

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 05/04/2020.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(MICROBIOLOGIA APLICADA)**

**DIVERSIDADE DE FUNGOS EM *Eucalyptus microcorys* F. MUELL DA FLORESTA
ESTADUAL EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE, RIO CLARO-SP**

LORENA TIGRE LACERDA

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Microbiologia Aplicada).

**Rio Claro
Outubro – 2018**

LORENA TIGRE LACERDA

**DIVERSIDADE DE FUNGOS EM *Eucalyptus microcorys* F. MUELL DA
FLORESTA ESTADUAL EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE, RIO CLARO-SP**

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Microbiologia Aplicada).

Orientador: Prof. Dr. André Rodrigues

Co-orientador: Prof. Dr. Luís Fernando P. Gusmão

Rio Claro

Outubro – 2018

L131d Lacerda, Lorena Tigre
Diversidade de fungos em Eucalyptus microcorys F. Muell
da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade, Rio Claro -
SP / Lorena Tigre Lacerda. -- Rio Claro, 2018
123 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: André Rodrigues
Coorientador: Luís Fernando P. Gusmão

1. Endófitos. 2. Ecologia. 3. Folhas. 4. Sapróbios. 5.
Taxonomia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

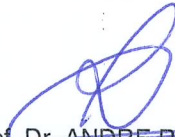
TÍTULO DA TESE: DIVERSIDADE DE FUNGOS EM *Eucalyptus microcorys* F. MUELL E SUA APLICABILIDADE NA PRODUÇÃO DE LACASES

AUTORA: LORENA TIGRE LACERDA


ORIENTADOR: ANDRE RODRIGUES

COORIENTADOR: LUÍS FERNANDO PASCHOLATI GUSMÃO


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (MICROBIOLOGIA APLICADA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ANDRE RODRIGUES
Departamento de Bioquímica e Microbiologia / IB Rio Claro

Prof. Dr. ACELINO COUTO ALFENAS
Departamento de Fitopatologia / Universidade Federal de Viçosa


Dra. IRACEMA HELENA SCHOENLEIN-CRUSIUS
Núcleo de Pesquisa em Micologia / Instituto de Botânica (Secretaria de Estado do Meio Ambiente)


Profa. Dra. DERLENE ATILII DE ANGELIS
Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas / Universidade Estadual de Campinas


Prof. Dr. FERNANDO CARLOS PAGNOCCA
CEIS / IB Rio Claro

Rio Claro, 05 de outubro de 2018

Título alterado para: "DIVERSIDADE DE FUNGOS EM *Eucalyptus microcorys* F. MUELL DA FLORESTA ESTADUAL EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE, RIO CLARO - SP"

À minha mãe, pelo apoio e incentivo,
durante todo o tempo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Apreendi que nada se constrói sozinho e que a vida é uma constante troca de conhecimento. “Ninguém é tão ignorante que não tenha algo a ensinar. Ninguém é tão sábio que não tenha algo a aprender” (Blaise Pascal). Esteja sempre aberto para os ensinamentos que a vida tem a lhe oferecer. Nem sempre eles serão fáceis de digerir, mas sempre irá acrescentar para o seu crescimento, seja ele profissional ou pessoal.

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e pela força necessária para a conclusão desse trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. André Rodrigues, pela oportunidade de realização desse projeto, por todo ensinamento e dedicação ao meu aprendizado.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Luís Fernando Pascholati Gusmão, pelas sugestões nesse trabalho e participação imprescindível na construção dos artigos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Universidade Estadual Paulista, professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Microbiologia Aplicada), pelo aperfeiçoamento profissional.

A todos os alunos, professores e funcionários do Departamento de Bioquímica e Microbiologia, da UNESP – Rio Claro, pelos conhecimentos repassados, ajuda prestada e risadas trocadas.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e Instituto Florestal, pelas autorizações de coleta.

Ao Sérgio Ricardo Christofolletti e ao Gabriel Castellano, pelo auxílio durante as coletas e por proverem informações sobre a FEENA.

À Profa. Dra. Lara Durães Sette, por todo o auxílio, aconselhamentos, amizade e palavras de motivação.

Ao Tássio Brito, por toda contribuição nesse trabalho, seja nas coletas, na bancada, durante a escrita ou mesmo me incentivando e apoiando nos momentos mais difíceis. Além de contribuir sempre para o meu bem estar emocional!

À Dra. Milene Ferro, pelo suporte no depósito das sequências.

Ao Dr. Sergio Kakazu, pela ajuda com o sequenciamento das amostras.

À Maryana Nogueira, pelo apoio e ajuda na construção das árvores filogenéticas.

À Luciana, pela paciência e ajuda na edição das imagens.

A todos os meus colegas que contribuíram com revisões e sugestões na escrita do meu trabalho. Tássio Brito, Patrícia Fiuza, Jaqueline Matos, Igor Otero, Eduardo Morales, Beatriz Sanchez, Patrícia Giovanella, Érica Almeida, Rodolfo Júnior, Bruna Custódio e Irina Jimenez.

À Dra. Thaisa Roat e doutoranda Pâmela Decio, pelo auxílio durante os cortes transversais com Vibratome.

Ao Antônio Teruyoshi, pelo suporte técnico nas etapas de Microscopia Eletrônica de Varredura.

A todos os colegas que já passaram ou ainda estão no Laboratório de Ecologia e Sistemática de Fungos, pelo auxílio no laboratório e experiências trocadas.

À Tatiane Pietrobon e ao Boris, pela alegria e força de vida durante a escrita desse trabalho.

Ao melhor amigo e “cunha” que eu poderia ter, Thalles Pereira, por todo apoio e amizade durante 10 longos anos.

