Microfungos endofíticos e epifíticos em folhas de bromélias em um fragmento de Mata Atlântica no Extremo Sul da Bahia

Clebson Viana Gomes[1], Jorge Luiz Fortuna[2]

[1] Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia (UNE), Campus X, Teixeira de Freitas-BA. 2 Professor Adjunto da área de Microbiologia do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia (UNE), Campus X, Teixeira de Freitas-BA. E-mail: jfortuna@uneb.br

Resumo

Microfungos endofíticos e epifíticos geralmente são encontrados em associação a plantas na superfície de lâminas foliares e em seu interior, podendo não causar danos às mesmas. Bromélias são plantas que podem ser encontradas em rochas (rupícolas), galhos de arvores (epífitas), e terrestres, seu tamanho varia muito a depender da espécie. Esta pesquisa teve como objetivo isolar e identificar microfungos endofíticos e epifíticos que vivem associados com bromélias encontradas em fragmento de Mata Atlântica localizadas em Teixeira de Freitas-BA. Foram realizadas cinco incursões nos meses de janeiro, março, maio, agosto e setembro de 2019, coletando de forma aleatória folhas superiores (mais jovens) e inferiores (mais velhas) de duas espécies de bromélias, *Aechmea alba* Mez e *Vriesea procera* Mez encontradas no fragmento de Mata Atlântica em uma fazenda particular (Fazenda Sayonara). Foram identificados espécimes de microfugos dos gêneros *Acremonium*; *Colletotrichum*; *Curvularia*; *Fusarium*; *Nigrospora*; *Penicillium* e *Pestalotiopsis.*

Palavras-chave: Microfungos; Bromélias; Endofítico; Epifítico; Mata Atlântica.

Endophytic and epiphytic microfungi in bromeliad leaves in an Atlantic Forest fragment in the Extreme South of Bahia

Abstract

Endophytic and epiphytic microfungi are usually found in association with plants on the surface of leaf blades and inside the plant and may not cause damage to them. Bromeliads are plants that can be found in rocks (rupicola), tree branches (epiphytes), and terrestrial, their size varying greatly depending on the species. This research aimed to isolate and identify endophytic and epiphytic microfungi that live associated to bromeliads found in an Atlantic forest fragment located in Teixeira de Freitas-BA. Five incursions were made in January, March, May, August, and September 2019, randomly collecting upper (younger) and lower (older) leaves of two bromeliads species, *Aechmea alba* Mez and *Vriesea procera* Mez found in the Atlantic Forest fragment on a private farm (Sayonara Farm). Specimens of microfungi of the genera *Acremonium*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Nigrospora*, *Penicillium*, and *Pestalotiopsis* were identified.

Keywords: Microfungi; Bromeliads; Endophytic; Epiphytic; Atlantic Forest.

Introdução

Estima-se que o número total de espécies de fungos é superior a 1,5 milhões, fazendo com que o reino Fungi perca apenas para os insetos em relação ao número de espécies (EVERT; EICHHORN, 2013). Há grande diversidade de fungos existentes em nosso ecossistema, entre eles, os que vivem em associação com as plantas, possibilitando a proteção contra patógenos e, consequentemente, o desenvolvimento da planta. Entre esses microrganismos, pouco se conhece das espécies de microfungos endofíticos e epifíticos que podem ser encontrados em associação com espécies de bromélias. Estes organismos geralmente podem ser encontrados na superfície das lâminas foliares e em seu interior, podendo ou não causar danos às mesmas.

Os fungos anamórficos formam um grupo de fungos onde a reprodução assexuada é predominante, com a formação de conídios como estrutura de propagação. A reprodução sexuada é ausente, desconhecida ou teve a capacidade perdida. Esse grupo está relacionado aos gêneros do filo Ascomycota e

Basidiomycota por comparação de sequências gênicas. São considerados como cosmopolitas, sapróbios e parasitas de animais e plantas. Os conídios são formados por células conidiogênicas, presentes nos conidióforos, que são prolongamentos de hifas modificadas, com função reprodutiva. Os conídios podem ter diferentes formas, tamanhos e cores, podem possuir ou não a superfície texturizada, ornamento ou septo (MORAES et al., 2009).

As associações mutualísticas, entre fungos e organismos fototróficos, podem auxiliar no desenvolvimento de ambos, muitas dessas conexões são comuns, como os liquens e as micorrizas. Porém outras, como os endofíticos de plantas e algas, pouco se conhece sobre quais espécies de microfungos estão presentes nessa interação (SILVA 2006).

Os microfungos endofíticos são aqueles que habitam mais frequentemente o interior dos tecidos aéreos de seus hospedeiros, pelo menos durante uma fase do seu próprio ciclo de vida, podendo realizar várias relações ecológicas sem demonstrar sintomas visíveis. Essa característica dificulta a avaliação desses organismos, havendo necessidade de isolamento e cultivo em laboratório (ARAÚJO et al., 2002; KHIRALLA et al., 2017; MAGALHÃES et al., 2008). Pesquisas sobre microrganismos endofíticos de plantas geralmente levam à descoberta de novos táxons além de revelarem novas distribuições de espécies conhecidas (STONE et al., 2004).

Existe uma diversidade de microrganismos epifíticos presentes na superfície das plantas saudáveis com grande potencial para serem estudados (LINK; ONOFRE, 2010). Podendo ser encontrados em folhas jovens e folhas velhas, os fungos epifíticos são aqueles que vivem sob outro ser vivo sem estarem em associação íntima com plantas vivas e sadias (BASTOS et al., 2004). Segundo Link e Onofre (2010) a composição das espécies pode variar de acordo com o hospedeiro, distribuição geográfica, idade da planta, condições ecológicas e sazonais, incluindo altitude e precipitação.

As bromélias, família Bromeliaceae, são plantas com características terrestres, rupícolas e epífitas, geralmente herbáceas, variando de plantas delicadas e de pequeno porte, com alguns centímetros de comprimento, até plantas de grande porte, que chega a atingir mais de dez metros de altura (SMITH; DOWNS, 1974; REITZ, 1983).

A família Bromeliaceae possui cerca de 3.170 espécies distribuídas em 60 gêneros, sendo atualmente dividida em oito subfamílias: Brocchinioideae, Lindmanioideae, Tillandsioideae, Hechtioideae, Navioideae, Pitcairnioideae, Puyoideae, Bromelioideae (AOYAMA et al., 2012; LUTHER, 2008; MOREIRA et al., 2006).

Dentre as espécies arbóreas, que podem ser encontrados nos fragmentos de Mata Atlântica, estão as bromélias, que segundo Wendt (1999), são espécies da família Bromeliaceae que ocorrem em latitudes tropicais e subtropicais das Américas. Espécies de bromélias, como *Vriesea procera* Mez e *Aechmea alba* Mez, servem de abrigo para pequenos anfíbios, insetos e répteis, podendo ser encontradas no solo, rochas e sobre galhos de árvores, tendo interações com microrganismos epifíticos e endofíticos assim como outras espécies de plantas.

As espécies de Bromeliaceae ocorrem em latitudes tropicais e subtropicais das Américas nas mais variadas condições de altitude, temperatura e umidade (WENDT, 1999), destacando-se como um dos principais componentes da flora e da fisionomia dos ecossistemas brasileiros, abrigando aproximadamente 36% das espécies catalogadas. Possui vários gêneros endêmicos, alguns deles encontrados exclusivamente na Mata Atlântica (MARTINELLI, 1994).

