

LUCAS ANTONIO BENSO

DOENÇAS DO MOGNO AFRICANO:

ETIOLOGIA, EPIDEMIOLOGIA E ASSOCIAÇÃO COM COLEOBROCAS

Botucatu

2019

LUCAS ANTONIO BENSO

**DOENÇAS DO MOGNO AFRICANO:
ETIOLOGIA, EPIDEMIOLOGIA E ASSOCIAÇÃO COM COLEOBROCAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Furtado

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann

Botucatu

2019

B474d

Benso, Lucas Antonio

Doenças do mogno africano : Etiologia, epidemiologia e associação com coleobrocas / Lucas Antonio Benso. — Botucatu, 2019

103 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Edson Luiz Furtado

Coorientador: Carlos Alberto Hector Flechtmann

1. broqueadores de madeira. 2. epidemiologia. 3. patógenos fúngicos. 4. Khaya. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: DOENÇAS DO MOGNO: ETIOLOGIA, EPIDEMIOLOGIA E ASSOCIAÇÕES COM COLEOBROCAS.

AUTOR: LUCAS ANTONIO BENSO

ORIENTADOR: EDSON LUIZ FURTADO

COORIENTADOR: CARLOS ALBERTO HECTOR FLECHTMANN

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. EDSON LUIZ FURTADO
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP


Pesquisador Dr. LEO ZIMBACK
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Prof. Dr. WALDIR CINTRA DE JESUS JÚNIOR
Centro de Ciências Naturais / Universidade Federal de São Carlos

Botucatu, 28 de junho de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu/SP, pelo suporte na realização das etapas de ensino e pesquisa.

Aos professores e funcionários do programa de Pós-graduação em Agronomia (Proteção de Plantas) e o Departamento de Proteção Vegetal, em especial, ao professor Edson Luiz Furtado. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Carlos Alberto Hector Flechtman (UNESP – Campus de Ilha Solteira) e a todos os membros do seu laboratório, pela orientação durante esse projeto e pelos ensinamentos que vou carregar para sempre.

Aos alunos da turma XXV do curso de Engenharia Florestal da UNESP de Botucatu-SP, que me acompanharam durante toda a graduação.

Um agradecimento especial aos moradores e agregados da República Nós Travamos, em especial Batata, Max, Polly, Desoba, Hantaro, Busca Pé, Cabeça, Vitor, Splinter, Magayver, Jader, Goiaba, Belezoca, Xuliana, Zé Butina e Buri, por ajudarem a forma quem eu sou hoje.

Aos companheiros do Laboratório de Patologia Florestal do Departamento de Proteção Vegetal; Lisandro, Anny, Cris, David, Jéssica, Daniella, Sarah, Bruno, Carol e Mirian, pelo auxílio durante o projeto e pelo companheirismo ao longo do tempo.

Ao pessoal de Garça-SP, por me receberam tão bem durante minhas idas e vindas, em especial ao Flavinho, Jonathan, Michael, Gustavo, Vanessa, Júlio, Douglas, Uidson, Leonardo e Ricardo.

As empresas Tropical Flora e Futuro Florestal, por colaborarem imensamente nesse projeto. A Valeria e Eduardo, pois sem eles esse trabalho não seria possível. A Marcia, Neide, Rosicleia, Sr. Antonio, Seu Antonio, Daniel, Paulo, Leandro, Josi, Lu, Pamela, Hulk e Seu Omelino, pelo auxílio e as risadas durante as minhas visitas as empresas.

Aos meus pais pelo apoio durante toda essa jornada.

À minha parceira Thays por todo seu amor e compreensão.

E a todos que não foram citados, mas que ajudaram direta e indiretamente nesse trabalho.

Gratidão!

Preocupado com uma única folha, você não verá a árvore. Preocupado com uma única árvore você não perceberá toda a floresta. Não se preocupe com um único ponto. Veja tudo em sua plenitude sem se esforçar.

Takuan Sōhō (Vagabond)

RESUMO

A recente introdução de diversas espécies florestais exóticas no Brasil, na forma plantios comerciais, é responsável pela redução do dano ocasionado pela exploração desenfreada em áreas naturais. As espécies de mogno africano (*Khaya* spp.) estão entre aquelas introduzidas há pouco tempo, visando principalmente suprir a demanda de mercado pelo mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*). A falta de estudos sobre essas árvores exóticas é um dos fatores que dificultam o seu manejo, principalmente do ponto de vista fitossanitário. Esse trabalho teve como objetivo o estudo de pragas e doenças em duas espécies de mogno africano, *Khaya senegalensis* e *Khaya grandifoliola*. No primeiro capítulo, foi realizado o estudo da dispersão espacial da murcha de *Ceratocystis* em *K. senegalensis*. Para isso, três parcelas foram montadas em um talhão puro dessa espécie florestal. Foram feitas avaliações anuais ao longo de três anos, com a contagem do número de plantas doentes e a elaboração de mapas com sua distribuição. Esses mapas serviram de base para a aplicação da Análise da Dinâmica e Estrutura de Focos (ADEF) e do Índice de Dispersão (ID). Para o primeiro, a murcha apresentou padrão tipo “agregado” em todas as parcelas e em todos os anos avaliados, sem preferência entre linha ou coluna para o crescimento dos focos. Já para o ID, a dispersão variou entre “agregado” e “ao acaso”, podendo se notar que quanto maiores eram os quadrats usados, mais predominantes eram os resultados com distribuição “agregado”, enquanto que com a redução dos mesmos, predominaram os “ao acaso”. No segundo capítulo foi feito o levantamento de doenças e a identificação dos seus agentes causais em um viveiro de mudas de *K. senegalensis* e *K. grandifoliola*. No total, três novas doenças foram encontradas, todas associadas a manchas foliares. Em *K. grandifoliola*, duas doenças tiveram seus agentes causais isolados, uma mais severa causada por *Boeremia exigua*, e outra com incidência principalmente em locais sombreados, causada por *Epicoccum sorghinum*. Em *K. senegalensis*, o fungo *B. exigua* foi o único associado com manchas foliares. A inoculação desses patógenos em folíolos destacados das duas espécies de *Khaya* demonstrou a possibilidade de transmissão de *E. sorghinum* para *K. senegalensis*. Já no terceiro capítulo, o objetivo foi realizar o levantamento de coleobrocas em talhões de diferentes idades de *K. senegalensis* e relacionar as espécies encontradas com altura de ataque, idade das árvores, sanidade do tecido

atacado e capacidade da planta de se defender. Para isso foram feitas coletas bimestrais durante um ano, sendo possível notar certas variações nas ocorrências de determinadas espécies de coleobrocas de acordo com as características do hospedeiro levantadas. Dentre as espécies encontradas, *Megaplatypus dentatus* foi coletada apenas do interior de tecidos saudios, enquanto *Euplatypus parallelus* e *Theoborus villosulus* foram retirados principalmente de tecidos saudios e estressados. As demais espécies coletadas foram encontradas em tecidos mortos e/ou estressados em sua maior parte, devido a doenças associadas ao sistema radicular.

Palavras-chave: broqueadores de madeira; epidemiologia; patógenos fúngicos

ABSTRACT

The recent introduction of several exotic forest species in Brazil, in the form of commercial plantations, is responsible for reducing the damage caused by uncontrolled exploitation in natural areas. The species of African mahogany (*Khaya* spp.) are among those recently introduced mainly to supply the market demand for Brazilian mahogany (*Swietenia macrophylla*). The lack of studies on these exotic trees is one of the factors that make their management difficult, especially from a phytosanitary point of view. This work had as objective the study of pests and diseases in two species of African mahogany, *Khaya senegalensis* and *Khaya grandifoliola*. In the first chapter, the study of the spatial dispersion of *Ceratocystis* wilt in *K. senegalensis* was carried out. For this, three parcels were mounted on a pure plot of this species. Annual evaluations were carried out over three years, counting the number of diseased plants and drawing maps with their distribution. These maps served as a basis for the application of the Dynamics and Structure Analysis of Foci technique (DSAF) and Dispersion Index (DI). For the first technique, the wilt showed an "aggregate" pattern in all plots and in all evaluated years, with no preference between row or column for growth of foci. For DI, the dispersion ranged from "aggregate" to "random" and it may be noted that the larger the quadrats used, the more "aggregate" results were predominant, while with the reduction the "random" pattern predominated. In the second chapter was made a disease surveyed and the identification of its causal agents in a seedling nursery of *K. senegalensis* and *K. grandifoliola*. In total, three new diseases were found, all associated with leaf spots. In *K. grandifoliola*, two diseases had their causal agents isolated, one more severe caused by *Boeremia exigua*, and another occurring mainly in shaded places, caused by *Epicoccum sorghinum*. In *K. senegalensis*, *B. exigua* fungus was the only one associated with leaf spot. The inoculation of these pathogens on detached leaves of the two species of *Khaya* demonstrated the possibility of transmission of *E. sorghinum* to *K. senegalensis*. In the third chapter the objective was to carry out a survey of coleobrocans in different ages of *K. senegalensis*, and to relate the species found with attack height, age of the trees, tissue sanity and plant capacity to defend themselves. For this, bimonthly collections were made during one year, and it is possible to observe certain variations in the occurrences of certain coleobroca species according to the

characteristics of the host raised. Among the species found, *Megaplatypus dentatus* was collected only from the interior of healthy tissues, while *Euplatypus parallelus* and *Theoborus villosulus* were collected mainly from healthy and stressed tissues. The other species collected were found in dead and/or stressed tissues, mostly due to diseases associated with the root system.

Keywords: wood borers; epidemiology; fungal pathogens

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - EPIDEMIOLOGIA DA MURCHA DE *Ceratocystis* EM *Khaya senegalensis*

Tabela 1. Incidência e número de indivíduos doentes de *Khaya senegalensis* devido a murcha de *Ceratocystis* nas três parcelas estudadas em um plantio comercial em Garça/SP, do ano de 2016 até 201834

Tabela 2. Resultados da ADEF da murcha de *Ceratocystis* nas três parcelas de *Khaya senegalensis* avaliadas em um plantio comercial em Garça/SP, do ano de 2016 até 2018, com número de plantas doentes (NPD), número total de focos (NF), número de focos unitários (NFU), número médio de plantas em cada foco (NMPF), índice médio de formação de focos (IFF) e do índice médio de compactação de focos (ICF).....36

Tabela 3. Resultado do Índice de Dispersão (ID) da murcha de *Ceratocystis* nas três parcelas de *Khaya senegalensis* avaliadas em um plantio comercial em Garça/SP, do ano de 2016 até 2018.....42

CAPÍTULO 2 - ESTUDO DE DOENÇAS FÚNGICAS EM VIVEIRO DE *Khaya senegalensis* E *Khaya grandifoliola*

Tabela 1. Diâmetro médio das lesões das folhas destacadas inoculadas de *Khaya grandifoliola* e *Khaya senegalensis* com os fungos *Boeremia exigua* e *Epicoccum sorguinum*, isolados dessas espécies vegetais.....64

CAPÍTULO 3 - COLEOBROCAS ASSOCIADAS À *Khaya senegalensis*

Tabela 1. Características dos talhões estudados contendo indivíduos de *Khaya senegalensis* em um plantio localizado na Fazenda Enseada no município de Garça/SP.....69

Tabela 2. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 1. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....86

Tabela 3. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 2. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....89

Tabela 4. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 3. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....90

Tabela 5. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 4. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....91

Tabela 6. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 5. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....92

Tabela 7. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie e besouros e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 6. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....93

Tabela 8. Insetos coletados dos tecidos mortos durante o período estudado, com identificação das espécies, quantidade coletada, porcentagem do total coletado nos tecidos mortos, local e terço da planta onde foi feita a coleta, porcentagem dos insetos presos à goma, quantidade de árvores atacadas pela espécie do besouros e porcentagem do número de árvores atacadas em relação ao total de árvores com tecidos mortos atacados por brocas. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....94

Tabela 9. insetos coletados dos tecidos estressados durante o período estudado, com identificação das espécies, quantidade coletada, porcentagem do total coletado nos tecidos estressados, local e terço da planta onde foi feita a coleta, porcentagem dos insetos presos à goma, quantidade de árvores atacadas pela espécie do besouros e porcentagem do número de árvores atacadas em relação ao total de árvores com tecidos estressados atacados por brocas. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....96

Tabela 10. Insetos coletados dos tecidos sadios durante o período estudado, com identificação das espécies, quantidade coletada, porcentagem do total coletado nos tecidos sadios, local e terço da planta onde foi feita a coleta, porcentagem dos insetos presos à goma, quantidade de árvores atacadas pela espécie do besouros e porcentagem do número de árvores atacadas em relação ao total de árvores com tecidos sadios atacados por brocas. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.....98

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
CAPÍTULO 1 - EPIDEMIOLOGIA DA MURCHA DE <i>Ceratocystis</i> EM <i>Khaya senegalensis</i>	
Resumo.....	25
Abstract.....	26
1.1 Introdução	27
1.2 Material e métodos.....	29
1.2.1 Descrição do local de estudo.....	29
1.2.2 Metodologia de coleta e análise de dados.....	29
1.2.3 Análise de dinâmica e estrutura de focos.....	30
1.2.4 Índice de dispersão.....	31
1.3 Resultados e discussões.....	33
1.3.1 Mapas de distribuição de plantas doentes.....	33
1.3.2 Análise de dinâmica e estrutura de focos.....	34
1.3.3 Índice de dispersão.....	37
1.4 Referências.....	39
CAPÍTULO 2 - ESTUDO DE DOENÇAS FÚNGICAS EM VIVEIRO DE <i>Khaya senegalensis</i> E <i>Khaya grandifoliola</i>.	
Resumo.....	45
Abstract.....	46

2.1	Introdução.....	47
2.2	Material e métodos.....	48
2.2.1	Descrição do viveiro.....	48
2.2.2	Metodologia de coleta e processamento de amostras.....	49
2.2.3	Comprovação da patogenicidade.....	49
2.2.4	Identificação dos fungos patogênicos.....	50
2.3	Resultados e discussões.....	51
2.3.1	Levantamento de doenças, identificação e comprovação da patogenicidade.....	51
2.3.2	Inoculações entre as espécies de <i>Khaya</i>	57
2.4	Referências.....	58

CAPÍTULO 3 - COLEOBROCAS ASSOCIADAS À *Khaya senegalensis*

	Resumo.....	65
	Abstract.....	66
3.1	Introdução.....	67
3.2	Material e métodos.....	68
3.3	Resultados e discussões.....	71
3.3.1	Espécies coletadas.....	72
3.3.2	Análise de acordo com os talhões.....	73
3.3.3	Coletas de acordo com o nível de estresse dos tecidos.....	76
3.4	Referências.....	82

	CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
	REFERÊNCIAS	100

INTRODUÇÃO GERAL

O alto valor de mercado da madeira do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) é um dos fatores que resultaram em sua quase extinção de áreas naturais (GROGAN et al., 2002). O déficit de mercado, originado dessa exploração desordenada, teve como consequência a procura por espécies alternativas que apresentassem características estéticas e mecânicas semelhantes ao mogno brasileiro. Como uma possibilidade, iniciou-se o plantio de membros do gênero *Khaya*, também conhecidos como mogno africano (MELO et al., 1989). A escolha desse gênero foi motivada pela resistência por não preferência apresentada por indivíduos desse gênero à broca das meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller), tida como uma praga limitante ao cultivo de *S. macrophylla* (PINHEIRO et al., 2011). Contudo, alguns autores já relatam a quebra dessa resistência por essa praga em *Khaya grandifoliola* C.DC. (ZANETTI et al., 2017).

As espécies de *Khaya* possuem em geral elevado porte e folhas paripenadas, com folíolos inteiros. As flores são monóicas e apresentam pouca diferença externa entre os sexos (KUBITZKI, 2011; PINHEIRO et al., 2011). Quatro espécies desse gênero são tidas como importantes produtoras de madeira no continente africano, sendo elas *Khaya ivorensis* A. Chev, *Khaya grandifoliola*, *Khaya anthotheca* (Welw.) C. DC. e *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss (PINHEIRO et al., 2011).

No Brasil, *K. grandifoliola* e *K. senegalensis* são as espécies mais plantadas. A primeira é encontrada principalmente nos estados do Pará, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Bahia, Goiás e Amazonas, na forma de plantios puros ou em consórcio com outras espécies, atingindo ótimo níveis de crescimento quando estabelecido em plantios organizados (FALESI; BITTENCOURT, 2011). Já *K. senegalensis* tem suas maiores áreas plantadas no Brasil localizados nos estados de São Paulo e Minas Gerais, também sendo cultivada no Mato Grosso do Sul e Goiás (V. CIRIELLO, COMUNICAÇÃO PESSOAL, 2019).

Khaya grandifoliola ocorre naturalmente na Uganda e na faixa territorial que vai do oeste da Guiné até o Sudão. Essa espécie é uma típica habitante das florestas semi decíduas, principalmente aquelas com baixa precipitação, ocorrendo também ao longo de cursos de água nas savanas. Em áreas naturais, essa árvore pode atingir mais de 40 metros de altura, sem ramificações até 23 metros de tronco, e DAP de até 200 cm (OPUNI-FRIMPONG, 2008).

Em plantios comerciais *K. grandifoliola* apresenta ótimo crescimento quando bem manejada. Muitos produtores realizam o consórcio dessa espécie junto a outras de ciclo mais curto, como café e pupunha, que, muitas vezes, se beneficiam da sombra leve fornecida pelas árvores ainda jovens. Essa prática permite ao produtor obter renda da floresta até que a mesma atinja a idade de corte, que pode levar mais de 20 anos (V. CIRIELLO, COMUNICAÇÃO PESSOAL, 2016).

A madeira oriunda desta espécie apresenta coloração característica dos mognos, que pode variar do rosa claro ao marrom no alburno até o marrom escuro no cerne. Dentro do seu gênero, essa árvore tem madeira considerada média-pesada, possuindo densidade que varia de 0,62 até 0,73 g/cm³ (NORMAND; SALLENAVE, 1958). Entre seus usos, podemos citar a fabricação de móveis, instrumentos musicais, utensílios, brinquedos, laminados e na produção de batentes de janelas, portas e escadas. A mesma também é usada na construção de estruturas leves, botes e canoas (OPUNI-FRIMPONG, 2008).

Mesmo sendo uma espécie de introdução recente no Brasil, já existem relatos de problemas associados à sanidade de *K. grandifoliola*. Dentre as principais doenças podemos citar o cancro do córtex, causado aparentemente pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl (MULLER et al., 2002). Essa doença tem sido relatada somente em plantas no campo com idade acima de dois anos, e causa a formação de lesões salientes na casca. Ainda no campo, relatos são dados também do fungo *Rigidoporus microporus* (Sw.) Overeem (sin. *Rigidoporus lignosus*) causando podridão radicular branca (FALESI; BAENA, 1999), e do fungo *Erythricium salmonicolor* (Berk. & Broome) Burds (sin. *Phanerochaete salmonicolor*) sendo associado a sintomas de rubelose em ramos (POLTRONIERI et al., 2002). As manchas foliares são encontradas tanto em viveiro quanto no campo, estando as relatadas nessa árvore associadas aos fungos *Corynespora cassicola* Ellis M. B. (VERZIGNASSI et al., 2009), *Cylindrocladium parasiticum* Crous, Wing & Alfenas (POLTRONIERI et al., 2000) e *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (FALESI; BAENA, 1999). Dentre as pragas, as de maior importância são as mariposas do gênero *Hypsipyla*, responsáveis por danos à casca e morte de ramos e ponteiros. Dentro desse gênero, duas espécies podem ser citadas como causadores de problemas nessa árvore, *Hypsipyla robusta* (Moore) e *H. grandella* (PINHEIRO et al., 2011; ZANETTI et al., 2017).

A espécie *Khaya senegalensis*, por ter origem em regiões do Mali, Senegal, Norte de Camarões, Uganda e Sudão, locais de clima árido e quente, apresenta boa resistência à seca, podendo ser cultivada em regiões com considerável déficit hídrico. Sua ocorrência, tanto de forma natural quanto plantada, pode ser observado em regiões com variação média de temperatura de 24,5 °C a 31,5°C, com precipitação pluvial anual que vai de 400 mm a 1750 mm (ORWA et al., 2009) ou 700 mm a 1300 mm (FAO, 1986). Sua madeira é tida como umas das mais duras entre as espécies de *Khaya*, com densidade que varia de 0,6 a 0,85 g/cm³ e resistência moderada a fungos e insetos (ORWA et al., 2009). A sua coloração varia de um tom vermelho para o vermelho escuro, característica das árvores chamadas de mogno, sendo muito apreciada pelo mercado (PINHEIRO et al., 2011). Sua madeira é utilizada na marcenaria, construção de navios e casas e produção de laminados, dormentes e polpa de fibras (ORWA et al., 2009; PINHEIRO et al., 2011).

Assim como outros membros do gênero, na casca de *K. senegalensis* podem ser encontradas substâncias bioativas como taninos, alcalóides, flavonóides e saponinas (TAKIN et al., 2013; AGUORU et al., 2017). Graças a esses componentes, o seu extrato é usado no tingimento de tecidos e no tratamento de doenças como malária, dermatoses, alergias e sífilis, possuindo também propriedades analgésicas, vermífugas e antimicrobianas (ORWA et al., 2009).

Solos neutros, profundos, férteis, franco-arenosos e com boa drenagem são tidos como preferidos por essa espécie, apresentando ótimo crescimento nessas condições. Contudo, seu cultivo pode ser feito em uma ampla gama de solos, que pode variar do neutro para o ácido e do muito para o pouco drenado (ORWA et al., 2009).