A todos os amigos que construí em Rio Claro e que me apoiaram de várias maneiras durante essa etapa da minha vida.

A todos os meus professores e mestres que me orientaram e me serviram de exemplo e inspiração desde o começo da minha vida acadêmica: Dr. João de Cássia, Dr. Givaldo Niella, Dr. Luís Carlos Cordeiro, Dra. Stella D'alva, Dr. José Luiz Bezerra, Dr. Jadergudson Pereira, Dr. Thiago de Oliveira e Dra. Elizabeth Duarte, o meu muito obrigada!!!

Aos membros da banca examinadora, Dr. Acelino Couto Alfenas, Dra. Derlene Attili de Angelis, Dr. Fernando Carlos Pagnocca e Dra. Iracema Schoenlein-Crusius, pelas valiosas sugestões e comentários.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Lorena Tigre Lacerda

Iniciou o Curso de Ciências Biológicas em 2008, na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), em Ilhéus-BA, quando foi bolsista de Iniciação Tecnológica, na Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), sob a orientação dos pesquisadores: Dr. João de Cássia e Dr. Givaldo Niella. Durante os anos de 2009 a 2011, atuou como estagiária no projeto “Desenvolvimento de metodologia analítica e amostral para a avaliação de conformidade e da inocuidade de produtos comerciais formulados a base de agentes microbianos de biocontrole”.

Em março de 2012, iniciou o curso de Mestrado em Produção Vegetal, na mesma Universidade, sob a orientação do Prof. Dr. Jadergudson e co-orientação do Prof. Dr. José Luís Bezerra, elaborando, em fevereiro de 2014, a dissertação intitulada: “Fungos Xylariaceae associados a plantas em áreas de Mata Atlântica na Bahia, Ceará e Paraíba”.

Em maio de 2014, foi bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (CNPq) no projeto “Informatização e disponibilização dos dados associados ao acervo do Centro de Recursos Microbianos da UNESP”, sob a coordenação do Prof. Dr. André Rodrigues. Em outubro do mesmo ano, ingressou no doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Microbiologia Aplicada), na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, sob a orientação do Prof. Dr. André Rodrigues e co-orientação do Prof. Dr. Luís Fernando Pascholati Gusmão (UEFS, Feira de Santana, BA).

The greater our knowledge increases the more our ignorance unfolds (KENNEDY, 1962).

Sabedoria é o ponto de encontro entre a dúvida e a certeza (SUKHORUKOV, 2005).

RESUMO

O eucalipto pode ser considerado uma das plantas economicamente mais importantes do mundo. Isso é devido às diversas aplicações na indústria, tais como: fabricação de móveis, papel e celulose, carvão vegetal, óleos essenciais, mel, entre outras. O Brasil é o maior produtor mundial de eucalipto, com mais de cinco milhões de ha plantados. A Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA) é considerada o “berço do eucalipto” no Brasil e apresenta a maior diversidade dessa planta fora do seu local de origem (Oceania). No entanto, pouco se sabe sobre a riqueza de espécies fúngicas associada à *Eucalyptus* spp. da FEENA. Assim, o objetivo desse trabalho foi descrever a comunidade fúngica presente em diferentes fases foliares de *Eucalyptus microcorys* F. Muell, uma espécie pouco explorada em relação a sua diversidade microbiana. Inicialmente foram avaliadas duas técnicas de isolamento (fragmentos foliares e filtração de partículas), a fim de delimitar o método que melhor representasse a comunidade fúngica endofítica associada às folhas frescas. Em seguida, selecionamos a técnica de filtração de partículas para investigar a comunidade sapróbia em diferentes fases foliares da serrapilheira do eucalipto. Os isolados fúngicos foram identificados quanto às características morfológicas e sequenciamento de fragmentos do DNA genômico. Ao todo, foram recuperadas 3.267 colônias fúngicas, distribuídas em 87 taxa. As principais conclusões desse estudo foram: (i) Sugerimos a utilização das técnicas de fragmentos foliares e filtração de partículas como métodos complementares de isolamento para avaliar a comunidade de fungos endofíticos; (ii) *E. microcorys* hospeda uma grande diversidade de espécies fúngicas associada às folhas. As comunidades de fungos da serrapilheira dessa planta diferem significativamente da comunidade encontrada nas folhas frescas. Além disso, a diversidade de fungos encontrada no folheto diminui conforme a fase de decomposição da folha. No entanto, o contrário pode ser observado em relação à abundância de algumas espécies; (iii) Relatamos novas ocorrências de fungos para o Brasil, bem como um novo gênero (*Mycrocylindroseptoria*), com base em marcadores morfológicos e moleculares. Portanto, nossos resultados demonstram a importância de estudos que abordem a diversidade fúngica associada às folhas de eucalipto, para descoberta de novas ocorrências e novos taxa fúngicos.

Palavras-chave: Endófitos. Ecologia. Folhas. Sapróbios. Taxonomia.