Sendo assim, as áreas de preservação permanente são de extrema importância para a conservação dos recursos naturais e proteção das funções que estes ecossistemas realizam (CARNEIRO et al. 2013). Tanto para conservação de organismos endêmicos da região, quanto para espécies de microrganismos que ainda não foram descritos e que possam ainda estar sobrevivendo apesar da fragmentação deste bioma.

No biossistema encontra-se uma vasta distribuição de microfungos. Sendo a

identificação dessas espécies fundamental, tanto para novas pesquisas quanto na comparação entre as já existentes. Segundo Stone et al. (2004), pesquisas sobre microrganismos endofíticos de plantas geralmente levam à descoberta de novos táxons além de revelarem novas distribuições de espécies conhecidas.

Originalmente o termo endofítico descrito, por De Bary em 1866, refere-se a qualquer microrganismo que vive nos tecidos de plantas, distinguindo-se dos epifíticos que vivem na superfície (AZEVEDO, 1998; CHAPLA et al., 2013; KHIRALLA et al., 2017). Segundo Silva (2006), os microrganismos endofíticos podem se tornar patogênicos aos hospedeiros, em condições de desequilíbrio. O que pode ocasionar malefícios no desenvolvimento da planta.

Esta pesquisa teve como objetivo isolar e identificar espécies de microfungos endofíticos e epifíticos que vivem em associação com bromélias encontradas no fragmento de Mata Atlântica localizadas em Teixeira de Freitas-BA.

Material e métodos

O presente trabalho foi realizado no fragmento florestal remanescente que pertence ao domínio ecológico da Mata Atlântica, com Floresta Ombrófila Densa, em uma fazenda particular (**Fazenda Sayonara**), no município de Teixeira de Freitas-BA (latitude 17º34' Sul e longitude 39º43' Oeste), região do Extremo Sul da Bahia.

Os pontos de coletas foram: 17°36.144' S 39°40.818' O (ponto A), bromélias *Aechmea alba*; 17°36.169' S 39º40.833' O (ponto B) bromélias *Vriesea procera*; e 17°36.160' S 39º40.836' O (ponto C) bromélias *Aechmea alba*.

As coletas das amostras das folhas das bromélias foram realizadas nos meses de janeiro, março, maio, agosto e setembro de 2019, totalizando cinco coletas (Figura 1). Durante a coleta foram retiradas, de forma aleatória, amostras das folhas das bromélias da porção mais superior (folhas jovens) e da porção mais inferior (folhas maduras) e depois colocadas em sacos individuais que foram depositados em caixas isotérmicas com gelo para transporte imediato para o Laboratório de Biologia dos Fungos do *Campus* X da UNEB, onde as folhas foram processadas para isolamento e identificação dos microfungos endofíticos e epifíticos (LOPES et al., 2017; PEREIRA et al., 1993; PIMENTEL et al., 2006).

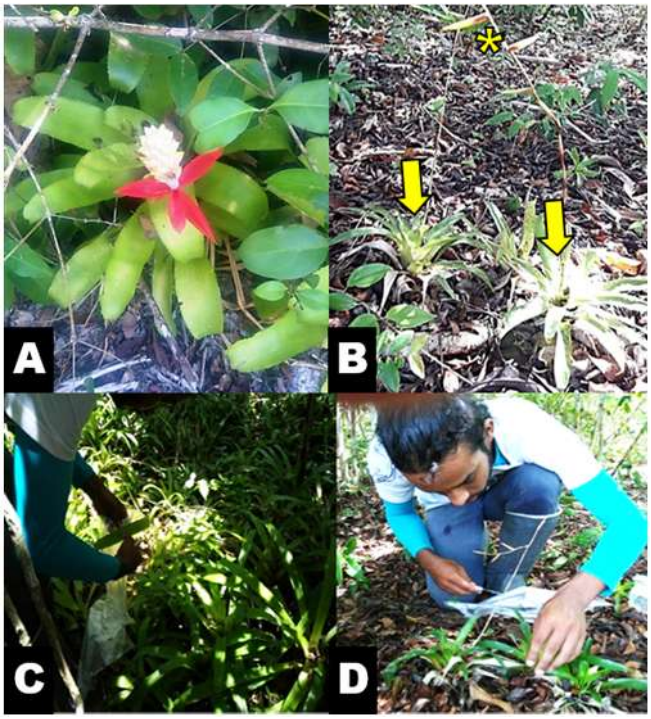

*Figura 1. (**A**) Aechmea alba com inflorescência. (**B**) Vriesea procera (setas amarelas) com inflorescência (*). (**C**) Coletando folha de Aechmea alba. (**D**) Coletando folha de Vriesea procera.*

As amostras de bromélias, utilizadas nesta pesquisa, foram identificadas pela pesquisadora Rafaela Campostrini Forzza, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Todo o processamento das folhas das bromélias foi realizado em capela de exaustão com fluxo vertical e próximo ao bico de Bunsen para evitar contaminação das amostras. Para o isolamento de microfungos epifíticos, as amostras das folhas foram previamente submersas em água deionizada e esterilizada por 30 segundos, logo depois foram desinfetadas submersas em álcool a 70% por 30 segundos e depois em hipoclorito de sódio a 3% durante 30 segundos e posteriormente submersa para enxague em água deionizada esterilizada por um minuto (Figura 2) (BASTOS et al., 2004).

Para o isolamento de fungos endofíticos, as amostras das folhas foram lavadas em água corrente, sem causar danos às mesmas e descartando as partes danificadas, caso houver. A desinfecção superficial foi realizada por imersão em água deionizada esterilizada por 30 segundos, depois um minuto em álcool a 70%, após foram colocadas em solução de hipoclorito de sódio a 3% por quatro minutos e após este período foram colocadas novamente em álcool a 70% por 30 segundos e logo depois as folhas foram lavadas em água deionizada esterilizada por um minuto para a retirada dos resquícios dos agentes esterilizantes (Figura 2) (LOPES et al., 2017; PIMENTEL et al., 2006).

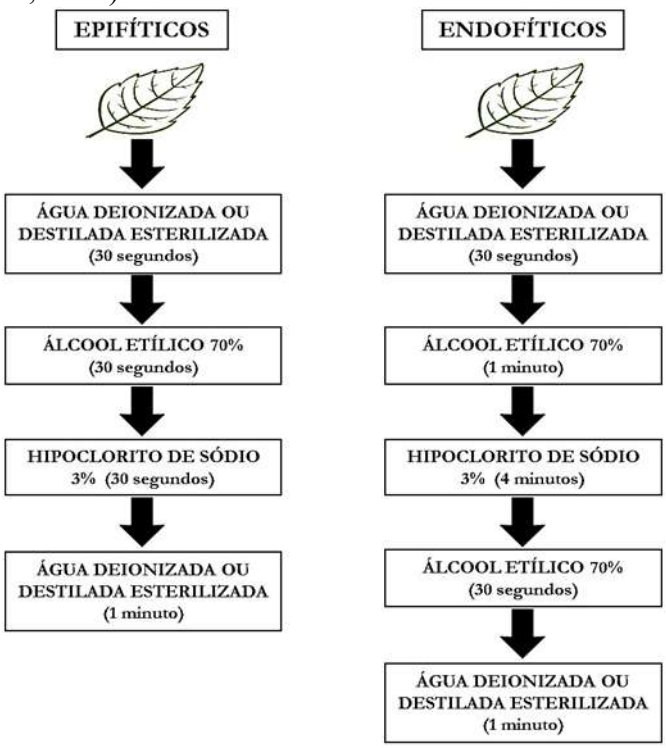

Figura 2. Método para higienização das folhas de bromélias para isolamento de microfungos epifíticos e endofíticos.

