

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS**

CARLOS ALBERTO DA CUNHA OLIVEIRA

**Identificação de genótipos de teca resistentes à Murcha de
*ceratocystis***

**CÁCERES
MATO GROSSO-BRASIL
FEVEREIRO - 2020**

CARLOS ALBERTO DA CUNHA OLIVEIRA

**Identificação de genótipos de teca resistentes à Murcha de
*ceratocystis***

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE MATO GROSSO, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Genética e Melhoramento de Plantas, para
obtenção do Título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves

Coorientador: Prof. Dr. Marco Antônio Aparecido
Barelli

**CÁCERES
MATO GROSSO-BRASIL
FEVEREIRO - 2020**

Luiz Kenju Umeno Alencar CRB 1/2037

OLIVEIRA, Carlos Alberto da Cunha.

O48i Identificação de genótipos de teca resistentes à Murcha de *ceratocystis* / Carlos Alberto da Cunha Oliveira – Alta Floresta/Cáceres/Tangará da Serra, 2020.
45 f.; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*
(Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas,
Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicâmpus,
Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.

Orientadora: Leonarda Grillo Neves

Coorientador: Marco Antônio Aparecido Barelli

1. *Tectona Grandis*. 2. Doença Fúngica. 3. Resistência Genética. I. Carlos Alberto da Cunha Oliveira. II. Identificação de genótipos de teca resistentes à Murcha de *ceratocystis*.

CDU 630*233

**Identificação de genótipos de teca resistentes a murcha de
Ceratocystis**

CARLOS ALBERTO DA CUNHA OLIVEIRA

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 28 de Fevereiro de 2020

Comissão Examinadora

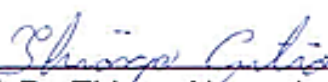


Prof.^a. Dr.^a. Leonarda Grillo Neves

Orientadora – UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos
Alberto Reyes Maldonado



Pesquisadora. Dr.^a. Sandra da Costa Preisigke
UENF-Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro



Prof. Dr. Thiago Alexandre Santana Gillio
UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes
Maldonado

Dedico, aos meus pais Léa da Cunha Oliveira e Luiz Carlos Pires de Oliveira e aos meus irmãos Eliane Cristina da C. Oliveira e André Luiz da C. Oliveira, que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização desse projeto, à Deus que me deu humildade e hombridade para chegar ao fim almejado.

Plantando ideia e colhendo conhecimento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, ser de inteligência suprema e causa primária de todas as coisas, por me resguardar em todos os momentos desta fase da minha vida.

À toda minha família, e, principalmente minha mãe, que sempre me ensinou e orientou que a força divina é superior a tudo e todos.

A Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas (PGMP).

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de estudos.

A empresa *Teak Resources Company* (TRC), por auxiliar em todos os momentos, e pela confiança concedida ao trabalho.

A Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves, por me orientar e direcionar desde à elaboração e condução do projeto.

Aos(às) Professores(as) Doutores(as) e pesquisadores(as): Kelly Lana Araújo, Milson Evaldo Serafim, Sandra da Costa Preisigke e Thiago Alexandre Santana Gillio, pela confiança e disposição para com esta Dissertação.

A todos os professores, alunos e o Coordenador do Mestrado/2018 e aos alunos e professores do Curso de Agronomia da Unemat, que me ajudaram nas etapas do projeto.