ABSTRACT

Eucalyptus is considered one of the most economically important plants in the world. This is due to its diverse industrial applications, including furniture manufacturing and production of pulp, paper, charcoal, essential oils, honey, among others. Brazil is the world's largest producer of eucalyptus, with more than five million hectares. The Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA) is considered the "cradle of eucalyptus" in Brazil and has the largest diversity of this plant outside its place of origin (Oceania). However, little is known about fungal diversity associated with *Eucalyptus* spp. at FEENA. The aim of this study was to assess the fungal community in different leaf stages of *Eucalyptus microcorys* F. Muell, an unexplored species in relation to its microbial diversity. Initially, two isolation techniques (fragment plating and particle filtration) were evaluated to determine the method that best represented the endophytic fungal community associated with fresh leaves. Then, we selected the particle filtration technique to investigate the saprobic community in different eucalyptus leaf stages. Fungal isolates were identified using morphological characteristics and DNA sequencing. A total of 3,267 fungal colonies were recovered, distributed in 87 taxa. We concluded that (i) the fragment plating and particle filtration techniques can be used as complementary isolation methods to evaluate the endophytic fungal community; (ii) *E. microcorys* harbors a large diversity of fungal species associated with its leaves. The fungal communities from eucalyptus litter leaves differ significantly from that found in fresh leaves. In addition, the diversity of fungi found in the litter decreases depending on the stages of leaf decomposition. However, the opposite was observed regarding the abundance of some species; (iii) We report new occurrences of fungi for Brazil, as well as a new genus (*Mycrocylindroseptoria*), based on morphological and molecular markers. Therefore, our results demonstrate the importance of addressing the fungal diversity associated with eucalyptus leaves for discovering new occurrences and new fungal taxa.

Keywords: Endophytes. Ecology. Leaves. Saprobes. Taxonomy.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	<i>Eucalyptus</i> L'Hér.....	12
1.2	Breve histórico sobre a Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade.....	14
1.3	Fungos associados ao eucalipto	16
	REFERÊNCIAS	18
2	OBJETIVOS	24
2.1	Objetivo geral	24
2.2	Objetivos específicos.....	24
3	CONTEXTUALIZAÇÃO DA TESE	25
4	DIVERSITY OF ENDOPHYTIC FUNGI IN <i>Eucalyptus microcorys</i> assessed BY COMPLEMENTARY ISOLATION METHODS	27
	Abstract	27
	Introduction	28
	Material and methods	29
	Results	32
	Discussion	34
	Acknowledgements	36
	References	36
5	FUNGAL COMMUNITY FROM DIFFERENT <i>Eucalyptus microcorys</i> LEAF STAGES	49
	Abstract	49
	Introduction	50
	Material and methods	51
	Results	54
	Discussion	55
	Acknowledgements	57
	References	57
6	<i>Microcylindroseptoria</i>, A NEW FUNGAL GENUS FOUND IN EUCALYPTUS PLANTATIONS	73
	Abstract	73
	Introduction	74
	Materials and methods	75

Results.....	77
Discussion	81
Acknowledgements	82
References.....	82
7 CONSIDERAÇÕES.....	94
8 MATERIAL SUPLEMENTAR.....	95

1 INTRODUÇÃO

1.1 *Eucalyptus* L'Hér.

Eucalyptus lato sensu são plantas lenhosas da família Myrtaceae Juss. (Myrtales), nativas da Oceania e compreendem três grandes gêneros: *Angophora* Smith, *Corymbia* K.D. Hill & L.A.S. Johnson e *Eucalyptus* L'Hér. (BROOKER, 2000). O último abriga a maior diversidade, com mais de 600 espécies e subespécies, sendo descrito por Charles L'Héritier em 1788, baseado em *Eucalyptus obliqua* L'Hér. (BROOKER et al., 2005; SILVA-PANDO; PINO-PÉREZ, 2016). O gênero *Eucalyptus* é caracterizado, principalmente, por apresentar frutos secos e deiscentes, flores andrógenas com simetria radial, folhas perenes e heteroblásticas (BROOKER, 2000). As folhas, flores, frutos, gemas, raiz e casca do eucalipto apresentam como componentes dominantes: óleos essenciais, compostos fenólicos, alcalóides, esteróides, terpenos, lactonas insaturadas e derivados de cumarinas. Esses compostos são propélidos no ar ou expelidos pelas raízes (FERREIRA; ÁQUILA, 2000) e podem atuar na dormência, na germinação das sementes, no crescimento de plântulas, bem como no vigor vegetativo de plantas adultas (YAMAGUSHI; GUSMAN; VESTENA, 2011). Além disso, a presença de terpenos aromáticos pode proporcionar para a planta: defesa contra herbivoria, resistência a baixas temperaturas, redução na perda de água e alelopatia (DORAN, 1991). Devido a essas características físico-químicas, o eucalipto tornou-se uma das espécies florestais mais importantes do mundo (TURNBULL, 2000). Ele é cultivado para os mais diversos fins, como: fabricação de papel e celulose, carvão, móveis, postes, serraria, produtos de limpeza, alimentos, perfumaria, remédios, mel, ornamentação, produção de energia elétrica, entre outros (KHAEKHUM et al., 2017).

Originário da Austrália e ilhas adjacentes da Oceania, o eucalipto adaptou-se a praticamente todas as condições climáticas, ocupando uma área mundial de aproximadamente 22 milhões de ha (MENDES; TREICHEL; BELING, 2016). Atualmente, está distribuído em mais de 90 países, em todos os continentes, com exceção da Antártida, sendo considerada a madeira mais amplamente plantada das regiões tropicais e subtropicais (TIBBITS; BOOMSMA; JARVIS, 1997; BRANCO et al., 2015). O sucesso do cultivo comercial de eucalipto pode ser atribuído a vários fatores bióticos e abióticos, incluindo: a alta tolerância à diferentes condições climatológicas, solos pobres em nutrientes, doenças e a rápida taxa de crescimento (BRANCO et al., 2015).

