* e de acordo com as análises filogenéticas foi realizada a emenda da descrição morfológica da espécie (figura 6) (BEZERRA et al., 2018).

Figura 6. *Diaporthe inconspicua* (URM 7775). A-B. Cultura em BDA após 15d. C-D. Conidiomata picnidial em BDA após 30d. E-J. Conidióforos, células conidiogênicas e beta conídio. L. Alpha conídio. M. Beta conídio. N. Alpha e beta conídio. Barras de escala: 10 µm.



Fonte: Bezerra et al. (2018)

4.2 Análises filogenéticas de fungos endofíticos de folíolos e ramos de *P. pyramidalis*

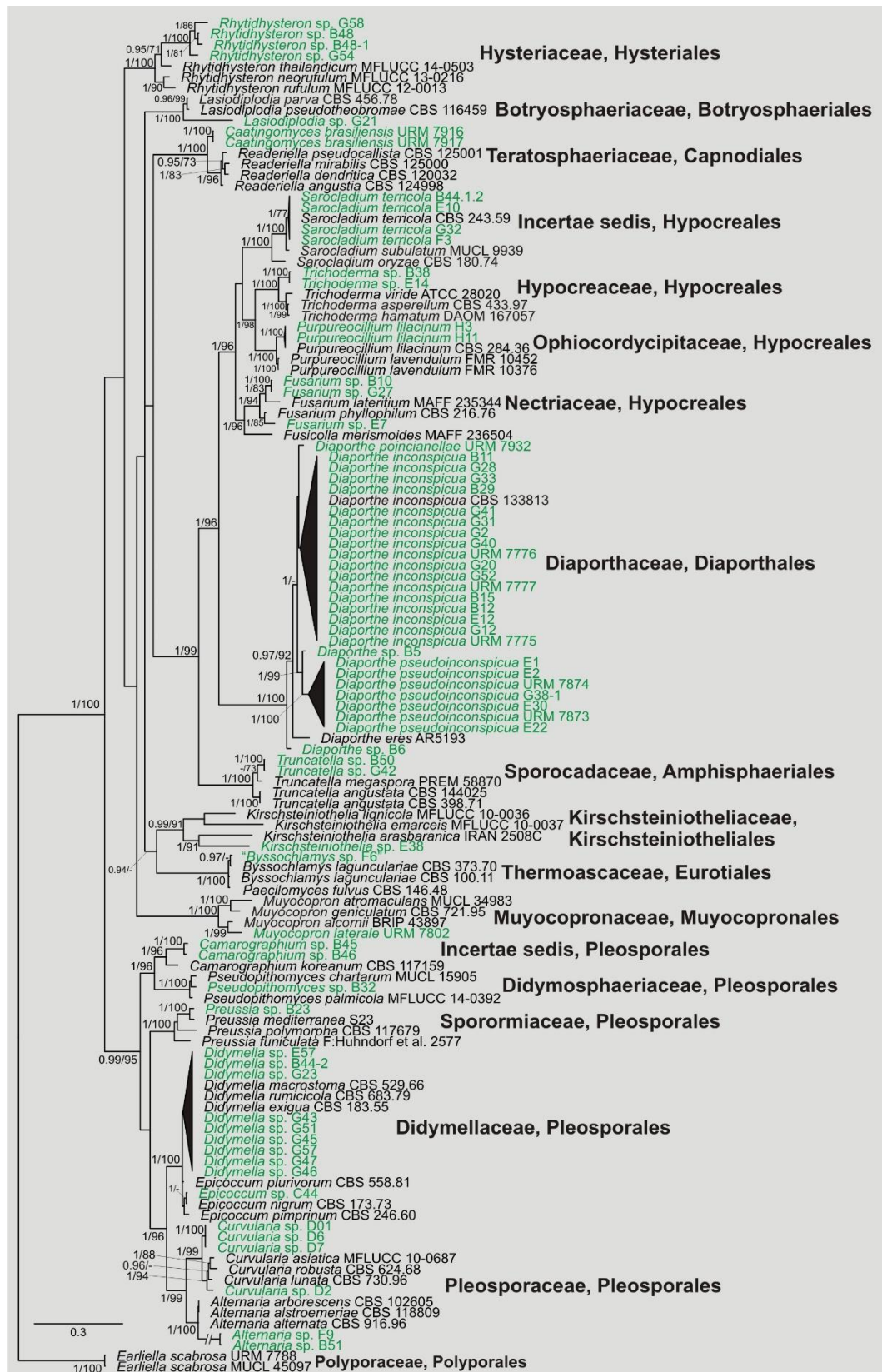
A filogenia analisada com base nas sequências das regiões ITS e LSU rDNA dos isolados fúngicos, alinhadas com sequências recuperadas no banco de dados do GenBank, consistiu em 125 táxons, com *Earliella scabrosa* (URM 7788) e *Earliella scabrosa* (MUCL

45097) como grupo externo e compreendeu 1779 caracteres incluindo gaps. A análise RAxML produziu a melhor árvore de probabilidade final para otimização da ML [-26722.641439 (ln)].

Na análise de inferência bayesiana, as frequências base estimadas para a região ITS foram A = 0,2155, C = 0,2765, G = 0,3214, T = 0,1866; taxas de substituição AC = 0,6296, AG = 2,0953, AT = 1,4844, CG = 0,4011, CT = 1,4741, GT = 1,0000; parâmetro da forma de distribuição gama α = 0,8730; modelo de substituição GTR+I+G. As frequências base estimadas para a região LSU foram A = 0,2429, C = 0,2472, G = 0,2951, T = 0,2148; taxas de substituição AC = 0,7973, AG = 2,0603, AT = 1,2883, CG = 0,8775, CT = 6,0000, GT = 1,0000; parâmetro da forma de distribuição gama α = 0,4534; modelo de substituição GTR+G. A maioria das linhagens foi resolvida e suportada por valores de probabilidades bayesianas acima de 0.90 e valores de suporte bootstrap maiores que 70% (figura 7).

As análises filogenéticas distribuíram os táxons de fungos endofíticos em 10 ordens (Amphisphaeriales, Botryosphaeriales, Capnodiales, Diaporthales, Eurotiales, Hypocreales, Hysteriales, Kirschsteiniotheliales, Muyocopronales e Pleosporales) e 15 famílias (Botryosphaeriaceae, Diaporthaceae, Didymellaceae, Didymosphaeriaceae, Hypocreaceae, Hysteriaceae, Kirschsteiniotheliaceae, Muyocopronaceae, Nectriaceae, Ophiocordycipitaceae, Pleosporaceae, Sporocadaceae, Sporormiaceae, Teratosphaeriaceae e Thermoascaceae).

Figura 7. Árvore de Inferência Bayesiana obtida a partir das sequências de ITS e LSU rDNA de fungos endofíticos isolados de *P. pyramidalis*. *Earliella scabrosa* (URM 7788) e *E. scabrosa* (MUCL 45097) foram utilizadas como outgroup. Probabilidades posteriores de BI acima de 0.90 e valores de suporte bootstrap maiores que 70% são mostradas nos nós.

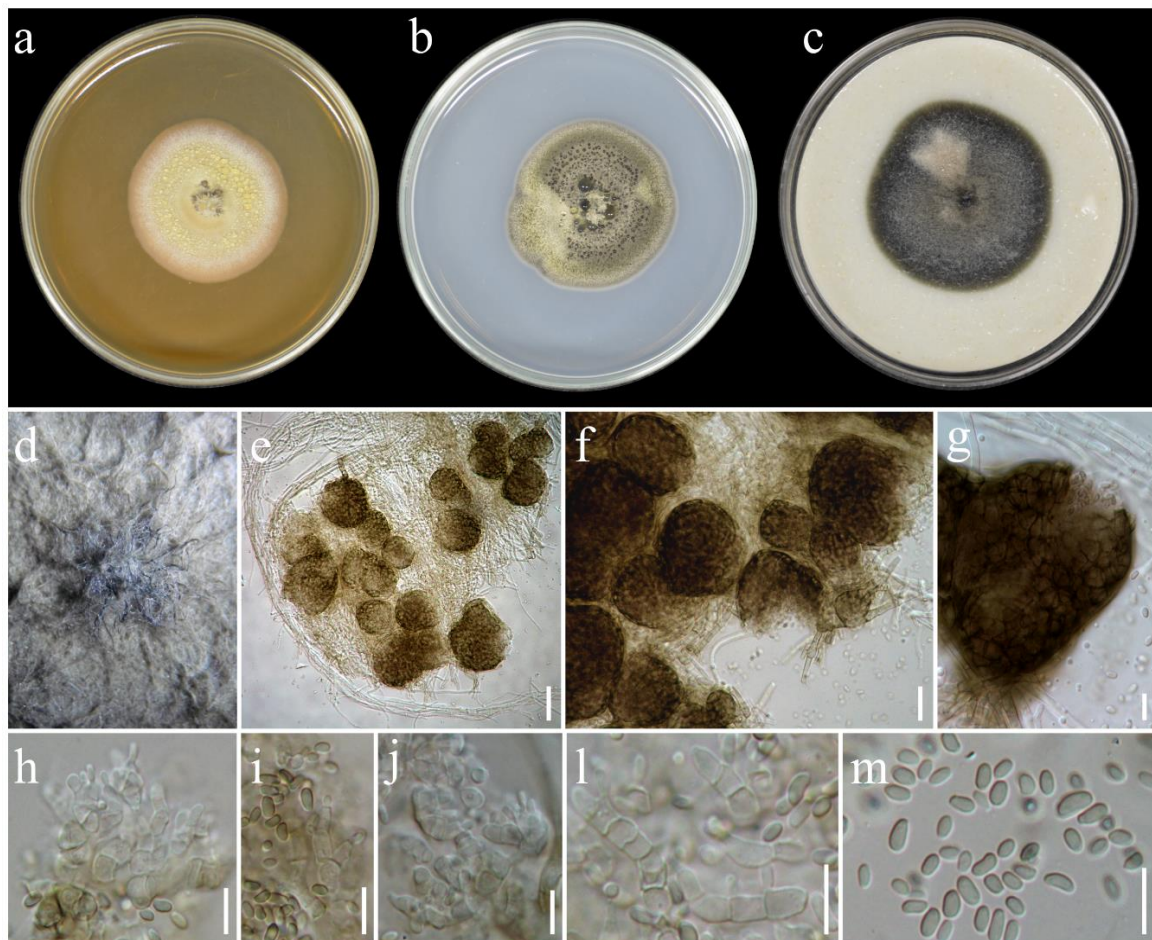


Fonte: Thays(2018)

Os isolados URM 7916 e URM 7917, presentes nos ramos da catingueira, foram descritos como *Caatingomyces* (*Caatingomyces brasiliensis*), novo gênero pertencente à família Teratosphaeriaceae (Capnodiales, Dothideomycetes) (HYDE et al., 2019).