BIOGRAFIA

Carlos Alberto da Cunha Oliveira, nasceu em Cáceres-Mato Grosso, no dia 23 de fevereiro de 1980, filho de Léa da Cunha Oliveira e Luiz Carlos Pires de Oliveira. Conclui o Curso de Técnico Florestal no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), no ano de 2003. Trabalhou como empregado e prestador de serviços técnicos durante 17 anos na área Florestal e Pecuária. Graduado em Bacharelado em Engenharia Florestal, em agosto de 2017, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Câmpus Universitário Professor Olegário Baldo, em Cáceres, onde atuou nos seguintes projetos: Bolsista de extensão no Programa PROIC/IFMT, pelo projeto de pesquisa intitulado “Identificação, Distribuição Espacial e Amostragem de Formigas Cortadoras em Reflorestamento com Teca”, período de 1 ano. Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), na modalidade ITI A, pelo projeto de pesquisa intitulado “Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento de Pragas Florestais em Teca por Sensoriamento Remoto”, período de 2 anos. Bolsista do (CNPq), pelo projeto de pesquisa intitulado “Prospecção de Genótipos de Teca Visando o Desenvolvimento de Mudas Comerciais com Resistência a Insetos e Pragas”, período de 1 ano. Estagiário voluntário na Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação (PROPES/IFMT), pelo projeto de pesquisa intitulado “Influência do Tipo de Preparo do Solo Sobre o Desenvolvimento Após o Plantio e Enxertia a Campo de *Hevea Brasiliensis* (Willd.ex. A.Juss) Mull”, período de 1 ano. Estagiário voluntário Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (Fapemat/IFMT), pelo projeto de pesquisa intitulado “Desempenho Operacional e Análise de Custo do Conjunto Mecanizado no Preparo de Solo para Plantio Florestal”, período 1 ano. Em março de 2018, ingressou no Programa Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas (PGMP/Unemat).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 <i>Tectona grandis</i> (Linn.f.) – Teca.....	3
2.2 Etiologia e Epidemiologia do Fungo (<i>Ceratocystis fimbriata</i>)	5
2.3 Melhoramento Genético de Plantas Florestais Visando Resistência às Doenças.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Obtenção do Isolado	9
3.2 Isolamento e Formação de Colônias	11
3.3 Plantio e Tratos Silviculturais dos Genótipos de Teca.....	12
3.4 Inoculação das Plantas	13
3.5 Características Avaliadas	14
3.5.1 Características de Produção	14
3.5.2 Características de Resistência da Teca a <i>C. fimbriata</i>	16
3.6 Postulado de <i>Koch</i>	17
3.7 Análise Estatística	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Análise de Variância.....	20
4.2 Seleção dos Genótipos por meio do BLUP	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

RESUMO

OLIVEIRA, CARLOS ALBERTO DA CUNHA; M. Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso; fevereiro de 2020; **Identificação de genótipos de teca resistentes à Murcha de *ceratocystis***. Orientadora: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves; coorientador: Prof. Dr. Marco Antônio Aparecido Barelli; conselheiros: Profa. Dra. Sandra da Costa Preinigte e Prof. Dr. Thiago Alexandre Santana Gillio.

As florestas com plantios comerciais de *Tectona grandis* L.f vem aumentando no estado de Mato Grosso, devido as condições edafoclimáticas que favorecem o seu desenvolvimento vegetativo e ganho em produtividade. Essas condições também proporciona o surgimento da doença Murcha de ceratocystis causada pelo fungo *Ceratocystis fimbriata*, que coloniza os vasos condutores e impede a passagem de seiva, posteriormente ocasiona a morte da árvore. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência genética de clones comerciais de Teca após serem inoculados por um isolado do *C. fimbriata*. O isolado foi obtido por meio de coleta de amostras das árvores doentes em plantios comerciais de Teca. Para a inoculação, as mudas de 37 genótipos de Teca foram transplantadas em vasos com capacidade de 3,5 litros de substrato e mantidas em casa de vegetação num delineamento experimental de blocos ao acaso, com 3 repetições e cada parcela composta por 3 plantas, totalizando 333 unidades. As avaliações ocorreram após 126 dias da inoculação do disco de micélio do fungo. As características mensuradas foram: altura total da planta; volume da planta; tamanho da lesão; largura da lesão; volume de ocupação do patógeno e proporção da lesão. Para a análise estatística foi feito ANOVA e posteriormente os genótipos foram selecionados por meios dos valores genotípicos preditos pelo BLUP. Com exceção da proporção de lesão, as demais características analisadas foram significativas pelo teste F, indicando diferenças entre os clones avaliados ($P \leq 0,05$). Encontrou-se diferentes formas de ocupação do fungo nos vasos condutores, tais como, mancha larga se deslocando entre a medula e os vasos, outra com apenas um risco distribuídos linear e aleatório, e por fim uma elipse. Dos 37 genótipos foram ranqueados os 15 com melhores desempenho para cada característica. Dos genótipos ranqueados os genótipos 10, 32, 30, e 27 foram classificados como moderadamente resistente e apenas o genótipo 29 como resistente.

Palavras-chave: *Tectona Grandis*. Doença Fúngica. Resistência Genética.