Após a higienização das folhas, estas foram secas sobre papel toalha em temperatura ambiente e depois cortadas em pequenos fragmentos circulares (±6,0 mm). Depois foram escolhidos, aleatoriamente, quatro fragmentos das folhas que foram transferidos para placas de Petri contendo Ágar Batata Dextrose (ABD) com 0,5% de cloranfenicol. Este processo aconteceu tanto para isolamento de microfungos epifíticos quanto para o isolamento de microfungos endofíticos. As placas de Petri, com os fragmentos, foram incubadas à temperatura ambiente (±25°C) durante 3-7 dias observando o crescimento dos microfungos (LOPES et al., 2017; PEREIRA et al., 1993; PIMENTEL et al., 2006).

Foi retirado 0,1 mL da última água de lavagem (epifíticos e endofíticos) das folhas e colocado em duas placas de Petri contendo

Ágar Batata Dextrose para controle negativo (controle de assepsia). Uma foi incubada em temperatura ambiente e outra a 37°C por 24 horas.

A identificação dos microfungos (epifíticos e endofíticos) foi realizada a partir de culturas puras cultivadas em ABD. Foram realizadas observações das características macroscópicas das colônias, através de estereomicroscópios (lupas) e características microscópicas das estruturas reprodutivas, através do microcultivo em lâminas para observação em microscópios ópticos, de acordo com Fischer e Cook (2001).

A identificação microscópica foi realizada de acordo com a taxonomia dos grupos com base em literatura especializada (BARNETT; HUNTER, 1972; CAI et al., 2006; DOMSCH; GAMS, 1993; ELLIS, 1971; 1976; SEIFERT et al., 2011; WATANABE, 2002).

Foram realizadas as seguintes análises ecológicas: riqueza de espécie (R); constância (C%); índice de diversidade (ID) e índice de similaridade (IS). A riqueza de espécie foi determinada pelo número total de espécies de microfungos encontradas em cada espécie de bromélia (BEGON et al. 2007; BROWER et al., 1998; RICKLEFS, 2003). A constância foi calculada relacionando o número de coletas em que a espécie do microfungo foi registrada, seguindo a seguinte fórmula (DAJOZ, 1978; ODUM, 1988; 2001; PINTO-COELHO, 2000): C% = p / P x 100, onde C% = Análise de Constância (%); p = número de vezes (coletas) que a espécie foi encontrada; e P = número total de coletas realizadas. O índice de diversidade foi calculado utilizando o índice de Shannon-Wiener (H') e o índice de similaridade utilizado foi o coeficiente de Sorensen (SS), cuja fórmula segue descrita (DAJOZ, 1978; ODUM, 1988; 2001; MULLER-DOMBOIS, 1981): SS = 2c / (A + B) x 100, onde SS = Índice de Similaridade de Sorensen; c = número de espécies em comum nas duas bromélias; A = número total de espécies de microfungos na bromélia A; e B = número total de espécies de microfungos na bromélia B.

Resultados e discussão

Segundo Looby e Eaton (2014), os solos das bromélias estão associados à diminuição da diversidade de fungos. Tendo como base essa afirmação, podemos acreditar na possibilidade em ser encontrado baixa diversidade de fungos em seu tecido foliar, sendo que o contato direto com o solo denota baixa diversidade.

No entanto, nesta pesquisa, foram isolados, a partir das folhas de bromélias, 132 (100%) de microfungos endofíticos e epifíticos em duas espécies de bromélias, sendo 53 (40,15%) de folhas superiores e 79 (59,85%) de folhas inferiores. Em relação aos microfungos foram isolados 77 (58,33%) epifíticos e 55 (41,67%) de endofíticos. Sobre as espécies de bromélias foram isolados 35 (26,52%) na espécie *Vriesea procera* e 97 (73,48%) da *Aechmea alba.* Das cinco coletas que foram realizadas, verificou-se que houve maior número de isolamentos em folhas inferiores; em bromélias da espécie *A. alba* e sendo a maioria de microfungos epifíticos (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade de microfungos epifíticos (Ep.) e endofíticos (En.) isolados em folhas superiores e inferiores de bromélias, por coleta.

Bromélia	Folha	1ª coleta		2ª coleta		3ª coleta		4ª coleta		5ª coleta		Subtotal		TOTAL
		Ep.	En.	Ep.	En.	Ep.	En.	Ep.	En.	Ep.	En.	Ep.	En.	
Vriesea	Superior	4	2	0	2	3	1	0	0	0	0	7	5	**12**
	Inferior	5	5	2	1	2	3	4	0	0	0	13	10	**23**
Aechmea	Superior	3	5	8	1	9	1	6	2	3	3	29	12	**41**
	Inferior	5	1	5	6	7	9	4	6	7	6	28	28	**56**
Subtotal	Superior	7	7	8	3	12	2	6	2	3	3	36	17	**53**
	Inferior	10	6	7	7	9	12	8	6	7	6	41	38	**79**
TOTAL		**17**	**13**	**15**	**10**	**21**	**14**	**14**	**8**	**10**	**9**	**77**	**55**	**132**

Nas duas espécies de bromélias foram isolados, das folhas superiores da *Vriesea procera*, cinco endofíticos e sete epifíticos, já das folhas inferiores foram dez endofíticos e 13 epifíticos, totalizando 35 isolamentos. Na *Aechmea alba*, em folhas superiores, foram 12 isolamentos de endofíticos e 29 epifíticos, já nas folhas inferiores foram 28 endofíticos e 28 epifíticos, total de 97 microfungos isolados (Tabela 1).

Nem todos os microfungos que foram isolados chegaram a esporular após a realização dos microcultivos. Foram identificados os seguintes microfungos: quatro espécimes do gênero *Colletotrichum* (*Colletotrichum bannaense*; *Colletotrichum* sp. 1; *Colletotrichum* sp. 2; *Colletotrichum* sp. 3), apresentando-se como endofíticos e epifíticos, tanto em folha superior e inferior; quatro *Fusarium* (*Fusarium* sp. 1; *Fusarium* sp. 2; *Fusarium* sp. 3; *Fusarium* sp. 4), endofíticos em folha superior e inferior, epifíticos em folha inferior; um *Acremonium* spp., presente como endofítico encontrado apenas em folha inferior; três *Penicilium* (*Penicillium simplicissimum*; *Penicilium* sp. 1; *Penicilium* sp. 2), endofíticos em folha superior e epifítico em folha inferior; um *Curvularia brachyospora*, epifítico encontrado em folha superior e inferior; cinco *Nigrospora* (*Nigrospora bambuceae*; *Nigrospora gorlenkoana*; *Nigrospora rubi*; *Nigrospora sphaerica*; *Nigrospora* sp. 1), epifíticos tanto em folha superior quanto na inferior; e um espécime do gênero *Pestalotiopsis,* epifítico em folha inferior.

Dentre os microfungos que esporularam, a partir das folhas superiores e inferiores da *Vriesea procera*, foram identificadas as seguintes espécies: *Colletotrichum* sp. 1 (apresentando-se como endofítico somente na folha inferior); *Colletotrichum* sp. 3 (tanto epifítico quanto endofítico em folha superior e inferior); *Fusarium* sp. 1 (em folha inferior e apenas dentro da lâmina foliar); e *Penicillium* sp. 2 (presente em folha inferior como epifítico) (Tabela 2).

Tabela 2. Microfungos endofiticos e epifíticos isolados e identificados a partir de folhas superiores e inferiores das bromélias Vriesea procera.

