

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 03/06/2022.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR)**

**DIVERSIDADE DE MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS ASSOCIADOS A
FOLHAS DE OLIVEIRAS E SUA RELAÇÃO ANTI-HERBIVORIA POR
FORMIGAS-CORTADEIRAS**

AMANDA APARECIDA DE OLIVEIRA



DEZEMBRO - 2020



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR)**

**DIVERSIDADE DE MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS ASSOCIADOS A
FOLHAS DE OLIVEIRAS E SUA RELAÇÃO ANTI-HERBIVORIA POR
FORMIGAS-CORTADEIRAS**

AMANDA APARECIDA DE OLIVEIRA

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutora em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular).

Orientador: Profº. Dr. Odair Correa Bueno
Co-orientador: Profº. Dr. Ricardo Harakava

**RIO CLARO – SP
2020**

O48d

Oliveira, Amanda Aparecida de

Diversidade de microrganismos endofíticos associados a folhas de oliveiras e sua relação anti-herbivoria por formigas-cortadeiras / Amanda Aparecida de Oliveira. -- Rio Claro, 2020

86 p. : il., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Odair Correa Bueno

Coorientador: Ricardo Harakava

1. Endofíticos. 2. Microrganismos. 3. Formigas-cortadeiras. 4. Diversidade. 5. Oliveiras. 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 MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS ASSOCIADOS A FOLHAS DE OLIVEIRAS E SUA RELAÇÃO ANTI-HERBIVORIA POR FORMIGAS-CORTADEIRAS

AUTORA: AMANDA APARECIDA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: ODAIR CORREA BUENO

COORIENTADOR: RICARDO HARAKAVA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ODAIR CORREA BUENO (Participação Virtual)
CEIS / IB Rio Claro

Profa. Dra. WEILAN GOMES DA PAIXÃO MELO (Participação Virtual)
Departamento de Ciências Farmacêuticas / USP - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto

Profa. Dra. CÍNTIA MARTINS PERINOTTO (Participação Virtual)
Departamento de Biologia / Universidade Federal do Delta do Parnaíba

Profa. Dra. JOSIANE BARROS CHIARAMONTE (Participação Virtual)
Pesquisa e Desenvolvimento - Bioprospecção / Vittia Fertilizantes e Biológicos S.A.

Prof. Dr. TÁSSIO BRITO DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
x / Pós-Doutorando da USP - Ribeirão Preto

Rio Claro, 03 de dezembro de 2020

Dedico esse trabalho ao meu pai José de Oliveira (*in memorian*),
minha avó Cacilda (*in memorian*) e a minha amada mãe Salete
por todo amor, apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - (CAPES) – pela concessão da bolsa possibilitando o desenvolvimento desse projeto de pesquisa. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Ao prof. Odair Correa Bueno que sempre forneceu suporte e condições para desenvolvimento dessa pesquisa incluindo financiamento de técnicas mais modernas de sequenciamento, por todo seu ensinamento, seu exemplo profissional e pessoal também. Todas as discussões, conversas, cafés e experiências trocadas me sinto muito lisonjeada e grata por fazer parte de um time seletivo como esse. Quem me recebeu em Rio Claro proporcionando e incentivando a pesquisar, conversar, aprender, ensinar, e claro por sempre acreditar em mim dizendo “Calma menina”, seus ensinamentos levarei para vida.

Ao meu coorientador prof. Ricardo Harakava que sempre participou ativamente do projeto, incentivando a pesquisar novas abordagens, realizando questionamentos e buscando maneiras de explorar o senso crítico. Pela confiança e oportunidades nessa nova etapa da minha vida. Sou muito grata pela confiança e amizade de tanto tempo.

À Ana Eugênia de Carvalho Campos por me apresentar o Projeto Oliva SP, instigar a curiosidade e propor participar desse desafio. Eu a tenho como inspiração, ela sempre sugerindo sair da zona de conforto e explorar as belezas que a vida possa nos proporcionar.

À Dra. Corrie Saux Moreau por me receber durante o período de Doutorado Sanduíche na Cornell University. Não tenho palavras para agradecer toda confiança, paciência e condições fornecidas durante esse período. Um exemplo de pesquisadora, professora e ser humano fantástico no qual tive prazer de trabalhar e conviver.

À Dra. Edna Bertoncini pesquisadora da Agência Paulista de Tecnologias do Agronegócio – APTA, uma pessoa primordial para esse trabalho e minha amiga. Por apresentar e despertar uma paixão pelas olivas e além de contribuir na aquisição de todas as amostras desse projeto. Ela possibilitou conhecer de perto dificuldades e desafios da olivicultura paulista e sempre incentivar que a ciência não pode ficar somente na academia.

Aos produtores paulistas e mineiros que me receberam de portas e portei ras abertas, nos fornecendo amostras para a condução dessa pesquisa e sempre muito gentis. Sem vocês esse trabalho certamente não seria possível, o meu muito obrigada.

À Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Câmpus Rio Claro e ao Centro de Estudos de Insetos Sociais - C.E.I.S onde me acolheram e ensinaram muito ao longo dessa caminhada.

Ao Instituto Biológico de São Paulo onde iniciei minha trajetória acadêmica e tenho não somente colaboradores e sim amigos que adquiri durante todo esse período.

À Unidade Laboratorial Referência em Biologia Molecular Aplicada do Instituto Biológico – SP e todos que contribuíram para minha formação, aprendizado e desenvolvimento desse projeto. Aos pesquisadores e amigos Carolina Marchi, Alexander Banguela, Pedro Ramos, Camila Chabi, Carlos Albuquerque, Samuel La Marck, Marianne Rodrigues, Matheus Postclam, Uiara Souza, Gustavo Santos e Patricia Haddad.