ABSTRACT

OLIVEIRA, CARLOS ALBERTO DA CUNHA; M. Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso; february 2020; **Identification of teak genotypes resistant to *ceratocystis* wilt**. Advisor: Profa. Dra. Leonarda Grillo Neves; co-supervisor: Prof. Dr. Marco Antônio Aparecido Barelli; counselors: Profa. Dra. Sandra da Costa Preinigke and Prof. Dr. Thiago Alexandre Santana Gillio.

The *Tectona grandis* L.f's commercially planted forests have been increasing in the state of Mato Grosso, due to the edaphoclimatic conditions that favor their vegetative development and gain in productivity. These conditions also cause the emergence of the wilted disease of ceratocystis caused by the fungus *Ceratocystis fimbriata*, which colonizes the conductive vessels and prevents the passage of sap, subsequently causing the death of the tree. The objective of this paper was to evaluate the genetic resistance of commercial teak clones after being inoculated by a *C. fimbriata* isolate. Samples were collected from diseased trees in commercial teak plantations and the fungus was isolated. The 37 genotypes were transplanted in pots with a capacity of 3.5 liters of substrate and kept in a greenhouse in a randomized block design, with 3 replicates and each plot consisting of 3 plants, totaling 333 units. The evaluations took place 126 days after inoculation of the fungus mycelium disk. The characteristics measured were: total plant height; plant volume; lesion size; lesion width; volume of occupation of the pathogen and proportion of the lesion. For statistical analysis, ANOVA was performed and subsequently the genotypes were selected using the genotype values predicted by BLUP. With the exception of the lesion proportion, the other characteristics analyzed were significant by the F test, indicating differences between the evaluated clones ($P \leq 0.05$). Different forms of occupation of the fungus were found in the conducting vessels, such as a large patch moving between the medulla and the vessels, another with only a linear and random distributed risk, and finally an ellipse. Of the 37 genotypes, the 15 with the best performance for each trait were ranked. Of the ranked genotypes, genotypes 10, 32, 30, and 27 were classified as moderately resistant and only genotype 29 as resistant.

Keywords: *Tectona Grandis*. Fungal Disease. Genetic Resistance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Local da coleta com árvores que apresentou sintomas de <i>C. fimbriata</i>	9
Figura 2 – Local com presença do patógeno.....	10
Figura 3 – Isolamento do patógeno	11
Figura 4 – Segunda etapa do isolamento	12
Figura 5 – Posicionamento da adubação de cobertura nos vasos	13
Figura 6 – Inoculação da muda de teca	14
Figura 7 – Partes onde são medidas as variáveis	15
Figura 8 – Demonstração da mensuração da lesão	16
Figura 9 – Sintomas primários encontrados com mais frequência nos clones, após efetuadas as destrutivas.....	19
Figura 10 – Diferentes formas de proliferação do patógeno.....	20
Figura 11 – Demonstração da variável Tamanho da Lesão em Comprimento pelo desenvolvimento tangencial aos vasos condutores	22
Figura 12 – Demonstração da variável Largura da Lesão ao desenvolvimento radial.....	22
Figura 13 – Classe de ocupação do patógeno	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Concentração do adubo utilizado na adubação de manutenção foliar	13
Tabela 2 – Análise de variância das variáveis.....	21
Tabela 3 – A seleção dos indivíduos e os valores genéticos preditos pelo BLUP	23
Tabela 4 – Valores de ocupação do fungo <i>Ceratocystis fimbriata</i> em porcentagem média para resistência nos 37 genótipos de <i>T. grandis</i>	25

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ATP	Altura total da planta;
BDA	<i>Agar Batata Dextrose</i> ;
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;
CaSO₄• 2H₂O	Gesso;
cm	Centímetros;
cm³	Centímetros Cúbicos;
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
E	(East) Leste;
Fapemat	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso;
FTE	Micronutrientes;
g	Grama;
g/L	Grama(s) por Litro;
h	Horas;
ha	Hectares;
IFMT	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso;
K	Potássio;
KCL	Cloreto de Potássio;
km	Quilômetros;
km²	Quilômetros Quadrados;
L	Litros;
Lat.	Latitude;
LL	Largura da Lesão;
LMGV	Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal;
Long	(<i>Longitude</i>) Longitude;
m³	Metros Cúbicos;
MBB	Microscópio Biológico Binocular;
mm	Milímetros;
MT	Mato Grosso;
N	Nitrogênio;