Caatingomyces apresenta um micélio superficial amarronzado com hifas de paredes finas, alargando-se quando aderidas aos conidiomatas; conidiomata picnidial globoso a subovóide; células conidiogênicas hialinas a marrom médio, levemente afuniladas e truncadas com base robusta; os conídios são hialinos e elipsoides com ápices obtusos de base truncada (HYDE et al., 2019) (figura 8).

Figura 8. *Caatingomyces brasiliensis* (URM 91831, holotype) **a** Colônia em MEA após 7 dias. **b** Colônia em BDA após 7 dias. **c** Colônia em OA após 7 dias. **d** Detalhe da colônia em BDA após 7 dias. **e** Picnídio. **f** Detalhe do picnídio. **g** Detalhe da parede do picnídio. **h-l** Células conidiogênicas e conídios. **m** Conídios. Escalas em barra: **e** = 50 µm, **f** = 25 µm, **g-m** = 10 µm.

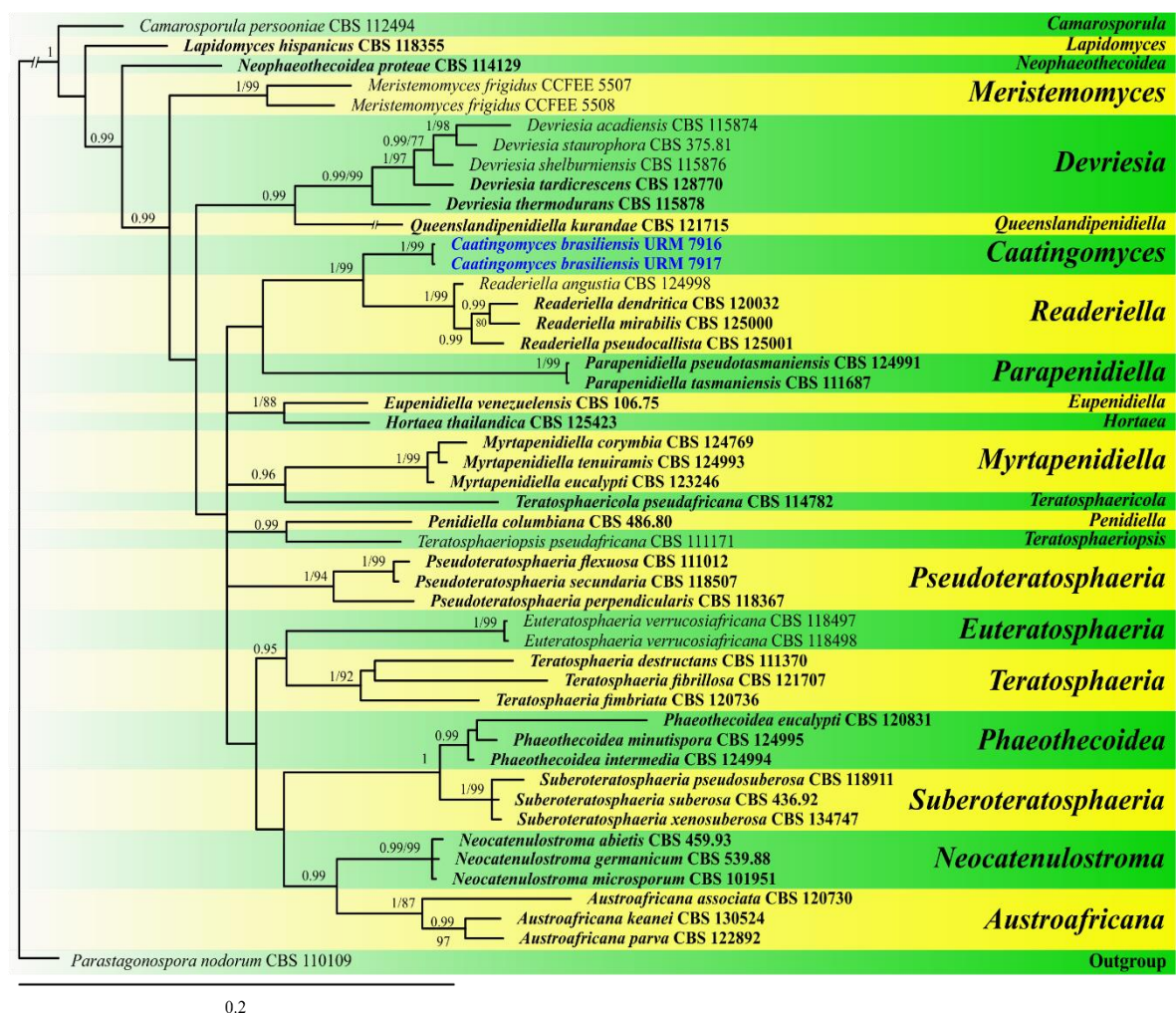


Fonte: Hyde et al. (2019)

Morfologicamente, Teratosphaeriaceae distingue-se por apresentar ascomas globulares com parede de numerosas camadas de textura angular, ápice ostiolado, uniloculares, superficiais ou mergulhados em células pseudoparenquimatosas do estroma de coloração

acastanhada; pseudoparafisis subcilíndricas e ramificadas; ascos bitunicados com oito esporos; ascósporos elipsoides a ovóides, hialinos a amarronzados e verruculosos (CROUS et al., 2007). Esta família compreende inúmeras espécies crípticas que filogeneticamente podem ser definidas com base em análises de sequências de ITS e LSU rDNA (figura 9) (CROUS et al., 2009, QUAEDVLIEG et al., 2014; HYDE et al., 2019). Comumente encontrados como fitopatogênicos, espécies pertencentes a família Teratosphaeriaceae como *Readeriella considenianae* já tem sido relatada como fungos endofíticos de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* na África do Sul (MARSBERG et al., 2014).

Figura 9. Árvore de Inferência Bayesiana obtida a partir das sequências de LSU e ITS rDNA de 45 membros representativos de Teratosphaeriaceae. BIPP igual ou superior a 0,95 e valores de suporte de bootstrap para análise Maximum Likelihood (ML) superior a 70 são dados acima ou abaixo dos nós. Ambos os alinhamentos utilizaram o modelo de substituição de nucleotídeos GTR + I + G. *Parastagonospora nodorum* (CBS 110109) foi usado como grupo externo. Cepas Ex-type estão em negrito. A nova espécie está em negrito e azul.

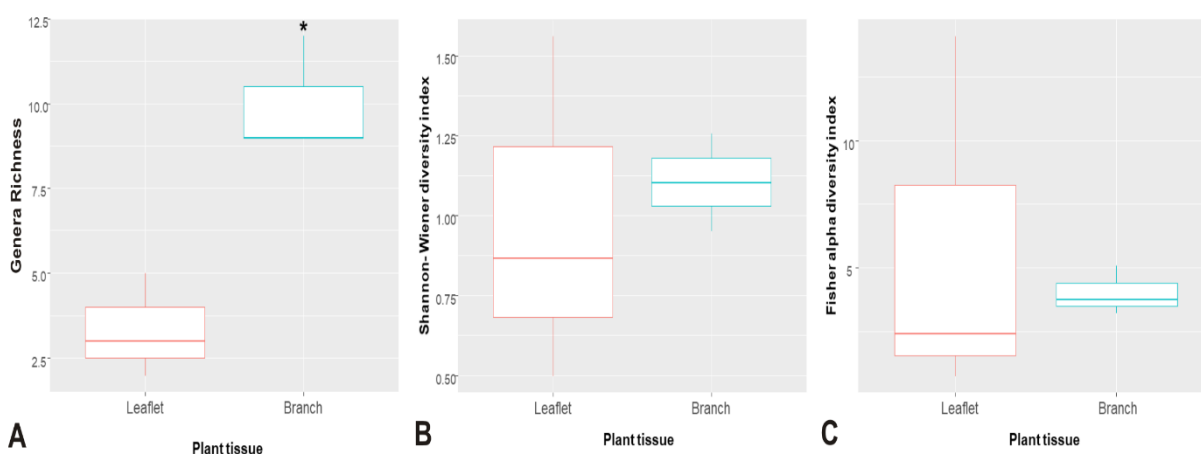


Fonte: Hyde et al. (2019)

4.3 Análises ecológicas de fungos endofíticos de folíolos e ramos de *P. pyramidalis*

A riqueza de espécies, os índices de diversidade de Shannon-Wiener e Fisher alpha foram de 6,67, 1,04 e 4,88, respectivamente (figura 10).

Figura 10. Boxplot indicando os índices de Riqueza (A), Diversidade de Shannon-Wiener (B) e Fisher alpha (C) de fungos endofíticos isolados de folíolos e ramos de *P. pyramidalis* de área de Caatinga. Asteriscos (*) indicam valores significativamente mais altos do atributo avaliado com base em ANOVA unidirecional. Mediana (ponto central), quartil (caixa), máximo e mínimo (whiskers) são mostrados.