Ao Laboratório de Formigas-Cortadeiras – LAFC da UNESP, por todos que de alguma maneira com dicas, conversas, discussões, reuniões, confraternizações contribuíram para melhoria desse trabalho, sem dúvida vocês foram primordiais. Agradeço por todos amigos que ganhei quando me mudei para Rio Claro se transformando uma extensão da família Alex Viera, Amanda Carlos, Ana Claudia Marcato, Bianca Nogueira, Cintia Marins, Daiane Polezel, Mayara Pereira, José Henrique Pezzonia, Manuela Leal, Nathalia Almeida, Syndel, Thaís Marchesin, Thays Neigri, Larissa, Tatiane Domingues, Jani Pereira, Silvana Beani, Laura Machado e Manu Ramalho.

Aos meus amigos do C.E.I.S Adna, Tatiane, Lucas, Pâmela, Caio, Corina, Renata, Milene, Iago, Bibiana e todos que auxiliariam de alguma maneira.

À Necis Miranda por toda ajuda em todos os processos do curso sempre eficiente, prestativa e uma doçura de pessoa.

Aos membros do Moreau Lab da Cornell University Corrie Moreau, Anaïs Chanson, Christophe Duplais, Leland Graber, Zoe Kim, Megan Barkdull, Jaime Ortiz Pachar, Steven Wang, Jacob Gorneau, Peter Flynn, Benjamin Blanchard e Manu Ramalho por todas dicas, discussões e aprendizados durante minha estada em Ithaca.

Aos meus amigos de Ithaca, Nova Iorque: Daiana Souza, Rodrigo Santos, Samantha Fonseca, Rafael Almeida, Augusto Rampasso e aos piticos Heitor, Maria Luiza e Helena. Com eles a alegria, risadas e amizade garantida, obrigada por tornarem minha estada incrível em meio a uma pandemia, sei que isso é para poucos.

À família Ramalho-Sanches que incluí Manu Ramalho, Marcelo Sanches, as sobrinhas Nicky Formiguinha e Cacau. Meus amigos queridos foram ponto de apoio e parceiros para todas as horas. Graças a eles minha experiência fora do país foi fantástica, experiências gastronômicas, lugares lindos e claro por me apresentarem as boas cervejas estadunidenses. Agradeço a sorte de ter vocês em minha vida, obrigada por tanto.

À Manuela Ramalho por ter uma participação incrível nesse trabalho com dicas, sugestões e ensinamento sobre análises e claro ser um ser humano inspirador. Manu foi mentora, amiga, colaboradora tudo de uma única vez. Sabe quando você tem sorte de colaborar com uma amiga? Então é assim que me sinto, por toda força e incentivo, és uma admiração e exemplo para mim.

À Harumi Hojo por sempre incentivar e me apoiar nos caminhos escolhidos, por ter participado desse o início da minha vida acadêmica até os dias de hoje. Toda confiança e oportunidade fornecidas contribuiu para o caminho onde estou agora, obrigada de coração.

Aos membros da república que se tornaram amigos Mariana Cavalheiro, Laila Dias, André Renan, Raquel Quirino, Gabriela Manfrim, Murilo Zaine, Clarissa e as dogs mais pilantras Tequila e Melissa. Vocês tornaram a caminhada e saudades de casa mais leves, sem contar as comilanças é claro.

Às amigas Mayara Pereira, Daiane Polezel, Patricia Haddad, Ana Claudia Marcato, Bianca Nogueira e Silvana Beani por acompanhar todo processo de execução desse projeto, risadas, desabafos, alegrias e consolos quando algo não funcionava vocês tornaram essa experiência muito mais agradável e divertida com toda certeza. Todas são mulheres incríveis saibam que vocês me orgulham e me inspiram cada uma a sua forma.

Aos amigos Otávio Silva, Tae Fernandes e Jani Pereira que auxiliaram com discussões, conversas, correções, dicas e distrações meu muito obrigada.

Ao meu pai José de Oliveira (*in memorian*) que enquanto nesse plano sempre incentivou a estudar, apoiou de todas as maneiras para que o sonho se tornasse realidade. Sei que ele estará feliz por mais essa conquista.

À minha família que sempre me apoiou, forneceu suporte, incentivo e em momentos difíceis estavam lá, acreditando, animando dando força. Em especial duas pessoas que foram primordiais em minha vida a minha mãe Salete e minha avó Cacilda (*in memorian*), duas mulheres que são exemplos de força, garra e coragem.

À minha avó Cacilda Francisca (*in memoriam*), por todos ensinamentos, confiança, apoio. Ela sempre acreditou, torceu, rezou e incentivou a continuar a fazer o que gosto que é pesquisar e ser cientista.

À minha mãe Salete Silva por apoiar, confiar, dar todo suporte pessoal, conselhos, puxões de orelha e sempre regado de boas parcerias, sei que se cheguei até aqui foi também pelo seu apoio e admiração, saiba que a senhora é minha inspiração.

À minha madrinha Amélia e minha prima Amaynara por ajudarem, incentivar e nunca deixar desanimar, dando sempre bons conselhos e incentivos. Todos os cafés com bolos e pão caseiros.

Ao Márcio Martins meu namorado e companheiro, por sempre me ajudar, partilhar todas experiências e incentivar a continuar seguir meus sonhos. Por compartilhar diversas fases em minha vida sejam momentos de alegrias, tristezas, e tantos outros que foram importantes para nós, amo você.

A todos que me ajudaram diretamente ou indiretamente, torcendo, conversando, dando ideias e apoiando eu agradeço vocês.

E a Deus por me permitir chegar nessa etapa de muito aprendizado e experiências vividas.