Poucos são os relatos de problemas fitossanitários em *K. senegalensis*. A *Hypsipyla robusta* (ORWA et al., 2009) é tida como uma das principais pragas, causando a morte de ramos e danos a casca. Besouros broqueadores pertencentes as famílias Cerambycidae e Bostrichidae são relatados causando danos ao alburno (FAO, 1986). A murcha causada pelo fungo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halsted (FIRMINO et al., 2017) e a mancha foliar bacteriana causada por *Xantomonas axonopodis* pv. *khayae* (SABET, 1959) são doenças que podem ser encontradas nessa árvore e que já foram relatadas na literatura. Por ser uma espécie de introdução relativamente recente em diversas partes do mundo, ainda são poucos os estudos

associados à fitossanidade em *K. senegalensis*, dificultando assim o manejo em áreas plantadas e na fase de viveiro.

Coleobrocas são tidas como uma das principais pragas de espécies florestais, atacando árvores sadias, estressadas e madeira já serrada. As mesmas abrem galerias no interior da planta, comprometendo a sua qualidade e integridade em altos níveis de ataque (CIESLA, 2011). Os causadores desses danos pertencem à ordem Coleoptera, que abrange mais de 360 mil espécies de besouros (BOUCHARD et al., 2009). Dentre seus membros, coleobrocas recebem destaque devido à sua diversidade e pela capacidade de causar danos em florestas. Em espécies arbóreas, os maiores danos são causados pelos membros das famílias Bostrichidae e Curculionidae. Dentro da última citada, as sub-famílias Scolytinae e Platypodinae abrangem as principais brocas de madeira. Em áreas naturais, esses insetos exercem o importante papel de decompositores e atuam no processo de sucessão ecológica (CIESLA, 2011; SARIKAYA, 2013; FRAVER et al., 2018).



Figura 1. Lenho de *Khaya senegalensis* apresentando escurecimento nos tecidos adjacente à galeria escavada por brocas.

No interior das galerias escavadas por membros das sub-famílias Scolytinae e Platypodinae podem ser encontrados fungos inoculados por esses besouros, que colonizam o tecido adjacentes as galerias (**Figura 1**). Esses microrganismos têm seus propágulos reprodutivos normalmente transportados dentro de estruturas especializadas chamadas de micângias, nesse caso agindo como simbiontes; ou aderidos externamente no exoesqueleto do inseto (BATRA, 1963; CASSIER et al., 1996; HULCR; STELINSKI, 2016). Esses fungos, uma vez inoculados no interior da planta, formam frutificações nas paredes das galerias, que servem como fonte de aminoácidos, sais e vitaminas para as brocas (BAKER; NORRIS, 1968).

Os besouros normalmente associados a esses microrganismos e que tem os mesmos como única fonte de alimento recebem o nome de besouros de ambrosia. Em florestas plantadas, os fungos de ambrosia mais comuns pertencem à ordem Ophiostomatales, como os gêneros *Rafaellea* e *Ambrosiella*; e da ordem Microascales, como os do gênero *Ceratocystiopsis* e *Ceratocystis* (BATRA, 1963; CASSIER et al., 1996; INÁCIO et al., 2012; HULCR; STELINSKI, 2016). Em sua maioria, esses patógenos são reconhecidamente causadores de murchas vasculares e manchadores de madeira.

Em espécies arbóreas lenhosas, os patógenos do gênero *Ceratocystis* apresentam como sintoma visual mais característico a descoloração das seções transversais do lenho em formato de cunha, com aparência de estrias escurecidas que se dirigem da medula em direção à casca (**Figura 2**) (FERREIRA et al., 2006, PARK; JUZWIK, 2014). O escurecimento desses tecidos se deve às alterações físico-químicas geradas nas células e nos tecidos colonizados. Em eucalipto esse sintoma se deve principalmente à presença do fungo nos raios e ao acúmulo de substâncias resultantes da polimerização e oxidação dos compostos fenólicos da planta (PARK; JUZWIK, 2014; BETANCOURTH, 2016).



Figura 2. Lenho de *Khaya senegalensis* apresentando estrias características da murcha de *Ceratocystis*.

A murcha apresentada por árvores em estágio avançado de colonização, é resultado do corte do fluxo de solutos através do xilema das plantas, impedindo assim que a seiva bruta atinja a parte superior ao local afetado. Esse processo é resultado do crescimento de hifas e da produção de esporos e estruturas de resistência no interior dos vasos de condução de solutos, resultando assim na murcha, seca e posterior morte da planta. A formação de brotações adventícias (**Figura 3**) abaixo do local afetado é outro sintoma característico. Esse processo é decorrente da seca e morte de porções terminal da planta quando a colonização dos tecidos por esse fungo ocorre no terço médio ou inferior da parte aérea, gerando assim um desbalanço hormonal associado à formação de brotos laterais (FERREIRA et al., 2005; ARAUJO, et al., 2014; BETANCOURTH, 2016).

O processo infeccioso da murcha de *Ceratocystis* pode ter início através do sistema radicular (ACCORDI, 1986; GALLI et al., 2011) ou do caule, necessitando nesse último caso de ferimentos para ocorrer penetração (WINGFIELD et al., 1993; SANTOS; FERREIRA, 2003; PIVETA et al., 2013). Isso se deve à incapacidade desse fungo em atravessar as barreiras externas naturais da planta, servindo esses locais de portas de entrada para esses patógenos. Em plantios de espécies arbóreas, a ocorrência de ferimentos se deve principalmente a fatores abióticos, como o vento, e

por equipamentos utilizados na poda e manejo das plantas (SANTOS; FERREIRA, 2003).



Figura 3. Brotações adventícias em indivíduo de *Khaya senegalensis* com morte do ponteiro.

Como forma de defesa contra o desenvolvimento do patógeno ao longo do xilema, a planta inicia a formação de estruturas visando à obstrução do crescimento do fungo. As tiloses e gomas são encontradas em análises histológicas, principalmente em plantas resistentes, sendo a primeira resultante da sucção do protoplasma de células adjacentes aos elementos de vaso para o interior do mesmo, causando o bloqueio das suas perfurações e evitando a expansão da área doente (ARAUJO et al., 2014; PARK; JUZWIK, 2014; BETANCOURTH, 2016).

O estudo dos mecanismos de dispersão espacial de um patógeno é de extrema importância para o entendimento e controle de epidemias de uma doença. Os mesmos evoluíram juntamente aos microrganismos, permitindo a sua adaptação no ambiente

e hospedeiro em que se desenvolve. Dois tipos de dispersão podem ser notados, um rápido e a longa distância, dependente principalmente do vento e favorecendo a sua dispersão para áreas ainda sem a doença, e o outro lento e a curta distância, utilizando-se principalmente de respingos de água para dispersão em plantas próximas, ocorrendo quando o processo epidêmico já teve início. Os patógenos normalmente possuem ambos os tipos de dispersão e o seu padrão de distribuição está normalmente associado às características individuais de cada microrganismo (VAN DER PLANK, 1963; ZADOKS; SCHEIN, 1979).

O presente trabalho teve como objetivos específicos:

1 - Estudar a dispersão espacial da murcha de *Ceratocystis* ao longo de três anos em um talhão de *Khaya senegalensis* contendo indivíduos de três diferentes procedências.

2 - Realizar a identificação e a caracterização de microrganismos causadores de doenças em viveiro de mudas de *Khaya grandifoliola* e *Khaya senegalensis*.

3 - Verificar a variabilidade de besouros de ambrosia em talhões de diversas idades de *Khaya senegalensis* e sua associação com plantas em diferentes níveis de estresse e alturas de ataque.

CAPÍTULO 1

EPIDEMIOLOGIA DA MURCHA DE *Ceratocystis* EM *Khaya senegalensis*

RESUMO

O estudo epidemiológico de uma doença possibilita uma melhor compreensão dos mecanismos biológicos de dispersão do patógeno, servindo para o desenvolvimento de metodologias de amostragem e na tomada de decisões para o manejo. Tendo em vista a sua importância, esse trabalho teve como objetivo estudar o padrão de dispersão espacial da murcha de *Ceratocystis* em *Khaya senegalensis*. Para isso, três diferentes parcelas foram montadas em um talhão puro dessa espécie, sendo cada uma composta por plantas oriundas de progênies diferentes. Foram feitas avaliações anuais ao longo de três anos, com a contagem do número de plantas doentes e a elaboração de mapas com sua distribuição. Estes serviram de base para a aplicação da Análise de Dinâmica e Estrutura de Focos (ADEF) e o Índice de Dispersão (ID). O ADEF usa como base a formação e distribuição de focos ao longo da área amostral. Para a murcha de *Ceratocystis* em *K. senegalensis*, o padrão de ADEF encontrado foi o “agregado” em todas as parcelas e em todos os anos avaliados, sem preferência entre linha ou coluna para o crescimento dos focos. Já o ID usa diferentes tamanhos de quadrats para analisar a distribuição de plantas doentes. Neste índice, a dispersão variou entre “agregada” e “ao acaso” e pôde-se notar que quanto maiores eram os quadrats usados, mais comuns eram os resultados “agregados”, enquanto que com a redução dos mesmos, predominaram os “ao acaso”. O ADEF se mostrou adequado ao estudo, indicando uma doença de lento desenvolvimento e formação de focos agregados. Para o ID, devido a baixa incidência da murcha de *Ceratocystis* na área estudada, não foi possível definir um tamanho ideal de quadrat para esse patossistema.

Palavras chave: disseminação; padrão espacial; doença fúngica

ABSTRACT

The epidemiological study of a disease allows for a better understanding of the biological mechanisms of pathogen dispersion, serving as a basis for the development of sampling methodologies and management decision making. Considering its importance, this work had as objective the study of the spatial dispersion pattern of *Ceratocystis* wilt in *Khaya senegalensis*. Three different plots were assembled in a pure plot of this species, each one being composed of plants from a different progeny. Annual evaluations were carried out for three years, when number of diseased plants were counted and distribution maps were made. These were the basis for the application of DSAF (Dynamics and Structure Analysis of Foci technique) and DI (Dispersion Index). DSAF is based on the formation and distribution of foci along the sampling area. For the *Ceratocystis* wilt in *K. senegalensis* an aggregated pattern was found in all plots and in all evaluated years, with no preference among row or column for foci growth. The DI uses different quadrats to analyze the distribution of diseased plants. In this index, the dispersion varied between “aggregated” and “random”, and it could be observed that the larger the quadrats used, the more predominant were the “aggregated” results, whereas with quadrat reduction a “random” pattern predominated. The DSAF was adequate to the study, indicating a disease of slow development and formation of aggregate foci. For DI, due to the low incidence of *Ceratocystis* wilt in the studied area, it was not possible to define an ideal quadrat size for this pathosystem.

Keywords: dissemination; spatial pattern; fungal disease

1.1 INTRODUÇÃO

O estudo da dispersão espacial de uma doença permite entender como ocorre o seu desenvolvimento no campo, possibilitando uma visão mais detalhada da estrutura e comportamento do patossistema, além de aspectos ecológicos fundamentais, como reprodução, competição e sobrevivência do inóculo (GOTTWALD et al., 1996; LARANJEIRA et al., 1998; JESUS JUNIOR; BASSANEZI, 2004). Sua análise auxilia também na avaliação da eficiência de técnicas de manejo, na elaboração de planos de amostragem e possibilita a quantificação de perdas ocasionadas pela doença.

O padrão espacial de dispersão de uma determinada doença corresponde basicamente ao arranjo que as plantas doentes formam em relação às sadias dentro do patossistema. Essa distribuição é fortemente relacionada aos mecanismos de dispersão e infecção característicos de cada patógeno, os quais são formados através do processo de evolução daquele organismo dentro do seu meio. Ocorre também a influência de fatores ambientais, como temperatura e umidade, e biológicos, como resistência do hospedeiro e presença de vetores. Dessa forma, padrões de dispersão ao acaso normalmente estão ligados a patógenos veiculados pelo vento. Estes têm seus propágulos dispersos para longe da fonte de inóculo primário, permitindo assim o seu transporte para áreas ou hospedeiros ainda sem a presença do patógeno. Já padrões agregados estão associados principalmente ao transporte a curta distância, causado por respingos de água. Essa forma de dispersão ocorre quando o patógeno já conseguiu se estabelecer na área e vencer as barreiras de defesa dos hospedeiros ali presentes. Na disseminação pelo ar, os hospedeiros possuem chances iguais das estruturas do patógeno serem depositadas sobre estes, enquanto que na agregada, existe uma chance maior para as plantas que se encontram próximas a plantas doentes. Normalmente, um determinado patógeno apresenta mais de um meio de dispersão, possibilitando assim sua sobrevivência em diferentes momentos do processo epidêmico (VAN DER PLANK, 1963; AMORIM et al., 2011).

As doenças vegetais podem também ser classificadas de acordo com aspectos epidemiológicos, em doenças de juro simples ou compostos (VAN DER PLANK, 1963; ZADOCKS; SCHEIN, 1979). Ocorrendo principalmente em locais de clima temperado, onde os patógenos devem formar estruturas de resistência visando

sobreviver a períodos de baixa temperatura e ausência de hospedeiros, as plantas contaminadas com patologias de juro simples não rendem novas plantas doentes dentro do mesmo ciclo da cultura. Já nas doenças de juro compostos, novas plantas doentes servem como fonte de inóculo e geram novas infecções dentro do mesmo ciclo.

Visando o estudo da distribuição de plantas doentes em parcelas instaladas em plantios comerciais ou campos experimentais, dados de incidência e distribuição de plantas doentes são normalmente coletados. Esses dados servem de base para a elaboração de mapas de dispersão compostos por danos binários, de ocorrência ou não ocorrência da doença, e no cálculo de fórmulas que servem de modelo para determinar o tipo de dispersão espacial do patógeno. Entre os modelos, a Análise de Dinâmica e Estrutura de Focos (ADEF) usa como base a formação de focos ao longo da área em estudo. Esses focos podem ser unitários, formados por somente uma planta, ou compostos por um número superior, estando uma planta doente localizada imediatamente ao lado de outras na direção vertical, horizontal ou na diagonal. A partir desses dados, com o ADEF é possível calcular a incidência, número de focos (NF), direção do crescimento dos focos (IFF) e tipo de dispersão, “agregado” ou “ao acaso” (HUGHES; MADDEN, 1992; NELSON, 1996; LARANJEIRA et al., 1998; JUNIOR; BASSANEZI, 2004).

O Índice de Dispersão (ID) é outra ferramenta para o estudo do padrão espacial de uma doença. Esse modelo se utiliza da divisão da área experimental em quadrats de diferentes tamanhos e do levantamento do número de plantas doentes dentro de cada um. Esses valores permitem determinar o tipo de dispersão da doença dentro da parcela. Caso o valor de ID seja inferior a 1, a distribuição é “ao acaso”. Se for superior a 1, indica uma doença agregada (MADDEN; HUGHES, 1995; GOTTWALD et al., 1996; LARANJEIRA et al., 2004)

A aplicação de diferentes índices no estudo da dispersão espacial de uma determinada doença em uma área permite a obtenção de diferentes resultados, que podem agir como complementares nessa análise.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

A área destinada a esse estudo corresponde a um talhão comercial puro, com aproximadamente 2.000 indivíduos de *Khaya senegalensis*, localizado no município de Garça/SP, nas coordenadas: latitude 22°15.880´S e longitude 49°40.520´W. Esse plantio foi feito em março de 2013, em espaçamento 2,5 x 2,5 metros; gerando assim um padrão homogêneo de distribuição das plantas, e sofreu uma poda dos ramos inferiores no ano de 2015. Em torno do mesmo, foram plantadas linhas de *Corymbia citriodora* e de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), atuando ambas as espécies como quebra vento.

1.2.2 METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para coleta de dados foi utilizado o método de caminhamento dentro do talhão. As parcelas foram instaladas com distância de no mínimo 10 metros da borda, reduzindo assim o “efeito de borda” na área amostral. No total, três parcelas de 536 indivíduos (incluindo nesse número falhas no plantio, sendo as mesmas descontadas nos cálculos posteriores) foram instaladas, sendo contabilizados o número de plantas doentes e sadias e a posição de cada uma dentro da área amostral. Foram consideradas como doentes aquelas árvores que apresentavam sintomas de murcha e seca do terço superior da copa (**Figura 1**), acompanhadas ou não de intensa brotação, gerando assim dados binários de plantas sadias ou doente (BENSO; BENSO et al., 2016).

As avaliações foram feitas com frequência anual no mês de agosto durante três anos, de 2016 a 2018.

Os dados foram registrados em planilha eletrônica, formando assim os mapas que serviram como base para a análise do padrão espacial da doença.

Os mapas foram também montados no programa geoestatístico GS+ v. 7, possibilitando assim a melhor visualização da distribuição das plantas doentes.



Figura 1. Indivíduos de *Khaya senegalensis* apresentando seca da copa causada pela murcha de *Ceratocystis*. Garça/SP, 2018.

1.2.3 ANÁLISE DE DINÂMICA E ESTRUTURA DE FOCOS

Por se tratar de uma doença poliética, que se desenvolve ao longo dos anos, o estudo da estrutura de focos da murcha de *Ceratocystis* permite analisar o processo de dispersão da doença e a estrutura dos focos. Esses estudos se baseiam no número de focos constituídos por somente uma planta, também chamado de focos unitários (NFU), número total de focos (NF), tanto unitários quanto aqueles com mais de um indivíduo doente, número de plantas em cada foco (NPF), e número máximo de linhas (I_f) e de colunas (I_c) ocupadas pelos focos. A partir desses dados foi possível calcular o índice médio de formação de focos (IFF) e o índice médio de compactação de focos (ICF) (NELSON, 1996), através das equações:

- $IFF = [(If/Ic)/NF]$

onde:

Valores de $IFF = 1,0$ indicam focos isodiamétricos.

Valores de $IFF > 1,0$ indicam focos com maior comprimento na direção entre as linhas de plantio.

Valores de $IFF < 1,0$ indicam focos com maior comprimento na direção da linha de plantio.

- $ICF = [(NPF/Ic*If)/NF]$

Onde valores de ICF inferiores a $1,0$ indicam focos menos agregados, enquanto que valores superiores a 1 indicam maior agregação e proximidade entre todas as plantas pertencentes ao foco.

1.2.4 ÍNDICE DE DISPERSÃO

A distribuição espacial da doença foi feita por meio do mapeamento das plantas doentes e das sadias, acompanhada do cálculo da incidência (p) em cada amostra a partir da equação:

- $p = T/D$

onde:

T = número total de árvores na parcela;

D = número total de árvores doentes.

Os dados de incidência e o posicionamento das plantas doentes serviram de base para o cálculo do índice de dispersão (ID) (MADDEN; HUGHES, 1995; GOTTWALD et al., 1996). Cada área amostral foi dividida em quadrats de 4 (2×2), 10 (5×2) e 36 (6×6) árvores/quadrat. Para cada mapa e tamanho de quadrats foi feita uma análise individual.

O Índice de dispersão foi calculado por meio da razão entre a variância observada entre quadrats (Vobs) e da variância de distribuição binomial (Vbin), por meio das equações:

- **$V_{bin} = p(1-p)/n$**
- **$V_{obs} = \frac{\sum[(x_i - np)^2/n^2(N-1)]}{N-1}$**
- **$ID = V_{bin}/V_{obs}$**

Onde:

p = incidência da doença na parcela

n = número de árvores no quadrat

xi = número de árvores doentes no quadrat

N = número total de quadrats.

Valores de $ID < 1$ indicam dispersão regular, $ID = 1$ dispersão aleatória e $ID > 1$, agregação espacial.

Para verificar a significância dos resultados de ID maiores que 1 a 5%, foi realizado o cálculo do teste do qui-quadrado (X^2) por meio das fórmulas:

- **$X^2_{calculado} = 0,5 [1,645 + (2(N-1) - 1)^{0,5}]^2$**
- **$X^2_{observado} = ID(N-1)$**

Onde:

N = número total de quadrats.

Caso os valores obtidos para X^2 observado tenham sido maiores que o do X^2 calculado, aceitou-se a hipótese do padrão agregado. Caso contrário, aceitou-se o padrão “ao acaso” (MADDEN; HUGHES, 1995).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

1.3.1 MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS DOENTES

As plantas doentes se distribuíram ao longo das três parcelas estudadas, apresentando um aumento em sua incidência com o passar do tempo (**Tabela 1, Figura 2**).

A Parcela 1 apresentou as menores incidências em todas as avaliações, enquanto que a 3 apresentou os maiores valores. Já para o número de plantas doentes, a Parcela 2 superou a 1, enquanto a 3 se manteve com maior quantidade (**Tabela 1**).

Na fazenda onde o talhão de estudo se encontrava, foi possível observar que a murcha de *Ceratocystis* apresentava associação com o processo de poda realizado nas árvores. Essa afirmação se baseia no fato de que a murcha somente apresentava valores consideráveis de incidência em talhões de *K. senegalensis* onde foi feita a poda. Foi observado também que a descoloração dos tecidos do lenho, sintoma característico de *Ceratocystis* sp., nos indivíduos doentes tinha início junto ao ferimento de poda. Esse relato se assemelha ao dado para a cultura do kiwi (*Actinidia deliciosa*) (PIVETA et al., 2013) e cacau (*Theobroma cacao*) (MALAGUTI, 1952), ambas com dispersão desse patógeno através de ferramentas contaminadas e dos ferimentos de poda expostos. O talhão estudado passou pelo processo de poda um ano antes da primeira avaliação desse estudo, em 2015, podendo a mesma ser a responsável pela introdução, disseminação e/ou como agente facilitador da instalação da doença devido a abertura de ferimentos expostos.