Fonte: Thays (2018)

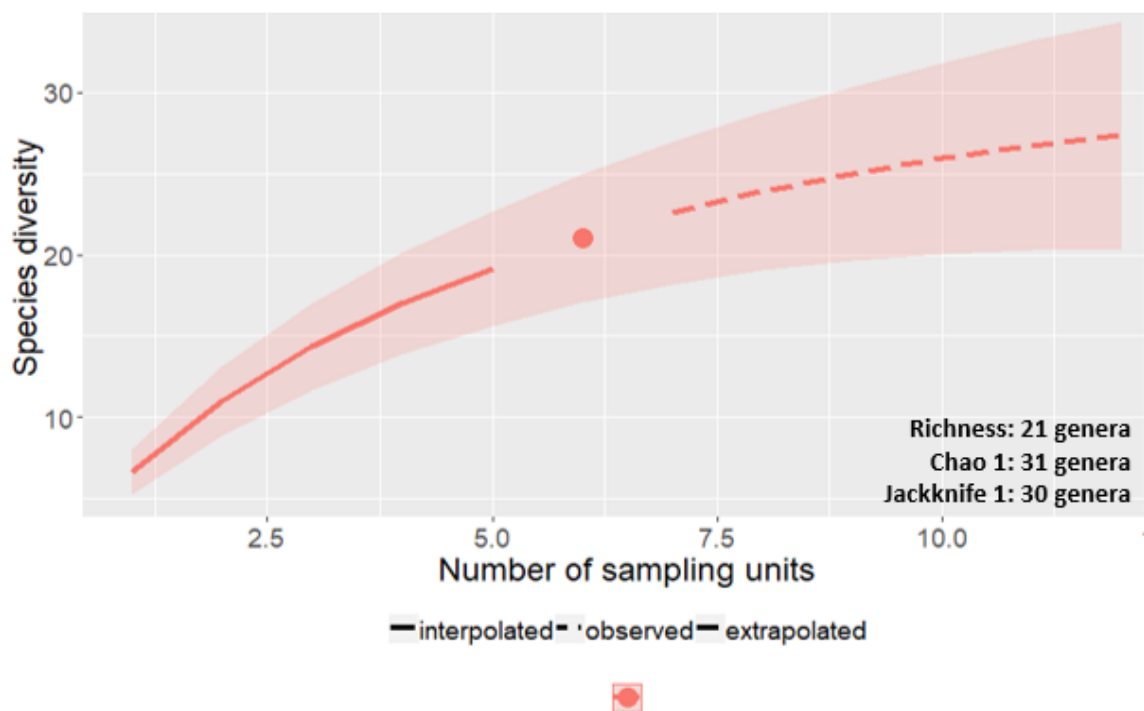
A riqueza de espécies e o índice de diversidade de Shannon-Wiener, quando comparados com outros estudos de hospedeiros vegetais distintos, foram relativamente baixos. Analisando a microbiota endofítica da planta *Bauhinia forficata* (Caesalpinioideae), Bezerra et al. (2015) demonstraram que a riqueza de espécies e a diversidade de Shannon-Wiener, 11 e 2,206, respectivamente, foram maiores nas hastes em relação as folhas. Sunayana et al. (2014) encontraram índices de diversidade de Shannon-Wiener maiores nos ramos (2,48), seguido das cascas (2,36) e folhas (2,28) do hospedeiro vegetal *Vitex negundo*. Por outro lado, no estudo de Suwannarach et al. (2012), que avaliaram amostras de folhas e caules de *Cinnamomum bejolghota*, a diversidade de Shannon-Wiener variou entre 1,598-1,924 quando comparadas na estação seca e 2,088-2,305 na estação úmida.

Dastogeer et al. (2017) avaliaram a diversidade de fungos endofíticos presentes em hospedeiros vegetais do gênero *Nicotiana* de regiões áridas do norte da Austrália e registraram a diversidade α (Shannon-Wiener (H') = $2,61 \pm 0,17$) e a frequência de isolamento (60,8%) maiores nas assembleias radiculares do que nos tecidos do caule e folhas. Sun et al. (2012) trabalhando com 10 amostras de plantas de áreas desérticas na China, também

registraram baixa diversidade na comunidade endofítica de caules e folhas quando avaliados os índices de Shannon (0,59 a 1,92) e Fisher α (0,82 a 5,68).

Os estimadores de riqueza Chao 1 e Jackknife estimaram a quantidade de gêneros isolados em *P. pyramidalis* como 31 e 30 gêneros, respectivamente. De acordo com os dados obtidos, o esforço de amostragem da riqueza registrada não foi o suficiente para chegar ao platô de riqueza esperada, subestimando assim, a diversidade de endófitos presentes em *P. pyramidalis* (figura 11).

Figura 11. Curva de acumulação de gêneros de fungos endofíticos recuperados de folíolos e ramos de *P. pyramidalis*, mostrando a riqueza registrada (Richness) e estimada (Chao 1 e Jackknife) na Caatinga.



Fonte: Thays(2018)

Sabe-se que a técnica de isolamento de fungos endofíticos como a desinfecção da superfície do tecido vegetal, cujos fragmentos são colocados em meio de cultura, não permite que alguns fungos se desenvolvam devido as suas especificidades. Portanto, a quantidade exata e real de espécies endofíticas em uma determinada amostra pode ser subestimada (ZABALGOGEAZCOA, 2008). Técnicas moleculares como a clonagem, PCR direta de fragmentos do tecido vegetal, metagenômica, podem auxiliar na descoberta de novos táxons de fungos endofíticos (LIU; GREENSLADE; YANG; 2017; DARU et al., 2018).

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados pode-se concluir que:

O estudo com fungos endofíticos de folíolos e ramos de *Poincianella pyramidalis* (catingueira) contribuiu para o conhecimento da diversidade no Reino Fungi com o registro de novos táxons. Propomos um novo gênero *Caatingomyces* (*Caatingomyces brasiliensis*) e a descrição de duas novas espécies, *Diaporthe pseudoinconspicua* e *D. poincianellae*, ambos isolados dos ramos. Ademais, ampliamos o conhecimento taxonômico com a emenda da descrição morfológica de *D. inconspicua*.

Existe diferença na diversidade endofítica de *P. pyramidalis* entre os tecidos foliares e os ramos. Contudo, o padrão de frequência de isolamento da maioria dos endófitos de *P. pyramidalis* é de espécies raras.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; MEDEIROS, P. M.; ALMEIDA, A. L. S.; MONTEIRO, J. M.; NETO, E. M. F. L.; MELO, J. G.; SANTOS, J. P. S. **Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach**. Journal of Ethnopharmacology, v. 114, n. 3, p. 325-354, 2007.
- ALTHOFF, T. D.; MENEZES, R. S. C.; CARVALHO, A. L.; PINTO, A. A.; SANTIAGO, G. A. C. F.; OMETTO, J. P. H. B.; RANDOW, C.; SAMPAIO, E. V. S. B. **Climate change impacts on the sustainability of the firewood harvest and vegetation and soil carbon stocks in a tropical dry forest in Santa Terezinha Municipality, Northeast Brazil**. Forest Ecology and Management, v. 360, p. 367-375, 2016.
- ANANDA, K.; SRIDHAR, K. R. **Diversity of endophytic fungi in the roots of mangrove species on the West coast of India**. Canadian Journal of Microbiology, v. 48, n. 10, p. 871-878, 2002.
- ANDRIOLI, W. J.; SILVA, T. M.; SILVA, V. B.; DAMÁSIO, A. R. L.; MALLER, A.; CONTI, R.; JORGE, J. A.; ARAÚJO, J. M.; SILVA, C. H. T. P.; PUPO, M. T.; POLIZELI, M. L. T. M.; BASTOS, J. K. **The fungal metabolite eugenitin as additive for *Aspergillus niveus* glucoamylase activation**. Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic, n. 74, p. 156-161, 2012.
- ARAÚJO, W. L.; MARCON, J.; MACCHERONI JUNIOR, W.; ELSAS, J. D. V.; VUURDE, J. W. L.; AZEVEDO, J. L. **Diversity of endophytic bacterial populations and their interaction with *Xylella fastidiosa* in citrus plants**. Applied and Environmental Microbiology, v. 68, n. 10, p. 4906-4914, 2002.
- ARNOLD, A. E.; LUTZONI, F. **Diversity and host range of foliar fungal endophytes: are tropical leaves biodiversity hotspots?** Ecological Society of America, v. 88, n. 3, p. 541-549, 2007.

ARNOLD, A. E.; MAYNARD, Z.; GILBERT, G. S. **Fungal endophytes in dicotyledonous neotropical trees: patterns of abundance and diversity**. Mycological Research, v. 105, n. 12, p. 1502-1507, 2011.

ARNOLD, A. E.; MAYNARD, Z.; GILBERT, G. S.; COLEY, P. D.; KURSAR, T. A. **Are tropical fungal endophytes hyperdiverse?** Ecology Letters, v. 3, n. 4, p. 267-274, 2000.

ARNOLD, A. E.; MEJIA, L. C.; KYLLO, D.; MAYNARD, Z.; ROBBINS, R.; HERRE, E. A. **Fungal endophyte limit pathogen damage in a tropical tree**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 100, n. 26, p. 15649-15654, 2003.

ASCÊNCIO, M. P. G.; ASCÊNCIO, S. D.; AGUIAR, A. A.; FIORINI, A.; PIMENTA, R. S. **Chemical Assessment and Antimicrobial and Antioxidant Activities of Endophytic Fungi Extracts Isolated from *Costus spiralis* (Jacq.) Roscoe (Costaceae)**. Evid Based Complement Alternat Medicine, v. 2014, p. 1-10, 2014.

AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI, JR. W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. **Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants**. Electronic Journal of Biotechnology, v. 3, n. 1, p. 40-65, 2000.

AZEVEDO, J. L.; QUECINE, M. C. **Diversity and benefits of microorganisms from the tropics**. 1. ed. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG, 2017.

BANERJEE, D. **Endophytic fungal diversity and tropical and subtropical plants**. Research Journal of Microbiology, v. 6, n. 1, p. 54-62, 2011.

BANERJEE, D.; MAHAPATRA, S.; MANNA, S.; MUKHERJEE, R.; MUKHERJEE, S.; PATI, B. R. **Occurrence of endophytic fungi in *Vitex negundo* L. (Verbenaceae)**. Journal of the Botanical Society of Bengal, v. 60, p. 28-31, 2006.