ENDOFÍTICOS		**EPIFÍTICOS**	
Superior	**Inferior**	**Superior**	**Inferior**
Colletotrichum sp. 3 *Penicilium* sp. 1	*Colletotrichum* sp. 1 *Colletotrichum* sp. 3 *Fusarium* sp. 1	*Colletotricum* sp. 3	*Colletotrichum* sp. 3 *Penicillium* sp. 2

Nas folhas superior e inferior de *Aechmea alba*, obteve 19 espécimes de microfungos identificados sendo 12 epifíticos, três espécimes nas folhas superiores, *Colletotrichum* sp. 1*; Curvularia brachyospora e Nigrospora* sp.1 e, nove espécimes em folhas superiores, sendo elas *Curvularia brachyospora*; *Fusarium* sp. 2; *Fusarium* sp. 3; *Nigrospora bambuceae*; *Nigrospora gorlenkoana*; *Nigrospora rubi*; *Nigrospora sphaerica*; *Penicillium simplicissimum*; *Pestalotiopsis* spp. Sete espécimes endofíticos, sendo três encontrados em folhas superiores, *Colletotrichum* sp. 1; *Fusarium* sp. 3 e *Penicilium* sp. 1, quatro nas folhas inferiores, *Acremonium* spp.; *Colletotrichum bannaense*; *Colletotrichum* sp. 2; *Fusarium* sp. 3. (Tabela 3). Perceptível notar que alguns gêneros aparecem tanto como endofíticos quanto epifíticos, como o *Colletotrichum* e *Fusarium,* ou gêneros como *Curvularia* e *Nigrospora* que só apresentaram como epifíticos, cada espécie ocupando um lugar na planta, interagindo de forma que só pude analisar de forma superficial, o que permite destacar que a bromélia e os microfungos, apesar da individualidade de cada organismo, juntos um contribui para a sobrevivência do outro.

Tabela 3. Microfungos endofíticos e epifíticos isolados e identificados a partir de folhas inferiores e superiores das bromélias Aechmea alba.

ENDOFÍTICOS		EPIFÍTICOS	
Superior	**Inferior**	**Superior**	**Inferior**
Colletotrichum sp. 1 *Fusarium* sp. 3	*Acremonium* spp. *Colletotrichum bannaense* *Colletotrichum* sp. 2 *Fusarium* sp. 3	*Colletotrichum* sp. 1 *Curvularia brachyospora* *Nigrospora* sp. 1	*Curvularia brachyospora* *Fusarium* sp. 2 *Fusarium* sp. 3 *Nigrospora bambuceae* *Nigrospora* gorlenkoana *Nigrospora rubi* *Nigrospora* sphaerica *Penicillium simplicissimum* *Pestalotiopsis* spp.

No estudo de Grippa et al. (2007) foi analisado a colonização de micorrízica arbuscular em raízes de espécies de bromélias que ocorrem na Floresta Atlântica Brasileira, demonstrando que não houve similaridade entre espécies de fungos arbusculares nas raízes com os endofíticos e epifíticos nas folhas, encontradas nos gêneros *Vriesea* e *Aechmea* desta pesquisa. Sendo assim, pode ser percebido que a colonização de diferentes espécies fúngicas podem ocorrer em diferentes partes e tecidos que constituem as bromélias.

Fungos Identificados

***Acremonium* spp.:** foi encontrado em folha inferior da bromélia apresentando-se na forma endofítica. Depois de isolado apresentou cor cinza claro na parte de cima e em baixo com tom de cinza amarronzado. Em lâmina de microcultivo os conídios apresentaram forma cilíndrica com possível formação de septo no meio, tamanho variando de 13-15 x 3-4 µm (média de 13 x 3,6 µm) com célula conidiogênica apresentando variação de 13-40 µm (21,4 µm) (Figura 3).

Segundo Pereira et al. (2009), as espécies deste gênero são filamentosas e cosmopolitas, comuns na decomposição de matéria orgânica, plantas caídas e solo. No entanto, também pode ser encontrado em associação com plantas vivas, como em folha de bromélias.

***Colletotrichum* sp. 1:** apresentou cor cinza claro em ABD. Apresentando mesma cor nas partes de cima e embaixo. Com conídios medindo entre 4-5 x 16-20 µm (4,4 x 17,5 µm) (Figura 3).

***Colletotrichum* sp. 2:** apresentou, durante o crescimento em ABD, cor marrom claro na borda e pigmentações de marrom escuro no meio. Grande quantidade de conídios com tamanho variando de 3-5 x 12-15 µm (3.6 x 13,8 µm) e célula conidiogênica com variação de 21-37 µm (27,2 µm) (Figura 3).

***Colletotrichum* sp. 3:** apresentou durante crescimento em ABD, cor amarronzada na parte de cima e também no fundo da placa. Com o tamanho dos conídios variando entre 15-19 x 3-5 µm (17 x 4,2 µm) (Figura 3).

***Colletotrichum bannaense*:** apresentando após crescimento em ABD, cor laranja rosado e borda branca rosadas na parte de baixo e cor branca acinzentado e de leve pigmentação rosa no centro. Com a célula conidiogênica apresentando variação de 21-27,2 µm e conídios 3-5 x 12-15 µm (3,6 x 13,8 µm) (Figura 3).

O gênero *Colletotrichum* inclui vários patógenos vegetais de grande importância, causando doenças em uma grande variedade de plantas lenhosas e herbáceas (CANNON et al., 2012). No entanto foi encontrado em folhas mais novas e folhas mais velhas, de forma endofítica e epifítica. Aparentemente *Vriesea procera* não apresentava danos nas folhas, levando a considerar que esse gênero não causa graves patologias, sem descartar a ideia que venha apresentar danos em algum momento.

***Curvularia brachyospora*:** Durante o crescimento em ABD apresentou cor marrom escuro na parte de baixo e cor cinza escuro no centro e marrom escuro nas bordas da parte de

cima. Os conídios apresentando de três a quatro septos com tamanho variando de 8-10 x 3,5-5 µm (9 x-4,5 µm). Conidióforo 14-38 µm (28,8 µm) (Figura 3).

Fungos do gênero *Curvularia* são amplamente distribuídos ao redor do mundo, podendo estar associados a espécies vegetais, na forma saprofítica, endofítica ou como parasita (LOPES et al., 2017). Sendo que deste gênero foi encontrado somente como epifítico e não como endofítico, o que nos leva a entender que espécies de *Curvularia* também pode ser encontrada na superfície da folha vegetal assim como o *Curvularia brachyospora*.

***Fusarium* sp. 1:** foi encontrado na folha inferior, endofitico, apresentando cor marrom claro em meio ABD, tanto na parte de cima quanto embaixo. Apresentando tamanho de conídios variando entre 4-5 x 16-20 µm (4,4 x 17,4 µm) (Figura 3).

***Fusarium* sp. 2**: apresentou cor marrom acinzentado na parte de cima e marrom no centro e bordas cinza claro na parte de baixo. Com tamanho de conídios variando de 3-4 x 12-22 µm (3,2 x 15 µm) (Figura 3).

***Fusarium* sp. 3**: após crescimento em ABD, apresentou cor cinza claro na parte de cima e cor marrom no meio e marrom claro na borda parte de baixo. Conídios variando de 11-25 x 2-4 µm (19,4 x 3,4 µm) (Figura 3).

A maioria das espécies de *Fusarium* spp. é composta por fungos de solo com distribuição cosmopolita e são ativos na decomposição de substratos de plantas (DOMSCH; GAMS, 1993). Também pode ser encontrado em meio ao tecido foliar vivo, sem causar malefícios ao desenvolvimento da planta.