Comparativamente com a murcha de *Ceratocystis* em *Eucalyptus* sp., a mesma doença em *K. senegalensis* teve um aumento da incidência mais lento ao longo do tempo, aparentemente só ultrapassando os 10% nos anos avaliados devido ao impacto inicial provocado pela poda no ano de 2015. Os estudos em *Eucalyptus* sp. demonstraram um crescimento de até 15% no número de plantas doentes de um ano para outro (TUMURA et al., 2012), podendo atingir uma incidência de até 71% aos sete anos de plantio; estando esses números associados a quantidade de inóculo

inicial, condições climáticas e clone cultivado (FERNANDES, 2012). Em outras culturas que sofrem ferimentos no tronco durante o processo de manejo, como o cacau (*Theobroma cacao*), durante a poda; e a seringueira (*Hevea brasiliensis*), na sangria do látex; a murcha de *Ceratocystis* afetou 85% (SANCHES, 2007) e 100% (ALBUQUERQUE et al., 1972) dos indivíduos plantados, respectivamente, sem a aplicação das medidas corretas de controle da doença.

Tabela 1. Incidência e número de indivíduos doentes de *Khaya senegalensis* devido a murcha de *Ceratocystis* nas três parcelas estudadas em um plantio comercial em Garça/SP, do ano de 2016 até 2018.

Avaliações	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3	
	Incidência	Quantidade	Incidência	Quantidade	Incidência	Quantidade
2016	8,73	43	10,75	53	12,72	66
2017	10,63	56	11,36	56	13,49	70
2018	11,20	59	11,76	58	13,87	72

1.3.2 ANÁLISE DE DINÂMICA E ESTRUTURA DE FOCOS (ADEF)

Todas as parcelas experimentais estudadas e em todos os anos analisados, apresentaram uma dispersão espacial do tipo “agregado” e sem preferência entre linha ou coluna do plantio. Estas também tiveram aumento crescente do número de plantas doentes ao longo do tempo, gerando assim consideráveis variações nos seus valores de IFF e ICF, e em seus associados (**Tabela 2**).

Na Parcela 1, o aumento do número de plantas doentes ao longo de três anos (agosto de 2016 ao mesmo mês de 2018) foi de 16 plantas, representando um acréscimo de 2,47% na incidência. Como consequência, houve um crescimento do NF, causado principalmente pelo aumento do NFU até o ano de 2017, permanecendo estável no ano seguinte. Essas variações no NFU causaram, no ano de 2017, uma queda na agregação dos focos, representado pela NMPF e pelo ICF, tornando a

distribuição espacial de plantas doentes mais disperso. Porém, com o aumento do NF em 2018, os valores ficaram próximos ao inicial (**Tabela 2**).

Durantes as avaliações das parcelas 2 e 3, pôde-se notar um crescimento de 5 e 6 plantas doentes, e um aumento na incidência de 0,95 e 1,18%, respectivamente. Essas áreas amostrais apresentaram um aumento no NMPF e na ICF entre 2016 e 2018, resultando em uma maior agregação dos focos. Esse resultado se deve principalmente à redução no NFU, pelos mesmos estarem se tornando focos compostos por mais de uma planta; e no NF, pela interligação entre os focos gerada pelo aumento da incidência (**Tabela 2**).

De forma geral, os indivíduos afetados pela murcha de *Ceratocystis* nas parcelas estudadas formaram focos agregados, com valores de ICF iguais ou maiores, comparando o ano de 2016 e 2018, de acordo com o aumento da incidência da doença. Esse padrão de agregação é normalmente associado a doenças do tipo policíclicas (VAN DER PLANK, 1963). Nas doenças policíclicas, plantas doentes contaminam outros indivíduos ainda não doentes dentro do mesmo ciclo da cultura, gerando assim um aumento da incidência ao longo do tempo. No caso das murchas de *Ceratocystis*, a contaminação ocorre principalmente através da deposição de esporos em ferimentos abertos, resultantes de ação antrópica ou ocasionada por insetos, como os besouros de ambrosia; ou pelo contato de raízes doentes com saudáveis.

A distribuição espacial das plantas atacadas verificada para uma doença, está associado ao tipo de mecanismo de dispersão utilizado pelo microrganismo causador (NELSON, 1996). Para as plantas com padrão “agregado” de dispersão, podemos encontrar uma maior participação do carregamento de estruturas de dispersão através de respingos de água resultantes da chuva ou orvalhos, que por sua vez, não atingem grandes distâncias. Em florestas formadas, devido à proteção gerada pela disposição das árvores, pode ocorrer uma menor penetração de ventos, consequentemente reduzindo a participação deste na dispersão de doenças, principalmente aquelas associadas ao caule como a murcha de *Ceratocystis*.

Em outros estudos envolvendo essa doença, porém em espécies vegetais diferentes, foram encontrados resultados semelhantes. Em talhões de eucalipto (TUMURA et al., 2012), com idade de 6 a 18 meses e incidência de 10 a 25%, foram verificados valores de ICF próximos a 1, indicando agregação dos focos, com crescimento em direção às linhas de plantio. Essa diferença na IFF pode estar

associada ao espaçamento normalmente utilizado nessa cultura, que é menor dentro da linha do que entre colunas, ao contrário do plantio estudado nesse trabalho, onde não havia diferenças de espaçamento.

Tabela 2. Resultados da Análise de Dinâmica e Estrutura de Focos da murcha de *Ceratocystis* nas três parcelas de *Khaya senegalensis* avaliadas em um plantio comercial em Garça/SP, de 2016 até 2018, com incidência, número de plantas doentes (NPD), número total de focos (NF), número de focos unitários (NFU), número médio de plantas em cada foco (NMPF), índice médio de formação de focos (IFF) e do índice médio de compactação de focos (ICF).

Parcela 1							
Avaliações	Incidência	NPD	NF	NFU	NMPF	IFF	ICF
2016	8,73	43	26	18	1,65	1,2	2,1
2017	10,6	56	37	26	1,51	0,99	1,6
2018	11,2	59	37	26	1,6	1,16	2,1
Parcela 2							
Avaliações	Incidência	NPD	NF	NFU	NMPF	IFF	ICF
2016	10,75	53	41	37	1,29	1,05	1,43
2017	11,3	56	40	34	1,4	1,06	1,63
2018	11,7	58	40	33	1,45	1,06	1,63
Parcela 3							
Avaliações	Incidência	NPD	NF	NFU	NMPF	IFF	ICF
2016	12,72	66	44	34	1,5	1,1	1,67
2017	13,6	70	41	30	1,7	1,08	1,80
2018	13,9	72	41	30	1,75	1,11	1,85

Na cultura do eucalipto, o estudo da dinâmica de focos foi feito também para o cancro basal (SOUZA, 2007) e para a ferrugem das mirtáceas (MASSOM, 2009). Na primeira doença, os esporos do fungo causador se formam no interior de estruturas dos tipos peritécio e picnídios, ambas apresentando associação com a dispersão através de respingos de água decorrentes da chuva, que são levados pelo vento para ferimentos expostos em plantas próximas (HODGES et al., 1979). Essa forma de disseminação, semelhante à de *Ceratocystis* em algumas culturas florestais, explica

os resultados obtidos para o cancro basal, que indicam agregação dos focos, com formação dos mesmos em direção à linha de plantio. Já na ferrugem das mirtáceas, por ser uma doença com dispersão associada principalmente ao vento, foram encontrados valores de ICF que variavam entre o “ao acaso” e o “agregado” de acordo com o talhão e clone estudado. Essa doença também apresentou maior dispersão na linha de plantio.

Em outras espécies florestais podemos também encontrar estudos utilizando ADEF. Em *Corymbia citriodora* (sin. *Eucalyptus citriodora*) (COLTURATO, 2009), foi usado esse índice para estudar a seca de ponteiro causada por *Botryosphaeria ribis*. Provavelmente devido ao tipo de dispersão associado a esse fungo, que envolve o transporte de seus esporos através de gotículas de água, o padrão de dispersão foi do tipo “agregado”. Já em coqueirais (*Cocos nucifera*) no Sergipe (MEDEIROS, 2010), a seca causada por *Ceratocystis paradoxa* apresentou padrão “agregado” de dispersão, predominantemente na direção das linhas do plantio.

1.3.3 ÍNDICE DE DISPERSÃO (ID)

Os valores de ID apresentaram variações entre os tamanhos de quadrats, parcelas e avaliações (**Tabela 3**), contudo sem apresentar aumentos significativos de agregação ou aleatoriedade da dispersão das plantas doentes ao longo do tempo.

No tamanho 6x6, as parcelas 1 e 3 apresentaram padrão “agregado” de dispersão das plantas doentes em todos os anos. Já a Parcela 2, nesse tamanho de quadrat, apresentou valores de $ID=1$, indicando “aleatoriedade”, e de $X^2_{obs} < X^2_{calc}$, representando dispersão “ao acaso”. Como os valores de X^2 são superiores, a hipótese do padrão agregado é refutada, sendo aceita a do padrão “ao acaso”.

Para os demais quadrats, o X^2 observado permaneceu inferior ao X^2 calculado em praticamente todas as parcelas e em todas as avaliações, exceto pela única avaliação no ano de 2017 da Parcela 1. Esses valores indicam a dispersão “ao acaso” das plantas doentes. Para os valores de ID nos quadrats 2x2 e 5x2, o padrão “agregado” foi encontrado somente na parcela 1, enquanto que o padrão “aleatório” predominou na Parcela 3, em ambos os tamanhos, e na Parcela 2 nos anos de 2017 e 2018 no 5x2. O padrão “regular” foi encontrado somente na Parcela 2, em todos os anos em 2x2 e em 2016 no 5x2.

Nesse índice, os tamanhos dos quadrats influenciam diretamente na quantidade de indivíduos doentes recrutados em cada unidade, permitindo assim a análise por diferentes perspectivas de determinada área, contudo algumas questões precisam ser levantadas. Os resultados obtidos com uso de quadrats maiores podem se mostrar errôneos em alguns casos devido a interferência de grandes áreas ainda sem plantas doentes em situações de baixas incidências da doença, levando a uma tendência de dispersão “ao acaso” por não considerar focos pequenos. Esse tamanho de quadrat pode ser recomendado principalmente quando as plantas doentes formam grandes focos. Já os menores são mais sensíveis a doenças ainda em baixa incidência, impedindo desvios devido à presença de focos unitários dentro dos quadrats. Contudo, no caso dos quadrats menores, focos grandes podem ser interpretados como separados e áreas adjacentes podem acabar por interferir nos resultados. Essa questão foi levantada também por Souza (2007), que recomendou o uso de unidades que englobassem um número maior de plantas doentes para estudar focos maiores e evitar desvios.

A escolha dos tamanhos dos quadrats deve levar em conta principalmente o tamanho dos focos formados pela doença em estudo. Nesse trabalho, a murcha de *Ceratocystis* em *K. senegalensis* apresentou padrão “agregado” em 66% das avaliações no tamanho de quadrat 6x6, enquanto que nos demais, 2x2 e 5x2, o padrão encontrado foi em sua maioria o “ao acaso” (**Tabela 3**). Esse resultado pode indicar que os focos nas parcelas apresentavam dimensões de largura e comprimento que se enquadravam na área ocupada pelas 36 plantas avaliadas nos quadrats 6x6, contudo com dimensões que não se enquadravam nos quadrats 2x2 e 5x2. Nesse estudo também foi encontrado uma maior quantidade de focos unitários do que os compostos, provavelmente associados à baixa incidência da doença; explicando assim a predominância da dispersão “ao acaso” entre as avaliações. Essa associação foi também levantada em estudos associados a clorose variegada do citros (CVC) em laranja pêra (*Citrus sinensis*), onde foi verificado um maior número de avaliações com padrão do tipo agregado nos tamanhos de quadrats 3x3 e 3x5, indicando que os focos presentes nas áreas possuem entre 9 e 15 plantas doentes (LARANJEIRA et al., 2004). Esse valor está de acordo com os resultados do trabalho feito por Laranjeira (1997), onde foi encontrado um tamanho médio por foco de 11 plantas afetadas pelo CVC.

Na área florestal, o ID foi utilizado também em estudos com outras espécies. Em um trabalho feito em dois diferentes anos com o cancro do eucalipto causado por *Chrysosporthe cubensis* (TUMURA, 2017), foi verificada a variação na incidência e dispersão da doença de acordo com o tipo de solo e clone plantado. Foi possível verificar que os padrões se tornavam agregados ao longo do tempo, com o aumento da incidência, e após o cálculo do X^2 . O número de áreas amostrais com esse padrão foi de aproximadamente 15% no primeiro ano e 75% no segundo. Para essa doença não foi possível notar grandes variações entre tamanhos de quadrats. Já em outro estudo para essa patologia (SOUZA, 2007), teve-se como resultado uma maior agregação das plantas doentes nos tamanhos de quadrats maiores, enquanto que nos menores houve uma distribuição “ao acaso”.

1.4 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. C. de.; DUARTE, M. L. O.; SILVA, H. M. Ocorrência do mofo cinzento (*Ceratocystis fimbriata*) da seringueira. **Anais do Seminário Nacional da Seringueira**. Cuiabá-MT, p. 125-128, 1972.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia. Volume 1 - Princípios e Conceitos**. 4 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 2011, v. 1, p. 704.

BENSO, A. L. **Identificação do patógeno causador da murcha em *Khaya senegalensis* e sua patogenicidade em outras meliáceas**. 2016. 27 f. Relatório do Trabalho de Curso (Engenheiro Florestal) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

BENSO, A. L.; de PIERI, C.; FURTADO, E. L. Primeiro relato de *Ceratocystis* em *Khaya senegalensis* e sua patogenicidade em eucalipto. **Anais do XL Congresso Paulista de Fitopatologia**. Campinas-SP, 2016.

COLTURATO, A. B. **Epidemiologia e manejo da seca de ponteiros de *Corymbia citriodora* (*Botryosphaeria ribis/Dothiorella* sp.)**. 2009. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia /Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

FERNANDES, B. V. **Dinâmica espaço-temporal e quantificação dos danos e perdas da murcha de *Ceratocystis* em eucalipto na produção de carvão vegetal.** 2015. 77 f. Dissertação (Mestre em Ciência Florestal) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

GOTTWALD, T. R. et al. Spatial and temporal analyses of citrus tristeza virus in eastern Spain. **Phytopathology**, v. 86, n. 1, p. 45-55, 1996.

HODGES, C. S.; GEARY, T. F.; CORDELL, C. E. The occurrence of *Diaporthe cubensis* on *Eucalyptus* in Florida, Hawaii, and Puerto Rico. **Plant Disease Reporter**, v. 63, n. 3, p. 216-220, 1979.

HUGHES, G.; MADDEN, L. V. Aggregation and incidence of disease. **Plant Pathology**, v. 41, n. 6, p. 657-660, 1992.

JUNIOR, W. C.; BASSANEZI, R. B. J. Análise da dinâmica e estrutura de focos da morte súbita dos citros. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 399-405, 2004.

LARANJEIRA, F. F. **Dinâmica Espacial e Temporal da Clorose Variegada dos Citros.** 1997. 144 f. Dissertação (Mestre em Fitopatologia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

LARANJEIRA, F. F. et al. Análise espacial do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 397-403, 1998.

LARANJEIRA, F. F. et al. Dinâmica espacial da clorose variegada dos citros em três regiões do Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 56-65, 2004.

MADDEN L. V.; HUGHES, G. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity and temporal analysis. **Annual Review of Phytopathology**, v. 33, p. 529-564, 1995.

MALAGUTI, G. *Ceratostomella fimbriata* en el cacao de Venezuela. **Acta Científica Venezolana**, v. 3, p. 94-97, 1952.

MASSON, M. V. **Ferrugem do eucalipto: planejamento evasivo, estimativa de dano e análise da viabilidade do controle químico.** 2009. 167 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

MEDEIROS, R. D. **Análise do arranjo espacial e determinação da estrutura de focos da resinose coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na região de Neópolis, Sergipe.** 2010. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Núcleo de Pós-Graduação e Estudos em Recursos Naturais, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2010.

NELSON, S. C. A simple analysis of disease foci. **Phytopatology**, v. 86, n. 4, p. 332-339, 1996.

PIVETA, G. et al. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* em kiwi (*Actinidia deliciosa*) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 665-669, 2013.

SANCHES, C. L. G. **Murcha-de-Ceratocystis (*Ceratocystis cacaofunesta*) no Sul da Bahia: Metodologia para seleção de genótipos de cacauero resistentes e estudos preliminares descritivos do patógeno.** 2007. 61 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

SOUZA, S. E. **Dinâmica espaço-temporal e danos do cancro basal em *Eucalyptus grandis*.** 2007. 160 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

TUMURA, K.G.; DE PIERI, C.; FURTADO, E.L. Murcha por *Ceratocystis* em eucalipto: avaliação de resistência e análise epidemiológica. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 54-60, 2012.

TUMURA, K. G. **Dinâmica espaço-temporal, quantificação de danos e perdas e influência do cancro (*Chrysosporthe cubensis*) no acúmulo de biomassa e fixação de carbono em seis genótipos de *Eucalyptus* spp.** 2016. 74 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

VAN DER PLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control.** New York: Academic Press, 1963, p. 349.

ZADOCKS, J. C.; SCHEIN, R. D. **Epidemiology and plant disease management.** New York: Oxford University Press, 1979, p. 427.

Tabela 3. Resultado do Índice de Dispersão (ID) da murcha de *Ceratocystis* nas três parcelas de *Khaya senegalensis* avaliadas em um plantio comercial em Garça/SP, de 2016 até 2018.

Parcela 1																
Avaliações	Incidência	6x6					5x2					2x2				
		ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão	ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão	ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão
2016	8,73	1,9	Agregado	161,73	256,35	Agregado	1,1	Agregado	70,71	59,46	Ao acaso	1,1	Agregado	23,40	15,17	Ao acaso
2017	10,63	1,5	Agregado	161,73	203,31	Agregado	1,4	Agregado	70,71	73,76	Agregado	1,2	Agregado	23,40	16,19	Ao acaso
2018	11,20	1,8	Agregado	161,73	244,07	Agregado	1,3	Agregado	70,71	70,67	Ao acaso	1,1	Agregado	23,40	15,92	Ao acaso

Parcela 2																
Avaliações	Incidência	6x6					5x2					2x2				
		ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão	ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão	ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão
2016	10,75	0,8	Regular	161,73	101,66	Ao acaso	0,8	Regular	70,71	43,91	Ao acaso	0,9	Regular	23,40	12,14	Ao acaso
2017	11,36	0,9	Regular	161,73	121,03	Ao acaso	1,0	Aleatório	70,71	51,55	Ao acaso	0,9	Regular	23,40	12,63	Ao acaso
2018	11,76	0,8	Regular	161,73	112,39	Ao acaso	1,0	Aleatório	70,71	51,61	Ao acaso	0,9	Regular	23,40	12,33	Ao acaso

Parcela 3																
Avaliações	Incidência	6x6					5x2					2x2				
		ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão	ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão	ID	Hipótese	X ² calc	X ² obs	Padrão
2016	12,72	2,3	Agregado	161,73	301,50	Agregado	1,0	Aleatório	70,71	53,91	Ao acaso	1,0	Aleatório	23,40	13,56	Ao acaso
2017	13,49	2,1	Agregado	161,73	276,12	Agregado	1,0	Aleatório	70,71	53,43	Ao acaso	1,0	Aleatório	23,40	13,91	Ao acaso
2018	13,87	1,9	Agregado	161,73	252,69	Agregado	1,0	Aleatório	70,71	54,27	Ao acaso	1,0	Aleatório	23,40	13,94	Ao acaso

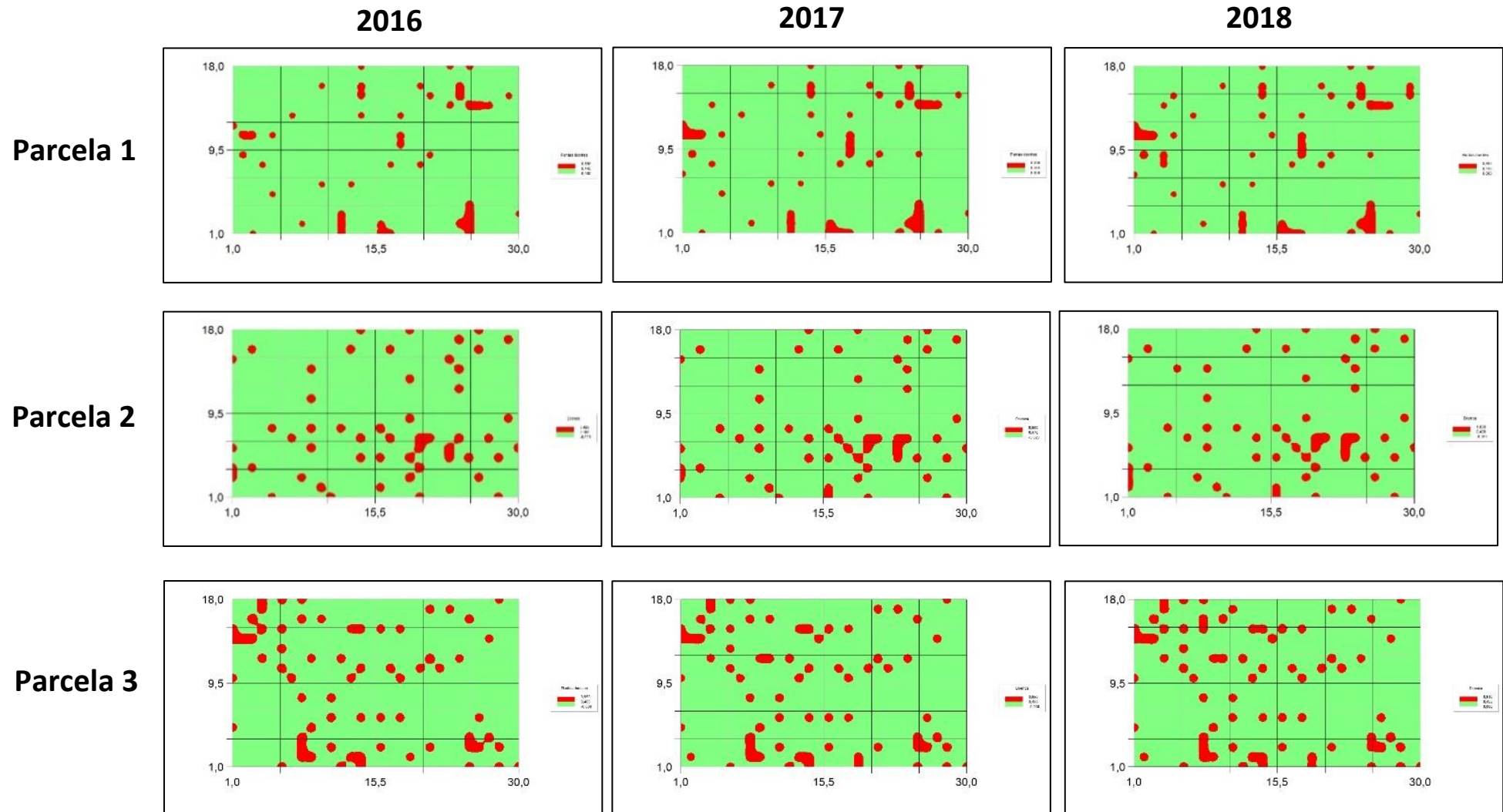


Figura 2. Mapa de distribuição de plantas doentes com a murcha de *Ceratocystis* nas três parcelas de *Khaya senegalensis* avaliadas em um plantio comercial em Garça/SP, do ano de 2016 até 2018, gerado através do programa GS+.