BANERJEE, D.; MANNA, S.; MAHAPATRA, S.; PATI, B. R. **Fungal endophytes in three medicinal plants of Lamiaceae**. Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica, v. 56, n. 3, p. 243-250, 2009.

BENEVIDES, D. S.; MARACAJA, P. B.; FILHO, F. A. S.; GUERRA, A. M. N. M.; PEREIRA, T. F. C. **Estudo da flora herbácea da caatinga no município de Caraúbas no Estado do Rio Grande do Norte**. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável, v. 2, n. 1, p. 33-44, 2007.

BERNARDI-WENZEL, J.; GARCÍA, A.; FILHO, C. J. R.; PRIOLI, A. J.; PAMPHILE, J. A. **Evaluation of foliar fungal endophyte diversity and colonization of medicinal plant *Luehea divaricata* (Martius et Zuccarini)**. Biological Research, v. 43, n. 4, p. 375-384, 2010.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. **Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach**. Applied Geography, v. 58, p. 116-127, 2015.

BEZERRA, J. D. P.; MACHADO, A. R.; FIRMINO, A. L.; ROSADO, A. W. C.; SOUZA, C. A. F.; SOUZA-MOTTA, C. M.; FREIRE, K. T. L. S.; PAIVA, L. M.; MAGALHÃES, O. M. C.; PEREIRA, O. L.; CROUS, P. W.; OLIVEIRA, T. G. L.; ABREU, V. P.; FAN, X. **Mycological Diversity Description I**. Acta Botanica Brasilica, Belo Horizonte, v. 32, n. 4, p. 656-666, 2018.

BEZERRA, J. D. P.; NASCIMENTO, C. C. F.; BARBOSA, R. N.; SILVA, D. C. V.; SVEDESE, V. M.; SILVA-NOGUEIRA, E. B.; GOMES, B. S.; PAIVA, L. M.; SOUZA-MOTTA, C. M. **Endophytic fungi from medicinal plant *Bauhinia forficata*: diversity and biotechnological potential**. Brazilian Journal of Microbiology, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 49-57, 2015.

BEZERRA, J. D. P.; OLIVEIRA, R. J. V.; PAIVA, L. M.; SILVA, G. A.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W.; SOUZA-MOTTA, C. M. **Bezerromycetales and Wiesneriomycetales ord. nov. (class Dothideomycetes), with two novel genera to accommodate endophytic fungi from Brazilian cactus**. Mycological progress, v. 16, n. 4, p. 297-309, 2017b.

BEZERRA, J. D. P.; PÁDUA, A. P. S. L.; OLIVEIRA, T. G. L.; PAIVA, L. M.; GUARNACCIA, V.; FAN, X.; SOUZA-MOTTA, C. M. ***Pseudoplagiostoma myracrodruonis* (Pseudoplagiostomataceae, Diaporthales): a new endophytic species from Brasil**. Mycological progress, v. 18, p. 1329-1339, 2019.

BEZERRA, J. D. P.; SANDOVAL-DENIS, M.; PAIVA, L. M.; SILVA, G. A.; GROENEWALD, J. Z.; SOUZA-MOTTA, C. M.; CROUS, P. W. **New endophytic *Toxicocladosporium* species from cacti in Brazil, and description of *Neocladosporium* gen. nov.** Ima Fungus, v. 8, n. 1, p. 77-97, 2017a.

BEZERRA, J. D. P.; SANTOS, M. G. S.; BARBOSA, R. N.; SVEDESE, V. M.; LIMA, D. M. M.; FERNANDES, M. J. S.; GOMES, B. S.; PAIVA, L. M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; SOUZA-MOTTA, C. M. **Fungal endophytes from cactus *Cereus jamacaru* in Brazilian tropical dry forest: a first study**. Symbiosis, v. 60, n. 2, p. 53-63, 2013.

BEZERRA, J. D. P.; SANTOS, M. G. S.; SVEDESE, V. M.; LIMA, D. M. M.; FERNANDES, M. J. S.; PAIVA, L. M.; SOUZA-MOTTA, C. M. **Richness of endophytic fungi isolated from *Opuntia ficus-indica* Mill. (Cactaceae) and preliminar screening for enzyme production**. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 28, n. 5, p. 1989-1995, 2012.

BILLS, G. F.; POLISHOOK, J. D. **A new species of *Mycoleptodiscus* from living foliage of *Chamaecyparis thyoides***. Mycotaxon, v. 43, p. 453-460, 1992.

BOTELLA, L.; DIEZ, J. J. **Phylogenetic diversity of fungal endophytes in Spanish stands of *Pinus halepensis***. Fungal Diversity, v. 47, n. 1, p. 9-18, 2011.

BRADER, G.; COMPANT, S.; VESCIO, K.; MITTER, B.; TROGNITZ, F.; MA, L. J.; SESSITSCH, A. **Ecology and genomic insights on plant-pathogenic and nonpathogenic endophytes**. Annual Review of Phytopathology, v. 55, p. 61-83, 2017.

CABRAL, G. A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CORTEZ, J. S. A. **Estrutura espacial e biomassa da parte aérea em diferentes estádios sucessionais de Caatinga, em Santa Terezinha, Paraíba**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n. 3, p. 566-574, 2013.

CAMPOS, F. F.; SALES JUNIOR, P. A.; ROMANHA, A. J.; ARAÚJO, M. S. S.; SIQUEIRA, E. P.; RESENDE, J. M.; ALVES, T. M. A.; MARTINS-FILHO, O. A.; SANTOS, V. L.; ROSA, C. A.; ZANI, C. L.; COTA, B. B. **Bioactive endophytic fungi isolated from *Caesalpinia echinata* Lam. (Brazilwood) and identification of beauvericin as a trypanocidal metabolite from *Fusarium* sp.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 110, n. 1, p. 65-74, 2015.

CHANDRA, S. **Endophytic fungi: novel sources of anticancer lead molecules.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 95, n. 1, p. 47–59, 2012.

CHAVES, T. P.; FERNANDES, F. H. A.; SANTANA, C. P.; SANTOS, J. S.; MEDEIROS, F. D.; FELISMINO, D. C.; SANTOS, V. L.; CATÃO, M. R.; COUTINHO, H. D. M.; MEDEIROS, A. C. D. **Evaluation of the Interaction between the *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz extract and antimicrobials using biological and analytical models.** Plos One, v. 11, n. 5, p. 1-23, 2016.

CHOWDHARY, K.; KAUSHIK, N. **Fungal endophyte diversity and bioactivity in the Indian medicinal plant *Ocimum sanctum* Linn.** Plos One, v. 10, n. 11, p. 1-25, 2015.

CORRÊA, R. C. G.; RHODEN, S. A.; MOTA, T. R.; AZEVEDO, J. L.; PAMPHILE, J. A.; SOUZA, C. G. M.; POLIZELI, M. L. T. M.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. **Endophytic fungi: expanding the arsenal of industrial enzyme producers.** Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, v. 41, n. 10, p. 1467-1478, 2014.

CROUS, P. W.; BRAUN, U.; GROENEWALD, J. Z. ***Mycosphaerella* is polyphyletic.** Studies in Mycology, v. 58, p. 1-32, 2007.

CROUS, P. W.; LUANGSA-ARD, J. J.; WINGFIELD, M. J.; CARNEGIE, A. J.; HERNÁNDEZ-RESTREPO, M.; LOMBARD, L.; ROUX, J.; BARRETO, R. W.; BASEIA, I. G.; CANO-LIRA, J. F.; MARTÍN, M. P.; MOROZOVA, O. V.; STCHIGEL, A. M.; SUMMERELL, B. A.; BRANDRUD, T. E.; DIMA, B.; GARCÍA, D.; GIRALDO, A.; GUARRO, J.; GUSMÃO, L. F. P.; KHAMSTURN, P.; NOORDELOOS, M. E.; NUANKAEW, S.; PINRUAN, U.; RODRÍGUEZ-ANDRADE, E.; SOUZA-MOTTA, C. M.; THANGAVEL, R.; VAN IPEREN, A. L.; ABREU, V. P.; ACCIOLY, T.; ALVES, J. L.; ANDRADE, J. P.; BAHRAM, M.; BARAL, H. -O.; BARBIER, E.; BARNES, C. W.; BENDIKSEN, E.; BERNARD, E.; BEZERRA, J. D. P.; BEZERRA, J. L.; BIZIO, E.; BLAIR, J. E.; BULYONKOVA, T. M.; CABRAL, T. S.; CAIAFA, M. V.; CANTILLO, T.; COLMÁN, A. A.; CONCEIÇÃO, L. B.; CRUZ, S.; CUNHA, A. O. B.; DARVEAUX, B. A.; DA SILVA, A. L.; DA SILVA, G. A.; DA SILVA, G. M.; DA SILVA, R. M. F.; DE OLIVEIRA, R. J. V.; OLIVEIRA, R. L.; DE SOUZA, J. T.; DUEÑAS, M.; EVANS, H. C.; EPIFANI, F.; FELIPE, M. T. C.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; FERREIRA, B. W.; FIGUEIREDO, C. N.; FILIPPOVA, N. V.; FLORES, J. A.; GENÉ, J.; GHORBANI, G.; GIBERTONI, T. B.; GLUSHAKOVA, A. M.; HEALY, R.; HUHNDOERF, S. M.; ITURRIETA-GONZÁLEZ, I.; JAVAN-NIKKHAH, M.; JUCIANO, R. F.; JURJEVIĆ, Ž.; KACHALKIN, A. V.; KEOCHANPHENG, K.; KRISAI-GREILHUBER, I.; LI, Y. -C.; LIMA, A. A.; MACHADO, A. R.; MADRID, H.; MAGALHÃES, O. M. C.; MARBACH, P. A. S.; MELANDA, G. C. S.; MILLER, A. N.; MONGKOLSAMRIT, S.; NASCIMENTO, R. P.; OLIVEIRA, T. G. L.; ORDOÑEZ, M. E.; ORZES, R.; PALMA, M. A.; PEARCE, C. J.; PEREIRA, O. L.; PERRONE, G.; PETERSON, S. W.; PHAM, T. H. G.; PIONTELLI,

E.; PORDEL, A.; QUIJADA, L.; RAJA, H. A.; ROSAS DE PAZ, E.; RYVARDEN, L.; SAITTA, A.; SALCEDO, S. S.; SANDOVAL-DENIS, M.; SANTOS, T. A. B.; SEIFERT, K. A.; SILVA, B. D. B.; SMITH, M. E.; SOARES, A. M.; SOMMAI, S.; SOUSA, J. O.; SUETRONG, S.; SUSCA, A.; TEDERSOO, L.; TELLERIA, M. T.; THANAKITPIATTANA, D.; VALENZUELA-LOPEZ, N.; VISAGIE, C. M.; ZAPATA, M.; GROENEWALD, J. Z. **Fungal Planet description sheets: 785– 867**. Persoonia, v. 41, p. 238-417, 2018b.