***Pestalotiopsis* spp.:** apresentou em crescimento em ABD apresentou cor branca pouco amarelado no centro e bordas mais esbranquiçadas na parte de baixo, cor branca na parte de cima apresentando anel de crescimento. Os conídios fusóides a elipsóides apresentam cor amarronzada, com quarto septos, bordas hialinas, na extremidade apical célula hialina com presença de dois apêndices. Conídio 21-27 x 5-6 µm de tamanho (23,2 x 5,2 µm) (Figura 3).

Segundo Maharachchikumbura et al. (2011), a classificação no gênero foi previamente baseada na morfologia, com caracteres de conídios sendo considerados importantes na distinção entre espécies e gêneros intimamente relacionados. O gênero *Pestalotiopsis* está recebendo considerável atenção nesses últimos tempos, não apenas por desempenhar papel como patógeno de plantas, más também por ser um endófito, quando isolado pode produzir uma ampla gama de metabolitos sendo quimicamente novos (MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2011).

***Penicillium simplicissimum*:** em ABD apresentou cor cinza esverdeado na parte de cima e esbranquiçado na parte de baixo. Fiálide 5,5-6 x 1-1,5 µm (16,7 x 1,3 µm). Esporangióforo 35-65 µm (51 µm) conídio sub esférico, liso 2,5-3 x 2-3 µm (2,7 x 2,5 µm) (Figura 4).

***Penicillium* sp. 1:** em crescimento em ABD apresentou cor cinza esverdeado no centro e esbranquiçado na borda na parte de cima e branco amarelado na parte de baixo, conídios com pouco seguimentos variando 3-3 x 2-3 µm (média de 3 x 2,5 µm) de tamanho, fiálide variando de 6-10 x 2-3 µm (7,4 x 2,2 µm) e o esporangióforo 31-90 µm (52,2 µm) (Figura 4).

***Penicillium* sp 2:** epifítico, em ABD apresenta cor esverdeada com borda branca visto na superfície, no fundo apresenta cor branca pouco amarelado. Os esporangióforos com variação de 60-100 µm com média de (96,8 µm). Bráctea 10-15 µm (12,4 µm). Fiálide variando de 2-2 x 7-9 µm (2 x 8-2 µm) e os conídios variaram entre 2-2,5 x 2-3 µm (2,3 x 2,5 µm) (Figura 4).

Dentro da família Trichocomaceae, os principais gêneros de fungos anamórficos são *Aspergillus* e *Penicillium* (FRAGA et al., 2010). No estudo de Silva et al. (2018) houve alta frequência de isolados de *Penicillium* e *Talaromyces* ao explorar a riqueza endofítica de fungos associados à bromélia *Tillandsia catimbauensis*. Foi possível identificar microfungos pertencente ao gênero *Penicillium*, na bromélia *Vriesea*, encontrado em folha inferior, não apresentando danos visíveis.

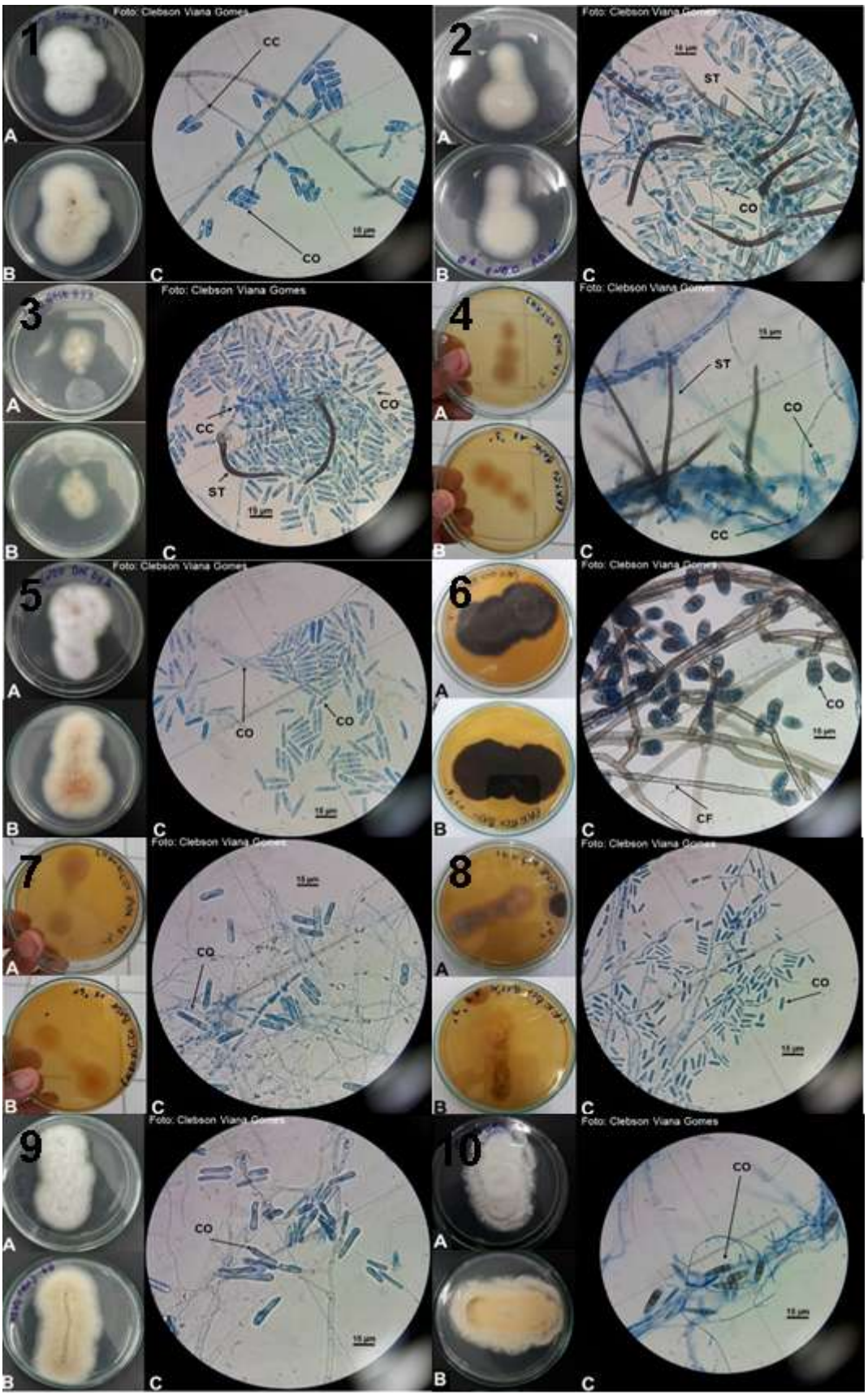

*Figura 3. (**A**) Crescimento no ABD, parte superior da placa; (**B**) parte inferior da placa; (**C**) visualização no microscópio lâminas coradas com Lactofenol de Amann (aumento de 1.000X). (CC) Célula Conidiogênica; (CF) Conidióforo; (CO) Conídios e (ST) Setas. (**1**) Acremonium spp. (**2**) Colletotrichum sp. 1. (**3**) Colletotrichum sp. 2. (**4**) Colletotrichum sp. 3. (**5**) Colletotrichum bannaense. (**6**) Curvularia brachyospora. (7) Fusarium sp. 1. (**8**) Fusarium sp. 2. (**9**) Fusarium sp. 3. (**10**) Pestalotiopsis sp.*