NH₄NO₃	Nitrato de Amônia;
Nth	(<i>North</i>) Norte;
NW	(<i>Northwest</i>) Noroeste;
Ø	Diâmetro;
P	Fósforo;
p/p	Parte por Parte;
PL	Proporção de Ocupação da Lesão;
PGMP	Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas;
PROPEs	Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação;
S	(<i>South</i>) Sul;
SE	(<i>Southeast</i>) Sudeste;
STE	Super Fosfato Triplo;
TLC	Tamanho da Lesão em Comprimento;
TRC	<i>Teak Resources Company</i> ;
Unemat	Universidade do Estado de Mato Grosso;
VLcm³	Volume da Lesão em Centímetros Cúbicos;
VPcm³	Volume da Planta em Centímetros Cúbicos;
W	(<i>West</i>) Oeste;

1 INTRODUÇÃO

A área plantada com árvores no Brasil, para fins industriais, atingiu 7,83 milhões de hectares em 2018. Houve, também, o aumento para 3,5 milhões de hectares com área certificada, liderando, nesse sentido, o *ranking* global de produtividade florestal, tendo uma arrecadação de R\$ 12,8 bilhões em tributos federais, estaduais e municipais. Vale ressaltar, ainda, que nesse mesmo período, os postos de trabalhos foram de 3,8 milhões de empregos gerados, diretos e indiretos, pela atividade florestal (Ibá, 2019).

Dentre as espécies florestais cultivadas no país, destaca-se a Teca (*Tectona grandis* L.f), por sua madeira ser considerada uma das mais valiosas do mundo (Tanaka et al., 2017). Aproximadamente, 93.957 hectares estão plantados com essa espécie (Ibá, 2019).

A teca é uma planta arbórea com hábito de caducifolia que ocorre naturalmente apenas na Ásia tropical, distribuída principalmente entre longitude 73° Leste (E) na Índia, a 104°30' E na Tailândia, e na faixa de Latitude (Lat.) de 25°30' Norte (Nth), no Estado de *Kachin*, em *Mianmar*, até sua fronteira sul, a partir de Lat. 9° Nth na Índia, entre Lat. 15°C a 16°C Nth em *Mianmar*, a Lat. 16°30' na Tailândia (Kaosa-Ard, 1989; Tanaka et al., 1998).

Os plantios de florestas com teca vem aumentando cada vez mais no Brasil, principalmente no estado de Mato Grosso (Delgado et al., 2008; Ibá, 2019), onde atualmente se concentra as maiores empresas de plantios comerciais de teca, tendo em vista o alto valor comercial da madeira e a disponibilidade de condições edafoclimáticas favoráveis ao seu ganho produtividade/hectare/ano (Arefloresta, 2017), cujo clima predominante é Aw (Clima tropical), com inverno seco, precipitação média de 1300mm (milímetros) e temperatura variando entre 25°C a 35°C (Alvares et al., 2014). Estima-se que as áreas com florestas plantadas, entre os anos de 2016 e 2018, era de aproximadamente 80.080 hectares, com diferentes ciclos de produção (Snif, 2018).

Como toda atividade de produção em grande escala, na maioria das vezes, se apresentam como monocultivos, e, ao momento que se expande, conseqüentemente favorece o surgimento de pragas e doenças (Liu et al., 2018). Sendo assim, da mesma forma vem ocorrendo em vários plantios comerciais de teca

no estado de Mato Grosso, tendo como principal surgimento, a doença da Murcha do *Ceratocystis* que vem ocasionando danos econômicos à cultura.

Os sintomas característicos dessa doença é a seca da ponteira e de galhos laterais ocasionado pelo fungo fitopatogênico *Ceratocystis Fimbiata*. Até o momento, não há registro de controle desse tipo de doença, principalmente por ser ocasionado por um fungo de solos, sendo assim, torna mais difícil seu controle.

Na região de Cáceres, no estado de Mato Grosso, no ano de 2009, já se encontraram árvores de teca com sintomas de doença da Murcha do *Ceratocystis* (Firmino et al., 2012). Essa doença também foi relatada em outras culturas, tais como, Eucalipto (Tumura et al., 2012; Ferreira et al., 2013), Seringueira (Gasparotto e Pereira, 2012), Acácia (Nasution et al., 2019), Manga (Oliveira et al., 2016) e outras frutíferas pelo Brasil (Magalhães et al., 2015).