CAPÍTULO 2

ESTUDO DE DOENÇAS FÚNGICAS EM VIVEIRO DE *Khaya senegalensis* E *Khaya grandifoliola*

RESUMO

Dentro de um viveiro florestal, uma série de condições favorecem o surgimento de epidemias, como alta umidade, abundância de tecidos jovens susceptíveis e cultivo de uma ou poucas espécies. A escassez de estudos sobre a sanidade de espécies florestais de introdução recente aumenta a dificuldade de manejo de doenças dentro e fora do viveiro. O objetivo desse trabalho foi realizar o levantamento de doenças de mudas de duas espécies de mogno africano, *Khaya senegalensis* e *Khaya grandifoliola*, em um viveiro florestal. No total, três novas doenças foram encontradas e tiveram seu agente causal identificado. Em *K. grandifoliola*, dois tipos de manchas foliares causadas por fungos foram relatadas, uma mais severa causada por *Boeremia exigua*, e outra menos intensa, ocorrendo principalmente em locais sombreados, causada por *Epicoccum sorghinum*. Em *K. senegalensis*, o fungo *B. exigua* foi também associado com manchas foliares. A inoculação cruzada desses patógenos em folhas destacadas das duas espécies de *Khaya*, demonstrou a possibilidade transmissão de *E. sorghinum* para *K. senegalensis* e a não especialização dos dois isolados de *B. exigua* em seus hospedeiros de origem, causando sintomas na outra espécie vegetal.

Palavras chave: *Boeremia*; lesão foliar; *Epicoccum*

ABSTRACT

Within a forest nursery, a number of conditions favor the emergence of epidemics, such as high humidity, abundance of susceptible young tissues, and successive cultivation of the same species. The scarcity of studies on the health of recently introduced forest species increases the difficulty of managing diseases inside and outside the nursery. The objective of this work was to survey seedling diseases of two species of African mahogany, *Khaya senegalensis* and *Khaya grandifoliola*, in a forest nursery. In total, three new diseases were found and had their causal agent identified. In *K. grandifoliola*, two types of leaf spot caused by fungi were reported, one more severe caused by *Boeremia exigua*, and one less intense, occurring mainly in shaded places, caused by *Epicoccum sorghinum*. In *K. senegalensis*, *B. exigua* fungus was also associated with leaf spots. The cross inoculation of these pathogens on detached leaves of the two *Khaya* species demonstrated the possibility of transmitting *E. sorghinum* to *K. senegalensis* and the non-specialization of the two *B. exigua* isolates in their host hosts, causing symptoms in other plant species.

Keywords: *Boeremia*; leaf injury; *Epicoccum*

2.1 INTRODUÇÃO

O viveiro florestal é tido como o primeiro e mais importante elo de uma longa cadeia produtiva. A qualidade das mudas produzidas influencia diretamente no desempenho das plantas no campo, sobrevivência e homogeneidade (FREITAS et al., 2005; REIS et al., 2008; MATOS, 2009). O viveiro deve se atentar também em ter uma produção que possa suprir adequadamente a quantidade de mudas demandadas pelos plantios, na data planejada e com custos compatíveis

A qualidade sanitária das mudas é fundamental, pois afeta a capacidade produtiva de um plantio. O transplante de plantas doentes para o campo reduz drasticamente a sua sobrevivência e crescimento, causando muitas vezes a introdução de patógenos em áreas onde os mesmos ainda não eram presentes (PAES-TAKAHASHI et al., 2016). Dessa forma, o manejo fitossanitário é essencial para garantir a qualidade das mudas e, conseqüentemente, da floresta adulta.

Graças à combinação de alta umidade, devido à irrigação constante, temperatura favorável, disponibilidade de tecido susceptível e cultivo contínuo da mesma espécie, o manejo de doenças se torna uma tarefa, em muitos casos, onerosa e constante. Entre os principais agentes causais, os fungos são os mais frequentes causadores de doenças em viveiros e muito favorecidos pelas condições climáticas existentes dentro destes. Sua dispersão é feita principalmente por meio do substrato utilizado para cultivo das mudas, instrumentos de trabalho, como tesouras de poda e luvas; propágulos reprodutivos, como estacas, borbulhas e sementes; e da água de irrigação contaminada (KRUGNER, 1977; ALFENAS et al, 2006; MUNIZ et al., 2007).

Dentro do viveiro, as doenças fúngicas tem sua severidade inversamente proporcional à idade da planta. Normalmente, plântulas e estacas, devido à sua constituição tenra e pouco lignificados, correspondem à fase mais susceptível ao ataque de fungos com baixa especificidade (KRUGNER, 1977; SILVEIRA et al., 2000; CAIRES et al., 2015).

O manejo de doenças fúngicas dentro do viveiro, devido à sua capacidade de causar grandes danos em um curto período de tempo, é feito principalmente através do uso de produtos químicos. Estes normalmente possuem ação (1) protetora, visando evitar novas infecções, (2) curativa, reduzindo a fonte de inóculo e impedindo o progresso da doença em plantas já doentes, e (3) erradicante. Esse último tipo é

utilizado para a eliminação de propágulos em ferramentas de trabalho, recipientes para mudas e do substrato de cultivo. O uso de variedades resistentes é tido também como uma forma de manejo, principalmente em patógenos com um certo nível de especificidade (ALFENAS et al., 2009; AMORIM et al., 2011).

Devido à pequena escala, outros métodos de manejo são também viáveis. O uso de quebra vento e remoção de hospedeiros alternativos em áreas próximas são algumas alternativas externas aos viveiros. A cobertura do solo com pedra britada ou cimento, uso de estufas fechadas com plástico e redução do molhamento da área foliar, possibilitam uma regulação do microclima, reduzindo assim a incidência de doenças.

Em espécies de madeiras nobres, poucos são os estudos associado às suas patologias e suas formas de controle, dificultando assim o seu manejo. Em viveiros, há relatos de manchas foliares causadas por *Cylindrocladium parasiticum* (POLTRONIERI et al, 2000), *Corynespora cassicola* (VERZIGNASSI et al., 2009), e *Thanatephorus cucumeris* (FALESI; BAENA, 1999) em *Khaya grandifoliola*, *Colletotrichum* spp. em guanandi (*Calophyllum brasiliensis*) (ROSA et al, 2008) e teca (*Tectona grandis*) (OLIVEIRA et al., 2011), e *Sclerotium coffeicola* em mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) (ASSIS et al., 2007). Sintomas de podridão radicular e de sementes causados por *Sclerotium rolfsii* em guanandi (OHTO et al, 2007) foram também relatados.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 DESCRIÇÃO DO VIVEIRO

O viveiro florestal estudado é localizado dentro da Fazenda Enseada, localizado no município de Garça/SP, nas coordenadas: latitude 22°15.978´S e longitude 49°40.580´W. O mesmo conta com estruturas sombreadas para mudas jovens e germinação de sementes, e áreas a pleno sol para rustificação das mudas. As mudas são irrigadas por meio de aspersores do tipo “bailarina”. Esse viveiro se foca na produção de cinco espécies florestais, guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), mognos africanos (*Khaya grandifoliola* e *Khaya senegalensis*), teca (*Tectona grandis*) e jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*). Contudo, produz esporadicamente mudas de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), ipê felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) e louro pardo (*Cordia trichotoma*).

2.2.2 METODOLOGIA DE COLETA E PROCESSAMENTO DE AMOSTRAS

Para o levantamento, foram coletadas amostras de materiais doentes de mudas das espécies *Khaya senegalensis* e *Khaya grandifoliola*. Estas foram feitas com frequência bimestral durante o ano de 2017, com a coleta de plantas apresentando sintomas ainda não identificados em observações anteriores.

As amostras foram armazenadas em sacos de papel, e encaminhadas rapidamente para o laboratório de Patologia Florestal na UNESP de Botucatu-SP.

O isolamento dos agentes causais foi feito através da retirada de fragmentos do material doente, que passaram em seguida pela lavagem com álcool 70%, hipoclorito 2% e água esterilizada. O excesso de água do fragmento foi retirado com papel filtro, sendo em seguida plaqueado em meio BDA (Batata Dextrose Ágar).

2.2.3 COMPROVAÇÃO DA PATOGENICIDADE

A patogenicidade dos fungos isolados foi comprovada por meio da inoculação, seguida do reisolamento, na espécie hospedeira onde os sintomas foram encontrados e na outra espécie vegetal disponível.

A metodologia de inoculação foi a deposição de discos de 5mm de diâmetro de meio de cultura BDA, colonizados com o fungo de interesse, sobre a face adaxial de folíolos ainda presos às mudas e destacadas da planta. Junto à patogenicidade, foi avaliada a capacidade de penetração nos tecidos com e sem ferimentos, por meio de um ferimento feito com agulha no centro do folíolo, diretamente ao lado da nervura principal, onde os discos foram depositados. A preferência foliar foi também analisada com folíolos destacados jovens e adultos, sendo a diferenciação feita por meio de aspectos visuais e táteis de espessura do folíolo, coloração e localização na muda. Assim, para as inoculações em folíolos ainda presos nas plantas vivas, foram utilizadas sete plantas para cada patógeno, tentando abranger tanto folíolos jovens quanto adultos, com e sem ferimentos. Outras três plantas foram mantidas como testemunhas, recebendo somente os discos de meio cultura em folíolos com e sem ferimento. Essas plantas permaneceram em câmara úmida por 72 horas, antes de ser verificada a sintomatologia e feito o reisolamento do patógeno.

Para os folíolos destacados, foram coletados 120 folíolos para cada fungo isolado, sendo 60 pertencentes a *K. grandifoliola* e a outra metade a *K. senegalensis*.

Dentre esses 60 folíolos, 30 eram jovens e os outros adultos, sendo que para cada umas destas idades foliares, foram mantidos 15 folíolos com e outros 15 sem ferimento. Para cada um desses 15 folíolos, cinco receberam o meio de cultura sem o fungo, sendo mantidas como testemunhas, e 10 receberam o fungo e o ferimento, ou só o microrganismo, sem ferimento. Os tratamentos foram separados e mantidos em bandejas de plástico forradas com papel absorvente umidecido com água esterilizada e embalados em sacos plásticos vedados. Os sacos plásticos contendo os folíolos foram transferidos para BODs, onde permaneceram por 72 horas em temperatura de 25°C e fotoperíodo alternado, com 12 horas em escuridão e outras 12 horas submetido a luz. Após esse período foram feitas as medições do tamanho da lesão formada na direção do comprimento e da largura da mesma, seguido pelo cálculo da média entre esses valores.

Para verificar a significância das diferenças entre os tamanhos de lesões a $p < 0,05$, foram utilizados os testes ANOVA e Tukey no programa estatístico R (R Core Team, 2018).

2.2.4 IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS PATOGÊNICOS

Para os fungos isolados com comprovada capacidade de causar sintomas, foi realizado o levantamento das características da colônia, morfologia de estruturas reprodutivas, com medição de 100 esporos em microscópio eletrônico; e tipo de dano na planta hospedeira. Na identificação da espécie foi empregado o uso de técnicas moleculares. Para esse processo, inicialmente foi coletado micélio através de raspagem superfície de placas contendo o fungo em meio de cultivo BDA, tendo seu material genético extraído conforme o método desenvolvido por Murray e Thompson (1980), modificado. Nesse método as raspagens dos meios de cultura contendo os fungos são macerados com 1000 μL do tampão de extração CTAB (100 mM TrisHCl, pH 8,0; 1,4 M NaCl; 0,02 M EDTA; 2 % CTAB; 0,2 % β -mercaptoetanol) em tubos eppendorfs de 1,5 mls, permanecendo em incubação a 65°C por 30 minutos. Após esse tempo foi adicionado 500 μL de solução de clorofórmio:álcool isoamílico (24:1, v/v) em cada tubo, com posterior agitação manual. Esses tubos foram então levados a centrifuga a 10.000 rpms por 10 minutos. A forma aquosa foi transferida para novos tubos, que foram centrifugados a 12.000 rpms por 15 minutos. O “pellet” formado foi lavado com 500 μL de etanol 70% e submetido a uma nova centrifugação

a 10.000 rpm por 10 minutos. Após o descarte do sobrenadante, o precipitado foi seco à temperatura ambiente e em seguida ressuspendido em 100 µL de água com DEPC (Dietilpirocarbonato).

Para a identificação dos fungos com comprovada capacidade de causar sintomas, foi empregado o sequenciamento das regiões ITS5.8S rDNA (ITS1 e ITS4). Esse processo foi realizado pelo Laboratório de Diagnóstico Molecular e Sequenciamento da IBTec/UNESP de Botucatu/SP.

As sequências obtidas foram então comparadas a outras encontradas no GenBank, permitindo assim a correta identificação dos fungos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 LEVANTAMENTO DE DOENÇAS, IDENTIFICAÇÃO E COMPROVAÇÃO DA PATOGENICIDADE

Durante o período avaliado, três doenças puderam ter seus agentes causais identificados, duas associadas a *Khaya grandifoliola* e uma a *Khaya senegalensis*. Todas as doenças encontradas tiveram manchas foliares como sintoma e foram causadas por fungos.

Dentre os microrganismos encontrados, duas espécies de fungos puderam ser isoladas e tiveram sua patogenicidade comprovada. O primeiro fungo teve 98,9% de identificação (Sequence ID: MK790631) com *Boeremia exigua* (sin. *Phoma exigua*) após consulta ao GenBank. Esse fungo foi isolado dos dois mognos estudados, ocasionando lesões no limbo foliar, normalmente de formato circular. A maioria das lesões tiveram início nas bordas de folíolos jovens, progredindo em direção ao centro do folíolo, podendo comprometer grandes áreas do tecido fotossintético, facilitando a sua queda e reduzindo o crescimento da planta. Em *K. grandifoliola* (**Figura 1**), a coloração do centro da lesão é esbranquiçada e o alo, ao seu redor, de cor púrpura, enquanto que em *K. senegalensis* (**Figura 2**) a lesão é marrom clara e seu alo marrom escuro. Em ambas as espécies, é possível observar os corpos de frutificação do tipo picnídios do patógeno, dispersos ao longo da lesão de forma concêntrica, sendo mais áspera ao tato logo em torno do centro. Durante o período de estudo, foi constatada a ocorrência dessa doença em ambas as espécies de mogno em todas as avaliações no viveiro de mudas. Essa doença teve maior incidência durante o período frio do ano, provavelmente pelo estresse gerado pela baixa temperatura nessas plantas

adaptadas ao clima quente de sua região de origem, e devido aos ferimentos causados pelo vento, mais comum nessa época. Além do viveiro, esse patógeno foi encontrado também no campo, causando lesões foliares em folhas jovens presentes em rebrotas e ramos inferiores da copa, em indivíduos de *K. senegalensis* adultos, com até 8 anos de idade. Mesmo não parecendo prejudicial em árvores dessa idade, esse fungo pode se tornar um problema em plantios recém-instalados em campo, devido à presença de tecidos suscetíveis e à baixa capacidade da planta jovem lidar com desfolhas, em condições climáticas favoráveis ao patógeno.



Figura 1. Mudanças de *Khaya grandifoliola* apresentando sintomas de mancha foliar causado por *Boeremia exigua* em viveiro de mudas no município de Garça/SP.

Não foram encontradas variações entre os isolados obtidos de *B. exigua* para as duas espécies de mogno. Assim, esse fungo formou colônias em meio BDA de coloração inicialmente branca, migrando para o marrom claro (**Figura 3**) ou cinza claro com o passar do tempo. O verso da placa seguiu o mesmo padrão. A colônia apresentava micélio imerso no meio e com pouco crescimento vertical, levando aproximadamente 20 dias para fechar uma placa de 90 mm de diâmetro contendo

meio BDA. Os esporos foram encontrados em pequenas quantidades no meio de cultivo usado, contudo nas folhas doentes eram abundantes. Os conídios apresentavam formato ovalado, de coloração hialina e dimensões 6,53 (4,12 - 7,60) x 3,88 (2,29 - 5,45) μm para o isolado de *K. senegalensis*, enquanto que o isolado de *K. grandifoliola* tinha dimensões 6,32 (4,56 - 7,63) x 3,61 (2,02 - 5,17) μm .



Figura 2. Mudanças de *Khaya senegalensis* apresentando sintomas de mancha foliar causado por *Boeremia exigua* em viveiro de mudas no município de Garça/SP.

O fungo *B. exigua* é uma ascomiceto pertencente à família Didymellaceae. Esse microrganismo conta com diversas variedades, como *B. exigua* var. *coffeeae*, *B. exigua* var. *forsythiae*, *B. exigua* var. *heteromorpha*, *B. exigua* var. *lilacis*, *B. exigua* var. *linicola*, *B. exigua* var. *populi*, *B. exigua* var. *pseudolilacis*, *B. exigua* var. *viburni*, *B. exigua* var. *gilvescens* e *B. exigua* var. *exigua* (AVESKAMP, 2010).

Na cultura do café (*Coffea arabica*) diversas espécies do gênero *Phoma* estão associadas à sintomas de secas de ponteiros e manchas foliares, incluindo *P. exigua*. Algumas espécies desse gênero causam sintomas mais intensos em condições de baixa temperatura, estando seus maiores surtos epidêmicos associados a frentes frias e condições adversas, como granizo e ventos frios (SALGADO; PFENNING,

2000; ZAMBOLIM, 2016). Nessa cultura, pode se observar também o início das lesões foliareas causadas por esse gênero de fungo nas bordas das folhas (ZAMBOLIM, 2016), se assemelhando ao relato dado de *B. exigua* em ambas as espécies de *Khaya* estudadas.

O fungo *B. exigua* é relatado principalmente em espécies agrônômicas, não sendo encontrado nenhum relato desse microrganismo em espécies florestais de interesse econômico. Contudo, relatos foram feitos de espécies do gênero *Phoma* causando sintomas de manchas foliareas e cancras em mini-jardins clonais de *Eucalyptus globulus* (DARGE; BOGALE, 2017) e associado a manchas foliareas em extremosa (*Lagerstroemia indica*) (BRUN; MUNIZ, 2006), *Pseudotsuga menziesii* (JAMES, 2012) e *Koelreuteria paniculata* (CHANDEL; KUMAR, 2017). Alguns fungos do gênero *Phoma* apresentam também a capacidade de habitarem o interior de plantas como endosimbiontes. Essa associação foi mencionada em elementos vasos de condução de seiva em folhas de seringueira (*Hevea brasiliensis*) (MAHA et al., 2017).

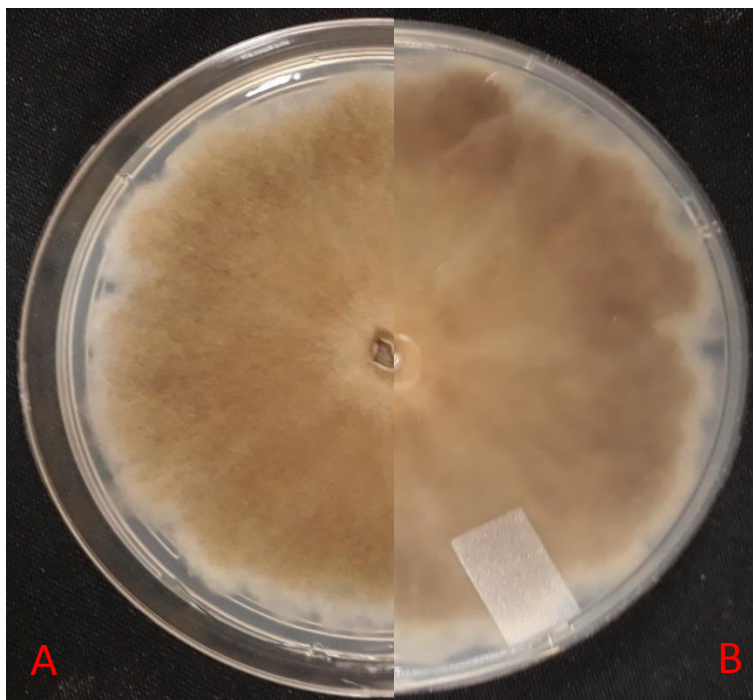


Figura 3. Frente (A) e verso (B) de colônia de 20 dias em meio BDA de *Boeremia exigua* isolada de *Khaya*.