A distribuição mundial do eucalipto iniciou-se na Europa, no século XVIII, em seguida se expandiu para a Ásia, África e para a América (BRANCO et al., 2015). Apesar do gênero *Eucalyptus* ser originário da Oceania, atualmente, esse é o continente que apresenta a menor área plantada de eucalipto do mundo (1 milhão/ha), ficando atrás da Ásia (8,4 milhões/ha), América (7,5 milhões/ha), África (2,4 milhões/ha) e Europa (1,3 milhões/ha) (SBS, 2015). Brasil, Índia e China são os maiores produtores de eucalipto. Juntos, esses países representam mais de 50% da produção mundial (SBS, 2015).

O Brasil possui a maior área plantada de eucalipto (7,4 milhões de ha), sendo o maior produtor mundial (IBGE, 2018). A silvicultura gerou para o país R\$ 12.681.426 no ano de 2017 e desses, R\$ 10.504.592 foram provenientes somente do cultivo de eucalipto (IBGE, 2018). A celulose é um dos produtos historicamente mais exportado pelo Brasil (SNIF, 2017). Em 2017, o país exportou 12,9 milhões de toneladas de celulose, se mantendo no topo dos maiores produtores desse polímero vegetal (IBÁ, 2018). Isso tornou a silvicultura responsável por 6,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, gerando aproximadamente 5 milhões de empregos (IBÁ, 2018).

O sucesso do plantio de eucalipto no Brasil iniciou há mais de 200 anos. Em 1824, o Jardim Botânico do Rio de Janeiro recebeu as duas primeiras mudas de *E. gigantea* Hook. (FOELKEL, 2005). A partir daí, essa planta colonizou os demais estados brasileiros: Rio Grande do Sul (1868), São Paulo (1880), entre outros (HASSE, 2006). Inicialmente, o cultivo do eucalipto se deu apenas para fins ornamentais (ANDRADE, 1928). No entanto, em 1904, o engenheiro agrônomo, Edmundo Navarro de Andrade, iniciou a produção de eucalipto com a finalidade de atender as demandas da Companhia Paulista de Estradas de Ferro (ANDRADE, 1941). Com isso, a produção dessa planta começou a crescer no Estado de São Paulo e, conseqüentemente, no Brasil. Entre os anos de 1909 e 1966, o país apresentava 470 mil ha de área plantada, sendo que 80% concentrava-se no Estado de São Paulo (SAMPAIO, 1975). Contudo, o grande salto da eucaliptocultura ocorreu em 1965, com a Lei nº 5106/66 de incentivos fiscais ao reflorestamento. Essa lei proporcionou aos produtores a possibilidade de contratação de terceiros para o serviço de reflorestamento, com direito ao abatimento de impostos (TRES; REIS, 2009). Estima-se que naquela década a área de plantio de eucalipto passou de cerca 500 mil para 3,2 milhões de ha (FERREIRA, 1993). Desde então, o Brasil tem crescido e atingido vários avanços na eucaliptocultura, tornando-se o maior produtor mundial de eucalipto.

1.2 Breve histórico sobre a Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade

No final do século XIX, o Brasil era o maior produtor e exportador de café do mundo (MILLIET, 1941). O interior da província de São Paulo foi destaque nesse avanço da economia cafeeira, principalmente, a região oeste, que compreende desde Campinas até Ribeirão Preto (GARCIA, 1992). O município de Rio Claro chegou a ser o terceiro maior produtor de café do Brasil (GARCIA, 1992). No entanto, com o aumento da cafeicultura, os produtores enfrentavam dificuldades para transportar o café do interior para o litoral Paulista, uma viagem que poderia durar até 15 dias (GARCIA, 2009). Tal retardo no escoamento do café acarretava em grandes perdas da safra e, conseqüentemente, no aumento dos custos da produção (GRANDI, 2010). Com isso, o governo da província de São Paulo, junto com os grandes produtores de café da época, a fim de otimizar o transporte do grão, investiram na implementação e melhoramento das estradas de ferro (GARCIA, 1992).

Assim, em 1868, foi fundada a Companhia Paulista de Estradas de Ferro (CPEF). A construção de ferrovias gerou a diminuição de cerca de 20% do custo da produção do café, à vista disso, ocorreu uma grande expansão da cafeicultura no interior Paulista (GARCIA, 1992). Em 1876, a ferrovia chegou ao município de Rio Claro, sendo conhecida como a cidade “fim da linha” que ligava Jundiaí a Santos (GRANDI, 2010). Por conseguinte, o progresso ferroviário trouxe a Rio Claro um avanço na industrialização e expansão da área urbana (GRANDI, 2010). Com a expansão da cidade, houve um aumento no número de imigrantes, o crescimento de trabalhadores livres e assalariados e a redução da mão de obra escrava (GARCIA, 1992). Contudo, conforme o desenvolvimento das ferrovias era necessário uma maior quantidade de matéria prima para as caldeiras, construção de vagões e oficinas, fabricação de utensílios industriais e residenciais (devido à urbanização das cidades), entre outros (MARTINI, 2004). No entanto, o desmatamento das florestas nativas para a fabricação de matéria prima, em longo prazo seria inviável, assim os empresários da CPEF buscaram novas fontes de madeira a fim de suprir as necessidades da ferrovia, sem proporcionar o desmatamento das florestas nativas (GRANDI, 2010).

Em 1904, a CPEF contratou o engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade para resolver o problema da escassez de madeira. Navarro comparou as características físico-químicas de 95 espécies de plantas nativas e exóticas, como: peroba, o jacarandá, o jequitibá, o cedro, a cabreúva, a canela, o pinheiro do Paraná, o cedro do Bussaco, o carvalho português, a casuarina, a tristânia, a grevilea, o eucalipto, entre outras (SAMPAIO, 1959). Após seis anos

de estudo, Navarro concluiu que o eucalipto era a planta mais indicada para as caldeiras, pois é de crescimento rápido e de boa qualidade para a utilização como carvão (MARTINI, 2004).