Os programas de melhoramento genético da teca, atualmente, convergem no desenvolvimento de clones com alta taxa de incremento, forma do fuste, desrama natural e propriedades da madeira (Murillo et al., 2003). Porém, são poucos os trabalhos de melhoramento genético objetivando a seleção de material com resistência à doença. Nesse sentido, este trabalho objetivou selecionar genótipos de teca resistentes ao fungo *C. fimbriata*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Tectona grandis* (Linn.f.) – Teca

A Teca (*Tectona grandis* Linn.f.) é uma espécie arbórea de grande porte, classificada como heliófita, decídua, pertencente à família *Lamiaceae*, com boa tolerância à seca (quando adulta), mas, intolerante à geada (Souza e Lorenzi, 2008; Missouri Botanical Garden, 2018).

As folhas são opostas, elípticas, obovadas e ovais com a base atenuada, coriáceas e ásperas devido à ocorrência de tricomas glandular e hispido na face adaxial e na abaxial hispido e glandulares e tectores em ambas faces. Pecíolo curto, ápice e base podem ser agudos ou atenuada e também aguda, nervuras existentes nas faces adaxial e abaxial. A folha, quando medida linear, o comprimento e largura poderão ter, respectivamente, os seguintes valores de 50 a 60cm e de 40 a 50cm.

A coloração tem variação conforme a posição na copa da planta, sendo no ápice cores vermelhas, no meio verde escura e, na base, verde claro com manchas amareladas (Alcântara et al., 2016; Chimello et al., 2017; Larekeng e Arsyad, 2019). De acordo com Haruna e Ashir (2017), na epiderme da folha, é uniestratificada e aclorofilada nas duas faces, o que controla na abertura e fechamento dos estômatos hipoestomáticos e as trocas gasosas, conforme às condições ambientais.

A distribuição natural da teca ocorre nas regiões do sudeste Asiático (SE), porém, há ocorrência de uma distribuição descontínua, cobrindo a Península Indiana, *Mianmar*, Norte Nth e Oeste (W) da Tailândia e Noroeste (NW) de *Laos* ao longo da fronteira norte da Tailândia. A teca é distribuída na longitude de 73° E na Índia, a 104° 30' E na Tailândia, e de cerca de 25° 30' Nth de Lat., no estado de *Kachin*, em *Mianmar*, até o limite sul (S) a partir de 9° C Nth Lat., na Índia, entre 15° C a 16° C Nth Lat., em *Mianmar*, a 16° 30' Lat., na Tailândia (Kaosa-Ard, 1989; Tanaka et al., 1998; Cáceres Florestal, 2006).

Possui hábito caducifólio, ou seja, caem suas folhas nas estações de seca e retornam a brotar após as primeiras chuvas. Sua copa tem diferentes formas que se modificar conforme a sua idade, espaçamento, manejo e pela qualidade do sítio (Vendruscolo et al., 2016; Dionísio et al., 2018).

A forma anatômica do fuste é dependente do material genético e espaçamento de plantio, podendo se apresentar como cônico, cilíndrico e retilíneo (Vendruscolo et al., 2016). É protegido por uma camada de casca densa que confere a resistência ao fogo. De acordo com Lourenço et al. (2015), a casca apresenta a substância de lignina semelhante ao encontrado no alburno e cerne da madeira, isso contribui à durabilidade e também à resistência mecânica da madeira de teca.

Conforme o relato da empresa Cáceres Florestal (2006), quando inicia-se o processo vegetativo de brotação, a planta começa o seu período de incremento da madeira, que reduz ao longo da estação chuvosa até parar na próxima estação de seca. Esse ritmo de desenvolvimento estacional distinto, resulta na madeira de teca com características únicas (Dié et al., 2012). Desse modo, tem como umas dessas características a estrutura do alburno de cor clara e estreito e o cerne de cor avermelhada, e, quando perde umidade, fica marrom brilhante, mas, a cor do cerne também pode mudar sua tonalidade de acordo com as condições nutricionais do solo da floresta (Sreekanth et al., 2014).

Estudos realizados por Izekor et al. (2010), mostram que a madeira da teca, conforme a sua idade, aumenta de 15 a 25 anos, ocorre, também, o aumento da densidade da madeira entre 480 a 650kg m⁻³, respectivamente, mesmo que considerada moderadamente pesada, possui uma madeira de excelente qualidade.