RESUMO

Nas últimas décadas no país, a olivicultura tem se expandido na região sudeste principalmente nos estados como São Paulo e Minas Gerais, desafios com insetos pragas como as formigas-cortadeiras têm se mostrado um obstáculo para o cultivo. A oliveira (*Olea europaea*) é uma planta originária da região Mediterrânea e tem se mostrado altamente atrativa ao corte por formigas-cortadeiras, essa que por sua vez têm origem nos neotrópicos. Em busca de métodos de controles alternativo para formigas-cortadeiras, pesquisas com microrganismos para esse uso têm ganhado destaques nos últimos anos. Os microrganismos endofíticos são principalmente fungos e bactérias que vivem dentro do tecido foliar sem causar danos aparentes ao hospedeiro. Pesquisas sobre abundância de endófitos mostrou que esse parâmetro além de idade e tenacidade da folha deveriam ser considerados sobre escolha de corte. Para a cultura da oliveira não se sabe se cultivares diferentes influenciariam na escolha do corte das formigas-cortadeiras. Os endofíticos podem desempenhar inúmeros benefícios às plantas hospedeiras como promoção de crescimento, resistência a estresse abióticos e proteção anti-herbivoria. Por isso, conhecer a diversidade de microrganismos endofíticos associados a folhas de oliveiras é um primeiro passo para compreensão dessa interação entre as formigas-cortadeiras e essa planta introduzida. Ferramentas moleculares são frequentemente utilizadas para conhecer diversidade de endofíticos combinando técnicas de isolamento e de sequenciamento de nova geração (NGS). Assim, os objetivos deste estudo foram identificar a diversidade de microrganismos endofíticos associados às folhas de oliveira com métodos dependente e independente de cultura, verificar quais fatores influenciam a composição e abundância dessa comunidade microbiana, realizar isolamento de fungos endofíticos, identificá-los molecularmente, identificar o modo trófico desses fungos pelo FunGuild e verificar a preferência de corte das formigas-cortadeiras entre as cultivares de oliveiras. Amostras de folhas foram coletadas de 93 plantas em nove localidades dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Uma parte foi utilizada para extrair diretamente o DNA e a outra para realizar o isolamento dos fungos. Para o sequenciamento *metabarcoding* pelo equipamento MiSeq (Illumina) foram utilizados primers para as regiões 16S rRNA para identificar bactérias e ITS para fungos. Para os fungos cultiváveis utilizou-se sequenciamento Sanger da região ITS. Os resultados revelaram que fatores como idade, altitude e geografia podem influenciar a comunidade microbiana, enquanto que a cultivar não influenciou. Para a comunidade bacteriana endofítica o fator que influenciou foi a localização geográfica e para a comunidade fúngica foram idade, altitude e localização. Foram obtidos cerca de 800 isolados, que foram agrupados em 191 morfotipos e identificados molecularmente, resultando em 38 gêneros, sendo 32 deles registrados pela primeira vez em oliveiras cultivadas no Brasil. Entre os fungos cultiváveis o nível trófico mais abundante foi o patotrófico. As cultivares não influenciaram no corte pelas formigas-cortadeiras. Outros estudos serão necessários para melhor compreender como esses herbívoros apresentam uma capacidade de desfolhar plantas não-nativas como as oliveiras. Os isolados fúngicos obtidos serão utilizados para novas abordagens em diferentes áreas do conhecimento como fitopatologia e controle de insetos.

Palavras-chaves:

Herbivoria. NGS. Fungos endofíticos. Bactérias endofíticas. Formigas-cortadeiras.

ABSTRACT

Brazil is the seventh-largest importer of olive oil and olives, in recent years olive growing has expanded in the southeast region of the country in states such as Sao Paulo and Minas Gerais precisely because it has excellent consume. However, there are some challenges in this culture and one of them is the insect pests such as leaf-cutter ants. The olive tree (*Olea europaea*) is a plant originating in the Mediterranean region that has been shown to be highly attractive to cutting by leaf-cutting ants, which originate in the Neotropics. Nowadays, the most efficient control method is toxic baits, but they are harmful to the environment and humans. Therefore, control alternatives are needed, in this line of research, microorganisms have gained prominence in recent years. Endophytic microorganisms are mainly fungi and bacteria that live inside the leaf tissue without causing apparent damage to the host. Research on endophyte abundance has shown that this parameter in addition to leaf age and tenacity should be considered on cut choice. For olive tree culture, it is not known if different cultivars would influence the choice by cutting ants. Endophytes can perform numerous benefits to host plants such as growth promotion, resistance to antibiotic stress, and anti-herbivory protection. Therefore, knowing the diversity of endophytic microorganisms associated with olive leaves is a first step in understanding the interaction between leaf-cutting ants and the introduced plant. Molecular approaches are often used to discover endophytic diversity combining isolation techniques and new generation sequencing (NGS). Thus, the objectives were to identify the diversity of endophytic microorganisms associated with olive leaves with culture dependent and independent methods, to verify which factors influence the composition and abundance of this microbial community, to isolate endophytic fungi, to identify them molecularly, to identify the trophic mode of these fungi by FunGuild and to test the cutting preference of ants between olive cultivars. Leaf samples were collected from 93 plants in nine locations in the states of São Paulo and Minas Gerais. The surfaces of the leaves were sterilized and one part was used to extract directly the DNA and the other to perform the isolation of the fungi. For the metabarcoding sequencing using Illumina MiSeq, primers for the 16S rRNA regions were used to identify bacteria and for the ITS region to identify fungi. Isolated fungi had their ITS region sequenced by the Sanger method. The results revealed that factors such as age, altitude, and geography could influence the microbial community, while cultivar was not influential. For the endophytic bacterial community, the most influential factor was geographic location and for the fungal community age, altitude, and location. About 800 isolates, were obtained, which were grouped into 191 morphotypes and identified molecularly resulting in 38 genera, 32 of which were registered for the first time in olive trees cultivated in Brazil. Among the cultivable fungi, the most abundant trophic level was the pathotrophic. Cultivars, had no influence on cutting by the cutting ants. Further studies will be needed to better understand how these herbivores can defoliate non-native plants like olive trees. The obtained fungal isolates will be used for new approaches in different areas of knowledge such as phytopathology and insect control.