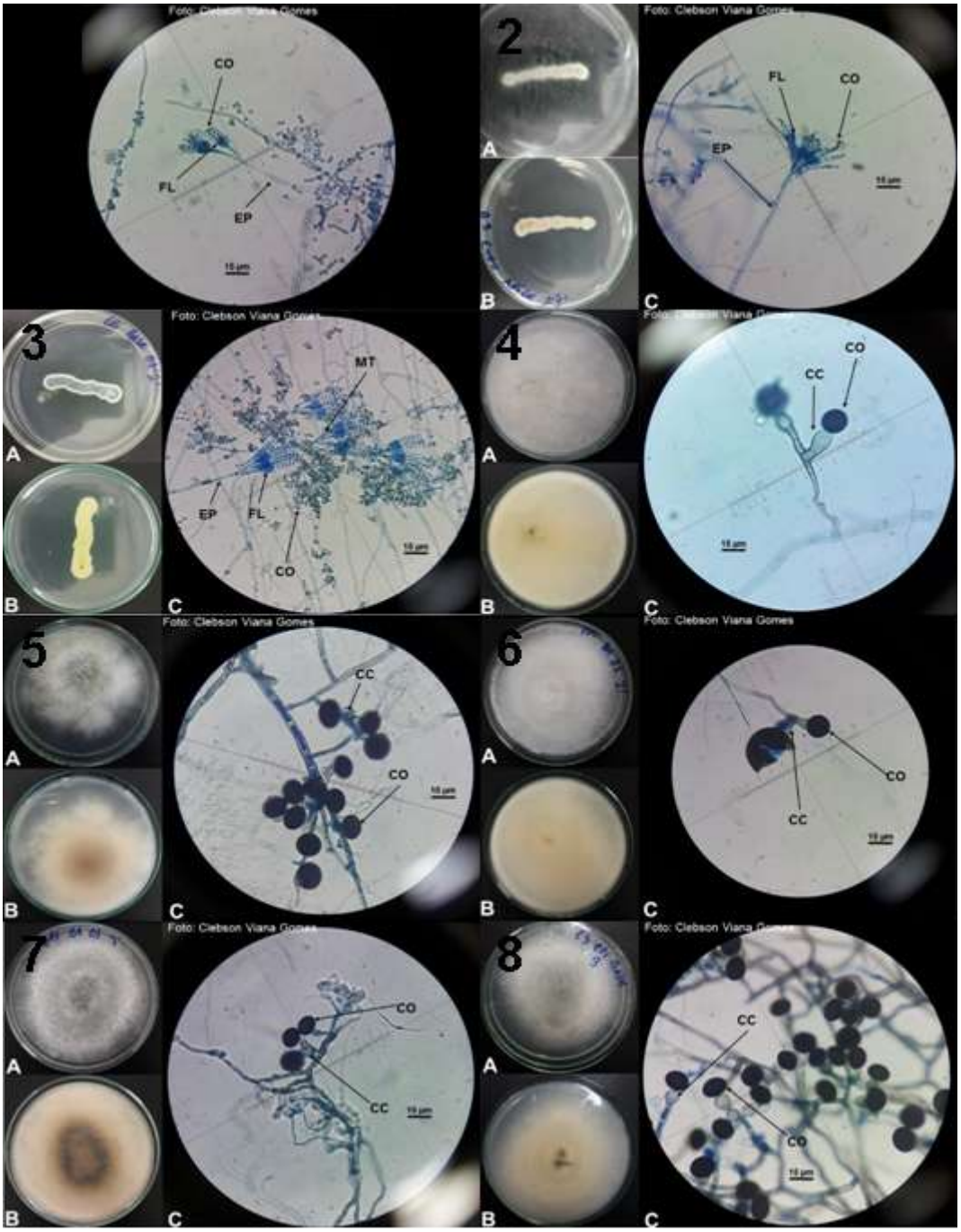

*Figura 4. (**A**) Crescimento no ABD, parte superior da placa; (**B**) parte inferior da placa; (**C**) visualização no microscópio lâminas coradas com Lactofenol de Amann (aumento de 1.000X). (CC) Célula Conidiogênica; (CF) Conidióforo; (CO) Conídios; Esporangióforo (EP); Fiálide (FL) e Métula (MT). (**1**) Penicillium simplicissimum. (2) Penicillium sp. 1. (3) Penicillium sp. 2. (4) Nigrospora sp. 1. (5) Nigrospora bambuseae. (6) Nigrospora sphaelica. (7) Nigrospora gorlenkoana. (8) Nigrospora rubi.*

***Nigrospora* sp. 1:** apresentou cor cinza esbranquiçado na parte de cima e cor branca amarelado na parte de baixo crescimento em ABD. Hifas septadas, células conidiogênica semi globosa variando de 20-23 x 7-11 µm (21,2 x 9,4 µm), conídios pretos variando de 15-20 x 15-22 µm (18,6 x 18,6 µm) (Figura 4).

***Nigrospora bambuseae*:** apresentou, em crescimento de ABD, borda, inicialmente branca, ficando cinza a preto com a idade, na parte de cima, na parte de baixo apresenta cor marrom escuro no centro e branco amarelado nas bordas. Células conidiogênicas agregadas em aglomerados de hifas, globoso a subgloboso a ampuliforme, variando de 7 x

10 µm (5 x 8 µm). Conídios solitários, globosos ou subglobosa, preta, brilhante, lisa, 15-16 x 12-13 µm (15,8 x 12,8 µm) (Figura 4).

***Nigrospora sphaelica*:** apresentou, em crescimento no ABD, colônias inicialmente brancas, ficando marrom claro no cento com a idade na parte de cima, cor marrom esbranquiçado na parte de baixo. Células conidiogênicas marrom claro, subesférico, 7-10 x 10-18 µm (9,4 x 13,2 µm). Os conídios são solitários, globosos subglobosas, preta, brilhante, lisa, 18-22 x 14-22 µm (19,4 x 18,2 µm) (Figura 4).

***Nigrospora gorlenkoana*:** no crescimento em ABD inicialmente branco, tornando-se acinzentado esverdeado na parte de cima, cor marrom escuro no centro da cultura clareando até a borda. Células conidiogênicas marrom pálido, monoblástico, discreto, solitário, determinado, doliiforme a ampulliforme, 7-25 x 4-8 µm (13 x 58 µm), conídios solitários, globosos ou subglobosos, marrom pálido a preto, 10-11 x 13-15 µm (10,8 x 14 µm) (Figura 4).

***Nigrospora rubi*:** crescimento em ABD, apresentou cor cinza esverdeado no centro e bordas brancas na parte de cima, em baixo, cor marrom claro esbranquiçado com mancha preta no centro. Célula conidiogênica agregadas em aglomerados em hifas, marrom pálido, subglobose ampuliforme a, 6-7 x 6-15 µm (6,2 x 9 µm), conídios solitários, esféricos ou subglobosos, preto, brilhante, liso, 14-15 x 10-12 µm (14,6 x 11 µm) (Figura 4).

Nigrospora é um gênero importante de ascomicetos, fúngicos com distribuição cosmopolita e ampla gama de hospedeiros. As espécies de *Nigrospora* geralmente ocorrem como patógenos vegetais em muitas culturas, frutas e plantas ornamentais de importância econômica (WANG et al., 2017). Aparentemente *Aechmea alba* não apresentou nenhum dano visível que poderia vir ser causado pelo microfungo.

Análises ecológicas

Entre as duas espécies de bromélias a que apresentou maior riqueza de espécies de microfungos foi *Aechmea alba* com 12 espécies sendo oito epifíticos e quatro endofíticos. *Vriesea procera,* com menor riqueza obteve, três microfungos epifíticos e cinco endofíticos, totalizando sete espécies e não oito, já que a espécie *Colletotrichum* sp. 1 estava presente tanto como epifítico quanto endofítico (Tabela 4).