CROUS, P. W.; SUMMERELL, B. A.; CARNEGIE, A. J.; WINGFIELD, M. J.; GROENEWALD, J. Z. **Novel species of Mycosphaerellaceae and Teratosphaeriaceae**. Persoonia, v. 23, p. 119-146, 2009.

CROUS, P. W.; WINGFIELD, M. J.; BURGESS, T. I.; HARDY, G. E. ST. J.; GENÉ, J.; GUARRO, J.; BASEIA, I. G.; GARCÍA, D.; GUSMÃO, L. F. P.; SOUZA-MOTTA, C. M.; THANGAVEL, R.; ADAMČÍK, S.; BARILI, A.; BARNES, C. W.; BEZERRA, J. D. P.; BORDALLO, J. J.; CANO-LIRA, J. F.; OLIVEIRA, R. J. V.; ERCOLE, E.; HUBKA, V.; ITURRIETA-GONZÁLEZ, I.; KUBÁTOVÁ, A.; MARTÍN, M. P.; MOREAU, P. A.; MORTE, A.; ORDOÑEZ, M. E.; RODRÍGUEZ, A.; STCHIGEL, A. M.; VIZZINI, A.; ABDOLLAHZADEH, J.; ABREU, V. P.; ADAMČÍKOVÁ, K.; ALBUQUERQUE, G. M. R.; ALEXANDROVA, A. V.; ÁLVAREZ DUARTE, E.; ARMSTRONG-CHO, C.; BANNIZA, S.; BARBOSA, R. N.; BELLANGER, J. M.; BEZERRA, J. L.; CABRAL, T. S.; CABOŇ, M.; CAICEDO, E.; CANTILLO, T.; CARNEGIE, A. J.; CARMO, L. T.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. F.; CLEMENT, C. R.; ČMOKOVÁ, A.; CONCEIÇÃO, L. B.; CRUZ, R. H. S. F.; DAMM, U.; SILVA, B. D. B.; SILVA, G. A.; SILVA, R. M. F.; SANTIAGO, A. L. C. M. A.; OLIVEIRA, L. F.; SOUZA, C. A. F.; DÉNIEL, F.; DIMA, B.; DONG, G.; EDWARDS, J.; FÉLIX, C. R.; FOURNIER, J.; GIBERTONI, T. B.; HOSAKA, K.; ITURRIAGA, T.; JADAN, M.; JANY, J. L.; JURJEVIĆ, Ž.; KOLARÍK, M.; KUŠAN, I.; LANDELL, M. F.; LEITE CORDEIRO, T. R.; LIMA, D. X.; LOIZIDES, M.; LUO, S.; MACHADO, A. R.; MADRID, H.; MAGALHÃES, O. M. C.; MARINHO, P.; MATOČEC, N.; MEŠIĆ, A.; MILLER, A. N.; MOROZOVA, O. V.; NEVES, R. P.; NONAKA, K.; NOVÁKOVÁ, A.; OBERLIES, N. H.; OLIVEIRA-FILHO, J. R. C.; OLIVEIRA, T. G. L.; PAPP, V.; PEREIRA, O. L.; PERRONE, G.; PETERSON, S. W.; PHAM, T. H. G.; RAJA, H. A.; RAUDABAUGH, D. B.; ŘEHULKA, J.; RODRÍGUEZ-ANDRADE, E.; SABA, M.; SCHAUFLEROVÁ, A.; SHIVAS, R. G.; SIMONINI, G.; SIQUEIRA, J. P. Z.; SOUSA, J. O.; STAJŠIĆ, V.; SVETASHEVA, T.; TAN, Y. P.; TKALČEC, Z.; ULLAH, S.; VALENTE, P.; VALENZUELA-LOPEZ, N.; ABRINBANA, M.; VIANA MARQUES, D. A.; WONG, P. T. W.; XAVIER DE LIMA, V.; GROENEWALD, J. Z. **Fungal Planet description sheets: 716–784**. Persoonia, v. 40, p. 240-393, 2018a.

DARU, B. H.; BOWMAN, E. A.; PFISTER, D. H.; ARNOLD, A. E. **A novel proof of concept for capturing the diversity of endophytic fungi preserved in herbarium specimens**. Philosophical Transactions Royal Society, v. 374, n. 1763, 2018.

DAS, S.; NARZARY, D. **Diversity study on endophytic fungi associated with *Oroxylum indicum* and their interactions with some phytopathogens**. Journal of Advanced Plant Sciences, v. 9, n. 2, p. 27-41, 2017.

DASTOGEER, K. M. G.; LI, H.; SIVASITHAMPARAM, K.; JONES, M. G. K.; WYLIE, S. J. **Host Specificity of Endophytic Mycobiota of Wild *Nicotiana***

Plants from Arid Regions of Northern Australia. Microbial Ecology, v. 75, n. 1, p. 74-87, 2017.

DE BARY, A. **Morphologie und physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten.** Leipzig: Engelamn, 1866.

DESHMUKH, S. K.; VEREKAR, S. A.; BHAVE, S. V. **Endophytic fungi: a reservoir of antibacterials.** Frontiers in Microbiology, v. 5, p. 1-43, 2015.

DISSANAYAKE, A. J.; PHILLIPS, A. J. L.; HYDE, K. D.; YAN, J. Y.; LI, X. H. **The current status of species in *Diaporthe*.** Mycosphere, v. 8, n. 5, p. 1106-1156, 2017.

DOILOM, M.; MANAWASINGHE, I. S.; JEEWON, R.; JAYAWARDENA, R. S.; TIBPROMMA, S.; HONGSANAN, S.; MEEPOL, W.; LUMYONG, S.; JONES, E. B. G.; HYDE, K. D. **Can ITS sequence data identify fungal endophytes from cultures? A case study from *Rhizophora apiculata*.** Mycosphere, v. 8, n. 10, p. 1869-1892, 2017.

FAGGIN, J. M.; BEHAGEL, J. H.; ARTS, B. **Sustainable Forest Management and Social-Ecological Systems: An Institutional Analysis of Caatinga, Brazil.** Forests, v. 8, n. 454, p. 1-17, 2017.

FALCÃO, H. M.; MEDEIROS, C. D.; SILVA, B. L. R.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; SANTOS, M. G. **Phenotypic plasticity and ecophysiological strategies in a tropical dry forest chronosequence: A study case with *Poincianella pyramidalis*.** Forest Ecology and Management, v. 340, p. 62-69, 2015.

FAN, X. L.; BEZERRA, J. D. P.; TIAN, C. M.; CROUS, P. W. **Families and genera of diaporthalean fungi associated with canker and dieback of tree hosts.** Persoonia, v. 40, p. 119-134, 2018.

FISHER, R. A.; CORBET, A. S.; WILLIAMS, C. B. **The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population.** Journal of Animal Ecology, v. 12, n. 1, p. 42-58, 1943.

FREIRE, K. T. L. S.; ARAÚJO, G. R.; BEZERRA, J. D. P.; BARBOSA, R. N.; SILVA, D. C. V.; SVEDESE, V. M.; PAIVA, L. M.; SOUZA-MOTTA, C. M. **Fungos endofíticos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae) sadia e infestada por *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896) (Hemiptera: Dactylopiidae).** Gaia scientia, v. 9, n. 2, p. 104-110, 2015.

GAO, Y. H.; SU, Y. Y.; SUN, W.; CAI, L. ***Diaporthe* species occurring on *Lithocarpus glabra* in China, with descriptions of five new species.** Fungal Biology, v. 115, n. 5, p. 295-309, 2015.

GAZIS, R.; CHAVERRI, P. **Diversity of fungal endophytes in leaves and stems of wild rubber trees (*Hevea brasiliensis*) in Peru.** Fungal ecology, v. 3, n. 3, p. 240-254, 2010.

GIL, P. R. **Wilderness – Earth's cast wild places.** México: CEMEX, 2002.

GIULIETTI, A. M.; NETA, A. L. B.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL,

M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**, Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

GOMES, R. R.; GLIENKE, C.; VIDEIRA, S. I. R.; LOMBARD, L.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. **Diaporthe: a genus of endophytic, saprobic and plant pathogenic fungi**. Persoonia, v. 31, p. 1-41, 2013.

GOMES-COPELAND, K. K. P.; LÉDO, A. S.; DAVID, J. P.; ARAÚJO, A. G.; ALMEIDA, F. T. C. **In vitro callogenesis of Poincianella pyramidalis (catingueira)**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 27, n. 4, p. 525-528, 2017.

GONÇALVES, F. J. T.; FREIRE, F. C. O.; LIMA, J. S. **Fungos endofíticos e seu potencial como produtores de compostos bioativos**. Essentia, v. 15, n. 1, p. 71-92, 2013.

GOND, S. K.; VERMA, V. C.; KUMAR, A.; KUMAR, V.; KHARWAR, R. N. **Study of endophytic fungal Community from different parts of Aegle marmelos Correae (Rutaceae) from Varanasi (India)**. World Journal of Microbiology and Biotchnology, v. 23, p. 1371-1375, 2007.

GONG, B.; LIU, G.; LIAO, R.; SONG, J.; ZHANG, H. **Endophytic fungus Purpureocillium sp. A5 protect mangrove plant Kandelia candel under copper stress**. Brazilian Journal of Microbiology, São Paulo, v. 48, n. 3, p. 530-536, 2017.