Key-words

Herbivory. NGS. Endophytic fungi. Endophytic bacteria. Leaf-cutting ants.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Oliveiras no mundo e no Brasil.....	12
2.2	Desafios da cultura no país	13
2.3	Estudos independentes de cultivo	16
3	OBJETIVOS	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	Área de coleta	20
4.2	Desinfecção superficial das folhas	21
4.3	Extração de DNA das folhas	21
4.4	Construção das bibliotecas <i>Illumina Miseq 16S rRNA e ITS</i>	22
4.5	Análises de bioinformática.....	22
4.6	Análises estatísticas	23
4.7	Isolamento de fungos endofíticos	24
4.8	Extração de DNA a partir dos micélios	24
4.9	PCR e sequenciamento Sanger	25
4.10	Análises de bioinformática para os isolados fúngicos	25
4.11	Teste de preferência de corte das formigas-cortadeiras entre cultivares de oliveiras	26
5	RESULTADOS	28
	Artigo 1	28
	Artigo 2	58
5.	CONSIDERAÇÕES	73
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

1 INTRODUÇÃO

A cultura da oliveira (*Olea europaea* L.), ou olivicultura, é emergente no cenário agrícola brasileiro e paulista, podendo permitir aumento de renda em propriedades localizadas em regiões com clima propício à cultura, menor dependência de produtos importados e aumento da qualidade de azeites consumidos no país (BERTONCINI; TERRAMOTO, PRELA-PANTANO, 2010). A área paulista de produção de azeitona abrange mais de 15 municípios, contando com mais de 60.000 plantas de oliveiras, localizados em regiões serranas com altitudes variando de 1.000 metros a 2.798 metros, com microclima que proporciona horas de frio necessárias para o florescimento das plantas de oliveiras (BERTONCINI; TERRAMOTO; PRELA-PANTANO, 2010).

As pesquisas com olivicultura no Brasil ainda são incipientes e, tendo em vista o baixo nível de conhecimento tecnológico aplicado aos plantios, é de extrema importância que sejam realizados estudos dessa cultura no país para que se torne uma alternativa rentável aos agricultores brasileiros (PAULUS, 2011). Dentre os estudos de imediata importância destaca-se o conhecimento dos artrópodes que podem ocasionar danos às plantas. Diversas espécies de pragas são relatadas nos países produtores de oliveira olivicultura (COUTINHO *et al.*, 2009) de forma que, em casos extremos, podem ser consideradas como fatores limitantes ao seu cultivo (PATANITA; REIS, 2007).

Os artrópodes são considerados pragas importantes da olivicultura no Brasil e até mesmo limitantes na fase de implantação do pomar, dada à severidade dos ataques às plantas mais novas. São exemplos de pragas as formigas-cortadeiras, como saúvas (*Atta* sp.) e quenquéns (*Acromyrmex* sp.) (PRADO; SANTA-CECÍLIA; ALVARENGA, 2012), as quais causam desfolhamento parcial ou total das folhas de oliveira. Em casos graves de desfolha, podem causar a morte de plantas jovens (COUTINHO *et al.*, 2009) ou ocasionar a perda da produtividade. Vale salientar que, por serem espécies originárias da região neotropical, essas formigas não ocorrem nas regiões de origem das oliveiras, no Mediterrâneo (BESNARD; BERVILLÉ, 2000).

A maioria dos olivais localizados em território paulista e mineiro está sendo implantado em antigas áreas de pastagens e vizinhas a áreas de mata, o que torna ainda mais preocupante o ataque pelas formigas-cortadeiras, pois, muitas vezes, não há qualquer controle prévio dessa praga. Estudos de controle desses insetos são contínuos no Brasil e a busca por alternativas de proteção às plantas é sempre desejável (ZANETTI *et*

al., 2014). Neste contexto, os microrganismos endofíticos demonstram grande potencial para o controle de pragas.

Microrganismos endofíticos, principalmente os fungos e bactérias, têm atraído crescente atenção por parte dos pesquisadores, por possuírem propriedades importantes, como conferir resistência a seus hospedeiros em condições de estresse hídrico, produção de hormônios vegetais e outros compostos, tais como enzimas e fármacos de interesse biotecnológico (AZEVEDO *et al.*, 2000). A definição mais abrangente foi proposta por Azevedo *et al.*, (2007), que descreveram os endófitos como todos os microrganismos que podem ou não ser cultivados com sucesso, que são aptos a colonizar internamente a planta hospedeira e não causam danos aparentes e/ou estruturas externas visíveis.

No caso das bactérias, elas são consideradas endofíticas quando vivem dentro de uma planta por, pelo menos, uma parte da sua vida sem causar danos aparentes ao hospedeiro. Essas bactérias endofíticas podem ser isoladas a partir de tecidos ou extraídas a partir das plantas hospedeiras com superfície desinfetada (HALLMANN *et al.*, 1997) para identificação e, posterior, uso. É grande o potencial de aplicações práticas de endófitos, o que tem incentivado estudos abordando a capacidade das bactérias para controlar tanto doenças quanto infestações de insetos-praga, bem como promover o crescimento das plantas (AZEVEDO *et al.*, 2000; KOZDRÓR *et al.*, 2004; KAVINO *et al.*, 2007).

Outro grupo com capacidade de controlar insetos-praga são os fungos endofíticos, que colonizam o interior da planta hospedeira (WILSON, 1995), por aumentarem a resistência e tolerância do hospedeiro às doenças e pragas (OWNLEY *et al.*, 2010). Estudos visando isolamento de fungos endofíticos para o controle de insetos-praga têm se tornado frequente (VAN BAEL *et al.*, 2009). Esse tipo de defesa já foi descrito para plantas de clima temperado (WILSON; CARROLL, 1994; WILSON; FAETH, 2001), porém poucos estudos foram conduzidos em áreas tropicais, onde a diversidade de endofíticos é maior e a maioria das espécies de formigas-cortadeiras reside (VAN BAEL *et al.*, 2009).

Trabalhos sobre a preferência ao corte de formigas-cortadeiras conduzidos em laboratório demonstraram uma baixa taxa de forrageamento de folhas com alta taxa de fungos endofíticos, sugerindo que eles são antagonistas ao fungo simbiótico das formigas cortadeiras (BITTLESTON *et al.*, 2011). Também é possível que a rejeição ao corte de plantas com altas taxas de fungos endofíticos se deva aos efeitos desses

microrganismos nas propriedades físicas da planta hospedeira, como aumento na deposição de lignina nas células de cera (MEJÍA *et al.*, 2014), ou produção de compostos secundários (PETTIT, 2009), tornando a planta menos palatável à herbivoria (CLAY, 1990). O verdadeiro potencial desses microrganismos como agentes de controle biológico ainda precisa ser melhor elucidado (MARTINS *et al.*, 2014), principalmente em plantas de importância econômica.