Tabela 4. Lista das espécies de microfungos (epifíticos e endofíticos) encontradas nas respectivas bromélias (Vriesea procera e Aechmea alba), número total de espécimes e riqueza de espécies.

ESPÉCIES DE MICROFUNGOS	***Vriesea procera***		***Aechmea alba***	
	Epifítico	**Endofítico**	**Epifítico**	**Endofítico**
Acremonium spp.	0	0	0	1
Colletotrichum dannaense	0	0	0	1
Colletotrichum sp. 1	1	1	0	1
Colletotrichum sp. 2	0	1	0	0
Colletotrichum sp. 3	4	0	0	0
Curvularia brachyospora	0	0	3	0
Fusarium sp. 1	0	1	0	0
Fusarium sp. 2	0	0	1	0
Fusarium sp. 3	0	2	0	1
Nigrospora bambuceae	0	0	1	0
Nigrospora gorlenkoana	0	0	1	0
Nigrospora rubi	0	0	1	0
Nigrospora sphaerica	0	0	1	0
Nigrospora sp. 1	0	0	1	0
Penicillium simplicissimum	0	0	1	0
Penicillium sp. 1	0	1	0	0
Penicillium sp. 2	2	0	0	0
Pestalotiopsis spp.	0	0	1	0
Total de Espécimes	**7**	**6**	**11**	**4**
Riqueza de Espécies	**3**	**5**	**9**	**4**
Total Riqueza de Espécies	**7**		**13**	

Em *Vriesea procera* das sete (100%) espécies identificadas, apenas *Penicillium* sp. 2 com 40% de constância (14,29%) pode ser considerada acessória e as outras seis (85,71%) sendo consideradas acidentais, *Colletotrichum* sp. 1; *Colletotrichum* sp. 2; *Colletotrichum* sp. 3; *Fusarium* sp. 1; *Fusarium* sp. 3 e *Penicillium* sp. 1 já que obtiveram 20% de ocorrência (Tabela 5).

Na *Aechmea alba* com 13 (100%) espécies identificadas, *Colletotrichum* sp. uma (7,69%) com 40% de constância, sendo considerada espécie acessória e 11 (84,61%) espécies consideradas acidentais, *Acremonium* spp.; *Colletotrichum bannaense*; *Colletotrichum* sp. 3; *Fusarium* sp. 1; *Fusarium* sp. 2; *Fusarium* sp. 3; *Nigrospora bambuceae*; *Nigrospora gorlenkoana*; *Nigrospora rubi*; *Nigrospora sphaerica*; *Nigrospora* sp. 1; *Penicillium simplicissimum* e *Pestalotiopsis* spp., apresentando 20% de constância (Tabela 5).

Tabela 5. Análise ecológica de constância (C%) dos microfungos coletados e identificados a partir das bromélias Vriesea procera e Aechmea alba, respectivamente.

MICROFUNGOS	*Vriesea procera*						*Aechmea alba*					
	COLETAS					C%	COLETAS					C%
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Acremonium spp.	--	--	--	--	--	0%	--	--	--	X	--	20%
Colletotrichum bannaense	--	--	--	--	--	0%	--	--	--	X	--	20%
Colletotrichum sp. 1	--	--	X	--	--	20%		X	X	--	--	40%
Colletotrichum sp. 2	--	--	X	--	--	20%	--	--	--	--	--	0%
Colletotrichum sp. 3	X	--	--	--	--	20%	X	--	--	--	--	20%
Curvularia brachyospora	--	--	--	--	--	0%	--	--	--	--	--	0%
Fusarium sp. 1	X	--	--	--	--	20%	X	--	--	--	--	20%
Fusarium sp. 2	--	--	--	--	--	0%	X	--	--	--	--	20%
Fusarium sp. 3	--	X	--	--	--	20%	--	X	--	--	--	20%
Nigrospora bambuceae	--	--	--	--	--	0%	--	--	X	--	--	20%
Nigrospora gorlenkoana	--	--	--	--	--	0%	--	--	--	X	--	20%
Nigrospora rubi	--	--	--	--	--	0%	--	--	--	--	X	20%
Nigrospora sphaerica	--	--	--	--	--	0%	--	--	--	X		20%
Nigrospora sp. 1	--	--	--	--	--	0%	--	--	X	--	--	20%
Penicillium simplicissimum	--	--	--	--	--	0%	--	X	--	--	--	20%
Penicillium sp. 1	--	X	--	--	--	20%	--	--	--	--	--	0%
Penicillium sp. 2	--	X	X	--	--	40%	--	--	--	--	--	0%
Pestalotiopsis spp.	--	--	--	--	--	0%	--	--	--		X	20%

Dentre as espécies encontradas em associação com as bromélias obteve maior abundância relativa o microfungo *Coletotrichum* sp. 3 na bromélia *Vriesea procera* com quatro espécimes encontrados. Em *Aechmea alba* a espécie *Curvularia brachyospora* obteve maior abundância relativa, com três espécimes identificados. Houve diferença significativa no índice de diversidade das espécies de microfungos identificados, sendo em *Vriesea procera* (1,82) tendo menor diversidade que *Aechmea alba* (2,39). Dentre as duas espécies de bromélias foi identificado a presença de 21,05% de similaridade entre espécies identificadas de microfungos.

Conclusão

Foram identificados espécimes de microfugos dos gêneros *Acremonium*; *Colletotrichum*; *Curvularia*; *Fusarium*; *Nigrospora*; *Penicilium* e *Pestalotiopsis*, sobre (epifíticos) e no tecido foliar (endofíticos) de folhas de bromélias das espécies *Aechmea alba* e *Vriesea procera,* encontradas em um fragmento de Mata Atlântica no Extremo Sul da Bahia. *Aechmea alba* obteve o maior índice de diversidade e riqueza das espécies de microfungos identificados.

Referências

AOYAMA, E. M.; GONTIJO, A. B. P. L.; FARIA, D. V. Propagação em bromeliaceae: germinação de sementes e cultivo *in vitro*. *Enciclopédia Biosfera*. v. 8, n. 15; p. 1.452-1.471, 2012.

ARAÚJO, W. L.; LIMA, A. O. S.; AZEVEDO, J. L.; MARCON, J.; KUBLINCKY-SOBRAL, J.; LACAVA, P. T. *Manual: Isolamento de Microrganismos Endofíticos*. Piracicaba: CalQ. 2002. 86 p.

AZEVEDO, J. L. Microrganismos Endofíticos. Capítulo 4. p. 117-137. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Eds.). *Ecologia Microbiana*. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA. 1998. 488 p.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. *Illustrated Genera of Imperfecti Fungi*. 4. ed. Saint Paul: APS Press. 1988. 218 p.

BASTOS, D. Z. L.; PIMENTEL, I. C.; DYKSTRA, C.; KANIA, C. E.; GABARDO, J.; OLIVEIRA, B. H. Fungos associados à casca do caule de *Platanus orientalis* L. *Revista Estudos de Biologia*. v. 26, n. 54, p. 37-41, 2004.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecologia. De Indivíduos a Ecossistemas*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 2007. 752 p.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. A. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 4 ed. Dubuque: C. Brown Publishers. 1998.

CAI, L.; HYDE, K. D.; TSUI, C. K. M. *Genera of Fleshwater Fungi*. Hong Kong: Fungal Diversity Press. June. 2006. 261 p.

CANNON, P. F.; DAMM, U.; JOHNSTON, P. R.; WEIR, B.S. *Colletotrichum* – status atual e direções futuras. *Estudos em Micologia*, v. 73, p. 181-213. 2012.