Isolado somente em *K. grandifoliola*, o segundo fungo encontrado, após consulta ao GenBank, apresentou 99,4% de identificação (Sequence ID: MK788189) com *Epicoccum sorghinum* (sin. *Phoma sorghina*, *Epicoccum sorghi*) encontrado em

graãos de sorgo no Brasil (OLIVEIRA et al., 2019). Em *K. grandifoliola*, esse patógeno causou lesões numerosas e de tamanho diminuto em folhas de diferentes idades, com centro cinza claro e bordas púrpuras (**Figura 4**). As lesões nas folhas jovens, com o passar do tempo, apresentavam aparência úmida e podiam tomar boa parte do limbo foliar. Visualmente, as lesões desse patógeno podem ser confundidas com as de *B. exigua*, contudo, nas lesões de *E. sorghinum* não são verificados picnídios escuros, não apresentam a formação de anéis concêntricos e não possuem preferência por locais dos folíolos, se encontrando dispersas ao longo de todo o limbo foliar. Esse patógeno não foi observado em campo, porém no viveiro foi encontrado principalmente em plantas sombreadas, sem preferência pela época do ano. Nesses locais a doença apresentou alta incidência, acima de 50% das plantas.

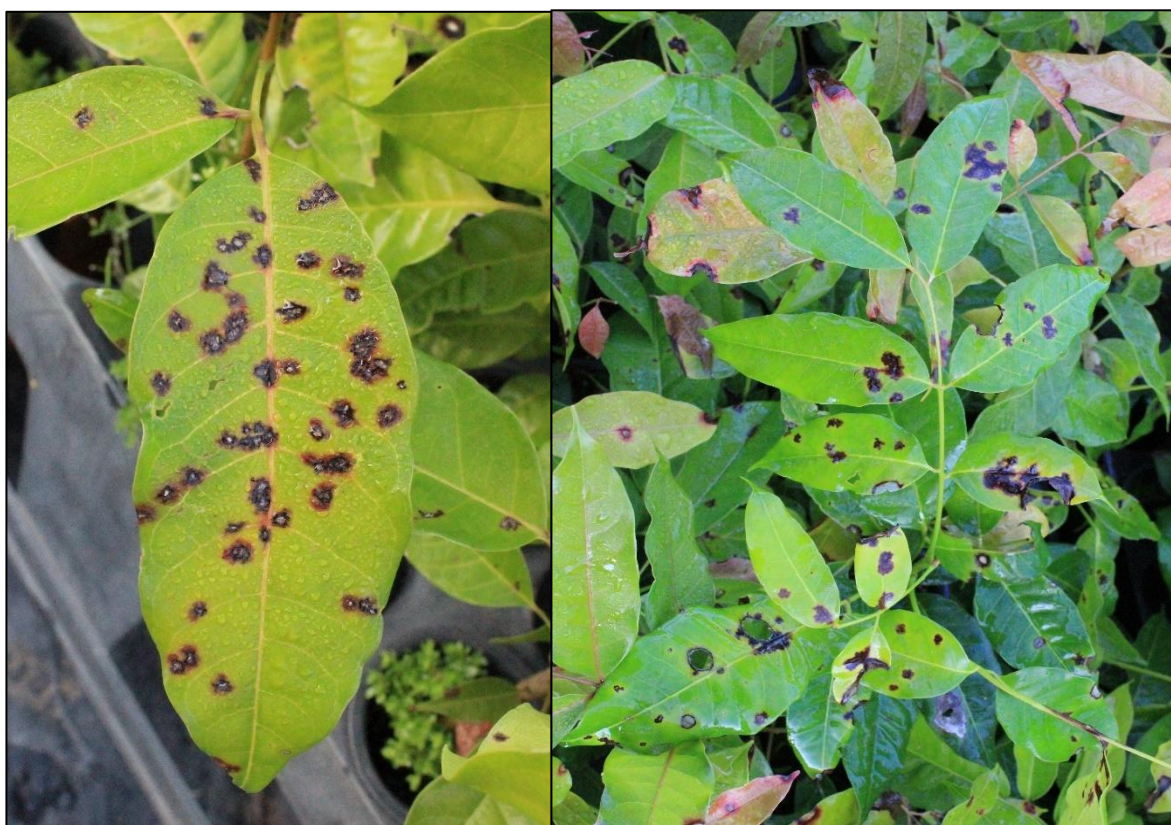


Figura 4. Mudas de *Khaya grandifoliola* apresentando sintomas de mancha foliar causado por *Epicoccum sorghinum*.

Em meio BDA, esse fungo formou colônias levemente rosadas, em ambas as faces da placa, com pouco ou nenhum crescimento vertical e de desenvolvimento relativamente lento, levando em torno de 15 dias para colonizar uma placa de 90 mm

de diâmetro. Nesse meio não foi verificada a formação de estruturas reprodutivas do patógeno.

O fungo ascomyceto *E. sorghinum* é pertencente à família Didymellaceae e é tido como um dos principais contaminantes de cereais antes e após o processo de colheita (FORBES, 1992). Esse fungo também é causador de doenças em diversas espécies vegetais, principalmente manchas foliares em cereais (AMARAL et al., 2004; PERELLO; MORENO, 2005) e nas culturas do café (*Coffea* spp.), tomate (*Solanum lycopersicum*) e citrus (*Citrus* spp.) (AVESKAMP, 2010).

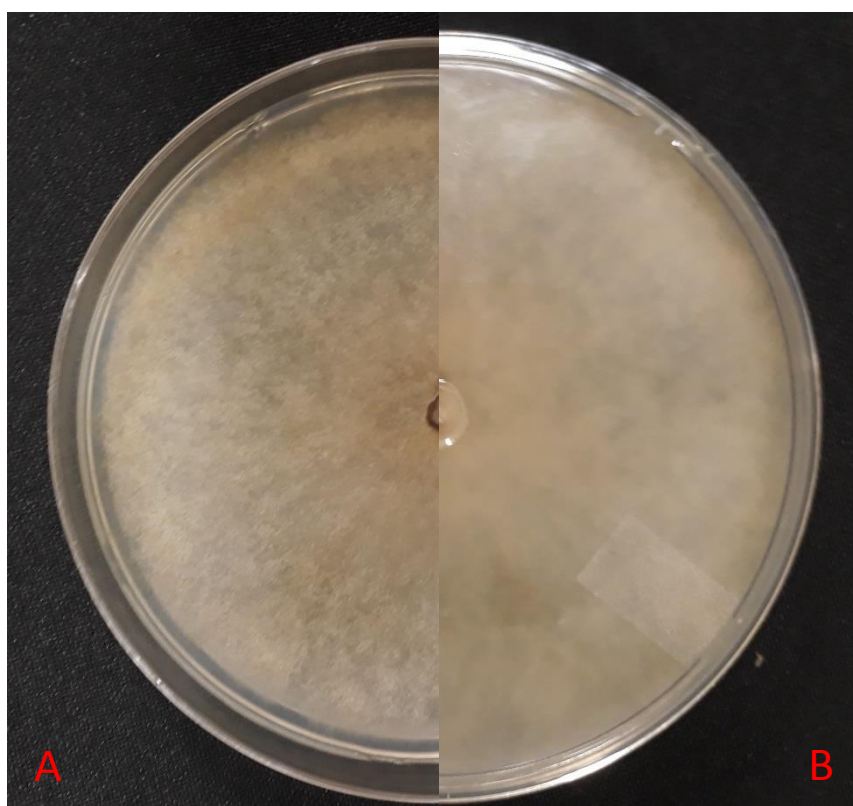


Figura 5. Frente (A) e verso (B) da colônia de 15 dias em meio BDA de *Epicoccum sorghinum* isolada de *Khaya grandifoliola*.

Esse foi o primeiro relato dos fungos *E. sorghinum* e *B. exigua* como agentes causais de patologias em *K. grandifoliola* e *K. senegalensis*, assim como em outros membros da família meliaceae.

2.3.2 INOCULAÇÕES ENTRE AS ESPÉCIES DE *Khaya*

Através dos resultados obtidos foi possível verificar a maior resistência dos folíolos adultos em relação aos jovens. Nos folíolos adultos não houve o início do processo infeccioso quando não foram feitos ferimentos, e, nas que foram feitos ferimentos, o desenvolvimento do patógeno se mostrou menor em relação ao dos folíolos jovens.

Os folíolos jovens apresentaram diferentes resistências aos patógeno de acordo com a espécie vegetal. A falta de ferimentos abertos nos folíolos de *Khaya grandifoliola* não serviu como impedimento para o início do processo infeccioso das espécies de fungos, ao contrário dos folíolos adultos. Já em *Khaya senegalensis*, somente *Epicoccum sorghinum* apresentou capacidade de causar lesões em folíolos jovens e sem ferimentos dessa espécie.

A diferença entre a resistência de ambas as espécies vegetais pode ser decorrente de mecanismos químicos e/ou anatômicos das folhas. A partir de análises bioquímicas (IBRAHIM et al., 2006), verificou se que folhas de *K. senegalensis* apresentam maiores quantidade de taninos, saponinas e fenóis do que folhas de *K. grandifoliola*. Esses compostos têm ação microbiana e são classificados como pré-formados no tecido vegetal (STANGARLIN et al., 2011). A ação desses pode explicar, em parte, os diferentes tamanhos das lesões entre as espécies vegetais.

Quanto às características anatômicas, a principal diferença entre folhas de *K. grandifoliola* e *K. senegalensis* é a quantidade de estômatos, sendo encontrados em maior quantidade por área foliar na primeira espécie, independente da face avaliada (OYEDAPO et al., 2018). Essas estruturas podem agir como aberturas naturais para o início do processo infeccioso em folhas sem ferimentos, talvez sendo uma das formas de penetração nas folhas jovens de *Khaya*, que, mesmo na ausência de ferimentos, ainda apresentaram a formação de lesões em *K. grandifoliola* por *B. exigua* e *E. sorghinum*; e *K. senegalensis* por *E. sorghinum*. Em outras espécies vegetais, as infecções associadas ao gênero *Phoma* ocorrem tanto diretamente através da cutícula quanto via estômato (ROUSTAEE et al., 2001; TRAN et al., 2017), contudo no gênero *Khaya* ainda devem ser feitos mais estudos para verificar sua forma de penetração. Em outros patossistemas, como *Quambalaria eucalypti* em *Eucalyptus* spp., não foi verificada preferência na penetração do fungo através de estômatos abertos ou diretamente através da cutícula, sendo o processo infeccioso

mais frequente em locais com ferimentos artificiais (MAFIA et al, 2009). Já na ferrugem causada por *Puccinia psidii* em *Eucalyptus grandis* (XAVIER et al., 2001) e *Syzygium jambos* (HUNT, 1968) a penetração nos tecidos foliares ocorreu principalmente através do mesófilo, entre as paredes das células da epiderme, ocorrendo em menor quantidade através dos estômatos.

As folhas das duas espécies de *Khaya* estudadas, com o passar da idade, apresentavam um enrijecimento, se tornando mais coriáceas e menos flácidas. Esse processo, junto a alterações bioquímicas, acaba por tornar os nutrientes presentes no tecido foliar adulto de mais difícil acesso à alguns microrganismos do que quanto o mesmo é jovem (POPULAR, 1978). No caso de *B. exigua* e *E. sorghinum* em *Khaya*, a preferência parece ser de folhas jovens, sendo similar ao patossistema de *Quambalaria eucalypti* (MAFIA et al, 2009) e *Puccinia psidii* (XAVIER et al., 2001) em *Eucalyptus* spp., *Phomopsis obscurans* em morango (NITA et al., 2006) e *Microcyclus ulei* na seringueira (*Hevea brasiliensis*) (SAMBUGARO et al, 2004).

2.4 REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. et al. *Ralstonia solanacearum* on eucalyptus clonal nurseries in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 4, 2006.
- ALFENAS, A.C. et al. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2009. 500 p.
- AMARAL, A. L. do. et al. *Phoma sorghina*, a new pathogen associated with *Phaeosphaeria* leaf spot on maize in Brazil. **Plant Pathology**, v. 53, n. 2, p. 259-259, 2004.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia. Volume 1 - Princípios e Conceitos**. 4 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, v. 1, 2011. 704 p.
- ASSIS, L. A. G. de; NETTOI; R. A. C.; BARBOSAI, A. P. Ocorrência de mancha foliar em mogno causada por *Sclerotium coffeicola* no estado do Amazonas **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, 2007.

AVESKAMP, M. M. et al. Highlights of the Didymellaceae: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related pleosporalean genera. **Studies in Mycology**, v. 65, p. 1-60. 2010.

BRUN, F. G. K.; MUNIZ, M. B. Doenças em árvores e plantas ornamentais urbanas. **Anais do IX Congresso de Florestal**, Santa Maria, 2006.

CAIRES, N. P.; RODRIGUES, F. A.; FURTADO, G. Q. Infection process of *Botrytis cinerea* on Eucalypt Leaves. **Journal of Phytopathology**, v. 163, p. 604-611, 2015.

CHANDEL, S.; KUMAR, A. New finding of the *Phoma* leaf spot of the varnish tree (*Koelreuteria paniculata*) in Himachal Pradesh. **International Journal of Forestry and Crop Improvement**, v. 8, n. 1, p. 37-39, 2017.

DARGE, W. A.; BOGALE, A. T. *Eucalyptus globulus* (*E. globulus*) Leaf Spot and Stem Canker Diseases Due to *Phoma* spp. **International Journal of Plant Pathology**, v. 8, n. 2, p. 14-22, 2017.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. **Mogno africano** (*Khaya ivorensis* A. Chev.) **em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 52 p.

FORBES, G. A.; BANDYOPADHYAY, R.; GARCIA, G. A review of sorghum grain mold. In Sorghum and millets diseases: a second world review. **International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics**, p. 265-272, 1992.

FREITAS, T. A. S. et al. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853-861, 2005.

HUNT, P. Cuticular penetration by germinating uredospores. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 51, p. 103–112, 1968.

IBRAHIM, J. A. et al. Comparative studies on *Khaya*. A. Juss (Meliaceae) in Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 11, p. 1154-1160, 2006.

JAMES, R. L. Phoma blight of conifer seedlings. In: CRAM, M. M.; FRANK, M. S.; MALLAMS, K. M. **Forest Nursery Pests**, 2012. p. 54-55.

KRUGNER, T. L. **Controle de doenças fúngicas em viveiros de *Eucalyptus* e pinus**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1977. 8 p.

MAFIA, R. R. et al. Effects of leaf position, surface, and entry sites on *Quambalaria eucalypti* infection in eucalypt. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 1, p. 3-9, 2009.

MAHA, A. A. et al. Tyrosine and hydantoin derivatives from the fungus *Phoma herbarum* PSU-H256 isolated from *Hevea brasiliensis*. **Tetrahedron**, v. 73, p. 4597-4601, 2017.

MATOS, R. B. de. **Planejamento da qualidade para o processo de produção de mudas clonais de eucalipto**. 2009. 75 f. Tese (Doutor em Ciências) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MUNIZ, M. F. B.; SILVA, L. M.; BLUME, E. Influência da assepsia e do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 140-146, 2007.

MURRAY, M. G.; THOMPSON, W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. **Nucleic Acid Research**, v. 8, p. 4321-4326, 1980.

NITA, M.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Effects of temperature, wetness duration, and leaflet age on infection of strawberry foliage by *Phomopsis obscurans*. **Plant Disease**, v. 87, p. 579-584, 2003.

OLIVEIRA, J. T. M. de; BONALDO, S. M.; TRENTO, R. A. Desenvolvimento de *Colletotrichum* sp. isolado de teca em diferentes meios de cultura. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**, v. 7, n. 13; p. 1329-1334, 2011.

OLIVEIRA, R. C. et al. Polyphasic characterization of *Epicoccum sorghinum*: A tenuazonic acid producer isolated from sorghum grain. **Internacional Journal of Food Microbiology**, v. 292, p. 1-7, 2019.

OHTO, C. T. et al. First report of *Sclerotium rolfsii* on *Callophyllum brasiliensis* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 2, p. 105-106, 2007.

OYEDAPO, O. A. et al Comparative foliar anatomy of three *Khaya* species (Meliaceae) used in Nigeria as antisickling agent. **Sciences in Cold and Arid Regions**, v. 10, n. 4, p. 279–285, 2018.

PAES-TAKAHASHI, V. D. S. et al. Nematode occurrence in rubber tree nurseries in São Paulo State. **Nematropica**, v. 46, p. 132-137, 2016.

PERELLÓ, A. E.; MORENO, M. V. First report of *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema Dorenbosch & van Kest on wheat leaves (*Triticum aestivum* L.) in Argentina. **Mycopathologia**, v. 159, p. 75-78, 2005.

POLTRONIERI, L. S. et al. A new disease of the african mahogany caused by *Cylindrocladiuon parasiticum* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 204, 2000.

POPULAR, C. Changes in host susceptibility with time. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Eds.). **Plant Disease: An Advanced Treatise**, v. 2. New York: Academic Press, 1978. p. 239-260.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.2018.

REIS, E. R. dos; et al. Período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* em viveiro baseado em parâmetros morfológicos. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 809-814, 2008.

ROSA, D. D. et al. First occurrence of anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in *Callophylum brasiliensis* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 3, p. 105-106, 2008.

ROUSTAEE, A. et al. Inheritance of partial resistance to phoma black stem (*Phoma macdonaldii*) in sunflower. **Plant Pathology**, v. 49, p. 396-401, 2001.

SALGADO, M.; PFENNING, L. H. Identificação e caracterização morfológica de espécies de *Phoma* do Brasil. **Anais do I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Poços de Caldas MG, p. 183-186, 2000.

SAMBUGARO, R. et al. Anatomia foliar de seringueira (*Hevea* spp.) e desenvolvimento da infecção por *Microcyclus ulei*. **Summa Phytopathology**, v. 30, p. 51-56, 2004.

SILVEIRA, S. F. et al. Characterization of *Rhizoctonia* species associated with foliar necrosis and leaf scorch of clonally-propagated *Eucalyptus* in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 106, p. 27-36, 2000.

STANGARLIN, J. R. et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 1, p. 18-46, 2011.

TRAN, H. S. et al. Infection process of *Phoma koolunga* on stem and leaf tissue of resistant and susceptible field pea (*Pisum sativum*). **Plant Pathology**, v. 66, n. 2, p. 212-222, 2017.

VERZIGNASSI, J. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L. Macha-alvo em mogno africano no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 1, p. 70-71, 2009.

XAVIER, A. A. et al. Infection of resistant and susceptible *Eucalyptus grandis* genotypes by urediniosporos of *Puccinia psidii*. **Australasian Plant Pathology**, v. 30, p. 277-281, 2001.

ZAMBOLIM, L. Doenças do cafeeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds), Manual de Fitopatologia: Volume 2, Doenças das Planta Cultivadas. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. p. 193-213.

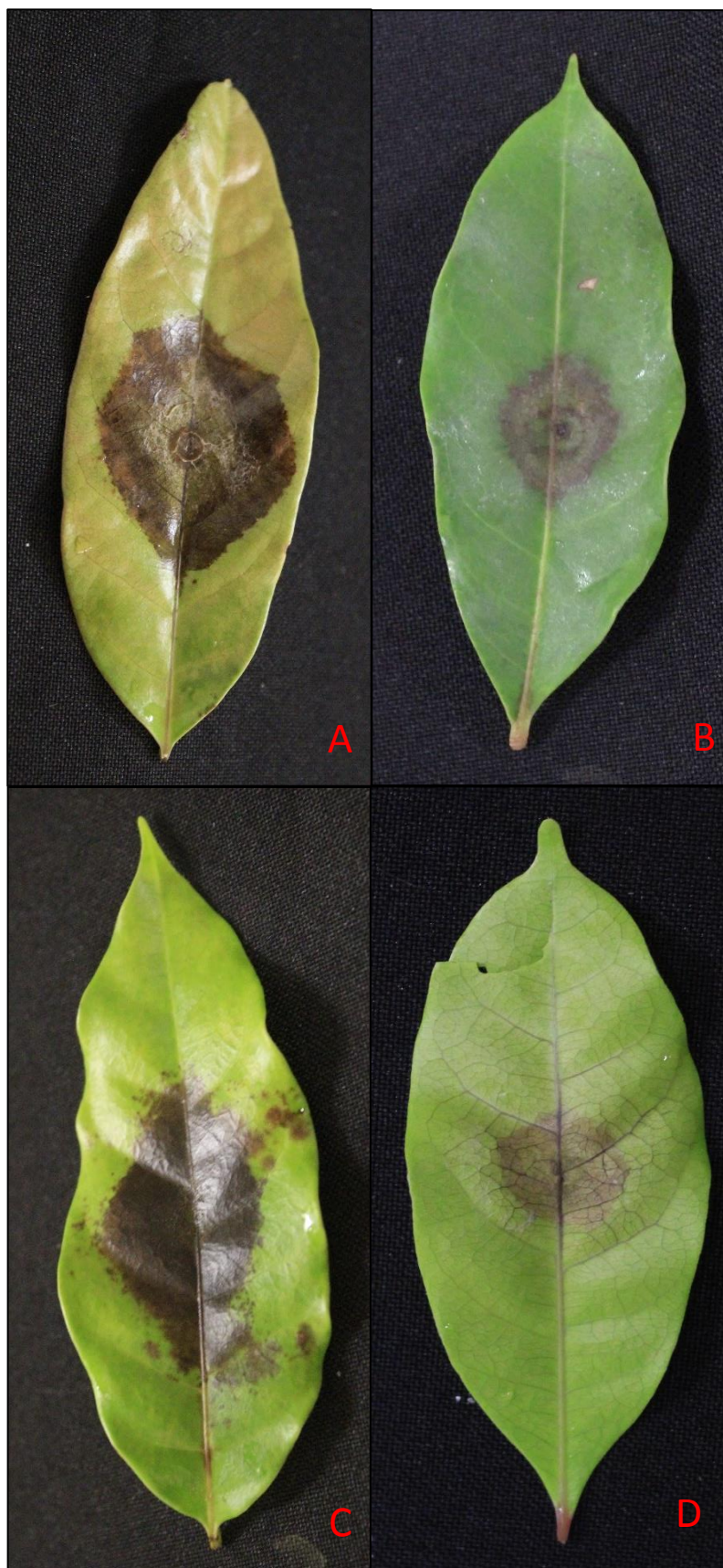


Figura 6. Inoculações de *Boeremia exigua* em *Khaya grandifoliola* (A) e *Khaya senegalensis* (B), e de *Epicoccum sorghinum* em *Khaya grandifoliola* (C) e *Khaya senegalensis* (D).