Em 1909, a CPEF adquiriu a fazenda Santa Gertrudes, na época, com cerca 1.260 ha, e as fazendas Cachoeirinha e Santo Antônio, nas redondezas do município de Rio Claro e deu início ao cultivo de espécies de eucalipto em larga escala (GARCIA, 1992). Para iniciar seus estudos, Navarro reuniu sementes de 150 espécies de eucalipto, oriundas da Austrália, Argélia, Argentina, África do Sul e outras localidades (MARTINI, 2004). Assim, se originou o Horto Florestal de Rio Claro, conhecido internacionalmente como o “berço do eucalipto no Brasil” (Figura 1). Em 1959, a CPFPP possuía 18 hortos florestais distribuídos pelo interior paulista, ocupando uma área de 24.387 ha, sendo os principais os hortos de Rio Claro, Tatuí, Sumaré e Cordeirópolis (GARCIA, 2009). O Horto Florestal situado no município de Rio Claro foi por muitas décadas o maior da América Latina, chegando a ocupar 3.012,90 ha (GRANDI, 2010). Navarro fundou o museu do eucalipto, o primeiro museu temático do Brasil (GARCIA, 1992). No entanto, com o tempo, a área sofreu várias desocupações com o avanço da cidade para a construção de novos bairros (TRES; REIS, 2009). Assim, com intuito de preservar esse patrimônio histórico, em 11 de junho de 2002, o Horto Florestal foi transformado na Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade” (FEENA), pelo Decreto nº. 46.819, artigo 1º (TRES; REIS, 2009).

Figura 1. Vista da área de visitação da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA).



Fonte: Elaborada pela autora.

Atualmente, a FEENA apresenta 2.230,53 ha, abrangendo os municípios de Rio Claro e Santa Gertrudes, localizada na latitude 22°25'S e 47°33'W de longitude (GARCIA, 2009). Após 100 anos de implantação, ainda existem mais de 40 espécies de eucalipto nesse local (CASTELLANO, 2013). Navarro estudou o genótipo e o melhoramento genético de diversas espécies e vários clones foram criados por ele (GARCIA, 1992). Toda essa coleção de espécimes de eucalipto criada por Navarro abriga uma grande diversidade de microorganismos, no entanto, nada se sabe sobre a diversidade microbiana presente em *Eucalyptus* spp. da FEENA.

1.3 Fungos associados ao eucalipto

As associações fungo-planta podem variar desde relações harmônicas a inarmônicas (ALY; DEBBAB; PROKSCH, 2011). Estas interações promovem a biodiversidade vegetal e podem ser consideradas como uma das mais importantes do planeta (HEIJDEN et al., 2016). Os fungos podem interagir com a planta e influenciar o funcionamento do ecossistema de diversas maneiras, por exemplo, fornecendo nutrientes (HEIJDEN et al., 2016). Estima-se que para cada espécie de planta, existe pelo menos uma espécie de fungo. No entanto, esse número pode variar de dezenas a centenas, dependendo da espécie hospedeira e de sua localização (ARNOLD, 2005). O gênero *Eucalyptus*, por exemplo, abriga mais de 1.400 espécies fúngicas (HYDE et al., 2007; LOMBARD et al., 2010; MARIN-FELIX et al., 2017).

Devido à variedade de espécies de fungos encontrada em eucalipto, esse pode ser considerado um *hotspot* de diversidade (CHEEWANGKOON et al., 2009). Entre o final do século XX e o início do século XXI, 180 novas taxa foram descritos como associados ao eucalipto, sendo 34 deles apenas em *E. globulus* Labill. (HYDE et al., 2007). Entre 2010 e 2018, 37 novas espécies de *Calonectria* foram descobertas em eucaliptos no Brasil e em outros países (ALFENAS et al., 2015; CHEN et al., 2011a; CROUS et al., 2012, 2013; LI et al., 2017; LOMBARD et al., 2010, 2015, 2016; MARIN-FELIX et al., 2017). Novas espécies pertencentes aos gêneros: *Castanediella*, *Harknessia*, *Neofusicoccum*, *Neophaeomoniella*, *Pseudoplagiostoma*, *Teratosphaeria*, *Xenogliocladiopsis* e *Xyladictyochaeta* também foram encontradas em eucaliptos (ANDJIC et al., 2010; CHEEWANGKOON et al., 2010; CROUS et al., 2012, 2015, 2016; CROUS; KENDRICK, 1993; HERNÁNDEZ-RESTREPO et al., 2017; LOMBARD et al., 2015; SUMMERELL et al., 2006). Essa grande diversidade de espécies demonstra a importância do eucalipto como *hotspot* para a descoberta de novas taxa fúngicos.