Sobre a composição do microbioma das plantas, Whipps e colaboradores (2008) discutiram a importância de métodos independente-cultura para conhecimento da diversidade da filosfera (parte das plantas acima da superfície do solo) e de seus microrganismos associados. Rasche e colaboradores (2006) demonstraram que o perfil de comunidades de filosfera é impreciso quando baseadas em métodos dependentes de cultura (isolamento) e subestima sua real diversidade. Esse trabalho sugere que o uso de metodologias independentes da cultura possibilita o conhecimento da diversidade de comunidades muito maior do que a reconhecida, embora as suposições sobre os habitantes dominantes estejam amplamente corretas.

Atualmente, existem diversas técnicas de Sequenciamento de Nova Geração (*Next-Generation Sequencing* - NGS) que podem ser úteis ao estudo dos endofíticos. O presente estudo objetiva revelar aspectos importantes sobre a comunidade e diversidade de microrganismos associados às folhas de oliveira e sua influência na escolha de corte das formigas cortadeiras.

5. CONSIDERAÇÕES

- A diversidade de bactérias endofíticas não-cultiváveis associadas às folhas de oliveiras cultivadas na Região Sudeste foi influenciada pela geografia do local em que foi coletada e que outros fatores como altitude, idade e cultivar não apresentaram diferença significativa para a alfa e beta diversidade quando se diz respeito a composição e abundância desses microrganismos.
- Análises da diversidade de fungos endofíticos não-cultiváveis associados às folhas de oliveiras, apresentaram influencia em fatores como altitude, idade e geografia foram importantes e significativos para a composição e abundância dessa comunidade, entretanto, cultivar não demonstrou influência nessa diversidade.
- Em relação ao modo trófico para a comunidade de fungos não cultiváveis foi obtido que o grupo mais abundante foi não identificado seguido de patotrófico o que podemos inferir que muitos desses organismos ainda não são conhecidos. Isso sugere que são necessárias maiores informações a respeito desses fungos. Diferentemente dos fungos cultiváveis onde a maioria foi classificada como patotróficos seguidos de sapotróficos, correspondendo com os gêneros mais abundantes como potenciais agentes patogênicos.
- Ao analisar as correlações entre fungos e bactérias não-cultiváveis foram obtidas um maior número de correlações positivas comparadas com números de correlações negativas entres as comunidades avaliadas.
- No total foram identificados 38 gêneros de fungos cultiváveis, onde 32 deles são inéditos para oliveiras no Brasil. Os gêneros mais abundantes em número de isolados foram *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Xylaria*, *Alternaria* e *Neofusicoccum*.
- Não houve diferença significativa sobre a preferência de corte por formigas-cortadeiras entre as cultivares testadas de oliveiras (*Olea europaea* L.).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELSON FRANCISCO DE OLIVEIRA. **Oliveira no Brasil Tecnologias de produção**. 1. ed. [s.l.] : EPAMIG, 2012.

Antweb. 2020. Disponível em: <https://www.antweb.org>. Acesso em: 25 jul. 2020.

ARAÚJO, Welington L.; MARCON, Joelma; MACCHERONI, Walter; VAN ELSAS, Jan Dirk; VAN VUURDE, Jim W. L.; AZEVEDO, João Lúcio. Diversity of Endophytic Bacterial Populations and Their Interaction with *Xylella fastidiosa* in Citrus Plants. **Applied and Environmental Microbiology**, [S. l.], v. 68, n. 10, p. 4906–4914, 2002. DOI: 10.1128/AEM.68.10.4906-4914.2002. Disponível em: <https://aem.asm.org/content/68/10/4906>.

AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L. Diversity and applications of endophytic fungi isolated from tropical plants. **Fungi: multifaceted microbes**, [S. l.], v. 1, p. 189–207, 2007.

AZEVEDO, João Lúcio; WALTER MACCHERONI JR.; PEREIRA, Jose Odair; ARAÚJO, Welington De. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. **Electronic Journal of Biotechnology**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 40–65, 2000. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02827580510008248>.

BALLUS, Cristiano Augusto; MEINHART, Adriana Dillenburg; DE SOUZA CAMPOS, Francisco Alberto; DA SILVA, Luiz Fernando de Oliveira; DE OLIVEIRA, Adelson Francisco; GODOY, Helena Teixeira. A quantitative study on the phenolic compound, tocopherol and fatty acid contents of monovarietal virgin olive oils produced in the southeast region of Brazil. **Food Research International**, [S. l.], v. 62, p. 74–83, 2014. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.02.040. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.040>.

BERGELSON, Joy; MITTELSTRASS, Jana; HORTON, Matthew W. Characterizing both bacteria and fungi improves understanding of the Arabidopsis root microbiome. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 24, 2019. DOI: 10.1038/s41598-018-37208-z. Disponível em: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2018.00386/full>.

BERTONCINI, E. I.; TERAMOTO, J. R. S.; PRELA-PANTANO, A. **Desafios para Produção de Azeite no Brasil Infobibos - Informações Tecnológicas**, 2010. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/DesafioOliva/index.htm.

BERTONCINI, Edna Ivani. **Situação da olivicultura no Brasil Desafios para a cultura no estado de São Paulo Ações do Grupo Oliva SP**. 2018. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201812/07153718-2-situacao-em-sp-edna-bertoncini-nov2018.pdf>. Acesso em: 12 set. 2020.

BESNARD, Guillaume; BERVILLÉ, André. Multiple origins for Mediterranean olive (*Olea europaea* L. ssp. *europaea*) based upon mitochondrial DNA polymorphisms. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie**, [S. l.], v. 323, n. 2, p. 173–181, 2000. DOI: 10.1016/S0764-4469(00)00118-9. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0764446900001189>.

BITTLESTON, L. S.; BROCKMANN, F.; WCISLO, W.; VAN BAEL, S. A. Endophytic fungi reduce leaf-cutting ant damage to seedlings. **Biology Letters**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 30–32, 2011. DOI: 10.1098/rsbl.2010.0456. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2010.0456>.