Tabela 1. Diâmetro médio das lesões das folhas destacadas de *Khaya grandifoliola* e *Khaya senegalensis* inoculadas com os fungos *Boeremia exigua* e *Epicoccum sorghinum*, isolados dessas espécies vegetais.

MÉDIAS DAS LESÕES (cm)									
	<i>Khaya grandifoliola</i>				<i>Khaya senegalensis</i>				
	Folhas jovens		Folhas adultas		Folhas jovens		Folha adultas		
	Sem ferimento	Com ferimento	Sem ferimento	Com ferimento	Sem ferimento	Com ferimento	Sem ferimento	Com ferimento	
Testemunha	0,00 aA*	0,10 aB	0,00 aA	0,10 aB	0,00 aA	0,10 aB	0,00 aA	0,10 aB	
<i>Boeremia exigua</i> (grandifoliola)	2,15 bB	2,7 bC	0,00 aA	1,6 Bb	0,00 aA	1,42 bB	0,00 aA	0,28 abAB	
<i>Boeremia exigua</i> (senegalensis)	2,35 bBC	3,37 bC	0,00 aA	1,49 bB	0,00 aA	2,02 cB	0,00 aA	0,81 cAB	
<i>Epicoccum sorghinum</i>	2,06 bD	2,75 bE	0,00 aA	1,80 bC	0,62 bB	1,98 cD	0,00 aA	0,38 Bab	

*As diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) são expressas por letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúsculas nas colunas, enquanto que letras iguais representam médias significativamente iguais.

CAPÍTULO 3

COLEOBROCAS ASSOCIADAS A *Khaya senegalensis*

RESUMO

As coleobrocas correspondem a uma das principais pragas no setor florestal, afetando indivíduos desde a fase de viveiro e campo, até a madeira já serrada e seca. Esse trabalho teve como objetivo realizar o levantamento de coleobrocas pertencentes às sub-famílias Platypodinae e Scolytinae (Coleoptera, Curculionidae) e de besouros da família Bostrichidae em talhões de diferentes idades de *Khaya senegalensis*. Foram feitas bimestralmente dissecações de árvores atacadas durante um ano, removendo-se os besouros encontrados, sendo também coletados dados de altura de ataque, sanidade do tecido atacado e talhão onde a planta foi encontrada. Com esses dados, foi possível notar certas variações nas ocorrências de determinadas espécies de coleobrocas de acordo com a sanidade do tecido, terço atacado e idade do plantio. Dentre as espécies encontradas, somente *Megaplatypus dentatus* foi coletada apenas do interior de tecidos sadios, enquanto *Euplatypus parallelus* e *Theoborus villosulus* foram retiradas principalmente de tecidos sadios e estressados. Essas três espécies podem representar riscos a árvores sadias e levemente estressadas quando em altas populações. As demais espécies coletadas afetaram tecidos mortos e/ou estressados, em sua maior parte devido a doenças associados ao sistema radicular. Essas últimas brocas citadas podem acelerar o processo de declínio de plantas já doentes e agir como saprófitas em toras cortadas ou derrubadas.

Palavras chave: Mogno africano; Platypodinae; Scolytinae; Bostrichidae; declínio

ABSTRACT

Wood boring beetles correspond to one of the main pests in forestry, affecting trees from the nursery and field phase, to the already sawn and dry wood. This work had the objective of surveying Scolytinae and Platypodinae (Coleoptera, Curculionidae) wood boring beetles, and beetles of the Bostrichidae family, in stands of different ages of *Khaya senegalensis*. Attacked trees were dissected bimonthly for one year, when beetles were removed, and data on attack height, sanity of the attacked tissue and stand where the tree was found were also collected. With these data, it was possible to observe certain variations in the occurrence of certain species of borers according to the sanity of the tissue, third of the plant and the age of planting. Among the species found, only *Megaplatypus dentatus* was collected only from healthy tissue, while *Euplatypus parallelus* and *Theoborus villosulus* were collected mainly from healthy and stressed tissues. These three species may represent risks to healthy and slightly stressed trees when in high populations. The other species collected affected dead and/or stressed tissues, mostly due to diseases associated with the root system. These last mentioned species can accelerate the process of decay of already diseased plants and act as saprophytes in cut or felled logs.

Keywords: African mahogany; Platypodinae; Scolytinae; Bostrichidae; decay

3.1 INTRODUÇÃO

Os insetos pertencentes à ordem Coleoptera correspondem ao grupo mais rico e diverso dentre os seres vivos. O número de espécies já relatadas é de aproximadamente 360 mil, havendo provavelmente, um grande número ainda não identificado (BOUCHARD et al., 2009). Seus membros, em maior parte, recebem o nome de besouros, e apresentam uma ampla gama de variações morfológicas e modos de vida. Seus hábitos alimentares variam dependendo da espécie, possuindo em sua totalidade aparelho bucal do tipo mastigador (GALLO, 2002). Os predadores, são aqueles que predam e se alimentam de outros insetos, possuindo uso principalmente no controle biológico (OBRYCKI; KRING, 1998; MATTA et al., 2017). Os saprófagos agem como decompositores, se alimentando de matéria orgânica morta (FRAVER et al., 2018). Aqueles que se alimentam de plantas vivas ou de fungos recebem o nome de fitófagos e micófagos respectivamente, e são os causadores de grandes prejuízos na área agrônômica (GALLO, 2002; CIESLA, 2011).

Dentre os besouros que se alimentam de árvores, as brocas são os principais causadores de danos em espécies florestais. Essas possuem o hábito alimentar xilófago, consumindo material lignocelulósico, vivo ou morto, e abrindo galerias no interior da planta. Esse processo acaba muitas vezes por reduzir drasticamente a qualidade da madeira produzida e, em situações extremas, causar a morte do hospedeiro. Nesses casos, quando a população do inseto atinge o nível que causa dano econômico, recebe o nome de praga (CIESLA, 2011).

Na família Bostrichidae e nas sub-famílias Scolytinae e Platypodinae, encontramos algumas das principais brocas de espécies florestais. Estas possuem em geral, tamanho diminuto, raramente maior que poucos milímetros, e corpo cilíndrico.

Os bostriquídeos compreendem aproximadamente 550 espécies distribuídas em regiões tropicais (SARIKAYA, 2013). Esses besouros predam preferencialmente madeira seca com umidade entre 8 e 30% (COOKSON, 2004), podendo se alimentar também de grãos armazenados (LIU et al., 2008). Os orifícios abertos por membros dessa família normalmente apresentam formato redondo, acompanhada da liberação de pó fino característico. Essa serragem fina provém do processo de escavação da galeria e rendeu a algumas espécies desses besouros o nome de pulverizadores de madeira (GERBERG, 1957).

Ambas as sub-famílias Scolytinae e Platypodinae são formadas por besouros típicos de áreas de plantios florestais, pertencentes à família Curculionidae (BRIGHT, 2014). Seus ataques normalmente estão associados a plantas estressadas acometidas por enfermidades, ferimentos ou problemas fisiológicos, e em muitos casos, são tidos como pragas secundárias (FREDERICKS; JENKINS, 1988; ZANUNCIO et al, 2002; LA SPINA et al., 2013).

Alguns membros dessas sub-famílias recebem o nome de besouros de ambrosia, devido ao fato de cultivarem e se alimentarem de fungos que se desenvolvem no interior das galerias escavadas (HULCR; STELINSKI, 2016). Esses microrganismos servem como fonte de aminoácidos, sais, esteróides e vitaminas para o besouro (BAKER; NORRIS, 1968). O transporte desse fungo é feito no interior de estruturas especializadas, sendo a sua localização no corpo do besouro variável de acordo com a espécie (BATRA, 1963; HULCR; STELINSKI, 2016). No interior da planta, o fungo inoculado se desenvolve nos tecidos adjacentes às bordas da galeria escavada, podendo acelerar ou causar a morte da planta.

Os ataques das brocas são normalmente coordenados de forma a vencer as reações de defesa da planta. Devido a isso, muitos destes besouros lançam mão de uma série de semioquímicos, chamados de feromônios de agregação, que agem como um sinal liberado por insetos pioneiros indicando qual árvore deve ser atacada. A escolha do hospedeiro leva em conta também os voláteis emitidos pelo mesmo, visto que plantas em diferentes níveis de estresse possuem padrões característicos de voláteis liberados (CIESLA, 2011; HULCR; STELINSKI, 2016).

Com isso em mente, esse trabalho teve como objetivo realizar a coleta e identificação de coleobrocas das sub-famílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) e da família Bostrichidae, em talhões de diferentes idades e níveis de estresse de *Khaya senegalensis*. Os padrões de ataque serviram de base para melhor entender a associação desses besouros com essa espécie florestal e a sua atuação como potenciais pragas.

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

Visando avaliar a gama de espécies de coleobrocas com capacidade de ocasionar danos em *Khaya senegalensis* no município de Garça-SP, foram feitas

coletas bimestrais, de agosto de 2017 a agosto de 2018, dos besouros pertencentes às famílias Curculionidae (sub-famílias Platypodinae e Scolytinae) e Bostrichidae, em seis diferentes talhões (**Tabela 1**).

Tabela 1. Características dos talhões estudados contendo indivíduos de *Khaya senegalensis* em um plantio localizado na Fazenda Enseada no município de Garça/SP.

Talhão	Área (ha)	Espécies plantadas	Espaçamento <i>Khaya Senegalensis</i>	Ano do plantio	Nº aproximado de indivíduos de <i>Khaya senegalensis</i>
1	9,7	<i>Khaya senegalensis</i>	3 x 2	2014	8.000
2	8,3	<i>Khaya senegalensis</i> + <i>Tectona grandis</i>	6 x 2	2014	6.000
3	13	<i>Khaya senegalensis</i>	3 x 2	2014	21.600
4	0,7	<i>Khaya senegalensis</i>	4 x 4	2011	150
5	1,5	<i>Khaya senegalensis</i>	2,5 x 2,5	2013	2.000
6	12	<i>Khaya senegalensis</i> + <i>Coffea arabica</i>	13 x 2	2012	4.200

Os besouros foram removidos do interior das árvores atacadas, sendo realizadas as seguintes observações:

- **Sanidade do tecido: saudável, estressado ou morto**

Sendo:

- saudável: tecido que não apresentava nenhum sinal externo de doença e/ou ferimentos, com tecidos da casca e alburno de coloração clara e com folhagem verde;
- estressado: corresponde a terços ainda vivos de plantas apresentando sintomas de murcha, morte descendente, quebra de galhos e/ou podas. O tecido estressado ainda possui coloração de casca e alburno característicos de *K.*

senegalensis ou levemente alterada, sem apresentar o escurecimento decorrente da perda de umidade;

- morto: árvores inteiras, ou terço destas, com escurecimento e colapso dos tecidos da casca, perdendo a coloração e a umidade característica de tecidos saudios, culminando na morte daquele terço da planta. Os tecidos do alburno podem ainda estar levemente úmidos, provavelmente devido à morte recente.

- **Altura de ataque: terço inferior, médio ou superior**

Sendo:

- terço superior: tecido mais alto da planta, tendo início junto ao local onde emerge o galho mais baixo a formar o dossel da floresta;

- terço médio e inferior: corresponde ao fuste da planta, localizado logo abaixo dos ramos principais, até o solo. Com a divisão dessa área ao meio, temos o terço inferior junto ao solo e o médio próximo à copa.

- **Besouro se encontra preso à goma: sim ou não**

As árvores se utilizam de gomas para fechar ferimentos e bloquear a entrada de organismos no seu interior. Assim, os indivíduos de *Khaya senegalensis*, quando saudios ou estressados, liberam uma quantidade considerável de gomas através dos orifícios causados por brocas em seu lenho (**Figura 1**), as quais ficam presas externamente a esse exudado, invariavelmente morrendo.

- **Talhão coletado**

Para cada inseto coletado, foi registrado o talhão da qual pertence a árvore de onde o mesmo foi retirado.



Figura 1. Goma exsudada de tronco de *Khaya senegalensis* atacada por broca. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2018.

- **Espécie do besouro**

A identificação dos insetos foi realizada pelo Professor Carlos Alberto Hector Flechtmann, docente da UNESP – Campus de Ilha Solteira\SP, com base nas características morfológicas dos insetos.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.3.1 ESPÉCIES COLETADAS

No total, 624 besouros foram coletados dentre os 6 talhões avaliados, sendo estes pertencentes a 32 diferentes espécies. Destes, 26 pertencem à sub-família Scolytinae, três à sub-família Platypodinae e outros três à família Bostrichidae.

Ordem: Coleoptera

Família: Curculionidae

Sub-família: Scolytinae

Tribo: Scolytini

Ambrosiodmus obliquus
Ambrosiodmus opimus
Ambrosiodmus sp.1
Cnesinus sp.1
Cnestus retusus
Coptoborus vespatorius
Corthylus antennarius
Corthylus pharax
Corthylus sp.1
Cryptocarenus heveae
Dryocoetoides cristatus
Hypothenemus bolivianus
Hypothenemus eruditus
Hypothenemus obscurus
Hypothenemus opacus
Hypothenemus setosus
Microcorthylus quadridens
Premnobius cavipennis
Sampsonius dampfi
Sampsonius pedrosae
Theoborus villosulus
Xyleborus affinis
Xyleborus ferrugineus
Xyleborus spinulosus
Xylosandrus crassiusculus
Xylosandrus curtulus

Sub-família: Platypodinae

Tribo: Platypodini

Euplatypus parallelus
Euplatypus segnis
Megaplatypus dentatus

Família: Bostrichidae

Sub-família: Bostrichinae

Tribo: Bostrichini

Bostrychopsis uncinata
Sinoxylodes curtulus

Tribo: Xyloperthini

Xyloperthella picea

3.3.2 ANÁLISE DE ACORDO COM OS TALHÕES

Os talhões tiveram grande diferença no número de espécies e indivíduos coletados, sendo esse resultado provavelmente resultante da idade e sanidade dos talhões.

O Talhão 1 está entre os mais jovens dos estudados (**Tabela 1**), apresentando quatro anos até o momento da última coleta, e também, tanto a maior quantidade de insetos coletados (**Tabela 2**), quanto o maior número de espécies e de árvores com tecidos em diferentes níveis de sanidade. Os tecidos mortos foram representados por ponteiros e ramos quebrados e terços de árvores com sintoma de morte descendente devido à podridão radicular do tipo branca ainda sem agente causal comprovado. Já as estressadas, são associadas aos terços vivos de árvores apresentando sintomas de podridão radicular, podadas, ramos sombreados e terços inferiores de plantas com ponteiro quebrado. Nesse local, 28 espécies de brocas foram encontradas em um total de 550 indivíduos, sendo aproximadamente 81% dos insetos pertencentes a apenas 6 espécies, *Theoborus villosulus* (17,5%), *Euplatypus parallelus* (17,5%), *Microcorthylus quadridens* (16,2%), *Xyloperthella picea* (14,0%), *Sinoxylodes curtulus* (11,1%) e *Corthylus pharax* (7,6%). Dentre esses, somente *T. villosulus* teve indivíduos encontrados em ramos laterais estressados devido ao sombreamento e já mortos. Associados também a ramos estressados, porém em menor abundância, estão as espécies *Dryocoetoides cristatus*, *Xyleborus affinis*, *Coptoborus vespatorius* e *Hypothenemus eruditus*. Todos os insetos associados a ramos foram retirados do terço médio das plantas. Já as espécies restantes, assim como *T. villosulus*, *D. cristatus* e *X. affinis*, foram coletadas de troncos. Nesse local, nos tecidos do terço médio e superior mortos, foram encontrados tanto o maior número de espécies quanto o de indivíduos no Talhão 1. Contudo, esses tecidos somente apresentavam besouros quando a árvore de origem mostrava sintomas de morte descendente, com terço inferior ainda vivo, indicando a seca recente dos tecidos superiores. Em tecidos mortos há muito tempo, a umidade se encontrava baixa e desfavoráveis ao desenvolvimento desses insetos, e em alguns casos o tecido apresentava marcas do ataque ao longo de todo seu lenho, contudo nenhum besouro foi encontrado em seu

interior. Nos casos dos tecidos mortos que tinham as condições ideais e tiveram insetos coletados, foi possível observar exemplares das espécies *E. parallelus*, *M. quadridens*, *X. picea*, *S. curtulus*, *C. pharax* e *Xyleborus spinulosus* em abundância. Dentre os coletados, *Sinoxylodes curtulus*, *Bostrychopsis uncinata*, *Ambrosiodmus opimus*, *Xylosandrus curtulus*, *Sampsonius pedrosai*, *Sampsonius dampfi*, *Corthylus antenarius*, *Hypothenemus setosus*, *Cnesinus* sp.1, *Corthylus* sp.1, *Cryptocarenum heveae* e *Hypothenemus obscurus*, foram encontrados somente em tecidos mortos do tronco. Já *M. quadridens*, *C. pharax*, *X. spinulosus*, *Premnobius cavipennis* e *Euplatypus segnis* se encontravam praticamente na mesma situação, contudo apresentavam um único indivíduo coletado em terços em outros níveis de sanidade. Nos tecidos estressados houve uma redução drástica no número de espécies coletadas em relação a tecidos mortos. Nesse caso, as espécies *E. parallelus*, *T. villosulus* e *X. picea* tiveram destaque devido ao número de indivíduos coletados nos terços inferior e médio das árvores. A redução no número de indivíduos e espécies de brocas coletadas pode estar associada à preferência pela sanidade do hospedeiro. Nos tecidos sadios, somente duas espécies foram encontradas, *E. parallelus* e *T. villosulus*, ambas associadas ao terço médio e baixo das árvores, contudo sempre presos à goma. As plantas sadias atacadas por esses besouros se encontravam quase sempre próximas a plantas com tecidos estressados, podendo essas agirem atraindo os besouros devido ao padrão de semioquímicos liberados (SEYBOLD et al., 2000; LINDGREN; RAFFA, 2013). Esses insetos, uma vez atraídos, acabam por pousar em árvores próximas das estressadas, contudo ainda sadias, e acabam por iniciar, sem sucesso, o processo de escavação da galeria, ficando aderidos externamente à goma liberada pela planta.

Nos talhões 2 e 3 (**Tabela 3, 4**), mesmo apresentando a mesma idade do Talhão 1, tiveram menor diversidade e quantidade de besouros coletados que o mesmo. Esses fatores podem ser explicados baixa qualidade de plantas com tecidos estressados e mortos. No caso do Talhão 2, não foi feita a poda até a realização da última coleta, contudo ainda assim houve baixa ocorrência de ramos sombreados devido ao maior espaçamento dentre os indivíduos de *Khaya senegalensis*, junto a uma baixa incidência da morte descendente causada pela podridão radicular do tipo branca. Já no Talhão 3 não foi feita a poda antes ou durante esse trabalho, sendo coletados insetos de ramos sombreados, contudo não foi verificada a ocorrência de podridão radicular. Nesses talhões, 2 e 3, *C. vespatorius* foi encontrado em ramos

estressados em ambos, estando associado também a esse tecido *T. villosulus* no Talhão 2. Ainda nesse plantio, foram encontrados indivíduos dessa espécie em diferentes alturas nos tecidos mortos do tronco. Já no Talhão 3, a outra espécie encontrada foi *E. parallelus*, sendo esta somente associada a plantas podadas, estando em todos os casos preso externamente à goma.

Os talhões 4, 5 e 6 (**Tabela 5, 6, 7**) são os mais velhos dentre os coletados, com sete, seis e seis anos de idade, respectivamente, no momento da coleta. Nesses, não houve a ocorrência de podridão radicular, contudo foi observada no Talhão 6 a presença de um número considerável de plantas apresentando murcha vascular devido ao patógeno *Ceratocystis fimbriata*. Essas plantas, por sua vez, não foram atacadas pelos insetos. Nos talhões citados, somente algumas plantas saudáveis foram atacadas, sendo em maior parte localizadas próximas às bordas dos plantios.

A partir desses dados, foi possível notar que os talhões mais antigos e com menores densidades de plantas apresentaram as menores quantidades de árvores atacadas, assim como do número de indivíduos e de espécies de brocas coletadas. Esse resultado pode ser explicado pela predominância de fatores de estresse nos plantios mais jovens, como poda, quebra e sombreamento de ramos e doenças radiculares, sendo essa última provavelmente mais facilmente disseminada devido à maior proximidade entre as árvores nesses talhões. Esses fatores também explicam as diferenças nas coletas entre os locais de mesma idade, principalmente devido à não realização de podas e não ocorrência de podridões radiculares.