Rizanti et al. (2018), relatam que a madeira apresenta ótima durabilidade, boa estabilidade dimensional e resistente à deterioração por agentes bióticos e abióticos. Tendo em vista a contemporaneidade, a madeira ganhou destaque no mercado nacional e internacional, principalmente nas construções navais. Atualmente, a teca é umas das espécies mais indicadas para decoração de interiores e exteriores de casas (Kollert e Kleine, 2017).

O plantio da teca, em escala comercial no Brasil, teve início no ano de 1968, na região de Cáceres-MT, por meio da empresa Cáceres Florestal S.A. Em Cáceres, as condições edafoclimáticas são favoráveis para seu desenvolvimento, o que proporciona um ciclo de corte entre 12 a 25 anos podendo alcançar alturas de 20 a 35m com o diâmetro na altura do peito entre 38 a 48cm, e incremento médio anual de 10 a 32 m³/ha/ano, encontrados nas plantações de origem seminal e clonal.

Rico e Coutinho (2017), afirmam que temos grande vantagens se comparados aos plantios no Sudeste Asiático (SE), onde o ciclo de corte varia entre 50 a 100 anos,

com produtividade ainda inferiores de 2 a 24m³/ha/ano (Pandey e Brown, 2000; Delgado et al., 2008).

O cultivo de teca iniciou-se com mudas obtidas por *stamp* e por sementes, tal qual, apresenta grande heterogeneidade no desenvolvimento das plantas na população (Yasodha et al., 2004), mas, existem áreas de produção de sementes superiores à produção em larga escala de mudas, sendo conhecido como pomares de sementes clonais (Prabhu et al., 2013).

Atualmente, o plantio da teca é realizado a partir de clones obtidos pelos métodos da micropropagação de estaquias e culturas de tecidos (Badilla et al., 2016; Carvalho et al., 2019), e vem apresentando maior uniformização dos plantios, porém, com reduzida diversidade genética quando comparado às mudas de origem seminal. O plantio de clones tem vantagem em produtividade e também na redução dos custos com tratos silvicultural.

As práticas silviculturais da espécie exigem um planejamento intensivo, por ser uma árvore que apresenta um crescimento rápido, logo nos primeiros 5 a 7 anos, há a necessidade de se fazer a roçada, combate a insetos, pragas, adubações de cobertura, e, principalmente, a desrama e o desbaste.

A desrama serve para garantir uma madeira de ótima qualidade e sem a presença de nós. O desbaste serve para dar continuidade ao crescimento e minimizar a competição por luz, água e nutrientes das árvores remanescentes da população (Bekker et al., 2004; Cáceres Florestal, 2006; Quintero e Rico, 2016).

2.2 Etiologia e Epidemiologia do Fungo (*Ceratocystis fimbriata*)

Os fungos fitopatogênicos do gênero *Ceratocystis*, vem ocasionando severas doenças em muitas plantas lenhosas, sendo considerada uma das doenças de maior importância econômica no setor florestal (Valdetaro, 2016). Esse gênero é muito conhecido por iniciar a colonização na medula e depois obstruir o sistema vascular entre a casca e lenho da planta, causando distúrbios na translocação de água, seiva bruta e elaborada.

As principais características sintomáticas desse patógeno são: murcha das folhas, desfolhamento, seca dos ramos apicais, ocasionando a morte das plantas (Firmino et al., 2015). Um de seus sintomas típicos é visível nas secções transversais

de órgãos lenhosos, ocasionando o escurecimento radial de coloração cinza e marrom (Bekker et al., 2004; Alfenas et al., 2009). De acordo com Júnior (2018), o fungo *Ceratocystis fimbriata*, pertence ao filo *Ascomycota* composto por mais de 60 mil espécies. Esse gênero pertence à ordem dos *Microascales*.