BOLYEN, Evan et al. Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2. **Nature Biotechnology**, [S. l.], v. 37, n. 8, p. 852–857, 2019. DOI: 10.1038/s41587-019-0209-9.

Bokulich, N.A.; Kaehler, B.D.; Rideout, J.R.; Dillon, M.; Bolyen, E.; Knight, R.; Huttley, G.A.; Gregory Caporaso, J. Optimizing taxonomic classification of marker-gene amplicon sequences with QIIME 2's q2-feature-classifier plugin. *Microbiome* **2018**, *6*, 90.

BRITTO, Júlio Sérgio De et al. Use of alternatives to PFOS, its salts and PFOSF for the control of leaf-cutting ants *Atta* and *Acromyrmex*. *Ijres*, [S. l.], v. 3, n. October 2017, p. 11–92, 2016.

CALLAHAN, Benjamin J.; MCMURDIE, Paul J.; ROSEN, Michael J.; HAN, Andrew W.; JOHNSON, Amy Jo A.; HOLMES, Susan P. DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature Methods*, [S. l.], v. 13, n. 7, p. 581–583, 2016. DOI: 10.1038/nmeth.3869. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/nmeth.3869>.

CAPORASO, J. Gregory et al. Ultra-high-throughput microbial community analysis on the Illumina HiSeq and MiSeq platforms. *The ISME Journal*, [S. l.], v. 6, n. 8, p. 1621–1624, 2012. DOI: 10.1038/ismej.2012.8. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/ismej20128>.

Clarke, K.R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecol.* **1993**, *18*, 117–143.

CHERRETT, J. M. The biology, pest status and control of leaf-cutting ants. **The biology, pest status and control of leaf-cutting ants.**, [S. l.], p. 1–37, 1986.

CIVANTOS, L. **La olivicultura en el mundo y en España El cultivo del olivo**. [s.l.] : Madrid: Junta de Andalucía and Ediciones Mundi-Prensa, 2008.

CLAY, Keith. **Fungal Endophytes of Grasses**Source: **Annual Review of Ecology and Systematics**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2097026>.

COBLENTZ, Kyle E.; VAN BAEL, Sunshine A. Field colonies of leaf-cutting ants select plant materials containing low abundances of endophytic fungi. *Ecosphere*, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 1–10, 2013. DOI: 10.1890/ES13-00012.1. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1890/ES13-00012.1>.

COLETTA-FILHO, Helvécio Della; FRANCISCO, Carolina Sardinha; ROBERTO, João; LOPES, Spotti; DE OLIVEIRA, Adelson Francisco. First report of olive leaf scorch in Brazil , associated with *Xylella fastidiosa* subsp . pauca. **Phytopathologia Mediterranea**, [S. l.], v. 55, n. 1, p. 130–135, 2016. DOI: 10.14601 /Phytopathol_Mediterr-17259.

COSTA, Samara Maria Lopes; MELLONI, Rogério. Relação de fungos micorrízicos arbusculares e rizobactérias no crescimento de mudas de oliveira (*Olea europaea*). **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 169, 2019. DOI: 10.5902/1980509829936. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/29936>.

COUTINHO, Enilton Fick; CARLOTTO, Fabrício; THAÍS, Ribeiro; CAPPELLARO, Helena. **Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. v. 16 Disponível em: www.cpact.embrapa.br.

Davis, N.M.; Proctor, D.; Holmes, S.P.; Relman, D.A.; Callahan, B.J. Simple statistical identification and removal of contaminant sequences in marker-gene and metagenomics data. *Microbiome* **2018**, *6*, 226.

DISSANAYAKE, Asha J. et al. Direct comparison of culture-dependent and culture-independent molecular approaches reveal the diversity of fungal endophytic communities in stems of grapevine (*Vitis vinifera*). **Fungal Diversity**, [S. l.], v. 90, n. 1, p. 85–107, 2018. DOI: 10.1007/s13225-018-0399-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13225-018-0399-3>.

ELOI PAULUS. **CRESCIMENTO INICIAL DE OLIVEIRA “ARBEQUINA” EM DIFERENTES MANEJOS DO SOLO E DOSAGENS DE FÓSFORO**, 2011.

ESTRADA, Catalina; DEGNER, Ethan C.; ROJAS, Enith I.; WCISLO, William T.; VAN BAEL, Sunshine A. The role of endophyte diversity in protecting plants from defoliation by leaf-cutting ants.

http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2018/07/OLIVEIRAS_2018_DUPLA.pdf.

KOZDRÓJ, J.; TREVORS, J. T.; VAN ELSAS, J. D. Influence of introduced potential biocontrol agents on maize seedling growth and bacterial community structure in the rhizosphere. **Soil Biology and Biochemistry**, [S. l.], v. 36, n. 11, p. 1775–1784, 2004. DOI: 10.1016/j.soilbio.2004.04.034.

LACAVA, P. T.; ARAÚJO, W. L.; MARCON, J.; MACCHERONI, W.; AZEVEDO, J. L. Interaction between endophytic bacteria from citrus plants and the phytopathogenic bacteria *Xylella fastidiosa*, causal agent of citrus-variegated chlorosis. **Letters in Applied Microbiology**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 55–59, 2004. DOI: 10.1111/j.1472-765X.2004.01543.x.

LACAVA, Paulo Teixeira; LI, Wenbin; LUIZ, Wellington; JO, Araújo; LÚCIO AZEVEDO, João; HARTUNG, John Stephen. **The Endophyte *Curtobacterium flaccumfaciens* Reduces Symptoms Caused by *Xylella fastidiosa* in *Catharanthus roseus***The Microbiological Society of Korea. [s.l.: s.n.]. Disponível em: www.fundecitrus.com.

LETUNIC, Ivica; BORK, Peer. Interactive Tree Of Life (iTOL) v4: recent updates and new developments. **Nucleic Acids Research**, [S. l.], v. 47, n. W1, p. W256–W259, 2019. DOI: 10.1093/nar/gkz239. Disponível em: <https://academic.oup.com/nar/article/47/W1/W256/5424068>.