A ocorrência de fatores que aumentam o número de plantas estressadas, como fogo, fatores climáticos, pragas e doenças, possui importante participação no número de ataques e na população de brocas existentes em uma área (JENKINS et al, 2008; GITAU et al, 2013). Em um estudo envolvendo esses aspectos, foi verificado que árvores-armadilhas de *Pinus radiata* para *Sirex noctilio* tiveram um maior número de ataques de *Ips grandicollis* em áreas com incidência de quebras pelo vento, passagem de fogo e ocorrência da seca de ponteiro do pinus causada por *Diplodia* spp., que estressava e levava à morte de árvores próximas das plantas-armadilhas, da qual ocorriam revoadas de besouros (GITAU et al, 2013).

Em outros trabalhos, envolvendo outras espécies de coníferas, *Pinus ponderosa* (NEGRON et al, 2008), *Pseudotsuga menziesii* (NEGRON, 1998) e *Pinus edulis* (NEGRON; WILSON, 2003), e suas respectivas brocas, *Dendroctonus ponderosae*, *Dendroctonus pseudotsugae* e *Ips confusus*, foi possível concluir que os

fatores com influência positiva na probabilidade de ataques de brocas foram principalmente a densidade de indivíduos de uma ou mais espécies nos locais estudados e a área basal das árvores atacadas. Nesses estudos, foram utilizadas áreas naturais, constituídas de indivíduos em diferentes idades, e sendo levantados também outros fatores, como inclinação do solo e altitude. Contudo, esses não apresentaram correlação com o aumento ou redução do ataque das brocas. Ainda em coníferas, estudando a ocorrência de árvores atacadas de *P. edulis* por *I. confusus*, foi possível encontrar uma relação positiva entre o número de árvores atacadas e a presença de ventos favoráveis a dispersão desse inseto; normalmente em baixas altitudes, densidade de indivíduos e porte das árvores (SANTOS; WHITHAM, 2010).

3.3.3 COLETAS DE ACORDO COM O NÍVEL DE ESTRESSE DOS TECIDOS

Em tecidos sadios (**Tabela 10**), somente três espécies de brocas foram encontradas, todas associadas ao tronco, *E. parallelus*, *T. villosulus* e *M. dentatus*. As duas primeiras espécies representam a maior parte dos besouros coletados nesse tecido e estão associados principalmente a árvores localizadas próximas a indivíduos com tecidos mortos ou estressados, indicando talvez a atração desses insetos pelos semioquímicos liberados pelas plantas em declínio. Assim, aparentemente, esses insetos acabaram pousando erroneamente em uma planta saudável próxima à origem do atrativo. Para *E. parallelus* e *T. villosulus* também foi possível notar que nenhum dos indivíduos coletados conseguiu vencer as barreiras de defesa formadas pelas plantas saudáveis após atacadas. Esses insetos escavavam galerias que iam alguns centímetros para dentro do alburno, atravessando a casca. Contudo, esse processo de perfuração era impedido devido à liberação de gomas pela planta, que acabavam por expulsar os besouros do interior da mesma, os quais por sua vez ficavam aderidos externamente à casca. Isso pode indicar a incapacidade dessas espécies, no nível populacional estudado, de causar danos a *K. senegalensis*. Contudo, a exsudação de gomas exige um gasto energético por parte da planta, que pode acabar por enfraquecê-la em altas infestações das brocas, dessa forma reduzindo a capacidade da planta de se defender.

Ainda em tecidos sadios, a única espécie capaz de vencer as barreiras de defesa pós formadas das árvores foi *M. dentatus*. Esse besouro, de grande porte, somente foi coletado do terço inferior de árvores sem relação de proximidade com

árvores apresentando tecidos estressados ou mortos. Em todos os casos encontrados, os besouros conseguiram abrir galerias que adentravam o alburno, contudo somente um terço dos insetos conseguiu vencer a liberação de gomas da planta, enquanto que os demais foram coletados aderidos externamente à goma na entrada do orifício.

Nos tecidos estressados (**Tabela 9**), três espécies representaram mais de 90% dos indivíduos coletados, *E. parallelus*, *T. villosulus* e *X. picea*, estando o restante das espécies com uma quantidade coletadas em torno de 1 a 3 indivíduos. Nesse tecido, o único platipodídeo encontrado foi *E. parallelus*. Esse besouro compõe aproximadamente 50% dos insetos coletados nesse local, e foi encontrado somente no terço baixo e médio do tronco. As árvores das quais esse inseto foi coletado, em sua maior parte, estavam estressadas devido ao processo de poda ou tinham o ponteiro quebrado devido ao vento, sendo que em nenhum desses casos o besouro conseguiu vencer as barreiras pós formada da árvore. Em tecidos estressados de indivíduos com morte descendente, esse besouro teve êxito na abertura da galeria, sendo possível notar a presença do casal do besouro no interior da mesma.

Em tecidos estressados, besouros da espécie *T. villosulus* foram coletados de ramos e troncos. Os ramos afetados estavam sombreados devido à proximidade entre as árvores, e já sem folhas. Nesse local, as brocas se concentravam principalmente na base do ramo, provavelmente devido à maior umidade (**Figura 2**), estando em alguns casos presos externamente à goma liberada pelo ramo. No tronco, *T. villosulus* estava associado principalmente a árvores com morte descendente, estando em poucos casos presos à gomas quando o hospedeiro ainda tinha forças para se defender.

Xyloperthella picea compõe a terceira espécie mais numerosa em tecidos estressados, e estavam associados somente ao terço baixo e médio do tronco de árvores com morte descendente, estando em alguns casos presos à gomas liberadas pela planta.

As demais espécies compuseram, em conjunto, aproximadamente 9% do total de insetos coletados em tecidos estressados. Estas ocorreram tanto no tronco, no terço baixo, quanto em ramos estressados, no terço médio.

Nos tecidos mortos (**Tabela 8**) foi encontrada a maior diversidade de espécies de brocas e o maior número de indivíduos. Em ramos mortos do terço médio, somente

T. villosulus foi encontrado, enquanto que os demais, assim como alguns indivíduos de *T. villosulus*, foram coletados de tecidos mortos do tronco. As espécies com maior número de indivíduos nesse tecido foram *M. quadridens*, *Sinoxylodes curtulus*, *X. picea*, *C. pharax* e *X. spinulosus*, estando todas associadas principalmente ao terço superior de plantas com morte descendente.



Figura 2. Base de ramo morto apresentando galerias e larvas de *Theoborus vilosulus*. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2018.

Dentre os besouros coletados em todos os talhões, é possível destacar algumas espécies pela sua baixa ou alta especificidade pelo tipo de tecido atacado. Como espécie mais numerosa, *E. parallelus* foi encontrada em todos os níveis de sanidade de tecidos, mas principalmente em tecidos estressados, provavelmente devido à sua maior umidade. Nos sadios e nos estressados não decorrentes da

podridão radicular, em que a árvore tinha chance de sobreviver, esse besouro não obteve êxito na abertura de galerias devido ao processo de secreção de gomas pela planta. Contudo não se deve descartar a possibilidade do mesmo em causar reduções no crescimento e até mesmo vencer as defesas de plantas sadias em ataques massais, envolvendo um grande número de indivíduos (PAINE; STEPHEN, 1984; SEYBOLD et al., 2000; LINDGREN; RAFFA, 2013). Todos os tecidos onde esse besouro foi coletado se encontravam no terço baixo ou médio das árvores. Essa espécie é tida como nativa da América e já foi relatada em mais de 60 hospedeiros, distribuídos em 20 diferentes famílias (SILVA et al, 2013). Seus maiores danos normalmente se dão em associação a fungos simbiotes, que aceleram o processo de descendência da árvore atacada, que pode se encontrar em áreas naturais, urbanas ou em plantios. Na Ásia, essa espécie é uma importante praga de *Pterocarpus indicus* em florestas naturais (TARNO et al., 2014) e na arborização urbana (BUMRUNGSRI et al., 2008). No Brasil, esse besouro já foi relatado em *Hevea brasiliensis* (SILVA et al., 2013) e em *Pinus* sp. (ZANUNCIO et al., 2002). Já na América do Norte, essa espécie compõe a gama de curculionidaeos que causam danos a *Persea americana* (MENOCAI et al, 2018).

Encontrada principalmente em ramos mortos e estressados do terço médio, os besouros da espécie *T. villosulus* agem acelerando a queda de ramos no interior dos talhões de *K. senegalensis*. Suas galerias foram observadas principalmente na base dos ramos, local onde muitas vezes estavam presos à goma. Essa espécie foi encontrada também em tecidos do tronco em todos os níveis de sanidade. Nos tecidos vivos, esse besouro sempre se encontrava preso à goma nos terços baixo e médio, indicando uma incapacidade de vencer as defesas da planta no nível de infestação encontrado. Já nos tecidos do tronco estressados, ocorreu nos terços baixo e médio, estando esporadicamente preso à goma em árvores com sintomas de morte descendente e sempre preso em árvores podadas. Em tecidos mortos, somente foi observado no terço médio e superior. A espécie *T. villosulus* é considerada uma praga na cultura do cacau (*Theobroma cacao*), atacando tecidos do lenho e da casca desde a fase de mudas até as árvores já adultas (TERRA, 1987; SODRÉ, 2017).



Figura 3. Galerias de *Euplatypus parallelus* no lenho de árvore com morte descendente. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2018.

A única espécie coletada somente de indivíduos sadios e sem estar preso à goma, foi *M. dentatus*. Esse besouro foi encontrado, em todos os casos, atacando o terço baixo, normalmente próximo ao solo (**Figura 4**). Por conseguir vencer as defesas da planta, esse platipodídeo age como broca primária, causando grandes danos em altas populações. Membros desse gênero atacam, normalmente, árvores de alto diâmetro, sendo no caso do *Megaplatypus mutatus*, superiores a 15 cm de diâmetro à altura do peito (BASSO; NAVARRETE, 2007). Essa preferência pode explicar os resultados encontrados nesse trabalho, em que *M. dentatus* somente foi coletado nos talhões mais velhos, conseqüentemente de maior diâmetro médio. Na América do Sul, membros desse gênero já foram relatados em diversas palmeiras ornamentais (ZORZENON et al., 2008) e espécies florestais, como *Eucalyptus* spp., *Calophyllum brasiliense*, *Populus* spp. e *Pinus* sp. (CARVALHO FILHO et al., 2008).

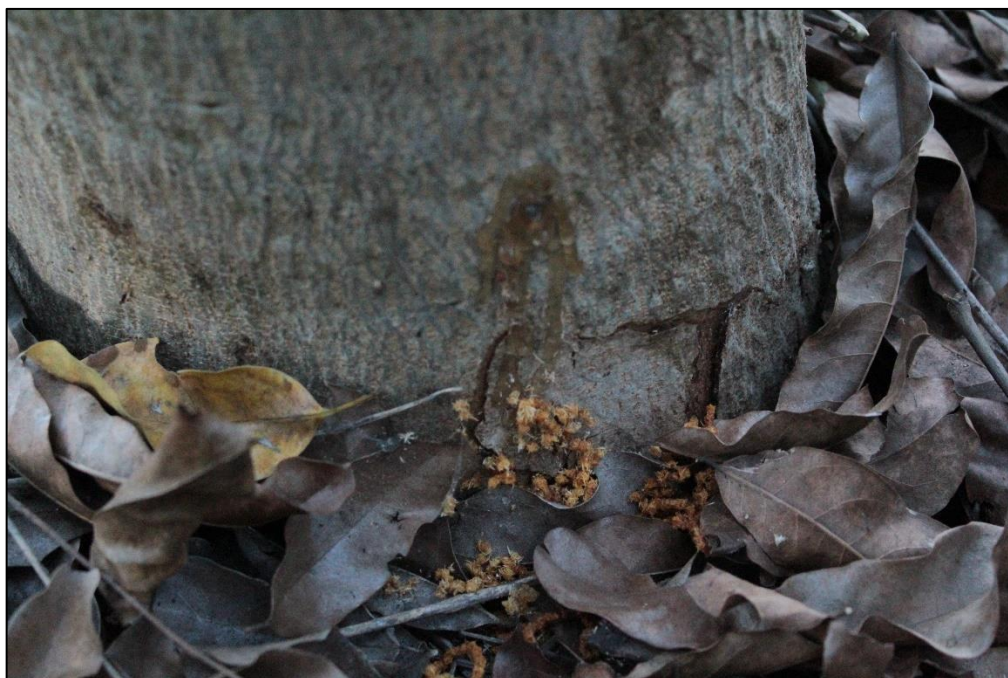


Figura 4. Orifício aberto por *Megaplatypus dentatus* com a presença de serragem da abertura da galeria e exsudação de goma na base da planta. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2018.

Como forma de manejo para as brocas encontradas, recomenda-se inicialmente a remoção e destruição da parte aérea de árvores doentes e já mortas, evitando assim o ataque de brocas a plantas estressadas que ainda possam potencial para se recuperar, e também a árvores saudáveis próximas. Essa medida também impede a multiplicação de brocas saprófitas, que podem causar danos a peças de madeira, em processo de secagem ou já secas, e a estruturas e construções de madeira não tratadas. Para esse processo, deve ser feito o caminhamento entre as ruas do plantio periodicamente para marcação das plantas para retirada, preocupando-se também em procurar serragem na base de plantas, indicando a escavação da galeria no interior das plantas. Para essa última, devido à escassez de opções de controle com o inseto uma vez no interior da planta e o risco da ocorrência de revoada caso o método empregado não tenha sucesso, é interessante também a sua remoção e destruição. Para o manejo das brocas dos ramos mortos e estressados, deve ser feita a poda com frequência correta, de forma que não ocorra o sombreamento dos ramos inferiores, impedindo a ocorrência de revoadas e também a formação do nó oco da madeira após a sua secagem.

3.4 REFERÊNCIAS

BAKER, J. M.; NORRIS, D. M. A complex of fungi mutualistically involved in the nutrition of the ambrosia beetle *Xyloborus ferrugineus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 11, n. 2, p. 246-250, 1968.

BASSO, B.; NAVARRETE, B. **Determinación del momento de emergencia de adultos de *Megaplatypus mutatus* (“Taladrillo grande de los Forestales”) en la zona de Chos Malal, Provincia de Neuquén.** Neuquén: Estación Agrozootécnica Chos Malal, 2007, p. 5.

BATRA, L. R. Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. **Kansas Academy of Science**, v. 66, n. 2, p. 213-236, 1963.

BOUCHARD, P. et al. Biodiversity of Coleoptera. In: FOOTIT; R. G.; ADLER; P. H. (Eds). **Insect biodiversity: science and society**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2009, p. 337-418.

BRIGHT, D. E. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), supplement 3 (2000-2010), with notes on subfamily and tribal reclassifications. **Insect Mundi**, p. 1-356, 2014.

BUMRUNGSRI, S. et al. The infestation by an exotic ambrosia beetle, *Euplatypus parallelus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) of Angsana trees (*Pterocarpus indicus* Willd.) in southern Thailand. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 30, n. 5, p. 579-582, 2008.

CARVALHO FILHO, M. M.; TEIXEIRA, E. P.; CONFORTI, T. B. Registro de novos hospedeiros de *Megaplatypus mutatus* (Chapuis) (Coleoptera: Platypodidae no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, v. 20, n. 2, p. 213-219, 2008

CIESLA, W. M. **Forest entomology: a global perspective**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2011, p. 416.

COOKSON, L. J. **Treatment methods for the protection of hardwood sapwood from lyctine borers**. Melbourne: Forest & Wood Products Research & Development Corporation, 2004, p. 23.

FRAVER, S. et al. Woody material structural degradation through decomposition on the forest floor. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 48, n. 1, p. 111–115, 2018.

FREDERICKS, S. E.; JENKINS, M. J. Douglas-fir beetle (*Dendroctonus pseudotsuga* Hopkins, Coleoptera: Scolytidae) brood production on Douglas-fir defoliated by Western spruce budworm (*Choristoneura occidentalis* Freeman, Lepidoptera: Tortricidae) in Logan Canyon, Utah. **Great Basin Naturalist**, v. 3, n. 48, p. 348-351, 1988.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Editora Fealq, v. 10, 2002, p. 920.

GERBERG, E. J. **A revision of the New World species of powderpost beetles belonging to the family Lyctidae**. Washington: United States Department Of Agriculture, v. 1157, 1957, p. 55.

GITAU, C. W. et al. Incidence of *Ips grandicollis* (Coleoptera: Scolytinae) in trap trees prepared for biological control of *Sirex noctilio* (Hymenoptera : Siricidae) in Australia: Influence of environment and silviculture. **Forest Ecology and Management**, v. 310, p. 865–874, 2013.

HULCR, J.; STELINSKI, L. L. The Ambrosia Symbiosis: From Evolutionary Ecology to Practical Management. **Annual Review of Entomology**, v. 62, p. 285-303, 2016.

JENKINS, M. J. et al. A. Bark beetles, fuels, fires and implications for forest management in the Intermountain. **Forest Ecology and Management**, v. 254, p. 16–34, 2008.

LA SPINA, S. et al. Frost increases beech susceptibility to scolytine ambrosia beetles. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 15, p. 157–167, 2013.

LINDGREN, B. S., RAFFA, K. F. Evolution of tree killing in bark beetles (Coleoptera: Curculionidae): trade-offs between the maddening crowds and a sticky situation. **Canadian Entomologist**, v. 145, n. 5, p. 471–495, 2013.

LIU, L.; SCHÖNITZER, K.; YANG, J. A review of the literature on the life history of Bostrichidae. **Bulletin de la Société entomologique suisse**, v. 98, p. 91-97, 2008.

MATTA, D. H. da. et al. Feeding habits of Carabidae (Coleoptera) associated with herbaceous plants and the phenology of coloured cotton. **Acta Scientiarum**, v. 39, n. 2, p. 135-142, 2017.

MENOCAL, O. et al. Vertical distribution and daily flight periodicity of Ambrosia Beetles (Coleoptera: Curculionidae) in florida avocado orchards affected by Laurel Wilt. **Journal of Economic Entomology**, v. 10, n. 10, 2018.

NEGRON, J. F. Probability of infestation and extent of mortality associated with the Douglas-fir beetle in the Colorado. **Forest Ecology And Management**, v. 107, p. 71–85, 1998.

NEGRON, J. F.; WILSON, J.W. Attributes associated with probability of infestation by the pinon *Ips confusus* (Coleoptera: Scolytidae), in pinyon pine, *Pinus edulis*. **Western North American Naturalist**, v. 63, p. 440–451, 2003.

NEGRÓN, J. F. et al. Susceptibility of ponderosa pine, *Pinus ponderosa* (Dougl. ex Laws.), to mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae* Hopkins, attack in uneven-aged stands in the Black Hills of South Dakota and Wyoming USA. **Forest Ecology and Management**, v. 254, n. 2, p. 327-334, 2008.

OBRYCKI, J. J.; KRING, T. J. Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 295-321, 1998.

PAINE, T. D.; STEPHEN, F. M.; TAHA, H. A. Conceptual model of infestation probability based on bark beetle abundance and host tree susceptibility. **Environment Entomology**, v. 13, p. 619–624, 1984.

SANTOS, M.; WHITHAM, T. G. Predictors of *Ips confusus* Outbreaks During a Record Drought in Southwestern USA: Implications for Monitoring and Management. **Environmental management**, v. 45, p. 239-249, 2010.

SARIKAYA, O. Notes on bark and wood-boring beetles (Coleoptera: Bostrichidae; Curculionidae: Platypodinae and Scolytinae) of the Sweetgum (*Liquidambar orientalis* Mill.) forest nature protection area, with a new record for Turkish fauna. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 11, p. 2178-2185, 2013.

SEYBOLD, S. J.; BOHLMANN, J.; RAFFA, K. F. Biosynthesis of Coniferophagous barkbeetle pheromones and conifer isoprenoids: evolutionary perspective and synthesis. **Canadian Entomologist**, v. 132, n. 4, p. 697–753, 2000.

SILVA, J. C. P. et al. Biological aspects of *Euplatypus parallelus* (F.) (Coleoptera, Curculionidae, Platypodinae) attacking *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) in São Paulo northwest, Brazil. **Anais do 3º Congresso De Heveicultura**, p. 24–26, 2013.

SODRÉ, G. A. **Cultivo do cacauero no estado da Bahia**. Ilhéus: MAPA/Ceplac/Cepec, 2017, p. 126.

TARNO, H.; SUPRAPTO, H.; HIMAWAN, T. First record of ambrosia beetle (*Euplatypus paralellus* Fabricius) infestation on Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd.) from Malang Indonesia. **Agrivita**, v. 36, n. 2, 2014.

TERRA, P. S. 1987. Guia para identificação de escolitideos (Coleoptera, Scolytidae) associados ao cacauero (*Theobroma cacao* L) no sul da Bahia. **Revista Theobroma**, p. 1717-1730, 1987.

WOOD, D. L. The role of pheromones, kairomones, and allomones in the host Selection and Colonization Behavior of Bark Beetles. **Annual Review of Entomology**, v. 27, p. 411-446, 1982.

ZANUNCIO, J. C. et al. Occurrence of *Euplatypus parallelus*, *Euplatypus* sp. (Col.: Euplatypodidae) and *Xyleborus affinis* (col.: scolytidae) in *Pinus* sp. in Ribas do Rio Pardo, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, p. 387-389, 2002.