Plantas do gênero *Eucalyptus* abrigam uma comunidade exclusiva de fungos (HYDE et al., 2007). Algumas famílias são recorrentes e frequentemente encontradas em eucalipto, como: Botryosphaeriaceae Theiss. & Syd., Mycosphaerellaceae Lindau, Nectriaceae Tul. & C. Tul., Teratosphaeriaceae Crous & U. Braun, entre outras (ALFENAS et al., 2015; CROUS et al., 2009; JAMI et al., 2017; PÉREZ et al., 2009a). Por exemplo, mais de 25 espécies de Botryosphaeriaceae, distribuídas em vários gêneros, foram relatadas em *Eucalyptus* spp. (BARRADAS et al., 2016). Algumas dessas são consideradas específicas de seu hospedeiro, como: *Botryosphaeria fabricerciana* (S.F. Chen bis, Pavlic, M.J. Wingf. & X.D. Zhou) A.J.L. Phillips & A. Alves e *Neofusicoccum andinum* (Mohali, Slippers & M.J. Wingf.) Mohali, Slippers & M.J. Wingf (PAVLIC-ZUPANCA et al., 2017). Isso também pode ser observado em outras famílias como: Nectriaceae (*Calonectria aciculata* Jie Q. Li, Q.L. Liu & S.F. Chen; *C. amazonica* L. Lombard & Crous; *C. amazoniensis* L. Lombard & Crous; *C. brassiana* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. eucalypticola* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. glaebicola* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. honghensis* Jie Q. Li, Q.L. Liu & S.F. Chen; *C. lageniformis* L. Lombard & Crous; *C. longiramosa* L. Lombard & Crous; *C. maranhensis* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. multinaviculata* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. nemoralis* L. Lombard & Crous; *C. paraensis* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. piauiensis* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. propaginicola* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. pseudocerciana* R.F. Alfenas, L. Lombard, Crous & Alfenas; *C. pseudoyunnanensis* Jie Q. Li, Q.L. Liu & S.F. Chen, *C. tucuruensis* L. Lombard & Crous; *C. yunnanensis* Jie Q. Li, Q.L. Liu & S.F. Chen) e Teratosphaeriaceae (*Teratosphaeria novaehollandiae* Andjic, T.I. Burgess & A. Maxwell e *T. tiwiana* Andjic, T.I. Burgess & A. Maxwell) (ALFENAS et al., 2015; ANDJIC et al., 2016; LOMBARD et al., 2016; LI et al., 2017; MARIN-FELIX et al., 2017).

Esses taxa apresentam diversos papéis ecológicos em eucalipto, como saprotróficos e parasitas (CHEN et al., 2011b; PÉREZ et al., 2008, 2009b; SLIPPERS et al., 2009). Muitos deles estão associados à doenças foliares do eucalipto (ALFENAS et al., 2015; LOMBARD et al., 2010; PARTE; MIRANDA; DÍAZ, 2016). Esses agentes podem afetar a produtividade e a qualidade das plantações (FERREIRA, 1989). O fungo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst., por exemplo, causou mais de 40% de mortalidade de plantas em monoculturas de eucalipto no sudeste da Bahia (FERREIRA et al., 2000, 2006). A produtividade também pode ser afetada por níveis de desfolha superiores a 25% na presença de *Pseudoteratosphaeria* spp. Quaedvl. & Crous (LUNDQUIST, 1987; SMITH et al., 2017), podendo chegar a 75% em alguns casos (HUNTER et al., 2011). *Calonectria candelabrum* (Viégas) Rossman, L. Lombard & Crous é

um fungo que também pode acarretar em desfolha intensa (SANTOS; AUER; GRIGOLETTI, 2001). Esse micro-organismo sobrevive em material em decomposição pela formação de escleródios no solo e consegue se disseminar para folhas e ramos das árvores (ALFENAS et al., 2009). Os prejuízos causados por esses micro-organismos nas plantações tendem a crescer nos próximos anos, devido ao aumento nas áreas de monocultura e às mudanças climáticas (ZHOU; WINGFIELD, 2011). Por isso, a identificação da comunidade microbiana e estudos sobre a diversidade fúngica presente nas folhas de eucalipto, além de atribuir um maior entendimento das interações planta-micro-organismo, é essencial na otimização do manejo de culturas e avanço da silvicultura brasileira (MIGUEL et al., 2017).

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2 ed., Viçosa: Ed. UFV, p. 500, 2009.
- ALFENAS, R. F. et al. Diversity and potential impact of *Calonectria* species in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Studies in Mycology**, v. 80, p. 89–130, 2015.
- ALY, A. H.; DEBBAB, A.; PROKSCH, P. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 90, n. 6, p. 1829–1845, 2011.
- ANDJIC, V. et al. *Teratosphaeria pseudoecalypti*, new cryptic species responsible for leaf blight of *Eucalyptus* in subtropical and tropical Australia. **Plant Pathology**, v. 59, n. 5, p. 900–912, 2010.
- ANDJIC, V. et al. New cryptic species of *Teratosphaeria* on *Eucalyptus* in Australia. **IMA Fungus**, v. 7, n. 2, p. 253–263, 2016.
- ANDRADE, E. N. Contribuição para o estudo da Entomologia Florestal Paulista. **Boletim da Agricultura**, v. 29, n. 7, p. 446–453, 1928.
- ANDRADE, E. N. The eucalyptus in Brazil. **Journal of Heredity**, v. 32, n. 7, p. 215–220, 1941.
- ARNOLD, A. E. Diversity and ecology of fungal endophytes in tropical forests. In: DESHMUKH, D. **Current Trends in Mycological Research**. New Delhi: Ed. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., p. 49–68, 2005.
- BARRADAS, C. et al. Diversity and potential impact of Botryosphaeriaceae species associated with *Eucalyptus globulus* plantations in Portugal. **European Journal of Plant Pathology**, v. 146, n. 2, p. 245–257, 2016.
- BRANCO, S. et al. A review of invasive alien species impacts on eucalypt stands and citrus orchards ecosystem services: towards an integrated management approach. **Journal of environmental management**, v. 149, n. 1, p. 17–26, 2015.

BROOKER, M. I. H. A new classification of the genus *Eucalyptus* L'Her. (Myrtaceae). **Australian Systematic Botany**, v.13, n.1, p. 79–148. 2000.

BROOKER, M. I. H. et al. *Eucalypts* of southern Australia. **South African Journal of Botany**, v.71, n.1, p. 130–131. 2005.