ŁUKASIK, P.; NEWTON, J.A.; SANDERS, J.G.; HU, Y.; MOREAU, C.S.; KRONAUER, D.J.C.; O'DONNELL, S.; KOGA, R.; RUSSELL, J.A. The structured diversity of specialized gut symbionts of the New World army ants. **Mol. Ecol.** **2017**, 26, 3808–3825.

MANDAL S, VAN TREUREN W, WHITE RA, EGGESBØ M, KNIGHT R, PEDDADA SD. 2015. Analysis of composition of microbiomes: a novel method for studying microbial composition. **Microbial Ecology in Health and Disease** 26:27663 DOI 10.3402/mehd.v26.27663.

MARTÍNEZ-DÍZ, María del Pilar; ANDRÉS-SODUPE, Marcos; BUJANDA, Rebeca; DÍAZ-LOSADA, Emilia; EICHMEIER, Ales; GRAMAJE, D. Soil-plant compartments affect fungal microbiome diversity and composition in grapevine. **Fungal Ecology**, [S. l.], v. 41, p. 234–244, 2019. DOI: 10.1016/j.funeco.2019.07.003.

MARTINS, Fátima; PEREIRA, Alberto; BENTO, Albino; BAPTISTA, Paula. **Diversidade e distribuição de fungos endofíticos em *Olea europaea* L.** VII Congresso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Madrid, 2014.

MCADAM, Paul R.; RICHARDSON, Emily J.; FITZGERALD, Ross R. High-throughput sequencing for the study of bacterial pathogen biology. **Current Opinion in Microbiology**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 106–113, 2014. DOI: 10.1016/j.mib.2014.06.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mib.2014.06.002>.

McDonald, D.; Clemente, J.C.; Kuczynski, J.; Rideout, J.R.; Stombaugh, J.; Wendel, D.; Wilke, A.; Huse, S.; Hufnagle, J.; Meyer, F.; et al. The Biological Observation Matrix (BIOM) format or: how I learned to stop worrying and love the ome-ome. **Gigascience** **2012**, 1, 7.

McMurdie, P.J.; Holmes, S. phyloseq: An R Package for Reproducible Interactive Analysis and Graphics of Microbiome Census Data. **PLoS One** **2013**, 8, e61217.

MEJÍA, Luis C. et al. Pervasive effects of a dominant foliar endophytic fungus on host genetic and phenotypic expression in a tropical tree. **Frontiers in Microbiology**, [S. l.], v. 5, n. SEP, 2014. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00479.

MIRAGAIA, Marília. **Azeites brasileiros levam oito medalhas de ouro em competição em Nova York**. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/comida/2019/05/azeites-brasileiros-levam-oito-medalhas-de-ouro-em-competicao-em-nova-york.shtml>. Acesso em: 28 jul. 2020.

MIRARAB, Siavash; NGUYEN, Nam; WARNOW, Tandy. SEPP: SATé-enabled phylogenetic placement. In: **Biocomputing 2012**. 2012. p. 247–258.

NGUYEN, Nhu H.; SONG, Zewei; BATES, Scott T.; BRANCO, Sara; TEDERSOO, Leho; MENKE, Jon; SCHILLING, Jonathan S.; KENNEDY, Peter G. FUNGuild: An open annotation tool for parsing fungal community datasets by ecological guild. **Fungal Ecology**, [S. l.], v. 20, p. 241–248, 2016. DOI: 10.1016/j.funeco.2015.06.006. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1754504815000847>.

NILSSON, R. Henrik; ANSLAN, Sten; BAHRAM, Mohammad; WURZBACHER, Christian; BALDRIAN, Petr; TEDERSOO, Leho. Mycobiome diversity: high-throughput sequencing and identification of fungi. **Nature Reviews Microbiology**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 95–109, 2019. DOI: 10.1038/s41579-018-0116-y. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41579-018-0116-y>.

OWNLEY, Bonnie H.; GWINN, Kimberly D.; VEGA, Fernando E. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: ecology and evolution. **BioControl**, [S. l.], v. 55, n. 1, p. 113–128, 2010. DOI: 10.1007/s10526-009-9241-x. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10526-009-9241-x>.

PATANITA, M. I.; REIS, J. Monitoring of the main pests of olive in Alentejo (Portugal). In: INTERNATIONAL CONGRESSO OF CROP PROTECTION 2007, **Anais [...]**. : International Organisation for Biological Control Bragança, 2007.

PETTIT, Robin K. **Mixed fermentation for natural product drug discovery** **Applied Microbiology and Biotechnology**, 2009. DOI: 10.1007/s00253-009-1916-9.

PRADO, E. C.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; ALVARENGA, T. M. Pragas da oliveira: bioecologia, inimigos naturais e manejo. In: **Oliveira no Brasil tecnologias de produção**. EPAMIG. [s.l.: s.n.]. p. 498–515.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing, 2019. Disponível em <<http://www.R-project.org>>.

RASCHE, Frank; TRONDL, Robert; NAGLREITER, Christina; REICHENAUER, Thomas G.; SESSITSCH, Angela. Chilling and cultivar type affect the diversity of bacterial endophytes colonizing sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Canadian Journal of Microbiology**, [S. l.], v. 52, n. 11, p. 1036–1045, 2006. DOI: 10.1139/W06-059.

ROCHA, Silma L.; EVANS, Harry C.; JORGE, Vanessa L.; CARDOSO, Lucimar A. O.; PEREIRA, Fernanda S. T.; ROCHA, Fabiano B.; BARRETO, Robert W.; HART, Adam G.; ELLIOT, Simon L. Recognition of endophytic *Trichoderma* species by leaf-cutting ants and their potential in a Trojan-horse management strategy. **Royal Society Open Science**, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 160628, 2017. DOI: 10.1098/rsos.160628. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.160628>.

ROSA, Juliana Magrinelli Osório; OLIVEIRA, Claudio Marcelo Gonçalves De. **Medidas de manejo contra nematoides em oliveira**. 2020. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/medidas-de-manejo-contr-nematoides-em-oliveira>. Acesso em: 12 set. 2020.