ZORZENON, F. J.; WING, J.; MENON, R. Levantamento de danos causados por microcoleobrocas *Megaplatypus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) e lagarta-das-palmeiras *Brassolis sophorae* L. (Lepdoptera: Nymphalidae) em palmeiras ornamentais no parque Dr. Fernando Costa em São Paulo, SP. **Biológico**, v. 70, n. 2, p.107-216, 2008.

Tabela 2. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 1. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.

Talhão 1																						
Tipo de tecido	Ramo									Tronco									Total	% do total ⁴	Nº de árvores atacadas	% presos à goma em tecidos mortos/estressados/sadios
Sanidade tecido	Morto			Estressado			Sadia			Morto			Estressado			Sadia						
Terço da planta	T.I. ¹	T.M. ²	T.S. ³	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.				
<i>Theoborus villosulus</i>	-	9	-	10	57	-	-	-	-	-	1	-	6	1	-	9	4	-	96	17,5	38	0/24/100
<i>Euplatypus parallelus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	51	23	-	8	3	-	96	17,5	27	0/80/100
<i>Microcorthylus quadridens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	86	1	-	-	-	-	-	89	16,2	5	0/0/0
<i>Xyloperthella picea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	40	15	7	-	-	-	-	77	14,0	6	0/36/0
<i>Sinoxylodes curtulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	1	-	-	-	-	-	62	11,3	4	0/0/0
<i>Corthylus pharax</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	22	1	-	-	-	-	-	42	7,6	3	0/0/0
<i>Xyleborus spinulosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	11	1	-	-	-	-	-	20	3,6	3	0/0/0

<i>Bostrychopsis uncinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	10	1,8	1	0/0/0
<i>Dryocoetoides cristatus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	6	1	-	-	-	-	-	9	1,6	6	0/0/0
<i>Ambrosiodmus opimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	7	1,3	2	0/0/0
<i>Premnobius cavipennis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	1	-	-	-	-	-	7	1,3	1	0/0/0
<i>Cnestus retusus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	5	0,9	2	0/0/0
<i>Xylosandrus curtulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	5	0,9	1	0/0/0
<i>Sampsonius pedrosai</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	4	0,7	2	0/0/0
<i>Sampsonius dampfi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	3	0,5	1	0/0/0
<i>Corthylus antenarius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	0,4	2	0/0/0
<i>Euplatypus segnis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2	0,4	2	0/0/0
<i>Hypothenemus bolivianus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	0,4	1	0/0/0
<i>Xyleborus affinis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	0,4	2	0/0/0
<i>Ambrosiodmus obliquus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0,2	1	0/0/0
<i>Cnesinus</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0/0/0
<i>Corthylus</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0/0/0

<i>Coptoborus vespatorius</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0/0/0
<i>Cryptocarenum heveae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0/0/0
<i>Hypothenemus eruditus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0/0/0
<i>Hypothenemus obscurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0/0/0
<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0/100/0
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,2	1	0/0/0
Total de árvores coletadas																				65		

¹ Terço inferior

² Terço médio

³ Terço superior

⁴ Porcentagem da quantidade de indivíduos da espécie em relação ao total de besouros coletados nesse talhão

Tabela 3. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 2. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.

Talhão 2																								
Tipo de Tecido	Ramo									Tronco									Total	% do total ⁴	Nº de árvores atacadas	% presos à goma em tecidos mortos/estressados/sadios		
Sanidade tecido	Morto			Estressado			Sadia			Morto			Estressado			Sadia								
Terço da planta	T.I. ¹	T.M. ²	T.S. ³	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.						
<i>Theoborus villosulus</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	5	33,3	2	0/0/0		
<i>Microcorthylus quadridens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3	20	1	0/0/0		
<i>Euplatypus parallelus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	13,3	1	0/0/0		
<i>Xyloperthella picea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	13,3	1	0/0/0		
<i>Ambrosiodmus sp.1</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	6,7	1	0/0/0		
<i>Coptoborus vespatorius</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6,7	1	0/0/0		
<i>Hypothenemus opacus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	6,7	1	0/0/0		
																					Total de árvores coletadas		2	

¹ Terço inferior, ² Terço médio, ³ Terço superior, ⁴ Porcentagem da quantidade de indivíduos da espécie em relação ao total de besouros coletados nesse talhão

Tabela 4. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 3. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.

Talhão 3																								
Tipo de tecido	Ramo									Tronco									Total	% do total ⁴	Nº de árvores atacadas	% presos à goma em tecidos mortos/estressados/sadios		
Sanidade tecido	Morto			Estressado			Sadia			Morto			Estressado			Sadia								
Terço da planta	T.I. ¹	T.M. ²	T.S. ³	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.						
<i>Euplatypus parallelus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	7	-	-	50	98,0	13	0/100/100		
<i>Coptoborus vespatorius</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,0	1	0/0/0		
Total de árvores coletadas																							14	

¹ Terço inferior

² Terço médio

³ Terço superior

⁴ Porcentagem da quantidade de indivíduos da espécie em relação ao total de besouros coletados nesse talhão

Tabela 5. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 4. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.

Talhão 4																								
Tipo de tecido	Ramo									Tronco									Total	% do total ⁴	Nº de árvores atacadas	% presos à goma em tecidos mortos/estressados/sadios		
Sanidade tecido	Morto			Estressado			Sadia			Morto			Estressado			Sadia								
Terço da planta	T.I. ¹	T.M. ²	T.S. ³	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.						
<i>Megaplatypus dentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	50	2	0/0/50		
<i>Theoborus villosulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	25	1	0/0/100		
<i>Euplatypus parallelus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	25	1	0/0/100		
																				Total de árvores coletadas		3		

¹ Terço inferior

² Terço médio

³ Terço superior

⁴ Porcentagem da quantidade de indivíduos da espécie em relação ao total de besouros coletados nesse talhão

Tabela 6. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie de besouro e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 5. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.

Talhão 5																								
Tipo de Tecido	Ramo									Tronco									Total	% do total ⁴	Nº de árvores atacadas	% presos à goma em tecidos mortos/estressados/sadios		
Sanidade Tecido	Morto			Estressado			Sadia			Morto			Estressado			Sadia								
Terço da Planta	T.I. ¹	T.M. ²	T.S. ³	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.						
<i>Megaplatypus dentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	100	1	0/0/0		
																				Total de árvores coletadas		1		

¹ Terço inferior

² Terço médio

³ Terço superior

⁴ Porcentagem da quantidade de indivíduos da espécie em relação ao total de besouros coletados nesse talhão

Tabela 7. Espécies coletadas, tecidos atacados, altura de ataque, total de insetos coletados, porcentagem do total coletado, números de árvores atacadas por cada espécie e besouros e porcentagem de insetos presos à goma em tecidos em cada nível de sanidade no talhão 6. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.

Talhão 6																								
Tipo de tecido	Ramo									Tronco									Total	% do total ⁴	Nº de árvores atacadas	% presos à goma em tecidos mortos/estressados/sadios		
Sanidade tecido	Morto			Estressado			Sadia			Morto			Estressado			Sadia								
Terço da planta	T.I. ¹	T.M. ²	T.S. ³	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.	T.I.	T.M.	T.S.						
<i>Megaplatypus dentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	75	3	0/0/100		
<i>Euplatypus parallelus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	25	1	0/0/100		
																				Total de árvores coletadas		4		

¹ Terço inferior

² Terço médio

³ Terço superior

⁴ Porcentagem da quantidade de indivíduos da espécie em relação ao total de besouros coletados nesse talhão

Tabela 8. Insetos coletados dos tecidos mortos durante o período estudado, com identificação das espécies, quantidade coletada, porcentagem do total coletado nos tecidos mortos, local e terço da planta onde foi feita a coleta, porcentagem dos insetos presos à goma, quantidade de árvores atacadas pela espécie do besouros e porcentagem do número de árvores atacadas em relação ao total de árvores com tecidos mortos atacados por brocas. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018

Insetos dos tecidos mortos							
Espécies encontradas	Quantidade	% no total	Local	Terço	% preso à goma	Quantidade de árvores	% das árvores
<i>Microcorthyus quadridens</i>	91	26,07	Tronco	Inferior e superior	0	6	75,00
<i>Sinoxylodes curtulus</i>	61	17,48	Tronco	Superior	0	3	37,50
<i>Xyloperthella picea</i>	57	16,33	Tronco	Inferior, médio e superior	0	7	87,50
<i>Corthylyus pharax</i>	41	11,75	Tronco	Médio e superior	0	3	37,50
<i>Xyleborus spinulosus</i>	19	5,44	Tronco	Médio e superior	0	3	37,50
<i>Euplatypus parallelus</i>	13	3,72	Tronco	Inferior e médio	0	4	50,00
<i>Theoborus villosulus</i>	13	3,72	Ramo e tronco	Médio e superior	0	3	37,50
<i>Bostrychopsis uncinata</i>	10	2,87	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Dryocoetoides cristatus</i>	7	2,01	Tronco	Médio e superior	0	4	50,00
<i>Ambrosiodmus opimus</i>	7	2,01	Tronco	Superior	0	2	25,00

<i>Premnobius cavipennis</i>	6	1,72	Tronco	Médio e superior	0	2	25,00
<i>Xylosandrus curtulus</i>	5	1,43	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Sampsonius pedrosai</i>	3	0,86	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Sampsonius dampfi</i>	3	0,86	Tronco	Médio e superior	0	1	12,50
<i>Corthylus antenarius</i>	2	0,57	Tronco	Superior	0	2	25,00
<i>Cnestus retusus</i>	2	0,57	Tronco	Médio	0	1	12,50
<i>Hypothenemus setosus</i>	2	0,57	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Euplatypus segnis</i>	1	0,29	Tronco	Médio	0	1	12,50
<i>Cryptocarenum heveae</i>	1	0,29	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Corthylus</i> sp.1	1	0,29	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Hypothenemus obscurus</i>	1	0,29	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Hypothenemus opacus</i>	1	0,29	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Ambrosiodmus</i> sp.1	1	0,29	Tronco	Superior	0	1	12,50
<i>Cnesinus</i> sp.1	1	0,29	Tronco	Superior	0	1	12,50
Total	349	100	-	-	-	8	-

Tabela 9. Insetos coletados dos tecidos estressados durante o período estudado, com identificação das espécies, quantidade coletada, porcentagem do total coletado nos tecidos estressados, local e terço da planta onde foi feita a coleta, porcentagem dos insetos presos à goma, quantidade de árvores atacadas pela espécie do besouros e porcentagem do número de árvores atacadas em relação ao total de árvores com tecidos estressados atacados por brocas. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.

Insetos dos tecidos estressados							
Sps encontradas	Quanti	% no total	Locai	Terço	% preso à goma	Quanti arvores	% das árvores
<i>Euplatypus parallelus</i>	117	50,00	Tronco	Médio e inferior	86	18	28,13
<i>Theoborus villosulus</i>	76	32,48	Ramo e tronco	Médio e inferior	31	31	47,44
<i>Xyloperthella picea</i>	22	9,40	Tronco	Médio e inferior	36	5	7,81
<i>Cnestus retusus</i>	3	1,28	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Coptoborus vespatorius</i>	3	1,28	Ramo	Médio	0	3	3,13
<i>Dryocoetoides cristatus</i>	2	0,85	Ramo e tronco	Médio e inferior	0	2	3,13
<i>Xyleborus affinis</i>	2	0,85	Ramo e tronco	Médio e inferior	0	2	3,13
<i>Hypothenemus eruditus</i>	1	0,43	Ramo	Médio	0	1	1,56
<i>Premnobius cavipennis</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Corthylus pharax</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Microcorthylus quadridens</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56

<i>Xyleborus spinulosus</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Sampsonius pedrosai</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Sinoxylodes curtulus</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Ambrosiodmus obliquus</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Euplatypus segnis</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	0	1	1,56
<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	1	0,43	Tronco	Inferior	100	1	1,56
Total	234	100	-	-	-	64	-

Tabela 10. Insetos coletados dos tecidos sadios durante o período estudado, com identificação das espécies, quantidade coletada, porcentagem do total coletado nos tecidos sadios, local e terço da planta onde foi feita a coleta, porcentagem dos insetos presos à goma, quantidade de árvores atacadas pela espécie do besouros e porcentagem do número de árvores atacadas em relação ao total de árvores com tecidos sadios atacados por brocas. Fazenda Enseada, Garça/SP, 2017-2018.

Insetos dos tecidos sadios							
Sps encontradas	Quanti.	% no total	Locai	Altura	% preso à goma	Quanti. árvores	% das árvores
<i>Euplatypus parallelus</i>	20	50	Tronco	Média e baixa	100	9	36
<i>Theoborus villosulus</i>	14	35	Tronco	Média e baixa	100	10	40
<i>Megaplatypus dentatus</i>	6	15	Tronco	Somente baixa	66	6	24
Total	40	100	-	-	-	25	-

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos escassos estudos sobre fitossanidade associados as espécies do gênero *Khaya*, esse estudo teve como objetivo estudar aspectos de doenças e pragas já relatadas em mogno africano e de algumas ainda sem relato.

No talhão de *Khaya senegalensis* estudado, a murcha de *Ceratocystis* pareceu ter tido início no plantio por meio da poda, sendo que as ferramentas utilizadas agiram como introdutores e/ou facilitadores da entrada do agente causal na área. Uma vez instalada, as plantas doente serviam de fonte de inócuo para as que permaneceram saudáveis. O padrão de dispersão espacial variou de acordo com as características do índice utilizado. Para manejo dessa doença nessa cultura, devem ser feitos estudos voltados principalmente a eficácia na higienização das ferramentas de poda, produtos para a proteção dos ferimentos de poda e busca de materiais resistentes.

Em viveiro, duas novas espécies de fungos, *Boeremia exigua* e *Epiccocum sorghinum*, foram relatados em mudas de *K. senegalensis* e *grandifoliola*, com potencial de causar manchas foliares em ambas as plantas. Até o momento da escrita desse texto, esse foi o primeiro relato desses fungos nessas árvores, dessa forma ainda sem medidas de controle descritas.

Já em campo, foi feito o levantamento de espécies de microcoleobrocas associados a tecidos em diferentes alturas e sanidades, em árvores em plantios de *K. senegalensis* com variadas idades. A partir desse estudo, foram identificadas brocas com capacidade de atacar árvores sadias e podadas, sendo que a maioria não obteve êxito na abertura de galerias, na intensidade de ataque encontrada, devido as respostas de defesa pós formados da planta. Contudo não deve se descartar a hipótese da capacidade desses besouros em causar sérios danos em ataques massais.

Como recomendação, tanto para doenças quanto pragas, em futuros estudos deve se realizar levantamentos semelhantes em plantios localizados em diversos locais, possibilitando o relato de doenças e pragas ainda não identificadas. Devem ser feitos também estudos de manejo, como aplicação de controle biológico e químico em viveiro, eficiência na remoção de plantas doentes e estressadas no manejo fitossanitário e busca de materiais resistentes.

REFERÊNCIAS

- ACCORDI, S. M. Spread of *Ceratocystis fimbriata* f. sp. platani through root anastomoses. **Informare Fitopatológico**, Padua, v. 36, n. 11, p. 53–58, 1986.
- AGUORU, C. U.; BASHAYI, C. G.; OGBONNA, I. O. Phytochemical profile of stem bark extracts of *Khaya senegalensis* by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) analysis. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v. 9, n. 3, p. 35-43, 2017.
- ARAUJO, L. et al. Histopathological aspects of mango resistance to the infection process of *Ceratocystis fimbriata*. **Plant Pathology**, v. 63, n. 3, p. 1282–1295, 2014.
- BAKER, J. M.; NORRIS, D. M. A complex of fungi mutualistically involved in the nutrition of the ambrosia beetle *Xyloborus ferrugineus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 11, n. 2, p. 246-250, 1968.
- BATRA, L. R. Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. **Kansas Academy of Science**, v. 66, n. 2, p. 213-236, 1963.
- BETANCOURTH, B. M. B. **Histopatológica e identificação de genes diferencialmente expressos durante a interação *Ceratocystis fimbriata* - *Eucalyptus* spp.** 2016. 151 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2016.
- BOUCHARD, P. et al. Biodiversity of Coleoptera. In: FOOTITT; R. G.; ADLER; P. H. (Eds). **Insect biodiversity: science and society**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2009, p. 337-418.
- CASSIER, P. J. et al. The mycangia of *Platypus cylindrus* Fab. and *P. oxyurus* Dufour (Coleoptera: Platypodidae). Structure and associated fungi. **Journal of Insect Physiology**, v. 42, n. 2, p. 171-179, 1996.
- CIESLA, W. M. **Forest entomology: a global perspective**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2011, p. 416.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. **Mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, p. 52.

FALESI, I. C.; BITTENCOURT, I. C. P. M. Mogno-africano: pragas e doenças da *Khaya ivorensis* A. Chev. In: I Workshop do mogno-africano, 1, 2011, Goiânia, **Palestra do I Workshop do mogno-africano: pragas e doenças da *Khaya ivorensis* A. Chev**, Brasília: Mudas Nobres, p. 12, 2011.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). Databook on endangered tree and shrub species and their provenances. Rome, n. 77, p. 540, 1986.

FERREIRA, F. A., MAFFIA, L. A.; FERREIRA, E. A. Detecção rápida de *Ceratocystis fimbriata* em lenho infetado de eucalipto, mangueira e outros hospedeiros lenhosos. **Revista Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 543-545, 2005.

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

FIRMINO, A. C. et al. First report of *Ceratocystis fimbriata* causing wilt on *Khaya senegalensis*. **New Disease Reports**, v. 35, p. 35-35, 2017.

FRAVER, S. et al. Woody material structural degradation through decomposition on the forest floor. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 48, n. 1, p. 111–115, 2018.

GALLI, J. A. et al. Seca-da-mangueira XXII: sobrevivência de variedades poliembriônicas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1119-1126, 2011.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A. **Mogno na Amazônia Brasileira: ecologia e perspectiva de manejo**. Belém: Imazon, 2002, p. 56.

HULCR, J.; STELINSKI, L. L. The Ambrosia Symbiosis: From Evolutionary Ecology to Practical Management. **Annual Review of Entomology**, v. 62, p. 285-303, 2016.

INÁCIO, M. L. et al. Ophiostomatoid fungi associated with cork oak mortality in Portugal. **IOBC/wprs Bulletin – Integrated Protection in Oak Forests**, v. 76, p. 89-92, 2012.

KUBITZKI, K. (ed.). **The Families and Genera of Vascular Plants, vol. 10: Flowering Plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae.** Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, v. 10, 2011, p. 448.

MELO, J. E.; CARVALHO, G. M. de; MARTINS, V. A. **Espécies de madeiras substitutas do mogno.** Brasília: IBAMA. DIRPED. Laboratório de Produtos Florestais, 1989, p. 16.

MULLER, M. W. et al. Ocorrência de cancro no Mogno Africano na Bahia. **Revista Agrotrópica**, v. 2, n. 14, p. 81, 2002.

NORMAND, D.; SALLENAVE, P. Catacteristiques et proprietes des acajous (*Swietenia* et *Khaya*). **Bois et Forêts des Tropiques**, v. 59, p. 43-52, 1958.

OPUNI-FRIMPONG, E. *Khaya grandifoliola* C. DC. In: LOUPPE, D.; OTENG-AMOAKO, A.; BRINK, M. (Eds). **PROTA** (Plant Resources of Tropical Africa/ressources vegetales de l'Afrique Tropicale), Wageningen, 2008.

ORWA, C. et al. **Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0.** Kenya: World Agroforestry Centre, 2009.

PARK, J. H.; JUZWIK, J. *Ceratocystis smalleyi* colonization of bitternut hickory and host responses in the xylem. **Forest Pathology**, v. 44, n. 4, p. 282-292, 2014.

PINHEIRO, A. L. et al. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos - africanos** (*Khaya* spp.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011, p. 120.

PIVETA, G. et al. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* em kiwi (*Actinidia deliciosa*) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 665-669, 2013.

POLTRONIERI, L. S. et al. A new disease of the african mahogany caused by *Cylindrocladiuon parasiticum* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 204-204, 2000.

POLTRONIERI, L. S. et al. Detecção de *Phamerochaete salmonicolor* em mogno-africano no Estado do Pará. **Fitopatologia Brasileira**, v. 3, n. 27, p. 321-321, 2002.

SABET, K. A. Bacterial leaf-spot and canker disease of mahogany (*Khaya senegalensis* (desr.) A. Juss. and *K. grandifoliola* C. DC.) K, A. **Annals of Applied Biology**, v. 47, n. 4, p. 658-665, 1959.

SANTOS, Á. F.; FERREIRA, F. A. Murcha-de-Ceratocystis em Acácia-Negra no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 325-325, 2003.

SARIKAYA, O. Notes on bark and wood-boring beetles (Coleoptera: Bostrichidae; Curculionidae: Platypodinae and Scolytinae) of the Sweetgum (*Liquidambar orientalis* Mill.) Forest Nature Protection Area, with a new record for Turkish fauna. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.11, p. 2178-2185, 2013.

TAKIN, M. C. et al. Bioactivity, therapeutic utility and toxicological risks of *Khaya senegalensis*. **Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research**, v. 1, n. 4, p. 122-129, 2013.

VAN DER PLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: University Press, 1963, p. 349.

VERZIGNASSI, J. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L. Macha-alvo em mogno africano no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 1, p. 70-71, 2009.

WINGFIELD, M. J.; SEIFERT, K. A.; WEBBER, J. F. **Ceratocystis and Ophiostoma, taxonomy, ecology, and pathogenicity**. Saint Paul: APS Press, 1993, p. 293.

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. **Epidemiology and plant disease management**. New York: Oxford University Press, 1979, p. 427.

ZANETTI, R. et al. First report of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) on African mahogany *Khaya ivorensis* **Scientia Agricola**, v. 74, n. 6, p. 492-494, 2017.