GROENEWALD, J. Z.; NAKASHIMA, C.; NISHIKAWA, J.; SHIN, H. D.; PARK, J. H.; JAMA, A. N.; GROENEWALD, M.; BRAUN, U.; CROUS, P. W. **Species concepts in Cercospora: spotting the weeds among the roses**. Studies in Mycology, v. 75, n. 1, p. 115-170, 2013.

GUTIÉRREZ, E. M.; SILVA FILHO, A. R.; ALMEIDA, M. Z.; SILVA, N. C. B. S. **Plantas medicinais no semiárido: conhecimentos populares e acadêmicos**. Salvador, Bahia: EDUFBA, 2010.

HARDOIM, P. R.; OVERBEEK, L. S. V.; BERG, G.; PIRTILÄ, A. M.; COMPANT, S.; CAMPISANO, A.; DÖRING, M.; SESSITSCH, A. **The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes**. Microbiology and Molecular Biology Reviews, v. 79, n. 3, p. 293-320, 2015.

HAWKSWORTH, D. L. **The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation**. Mycological Research, v. 95, n. 6, p. 641-655, 1991.

HERNÁNDEZ-RESTREPO, M.; BEZERRA, J. D. P.; TAN, Y. P.; WIEDERHOLD, N.; CROUS, P. W.; GUARRO, J.; GENÉ, J. **Re-evaluation of Mycoleptodiscus species and morphologically similar fungi**. Persoonia, v. 42, p. 205-227, 2019.

HILARIANO, M. P. A.; SILVEIRA, F. A. O.; OKI, Y.; RODRIGUES, L.; SANTOS, J. C.; JUNIOR, A. C.; FERNANDES, G. W.; ROSA, C. A. **Distribution of the endophytic fungi Community in leaves of Bauhinia brevipes (Fabaceae)**. Acta Botanica Brasilica, Feira de Santana, v. 25, n. 4, p. 815-821, 2011.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S.; FRANCO, F. M. M. **Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Instituto Antônio Houaiss, 2001.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. **iNEXT-package: Interpolation and Extrapolation for Species Diversity**. R package version 2.0.12, 2016. Disponível em: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>.

HYDE, K. D.; SOYTONG, K. **The fungal endophyte dilemma**. Fungal Diversity, v. 33, p. 163-173, 2008.

HYDE, K. D.; TENNAKON, D. S.; JEEWON, R.; BHAT, D. J.; MAHARACHCHIKUMBURA, S. S. N.; ROSSI, W.; LEORNADI, M.; LEE, H. B.; MUN, H. Y.; HOUBRAKEN, J.; NGUYEN, T. T. T.; JEON, S. J.; FRISVAD, J. C.; WANASINGHE, D. N.; LÜCKING, R.; APTROOT, A.; CÁCERES, M. E. S.; KARUNARATHNA, S. C.; HONGSANAN, S.; PHOOKAMSAK, R.; SILVA, N. I.; THAMBUGALA, K. M.; JAYAWARDENA, R. S.; SENANAYAKE, I. C.; BOONMEE, S.; CHEN, J.; LUO, Z-L.; PHUKHAMSAKDA, C.; PEREIRA, O. L.; ABREU, V. P.; ROSADO, A. W. C.; BART, B.; RANDRIANJOHANY, E.; HOFSTETTER, V.; GIBERTONI, T. B.; SOARES, A. M. S.; PLAUTZ JR, H.L.; SOTÃO, H. M. P.; XAVIER, W. K. S.; BEZERRA, J. D. P.; OLIVEIRA, T. G. L.; SOUZA-MOTTA, C. M.; MAGALHÃES, O. M. C.; BUNDHUN, D.; HARISHCHANDRA, D.; MANAWASINGHE, I. S.; DONG, W.; ZHANG, S-N.; BAO, D-F.; SAMARAKOON, M. C.; PEM, D.; KARUNARATHNA, A.; LIN, C-G.; YANG, J.; PERERA, R. H.; KUMAR, V.; HUANG, S-K.; DAYARATHNE, M. C.; EKANAYAKA, A. H.; JAYASIRI, S. C.; XIAO, Y.; KONTA, S.; NISKANEN, T.; LIIMATAINEN, K.; DAI, Y-C.; JI, X-H.; TIAN, X-M.; MESIC, A.; SINGH, S. K.; PHUTTHACHAROEN, K.; CAI, L.; SORVONGXAY, T.; THIYAGARAJA, V.; NORPHANPHOUN, C.; CHAIWAN, N.; LU, Y-Z.; JIANG, H-B.; ZHANG, J-F.; ABEYWICKRAMA, P. D.; ALUTHMUHANDIRAM, J. V. S.; BRAHMANAGE, R. S.; ZENG, M.; CHETHANA, T.; WEI, D.; RÉBLOVÁ, M.; FOURNIER, J.; NEKVINDOVÁ, J.; BARBOSA, R. N.; SANTOS, J. E. F.; OLIVEIRA, N. T.; LI, G-J.; ERTZ, D.; SHANG, Q-J.; PHILLIPS, A. J. L.; KUO, C-H.; CAMPORESI, E.; BULGAKOV, T. S.; LUMYONG, S.; JONES, E. B. G.; CHOMNUNTI, P.; GENTEKAKI, E.; BUNGARTZ, F.; ZENG, X-Y.; FRYAR, S.; TKALCEC, Z.; LIANG, J.; LI, G.; WEN, T-C.; SINGH, P. N.; GAFFOROV, Y.; PROMPUTTHA, I.; YASANTHIKA, E.; GOONASEKARA, I. D.; ZHAO, R-L.; ZHAO, Q.; KIRK, P. M.; LIU, J-K.; YAN, J.; MORTIMER, P. E.; XU, J.; DOILOM, M. **Fungal diversity notes 1036-1150: taxonomic and phylogenetic contributions on genera and species of fungal taxa**. Fungal Diversity, v. 96, p. 1-242, 2019.

JIA, M.; CHEN, L.; XIN, H-L.; ZHENG, C-J.; RAHMAN, K.; HAN, T.; QIN, L-P. **A friendly relationship between endophytic fungi and medicinal plants: a systematic review**. Frontiers in Microbiology, v. 7, p. 1-14, 2016.

KALIYAPERUMAL, M.; KALAICHELVAN, P. T. **Ganoderma australe from southern India**. Microbiological Research, v. 163, n. 3, p. 286-292, 2008.

KATOH, K.; TOH, H. **Parallelization of the MAFFT multiple sequence alignment program**. Bioinformatics, v. 26, n. 15, p. 1899-1900, 2010.

KHAN, A. L.; AL-HARRASI, A.; AL-RAWAHI, A.; AL-FARSI, Z.; AL-MAMARI, A.; WAQAS, M.; ASAF, S.; ELYASSI, A.; MABOOD, F.; SHIN, J. H. **Endophytic fungi from**

frankincense tree improves host growth and produces extracellular enzymes and indole acetic Acid. Plos One, v. 11, n. 6, p. 1-19, 2016.

KHARWAR, R. N.; VERMA, S. K.; MISHRA, A.; GOND, S. K.; SHARMA, V. K.; AFREEN, T.; KUMAR, A. **Assessment of diversity, distribution and antibacterial activity of endophytic fungi isolated from a medicinal plant *Adenocalymma alliaceum* Miers.** Symbiosis, v. 55, n. 1, p. 39-46, 2011.

KHIRALLA, A.; MOHAMED, I. E.; TZANOVA, T.; SCHOHN, H.; SLEZACK-DESCHAUMES, S.; HEHN, A.; ANDRÉ, P.; CARRE, G.; SPINA, R.; LOBSTEIN, A.; YAGI, S.; LAURAIN-MATTAR, D. **Endophytic fungi associated with Sudanese medicinal plants show cytotoxic and antibiotic potential.** FEMS Microbiology Letters, v. 363, n. 11, p. 1-8, 2016.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con um estudo de los climas de la tierra.** México, Fondo de Cultura Econômica, 1948.

KUMAR, S.; KAUSHIK, N. **Endophytic fungi isolated from oil-seed crop *Jatropha curcas* produces oil and exhibit antifungal activity.** Plos One, v. 8, n. 2, p. 1-8, 2013.

KUMAR, S.; STECHER, G.; TAMURA, K. **MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets.** Molecular Biology and Evolution, v. 33, n. 7, p. 1870-1874, 2016.

LIU, T.; GREENSLADE, A.; YANG, S. **Levels of rhizome endophytic fungi fluctuate in *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* as plants age.** Plant Diversity, v. 39, n. 1, p. 60-64, 2017.

LOPES, J. R. G.; SANTOS, J. R. S.; MEDEIROS, M. A.; CAMPOS, E. M.; RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R. M. T. **Reproductive losses caused by the ingestion of *Poincianella pyramidalis* in sheep.** Toxicon, v. 138, p. 98-101, 2017.

LORO, M.; VALERO-JIMÉNEZ, C. A.; NOZAWA, S.; MÁRQUEZ, L. M. **Diversity and composition of fungal endophytes in semiarid Northwest Venezuela.** Journal of Arid Environments, v. 85, p. 46-55, 2012.

MAEHARA, S.; SIMANJUNTAK, P.; OHASHI, K.; SHIBUYA, H. **Composition of endophytic fungi living in *Cinchona ledgeriana*.** Journal of Natural Medicines, v. 64, n. 2, p. 227-230, 2009.

MAIQUEL, P. P.; THIAGO, C. A.; MAZUTTI, M.; LUIS, E. C. **Bioherbicide based on *Diaporthe* sp. secondary metabolites in the control of three tough weeds.** African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 42, p. 4242-4249, 2016.

MARSBERG, A.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J.; GRYZENHOUT, M. **Endophyte isolations from *Syzygium cordatum* and a *Eucalyptus* clone (Myrtaceae) reveal new host and geographical reports for the Mycosphaerellaceae and Teratosphaeriaceae.** Australasian Plant Pathology, v. 43, n. 5, p. 503-512, 2014.

