

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/06/2021.

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 cassiicola* 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 simbioses; 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.

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: FOOTIT; 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.