CASTELLANO, G. R. et al. Crescimento de eucaliptos quase centenários no Horto de Rio Claro. **Circular técnico (IPEF)**, v. 205 , p. 1–14, 2013.

CHEEWANGKOON, R. et al. Myrtaceae, a cache of fungal biodiversity. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 23, p. 55–85, 2009.

CHEEWANGKOON, R. et al. Re-evaluation of *Cryptosporiopsis eucalypti* and *Cryptosporiopsis*-like species occurring on *Eucalyptus* leaves. **Fungal Diversity**, v. 44, p. 89–105, 2010.

CHEN, S. F. et al. Novel species of *Calonectria* associated with *Eucalyptus* leaf blight in Southeast China. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 26, p. 1–12, 2011a.

CHEN, S. F. et al. Characterization of Botryosphaeriaceae from plantation-grown *Eucalyptus* species in South China. **Plant Pathology**, v. 60, n. 4, p. 739–751, 2011b.

CROUS, P. W. et al. Novel species of Mycosphaerellaceae and Teratosphaeriaceae. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 23, p. 119–146, 2009.

CROUS, P. W. et al. Fungal Planet description sheets: 128–153. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 29, p. 146–201, 2012.

CROUS, P. W. et al. Fungal Planet description sheets: 154–213. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 31, p. 188–296, 2013.

CROUS, P. W. et al. Fungal Planet description sheets: 371–399. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 35, p. 264–327, 2015.

CROUS, P. W. et al. Fungal Planet description sheets: 400–468. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 36, p. 316–468, 2016.

CROUS, P. W.; KENDRICK, W. B. *Arnaudiella eucalyptorum* sp. nov. (Dothideales, Ascomycetes), and its hyphomycetous anamorph *Xenogliocladiopsis* gen. nov., from *Eucalyptus* leaf litter in South Africa. **Canadian Journal of Botany**, v. 72, n. 1, p. 59–64, 1993.

DORAN, J. C. Commercial sources, uses, formation, and biology. In: BOLAND, D. J.; BROPHY, J. J.; HOUSE, A. P. N. ***Eucalyptus* leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing**. Melbourne: Ed. Inkata, p. 11–28, 1991.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 175–204, 2000.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Ed. SIF, p. 570, 1989.

FERREIRA, F. A. Constatação rápida de *Ceratocystis fimbriata* na doença murcha de *Ceratocystis* em eucalipto, por meio de cortes histopatológicos à mão livre. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, suplemento, p. 372, 2000.

FERREIRA, F. A. et al. Sintomatologia da murcha de *Ceratocystis fimbriata* em eucalipto. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 155–162, 2006.

FERREIRA, M. A. Contribuição do setor de sementes do LCF/IPEF para a silvicultura intensa brasileira. **Circular técnico (IPEF)**, v. 46, p. 8–31, 1993.

FOELKEL, C. E. B. Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo. **Revista Visão Agrícola**, v. 3, p. 66–69, 2005.

GARCIA, L. B. D. R. **Rio Claro e as oficinas da Companhia Paulista de Estrada de Ferro: trabalho e vida operaria, 1930-1940**. 1992. 235 f. Tese (Doutor em História) Universidade de Campinas, Campinas, 1992.

GARCIA, L. B. D. R. **São Joao do Rio Claro: a aventura da colonização / Liliana Bueno dos Reis; coordenação Magda Adelaide Lombardo**. Rio Claro: Pós-graduação em Geografia / IGCE / Unesp, 2009.

GRANDI, G. **Estado e capital ferroviário em São Paulo: a Companhia Paulista de Estradas de Ferro entre 1930 e 1961**. 2013. 267 f. Tese (Doutor em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

HASSE, G. **Eucalipto: histórias de um imigrante vegetal**. Porto Alegre:Ed. Já Editores, p. 128, 2006.

HEIJDEN, M. G. et al. A widespread plant-fungal-bacterial symbiosis promotes plant biodiversity, plant nutrition and seedling recruitment. **The ISME Journal**, v. 10, n. 2, p. 389–399, 2016.

HERNÁNDEZ-RESTREPO, M. et al. Phylogeny of saprobic microfungi from Southern Europe. **Studies in Mycology**, v. 86, p. 53–97, 2017.

HUNTER, G. C. et al. *Mycosphaerella* and *Teratosphaeria* diseases of *Eucalyptus*; easily confused and with serious consequences. **Fungal Diversity**, v.50, p. 145–166, 2011.

HYDE, K. D. et al. Diversity of saprobic microfungi. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 1, p. 7–35, 2007.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES(IBA). Relatório 2017. Disponível em: <iba.org/images/shared/biblioteca/iba_relatorioanual2017.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/291>>. Acesso em: 30 out. 2018.

JAMI, F. et al. Diversity of tree-infecting Botryosphaerales on native and non-native trees in South Africa and Namibia. **Australasian Plant Pathology**, v. 46, n. 6, p. 529–545, 2017.

KHAEKHUM, S. et al. Species richness and composition of arbuscular mycorrhizal fungi occurring on eucalypt trees (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) in rainy and dry season. **Current Research in Environmental and Applied Mycology**, v. 7, n. 4, p. 282–292, 2017.

LI, J. et al. *Calonectria* species isolated from *Eucalyptus* plantations and nurseries in South China. **IMA Fungus**, v. 8, n. 2, p. 259–286, 2017.

LOMBARD, L. et al. *Calonectria* species associated with cutting rot of *Eucalyptus*. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 24, p. 1–11, 2010.

LOMBARD, L. et al. New species, hyper-diversity and potential importance of *calonectria* spp. from eucalyptus in South China. **Studies in Mycology**, v. 80, p. 151–188, 2015.