MASSIMO, N. C.; NANDI DEVAN, M. M.; ARENDT, K. R.; WILCH, M. H.; RIDDLE, J. M.; FURR, S. H.; STEEN, C.; U'REN, J. M.; SANDBERG, D. C.; ARNOLD, A. E. **Fungal**

endophytes in aboveground tissues of desert plants: infrequent in culture, but highly diverse and distinctive symbionts. *Microbial Ecology*, v. 70, n. 1, p. 61-76, 2015.

MATIAS, J. R.; SILVA, F. F. S.; DANTAS, B. F. **Catingueira-verdadeira** *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P.Queiroz. Nota técnica nº 6: Comitê Técnico de Sementes Florestais, Associação Brasileira de Tecnologia em Sementes (ABRANTES), pp. 1-7, 2017.

MENDES, C. C.; BAHIA, M. V.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. **Constituents of** *Caesalpinia pyramidalis*. *Fitoterapia*, v. 71, n. 2, p. 205-207, 2000.

MENDIBURU, F. **Agricolae tutorial**, version 1.2-8, 2017.

MILLER, M. A.; PFEIFFER, W.; SCHWARTZ, T. **Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees.** In: Proceedings of the gateway computing environments workshop (GCE) 14 Nov 2010. Institute of Electrical and Electronics Engineers, New Orleans, LA, 2010.

MOURA, L. F. W. G.; OLIVEIRA, M. V.; MOTA, J. G. S. M.; LÔ, M. M.; RIBEIRO, A. R. C.; LIMA, D. R.; FRANCA, M. G. A.; PAIVA, C. F.; OLIVEIRA, J. S.; SOUSA, J. R.; FREIRE, F. C. O.; MAGALHÃES, F. E. A. **Isolamento e identificação de fungos associados às plantas medicinais nativas da Caatinga da região dos Inhamuns, Tauá, Ceará, Brasil.** *Essentia*, v. 17, n. 2, p. 43-63, 2016.

NALINI, M. S.; MAHESH, B.; TEJESVI, M. V.; PRAKASH, H. S.; SUBBAIAH, V.; KINI, K. R.; SHETTY, H. S. **Fungal endophytes from the three-leaved caper, *Crataeva magna* (Lour.) DC. (Capparidaceae).** *Mycopathologia*, v. 159, n. 2, p. 245-249, 2005.

NISA, H.; KAMILI, A. N.; NAWCHOO, I. A.; SHAFI, S.; SHAMEEM, N.; BANDH, S. A. **Fungal endophytes as prolific source of phytochemicals and other bioactive natural products: A review.** *Microbial pathogenesis*, v. 82, p. 50-59, 2015.

OHM, R. A.; FEAU, N.; HENRISSAT, B.; SCHOCH, C. L.; HORWITZ, B. A.; BARRY, K. W.; CONDON, B. J.; COPELAND, A. C.; DHILLON, B.; GLASER, F.; HESSE, C. N.; KOSTI, I.; BABUTTI, K.; LINDQUIST, E. A.; LUCAS, S.; SALAMOV, A. A.; BRADSHAW, R. E.; CIUFFETTI, R.; HAMELIN, R. C.; KEMA, G. H. J.; LAWRENCE, C.; SCOTT, J. A.; SPATAFORA, J. W.; CIRURGIÃO, B. G.; WIT, P. J. G. M.; ZHONG, S.; GOODWIN, S. B.; GRIGIRIEV, I. V. **Diverse lifestyles and strategies of plant pathogenesis encoded in the genomes of eighteen *Dothideomycetes* fungi.** *Plos Pathogens*, v. 9, n. 3, 2013.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. **Community Ecology Package, Version 2.5-2.** 2018. Disponível em: <https://cran.rproject.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>. Acesso em: 15 set. 2018.

PÁDUA, A. P. S. L.; FREIRE, K. T. L. S.; OLIVEIRA, T. G. L.; SILVA, L. F.; ARAÚJO-MAGALHÃES, G. R.; AGAMEZ-MONTALVO, G. S.; SILVA, I. R.; BEZERRA, J. D. P.; SOUZA-MOTTA, C. M. **Fungal endophyte diversity in the leaves of the medicinal plant *Myracrodruon urundeuva* in a Brazilian dry tropical forest and their capacity to**

produce L-asparaginase. Acta Botanica Brasilica, Belo Horizonte, v. 33, n. 1, p. 39-49, 2018.

PAGOTTO, M. A.; ROIG, F. A.; RIBEIRO, A. S.; LISI, C. S. **Influence of regional rainfall and Atlantic sea surface temperature on tree-ring growth of *Poincianella pyramidalis*, semiarid forest from Brazil.** Dendrochronologia, v. 35, p. 14-23, 2015.

PETRINI, O. **Fungal endophytes of tree leaves.** New York: Springer, 1991.

PHOTITA, W.; LUMYONG, S.; LUMYONG, P.; HYDE, K. D. **Endophytic fungi of wild banana (*Musa acuminata*) at Doi Suthep Pui National Park, Thailand.** Mycological Research, v. 105, n. 12, p. 1508-1513, 2001.

PHYO, W.; KOIKE, F. **Dry forest community types and their predicted distribution based on a habitat model for the central dry zone of Myanmar.** Forest Ecology and Management, v. 358, p. 108-121, 2015.

PURMALE, L.; APINE, I.; NIKOLAJEVA, V.; GRANTINA, L.; VERKLEY, G.; TOMSONE, S. **Endophytic fungi in evergreen rhododendrons cultivated in vitro and in vivo.** Environmental and Experimental Biology, v. 10, p. 1-7, 2012.

PURAHONG, W.; HYDE, K. D. **Effects of fungal endophytes on grass and non-grass litter decomposition rates.** Fungal Diversity, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2011.

QUAEDVLIEG, W.; BINDER, M.; GROENEWALD, J. Z.; SUMMERELL, B. A.; CARNEGIE, A. J.; BURGESS, T. I.; CROUS, P. W. **Introducing the consolidated species concept to resolve species in the *Teratosphaeriaceae*.** Persoonia, v. 33, p. 1-40, 2014

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga.** Feira de Santana: Royal Botanic Gardens, Kew, Associação Plantas do Nordeste, 2009.

RAMBAUT, A. FigTree (version 1.4.0). 2012. Disponível em <<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>>

RANA, P.; BOONCHIRD, C.; KOIRALA, M.; BHUJU, D. R. **Impact of altitude on the colonization frequency of endophytic fungi isolated from *Rhododendron campanulatum* D. Don of Sagarmatha National Park, Nepal.** Journal of Basic and Applied Plant Sciences, v. 1, n. 2, p. 109, 2017.

RAVIRAJA, N. S. **Fungal endophytes in five medicinal plant species from Kudremukh Range, Western Ghats of India.** Journal of Basic Microbiology, v. 45, n. 3, p. 230-235, 2005.

RHODEN, S. A.; GARCIA, A.; RUBIN FILHO, C. J.; AZAVEDO, J. L.; PAMPHILE, J. A. **Phylogenetic diversity of endophytic leaf fungus isolates from the medicinal tree *Trichilia elegans* (Meliaceae).** Genetics and Molecular Research, v. 11, n. 3, p. 2513-2522, 2012.

- RIBEIRO, T. O.; BAKKE, I. A.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A.; LUCENA, D. S. **Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de caatinga manejadas no semiárido da Paraíba, Brasil**. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 1, p. 203-213, 2017.
- RODRIGUEZ, R. J.; HENSON, J.; VOLKENBURGH, E. V.; HOY, M.; WRIGHT, L.; BECKWITH, F.; KIM, Y. O.; REDMAN, R. S. **Stress tolerance in plants via habitat-adapted symbiosis**. *The ISME Journal*, v. 2, n. 4, p. 404-416, 2008.
- RODRIGUEZ, R. J.; WHITE JR, J. F.; ARNOLD, A. E.; REDMAN, R. S. **Fungal endophytes: diversity and functional roles**. *New Phytologist*, v. 182, n. 2, p. 314-330, 2009.
- RONQUIST, F.; HUELSENBECK, J. P. **MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models**. *Bioinformatics*, v. 19, n. 12, p. 1572-1574, 2003.
- SAIKKONEN, K.; WÄLI, P.; HELANDER, M.; FAETH, S. H. **Evolution of endophyte-plant symbioses**. *Trends in Plant Science*, v. 9, n. 6, p. 275-280, 2004.
- SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. **Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest**. *Tropical Conservation Science*, v. 4, n. 3, p. 276-286, 2011.
- SANTOS, T. T.; VARAVALHO, M. A. **Aplicação de microrganismos endofíticos na agricultura e na produção de substâncias de interesse econômico**. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 32, n. 2, p. 199-212, 2011.
- SELIM, K. A.; EL-BEIH, A. A.; ABDEL-RAHMAN, T. M.; EL-DIWANY, A. I. **Biology of Endophytic Fungi**. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, v. 2, n. 1, p. 31-82, 2012.
- SENA FILHO, J. G.; QUIN, M. B.; SPAKOWICZ, D. J.; SHAW, J. J.; KUCERA, K.; DUNICAN, B.; STROBEL, S. A.; SCHMIDT-DANNERT, C. **Genome of *Diaporthe* sp. provides insights into the potential inter-phylum transfer of a fungal sesquiterpenoid biosynthetic pathway**. *Fungal Biology*, v. 120, p. 1050-1063, 2016.
- SETTE, L. D.; PASSARINI, M. R. Z.; DELARMELINA, C.; SALATI, F.; DUARTE, M. C. T. **Molecular characterization and antimicrobial activity of endophytic fungi from coffee plants**. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 22, n. 11, p. 1185-1195, 2006.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: The University of Illinois Press, 1949.
- SHEN, X.; ZHENG, D.; GAO, J.; HOU, C. **Isolation and evaluation of endophytic fungi with antimicrobial ability from *Phyllostachys edulis***. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, v. 7, n. 4, p. 249-257, 2012.
- SILVA, A. C.; SOUZA, A. F. **Aridity drives plant biogeographical sub regions in the Caatinga, the largest tropical dry forest and woodland block in South America**. *Plos One*, v. 13, n. 4, p. 1-22, 2018.