SÁ PEIXOTO, Neto; ACCIOLY, Pedro; DE AZEVEDO, Lúcio, João; CAETANO, Luiz Carlos. Microrganismos endofíticos em plantas: status atual e perspectivas. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 69–72, 2004. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85630404>.

SHANNON, Paul; MARKIEL, Andrew; OZIER, Owen; BALIGA, Nitin S.; T.WANG, Jonathan; RAMAGE, Daniel; AMIN, Nada; SCHWIKOWSKI, Benno; IDEKER, Trey. Cytoscape: A Software Environment for Integrated Models of Biomolecular Interaction Networks. **Genome Research**, [S. l.], v. 13, n. 11, p. 2498–2504, 2003. DOI: 10.1101/gr.1239303. Disponível em: <http://ci.nii.ac.jp/naid/110001910481/>.

THOMPSON, Luke R. et al. A communal catalogue reveals Earth’s multiscale microbial diversity. **Nature**, [S. l.], v. 551, n. 7681, p. 457–463, 2017. DOI: 10.1038/nature24621.

- TRIFINOPOULOS, Jana; NGUYEN, Lam-Tung; VON HAESELER, Arndt; MINH, Bui Quang. W-IQ-TREE: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis. **Nucleic Acids Research**, [S. l.], v. 44, n. W1, p. W232–W235, 2016. DOI: 10.1093/nar/gkw256. Disponível em: <https://academic.oup.com/nar/article-lookup/doi/10.1093/nar/gkw256>.
- QUAST, C.; PRUESSE, E.; YILMAZ, P.; GERKEN, J.; SCHWEER, T.; YARZA, P.; PEPLIES, J.; GLOCKNER, F.O. The SILVA ribosomal RNA gene database project: improved data processing and web-based tools. **Nucleic Acids Res.** **2013**, *41*, D590–D596.
- VAN BAEL, Sunshine A.; FERNÁNDEZ-MARÍN, Hermógenes; VALENCIA, Mariana C.; ROJAS, Enith I.; WCISLO, William T.; HERRE, Edward A. Two fungal symbioses collide: endophytic fungi are not welcome in leaf-cutting ant gardens. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, [S. l.], v. 276, n. 1666, p. 2419–2426, 2009. DOI: 10.1098/rspb.2009.0196. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2009.0196>.
- VAN BAEL, SUNSHINE A.; SEID, MARC A.; WCISLO, WILLIAM T. Endophytic fungi increase the processing rate of leaves by leaf-cutting ants (*Atta*). **Ecological Entomology**, [S. l.], v. 37, n. 4, p. 318–321, 2012. DOI: 10.1111/j.1365-2311.2012.01364.x. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2311.2012.01364.x>.
- VELOSO, Tomás Gomes Reis; DA SILVA, Marliane de Cássia Soares; CARDOSO, Wilton Soares; GUARÇONI, Rogério Carvalho; KASUYA, Maria Catarina Megumi; PEREIRA, Lucas Louzada. Effects of environmental factors on microbiota of fruits and soil of *Coffea arabica* in Brazil. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 1–11, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-71309-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71309-y>.
- VIEIRA NETO, J.; OLIVEIRA, A. F. De; OLIVEIRA, N. C. De; DUARTE, H. da S. .. **Aspectos técnicos da cultura da oliveira** (E. D. Gonçalves, Org.) **Belo Horizonte: EPAMIG** Belo Horizonte (MG) EPAMIG, , 2008.
- VILLA, F. Origem e expansão da oliveira na América Latina. **OLIVEIRA, AF de. et al. Oliveira no Brasil: tecnologias de produção. Belo Horizonte: Epamig**, [S. l.], 2012.
- WHIPPS, J. M.; HAND, P.; PINK, D.; BENDING, G. D. **Phyllosphere microbiology with special reference to diversity and plant genotype** **Journal of Applied Microbiology**, 2008. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2008.03906.x.
- WHITE, T. J.; BRUNS, T.; LEE, S.; TAYLOR, J. AMPLIFICATION AND DIRECT SEQUENCING OF FUNGAL RIBOSOMAL RNA GENES FOR PHYLOGENETICS. In: **PCR Protocols**. [s.l.] : Elsevier, 1990. v. 2p. 315–322. DOI: 10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>.
- WILSON, D. Endophyte - the evolution of a term, and clarification of its use and definition. *Oikos*, v. 73, n. 2, p. 274–276, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3545919>
- WILSON, D.; CARROLL, G. C. Infection studies of *Discula quercina*, an endophyte of *Quercus garryana*. *Mycologia*, v. 86, n. 5, p. 635–647, 1994.
- WILSON, D.; FAETH, S. H. Do fungal endophytes result in selection for leafminer ovipositional preference? *Ecology*, v. 82, n. 4, p. 1097–1111, 2001.
- WREGE, MARCOS SILVEIRA; COUTINHO, ENILTON FICK; PANTANO, ANGÉLICA PRELA; JORGE, ROGÉRIO OLIVEIRA. DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE OLIVEIRAS NO BRASIL E NO MUNDO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 37, n. 3, p. 656–666, 2015. DOI: 10.1590/0100-2945-174/14. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452015000300656&lng=pt&tlng=pt.
- YILMAZ, P.; PARFREY, L.W.; YARZA, P.; GERKEN, J.; PRUESSE, E.; QUAST, C.; SCHWEER,

T.; PEPLIES, J.; LUDWIG, W.; GLÖCKNER, F.O. The SILVA and “All-species Living Tree Project (LTP)” taxonomic frameworks. *Nucleic Acids Res.* **2014**, 42, D643–D648.

ZANETTI, Ronald; ZANUNCIO, José; SANTOS, Juliana; DA SILVA, Willian; RIBEIRO, Genésio; LEMES, Pedro. An Overview of Integrated Management of Leaf-Cutting Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian Forest Plantations. *Forests*, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 439–454, 2014. DOI: 10.3390/f5030439. Disponível em: <http://www.mdpi.com/1999-4907/5/3/439>.