LOMBARD, L. et al. The forgotten *Calonectria* collection: pouring old wine into new bags. **Studies in Mycology**, v. 85, p. 159–198, 2016.

LUNDQUIST, J. E. A history of five forest diseases in South Africa. **South African Forestry Journal**, v. 140, n. 1, p. 51–59, 1987.

MARIN-FELIX, Y. et al. Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 1. **Studies in Mycology**, v. 86, p. 99–216, 2017.

MARTINI, A. J. **O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 2004. 332 f. Dissertação (Mestre em História Social), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MENDES, L.; TREICHEL, M.; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro da Silvicultura 2016**. Santa Cruz: Ed. Gazeta Santa Cruz, p.56, 2016.

MIGUEL, P. S. et al. Diversity and distribution of the endophytic fungal community in eucalyptus leaves. **African Journal of Microbiology Research**, v. 11, n. 3, 92–105, 2017.

MILLIET, S. **Roteiro do café e outros ensaios: contribuição para o estudo da história econômica e social do Brasil**. São Paulo: Ed. Departamento de Cultura, p. 211, 1941.

PARTE, E. M. DE LA; MIRANDA, M. P.; DÍAZ, J. A. Hongos asociados a patologías en plantaciones cubanas de eucalipto. **Fitosanidad**, v. 20, n. 3, p. 131–136, 2016.

PAVLIC-ZUPANC, D. et al. Diversity, phylogeny and pathogenicity of Botryosphaeriaceae on non-native *Eucalyptus* grown in an urban environment: A case study. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 26, p. 139–148, 2017.

PÉREZ, C. et al. Discovery of the eucalypt pathogen *Quambalaria eucalypti* infecting a non-Eucalyptus host in Uruguay. **Australasian Plant Pathology**, v. 37, n.6, p. 600–604, 2008.

PÉREZ, C. Mycosphaerellaceae and Teratosphaeriaceae associated with *Eucalyptus* leaf diseases and stem cankers in Uruguay. **Forest Pathology**, v. 39, n. 5, p. 349–360, 2009a.

PÉREZ, C. *Neofusicoccum eucalyptorum*, a *Eucalyptus* pathogen, on native Myrtaceae in Uruguay. **Plant Pathology**, v. 58, n. 5, p. 964–970, 2009b.

SAMPAIO, A. N. Edmundo Navarro de Andrade: um pouco de sua vida e do seu trabalho. Jundiaí: **Companhia Paulista de Estradas de Ferro**, Serviço Florestal, 1959.

SAMPAIO, A. N. **Os eucaliptos no Brasil**. São Paulo: Ed. Aracruz Celulose, p. 33, 1975.

SANTOS, Á. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI, A. JR. Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. **Circular técnico (Embrapa)**, p. 1–20, 2001.

SILVA-PANDO, F. J.; PINO-PÉREZ, R. Introduction of *Eucalyptus* into Europe. **Australian Forestry**, v. 79, n. 4, p. 283–291, 2016.

SLIPPERS, B. et al. A diverse assemblage of Botryosphaeriaceae infect *Eucalyptus* in native and nonnative environments. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 71, n. 2, p. 101–110, 2009.

SMITH, A. H. et al. Association of *Eucalyptus globulus* leaf anatomy with susceptibility to *Teratosphaeria* leaf disease. **Forest Pathology**, v. 48, n. 2, p. e12395 (online), 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS (SNIF). Boletim SNIF 2017. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/boletim_snif_2017.pdf>. Acesso em: 30 de out. 2018.

TIBBITS, W. N.; BOOMSMA, C. D.; JARVIS, S. Distribution, biology, genetics, and improvement programs for *Eucalyptus globulus* and *E. nitens* around the world. In: WHITE, T.; HUBER, D.; POWELL, G. **Proceedings of the 24th Biennial Southern Tree Improvement Conference**. Southern Tree Improvement Committee, Orlando, Florida, USA, p. 81–95, 1997.

TRES, R. D.; REIS, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 59–71, 2009.

TURNBULL, J. W. Economic and social importance of eucalypts. In: KEANE, P. J. et al. **Diseases and Pathogens of *Eucalyptus***. Melbourne: Ed. CSIRO Publishing, p. 1–9, 2000.

YAMAGUSHI, M. Q.; GUSMAN, G. S.; VESTENA, S. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1361–1374, 2011.

ZHOU, X.; WINGFIELD, M. J. Eucalypt diseases and their management in China. **Australasian Plant Pathology**, v. 40, n. 4, p. 339–345, 2011.

WINGFIELD, M. J. Pathogens in exotic plantation forestry. **International Forestry Review**, v. 1, n. 3, p. 163–168, 1999.

7 CONSIDERAÇÕES

- Em conjunto, os métodos de fragmentos foliares e de filtração de partículas recuperaram um maior número de taxa endofíticas. Tendo em vista os elevados índices de diversidade que cada técnica recuperou, além da alta dissimilaridade observada entre elas, sugerimos a utilização como métodos complementares no estudo das comunidades de fungos endofíticos.
- *Eucalyptus microcorys* abriga uma variedade de espécies fúngicas, sendo um *hotspot* para a descoberta de novos taxa. Além da descoberta de um novo gênero, constamos a presença de vários fungos, os quais não foi possível a identificação, mesmo avaliando as características morfológicas e diferentes marcadores moleculares. Tais fungos podem ser novos taxa.
- A composição da comunidade fúngica presente nas folhas de *E. microcorys* varia conforme a maturidade foliar. Tal mudança provavelmente ocorre devido à degradação da biomassa vegetal e liberação de macro e micronutrientes durante esse processo.