- SILVA, A. V.; NETO, J. D.; FRANCISCO, P. R. M. **Estudo da sustentabilidade ecológica em agricultura biodinâmica em região semiárida**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 3, p. 497-512, 2014.
- SILVA, B. L. R.; TAVARES, F. M.; CORTEZ, J. S. A. **Composição florística do componente herbáceo de uma área de Caatinga – Fazenda Tamanduá, Paraíba, Brasil**. Revista de Geografia, v. 29, n. 3, p. 54-64, 2012.
- SILVA, I. L.; COELHO, L. C. B. B.; SILVA, L. A. O. **Biotechnological potencial of the brazilian Caatinga biome**. Advances in Research, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2015.
- SILVA, T. S.; NEPOMUCENO, C. F.; BORGES, B. P. S.; ALVIM, B. F. M.; SANTANA, J. R. F. **Multiplicação *in vitro* de *Caesalpinia pyramidalis* (Leguminosae)**. SITIENTIBUS série Ciências Biológicas, v. 13, n. 8, p. 327-345, 2013.
- SIM, J. H.; KHOO, C. H.; LEE, L. H.; CHEAH, Y. K. **Molecular diversity of fungal endophytes isolated from *Garcinia mangostana* and *Garcinia parvifolia***. Journal of Microbiology and Biotchnology, v. 20, n. 4, p. 651-658, 2010.
- SIQUEIRA, V. M.; CONTI, R.; ARAÚJO, J. M.; SOUZA-MOTTA, C. M. **Endophytic fungi from the medicinal plant *Lippia sidoides* Cham. and their antimicrobial activity**. Symbiosis, v. 53, n. 2, p. 89-95, 2011.
- SOUZA, J. T.; TROCOLI, R. O.; MONTEIRO, F. P. **Plants from the Caatinga biome harbor endophytic *Trichoderma* species active in the biocontrol of pineapple fusariosis**. Biological Control, v. 94, p. 25-32, 2016.
- STROBEL, G. A.; KLUCK, K.; HESS, W. M.; SEARS, J.; EZRA, D.; VARGAS, P. N. ***Muscodor albus* E-6, na endophyte of *Guazuma ulmifolia* making volatile antibiotics: Isolation, characterization and experimental establishment in the host plant**. Microbiology, v. 153, p. 2613-2620, 2007.
- STROBEL, G. A.; SPANG, S.; KLUCK, K.; HESS, W. M.; SEARS, J.; LIVINGHOUSE, T. **Synergism among volatile organic compounds resulting in increased antibiosis in *Oidium* sp.** FEMS Microbiology Letters, v. 283, n. 2, p. 140-145, 2008.
- SUN, X.; GUO, L. D. **Endophytic fungal diversity: review of traditional and molecular techniques**. Mycology, v. 3, n. 1, p. 65-76, 2012.
- SUN, Y.; WANG, Q.; LU, X.; OKANE, I.; KAKISHIMA, M. **Endophytic fungal Community in stems and leaves of plants from desert areas in China**. Mycological Progress, v. 11, n. 3, p. 781-790, 2012.
- SUNAYANA, N.; NALINI, M. S.; SAMPATH KUMARA, K. K.; PRAKASH, H. S. **Diversity studies on the endophytic fungi of *Vitex negundo* L.** Mycosphere, v. 5, n. 4, p. 578-590, 2014.
- SURYANARAYANAN, T. S.; MURALI, T. S.; THIRUNAVUKKARASU, N.; RAJULU, M. B. G.; VENKATESAN, G.; SUKUMAR, R. **Endophytic fungal communities in woody**

perennials of three tropical forest types of the Western Ghats, southern India. Biodiversity and Conservation, v. 20, n. 5, p. 913-928, 2011.

SURYANARAYANAN, T. S.; VENKATESAN, G.; MURALI, T. S. **Endophytic fungal communities in leaves of tropical forest trees: diversity and distribution patterns.** Current Science, v. 85, n. 4, p. 489-493, 2003.

SUWANNARACH, N.; BUSSABAN, B.; NUANGMEK, W.; MCKENZIE, E. H. C.; HYDE, K. D.; LUMYONG, S. **Diversity of endophytic fungi associated with *Cinnamomum bejolghota* (Lauraceae) in Northern Thailand.** Chiang Mai Journal of Science, v. 39, n. 3, p. 389-398, 2012.

TEJESVI, M. V.; MAHESH, B.; NALINI, M. S.; PRAKASH, H. S.; KINI, K. R.; SUBBIAH, V.; SHETTY, H. S. **Fungal endophyte assemblages from ethnopharmacologically important medicinal trees.** Canadian Journal of Microbiology, v. 52, n. 5, p. 427-435, 2006.

TIBPROMMA, S.; MCKENZIE, E. H. C.; KARUNARATHNA, S. C.; XU, J.; HYDE, K. D.; HU, D. M. ***Muyocopron garethjonesii* sp. nov. (Muyocopronales, Dothideomycetes) on *Pandanus* sp.** Mycosphere, v. 7, n. 9, p. 1480-1489, 2016.

UDAYANGA, D.; LIU, X.; MCKENZIE, E. H.; CHUKEATIROTE, E.; BAHKALI, A. H.; HYDE, K. D. **The genus *Phomopsis*: biology, applications, species concepts and names of common phytopathogens.** Fungal Diversity, v. 50, n. 1, p. 189-225, 2011.

ULYSSES, P. A.; PATRÍCIA, M. M.; ALYSON, L. S. A.; JÚLIO, M. M.; ERNANI, M. F. L. N.; JOABE, G. M.; JANAINA, P. S. **Medicinal plants of the *Caatinga* (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach.** Journal of Ethnopharmacology, v. 114, n. 3, p. 325-354, 2007.

VASUNDHARA, M.; KUMAR, A.; REDDY, M. S. **Molecular approaches to screen bioactive compounds from endophytic fungi.** Frontiers in Microbiology, v. 7, p. 1-12, 2016.

VEREKAR, S. A.; PRAKASH, V.; CHAVAN, Y. G.; DESHMUKH, S. K. **Isolation, Characterization of Endophytic Fungi of *Mimusops elengi* (Bakul).** Kavaka, v. 48, n. 2, p. 21-25, 2017.

VILGALYS, R.; HESTER, M. **Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species.** Journal of Bacteriology, v. 172, n. 8, p. 4239-4246, 1990.

VUJANOVIC, V.; BRISSON, J. **A comparative study of endophytic mycobiota in leaves of *Acer saccharum* in eastern North America.** Mycological Progress, v. 1, n. 2, p. 147-154, 2002.

WANG, X.; ZHANG, X.; LIU, L.; XIANG, M.; WANG, W.; SUN, X.; YONGSHENG, C.; GUO, L.; LIU, G.; GUO, L.; WANG, C.; YIN, W. B.; STADLER, M.; ZHANG, X.; LIU, X. **Genomic and transcriptomic analysis of the endophytic fungus *Pestalotiopsis fici* reveals its lifestyle and high potential for synthesis of natural products.** BMC Genomics, v. 16, n. 1, p. 1-13, 2015.

WANG, Y.; LIU, H.-X.; CHEN, Y.-C.; SUN, Z.-H.; LI, H.-H.; LI, S.-N.; YAN, M.-L.; ZHANG, W.-M. **Two new metabolites from the endophytic fungus *Alternaria* sp. A744 derived from *Morinda officinalis***. *Molecules*, v. 22, n. 5, p. 1-7, 2017.

WHITE, T. J.; BRUNS, T.; LEE, S.; TAYLOR, L. *Amplification and direct sequencing of fungal RNA genes for phylogenetics*. San Diego: Academic Press, 1990.

XIANG, L.; GONG, S.; YANG, L.; HAO, J.; XUE, M.; ZENG, F.; ZHANG, X.; SHI, W.; WANG, H.; YU, D. **Biocontrol potencial of endophytic fungi in medicinal plants from Wuhan Botanical Garden in China**. *Biological Control*, v. 94, p. 47-55, 2016.

YAN, D.-H.; LI, H.; SONG, X.; LUO, T. **Antifungal activities of volatile secondary metabolites of four *Diaporthe* strains isolated from *Catharanthus roseus***. *Journal of Fungi*, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2018.

YANG, Q.; FAN, X. L.; GUARNACCIA, V.; TIAN, C. M. **High diversity of *Diaporthe* species associated with dieback diseases in China, with twelve new species described**. *Mycologia*, v. 39, p. 97-149, 2018.

YOU, Y. H.; KWAK, T. W.; KANG, S. M.; LEE, M. C.; KIM, J. G. ***Aspergillus clavatus* Y2H0002 as a new endophytic fungal strain producing gibberellins isolated from *Nymphoides peltata* in fresh water**. *Mycobiology*, v. 43, n. 1, p. 87-91, 2015.

YUAN, X.-L.; CAO, M.; LIU, X.-M.; DU, Y.-M.; SHEN, G.-M.; ZHANG, Z.-F.; LI, J.-H.; ZHANG, P. **Composition and genetic diversity of the *Nicotiana tabacum* microbiome in different topographic areas and growth periods**. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 19, n. 11, p. 1-14, 2018.

ZABALGOGEAZCOA, I. **Review. Fungal endophytes and their interaction with plant pathogens**. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v. 6, p. 138-146, 2008.

ZAPPI, D. C.; FILARDI, F. L. R.; LEITMAN, P.; SOUZA, V. C.; WALTER, B. M. T.; PIRANI, J. R.; MORIM, M. P.; QUEIROZ, L. P.; CAVALCANTI, T. B.; MANSANO, V. F.; FORZZA, R. C.; et al. **Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil**. *Rodriguésia, Rio de Janeiro*, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

ZHOU, Z.; ZHANG, C.; ZHOU, W.; LI, W.; CHU, L.; YAN, J.; LI, H. **Diversity and plant growth-promoting ability of endophytic fungi from the five flower plant species collected from Yunnan, Southwest China**. *Journal of Plant Interactions*, v. 9, n. 1, p. 585-591, 2014.