CARNEIRO, B.; M.; BERNINI, H; SILVA, A.; G. Perspectivas de conexão entre fragmentos florestais do Corredor Ecológico Burarama-Pacotuba-Cafundó, na Mata Atlântica do Espírito Santo, através de recomposição de Áreas de Proteção Permanente de cursos d'água. *Natureza on line*, v. 11, n. 1, p. 20-28, 2013.

CHAPLA, V. M.; BIASETTO, C. R.; ARAÚJO, A. R. Fungos endofíticos: uma fonte inexplorada e sustentável de novos e bioativos produtos naturais. *Revista Virtual de Química*, v. 5, n. 3, p. 421-437, 2013.

DAJOZ, R. *Ecologia Geral*. 3 ed. Petrópolis: Vozes, p. 474. 1978.

DOMSCH, K. H.; GAMS, W. *Compendium of Soil Fungi. Vol.1-2*. Braunschweig: IHW-Verlag. 1993. 860 p.

ELLIS, M. B. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Surrey: Commonwealth Mycological Institute.1971. 608 p.

_____. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Surrey: Commonwealth Mycological Institute. 1976.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Raven. Biology of Plants*. 8. ed. New York: W.H. Freeman and Company Publishers. 2013. 900 p.

FRAGA, M. E.; PEREIRA, M. G.; BARBOSA, D. J.; MELO, M. P. Diversidade de Trichocomaceae isoladas de solo em dois ecossistemas florestais. *Ciência Florestal*, v. 20, n. 1, p. 167-175, 2010.

GRIPPA C. R.; HOELTGEBAUM M. P.; STÜRMER S. L. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in bromeliad species from the Tropical Atlantic Forest biome in Brazil. *Mycorrhiza*, v. 17, n. 3, p. 235-240, 2007.

KHIRALLA, A.; SPINA, R.; YAGI, S.; MOHAMED, I.; LAURAIN-MATTAR, D. Endophytic Fungi: Occurrence, Classification, Function and Natural Products. Chapter 1. p. 1-38. In: HUGHES, E. (Ed.). *Endophytic Fungi. Diversity, Characterization and Biocontrol*. New York: Nova Publishers. 2017. 150 p.

LINK, S.; ONOFRE, S. B. Microrganismos Epifíticos da Vassourinha – *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 3, n. 1, p. 131-143, 2010.

LOOBY C. I.; EATON W. D. Effects of *Bromelia pinguin* (Bromeliaceae) on soil ecosystem function and fungal diversity in the lowland forests of Costa Rica. *BMC Ecology*, v. 14, n. 12, p. 1-8, 2014.

LOPES, J. C.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; NEVES, A. C. C.; CHAPLA, V. M.; BATISTELLA, A. R. Fungos endofíticos isolados do capim-citronela e seleção de antagonistas a fitopatógenos. *Acta Amazônia*, v. 7, n. 3, p. 84-88, 2017.

LUTHER, H. E. *An Alphabetical List of Bromeliad Binomials*. 11. ed. Florida: Bromeliad Society International. 2008. 114 p.

MAGALHÃES, W. C. S.; MISSAGIA, R. V.; COSTA, F. A. F.; COSTA, M. C. M. Diversidade de fungos endofíticos em candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish. *Cerne*. v. 14, n. 3, p. 267-273, 2008.

MAHARACHCHIKUMBURA S. S.; GUO, L. D.; CHUKEATIROTE, E.; BAHKALI, A. H.; HYDE, K. D. Pestalotiopsis – morphology, phylogeny, biochemistry and diversity. *Fungal Diversity*, v. 50, n. 1, p. 167, 2011.

MARTINELLI, G. *Reproductive Biology of Bromeliaceae in the Atlantic Rain Forest of Southeastern Brazil*. Tese de Doutorado. University of St. Andrews. 1994. 197 p.

MORAES, A. M. L.; PAES, R. A.; HOLANDA, V. L. Micologia. Capítulo 4. p. 399-496. In: MOLINARO, E. M.; CAPUTO, L. F. G.; AMENDOEIRA, M. R. R. *Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde*. Volume 4. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV); Instituto Oswaldo Cruz (IOC). 2009, 290 p.

MOREIRA, B. A.; WANDERLEY, M. G. L.; BARROS, M. A. V. C. *Bromélias: Importância Ecológica e Diversidade. Taxonomia e Morfologia*. Pós-graduação do Instituto de Botânica de São Paulo Curso de Capacitação de Monitores – Estágio de Docência. 2006. 12 p.

MULLER-DOMBOIS, D. Ecological measurements and microbial populations. p. 173-184. In: WICKLOW, D. T.; CARROL, G. C. (Eds.). *The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem*. New York: Marcel Derker. 1981.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1988. 434 p.

_____. *Fundamentos de Ecologia*. 6 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2001. 927 p.

PEREIRA, E. D. S.; SARQUIS, M. I. D. M.; FERREIRA-KEPPLER, R. L.; HAMADA, N.; ALENCAR, Y. B. Fungos filamentosos associados a larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) em municípios da Amazônia Brasileira. *Neotropical Entomology*, v. 38, n. 3, p. 352-359, 2009.

PEREIRA, J. O.; AZEVEDO, J. L.; PETRINI, O. Endophytic fungi of Stylosanthes: a first report. *Mycologia*. v. 85, p. 362-364, 1993.

PIMENTEL, I. C.; KUCZKOWSKI, F. R.; CHIME, M. A.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. Fungos endofíticos em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). *Floresta*, v. 36, n. 1, p. 123-128, 2006.

PINTO-COELHO, R. M. *Fundamentos em Ecologia*. Porto Alegre: Artmed. 2000. 252 p.

REITZ, R. *Bromeliáceas e a Malária – Bromélia Endêmica*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 1983. 518 p.

RICKLEFS, R. E. *A Economia da Natureza*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2003. 503 p.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. *The Genera of Hyphomycetes*. Utrecht: CBS-KNAW. 2011. 997 p.

SILVA L. F.; FREIRE K. T. L. S.; ARAÚJO-MAGALHÃES G. R.; AGAMEZ-MONTALVO G. S.; SOUSA MA, COSTA SILVA T. A.; PAIVA L. M.; PESSOA-JUNIOR A, BEZERRA J. D. P.; SOUZA-MOTTA C. M. *Penicillium* and *Talaromyces* endophytes from *Tillandsia catimbauensis*, a bromeliad endemic in the Brazilian tropical dry forest, and their potential for L-asparaginase production. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 34, n. 162, p. 1-12, 2018.

SILVA, M.; E. *Comunidades fúngicas endofítica, epifítica e rizosférica em diferentes ecossistemas.* 86 p. Tese de doutorado em ciências Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de

Biociências. Curso de Programa de Pós-Graduação em Botânica. 2006.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Pitcairnoideae. (Bromeliaceae). *Flora Neotropica Monograph*, v. 14, n. 1, p. 1-658, 1974.

STONE, J. K.; POLISHOOK, J. D.; WHITE JR. Endophytic fungi. In: MUELLER, G.; BILLS, G. F.; FOSTER, M. S. (Eds.). *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*. Elsevier. 2004.

WANG, M.; LIU, F; CROUS, P; CAI. L.; Phylogenetic reassessment of Nigrospora: Ubiquitous endophytes, plant and human pathogens. *Persoonia*, v. 39, p. 118-142, 2017.

WATANABE, T. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi, Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. 2 ed. New York: CRC Press. 2002. 486 p.

WENDT, T. *Hibridização e isolamento reprodutivo em Pitcairnia (Bromeliaceae)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1999.