A classe *Pyrenomycetes* possui dois tipos de estruturas reprodutivas bem distintas, sendo uma a teleomórfica (sexuada), que apresenta peritécios globosos de coloração marrom-escuro a preto com um pescoço desenvolvido e finaliza com setas ou hifas, por onde exsuda a massa mucilagínosa constituídas com ascósporos (Figuras 3C, 4A e B); e a outra anamórfica (assexuada), que apresenta estrutura reprodutiva fialidicamente com conídios delgados que aparecem lateralmente nas hifas e, aleurioconídios cilíndricos de cor marrom-claros, (Menezes e Oliveira, 1993; Gasparotto e Pereira, 2012). As características reprodutivas da espécie são distintas, logo, a reprodução sexuada é *Ceratocystis*, e, quando assexuada, é na forma do *Thielaviopsis*, (Menezes e Oliveira, 1993; Júnior, 2018).

No Brasil, são reconhecidas somente a presença de três espécies do gênero: *Ceratocystis Paradoxa*, infectando principalmente monocotiledôneas, *C. Cacaofunesta*, acarretando grandes problemas em plantações de cacau (Bezerra, 1997), e *C. fimbriata*, uma vez que, este patógeno possui ampla distribuição geográfica e por ser uma doença letal (Hosomi et al., 2012). O *C. fimbriata* ataca vários hospedeiros, tais como os gêneros *Eucalyptus*, *Hevea*, *Ipomoea*, *Mangífera*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Coffea*.

Recentemente, foi observado em *Carapa Guianensis*, *Tectona grandis* e *Passiflora Edulis*. (Alfenas e Mafia, 2016; Firmino et al., 2012; Firmino et al., 2013). De acordo com Vale et al. (2014), a forma de infecção depende das seguintes condições: temperaturas altas e umidades elevadas, tratos silviculturais impróprios, manejos fitossanitários inadequados e ferimentos nas plantas provocado por espécies de insetos.

2.3 Melhoramento Genético de Plantas Florestais Visando Resistência às Doenças

O melhoramento genético de plantas é a arte, ciência e negócio que seleciona e altera, geneticamente, aos espécimes de maneira que venha a suprir uma

determinada necessidade que causa impacto positivo e/ou negativo economicamente ao homem.

Como exemplo do resultado de melhoramento genético da agricultura e na silvicultura temos: o aumento ou estabilização de produtividade, a qualidade e quantidade de proteínas, nutrientes, óleos e fibras (Bueno et al., 2006), aumento do incremento de madeiras, resistência às pragas (Jesus et al., 2015), a doença, patógeno, tolerância às condições bioclimáticas diferentes, ou adversos tipos de solo (Fonseca et al., 2010), alta densidade de madeira e óleo essencial (Silva et al., 2009), obtenção de fibras mais longas como matéria prima à fabricação de celulose (Alfenas et al., 2009), bem como carvão e painéis (Couto et al., 2013).

Na Silvicultura brasileira, o eucalipto é a espécie mais estudada e estruturada em programas de melhoramento genético florestal, devido ao seu grande potencial econômico e por já conter uma ampla diversidade genética de alto potencial produtivo e consideravelmente tolerante a fatores bióticos e abióticos do país (Fonseca et al., 2010; Silva et al., 2017).

Levando em consideração o avanço do melhoramento florestal com eucalipto no Brasil, a aquisição de genótipos resistentes à doença Murcha de *Ceratocystis* (Alfenas et al., 2009), será um dos métodos mais eficientes e econômicos à cultura da teca. Dessa forma, a busca por materiais que apresentem resistência ao patógeno, é fundamental para iniciar o programa de melhoramento genético da espécie.

A obtenção e a seleção desses genótipos com características superiores são adquiridos, na maioria das vezes, em bancos de germoplasma, por conter um acervo amplo de material genético e a ficha técnica completa da espécie, tais como, origem, boa performance silvicultural, qualidade da madeira, tecnológica, resistente e/ou suscetível às pragas, doenças, ventos e estresse hídrico (Fonseca et al., 2010; Silva et al., 2017). Tais características genéticas são economicamente importantes, no entanto, ainda com algumas limitações à cultura da teca (Monteuuis et al., 2011).

A cultura da teca apresenta certas peculiaridades que constituem obstáculos ao melhoramento genético, às quais podemos destacar: a baixa produção de sementes por árvore, a baixa taxa de germinação, o controle da polinização e o longo período vegetativo, em torno de 10 a 15 anos para florescer, fato que prolonga o ciclo do melhoramento (Chaves e Fonseca, 1991; Gunaga e Vasudeva, 2003; Monteuuis et al., 2011). Entretanto, o retorno de programas de melhoramento possibilita ganhos

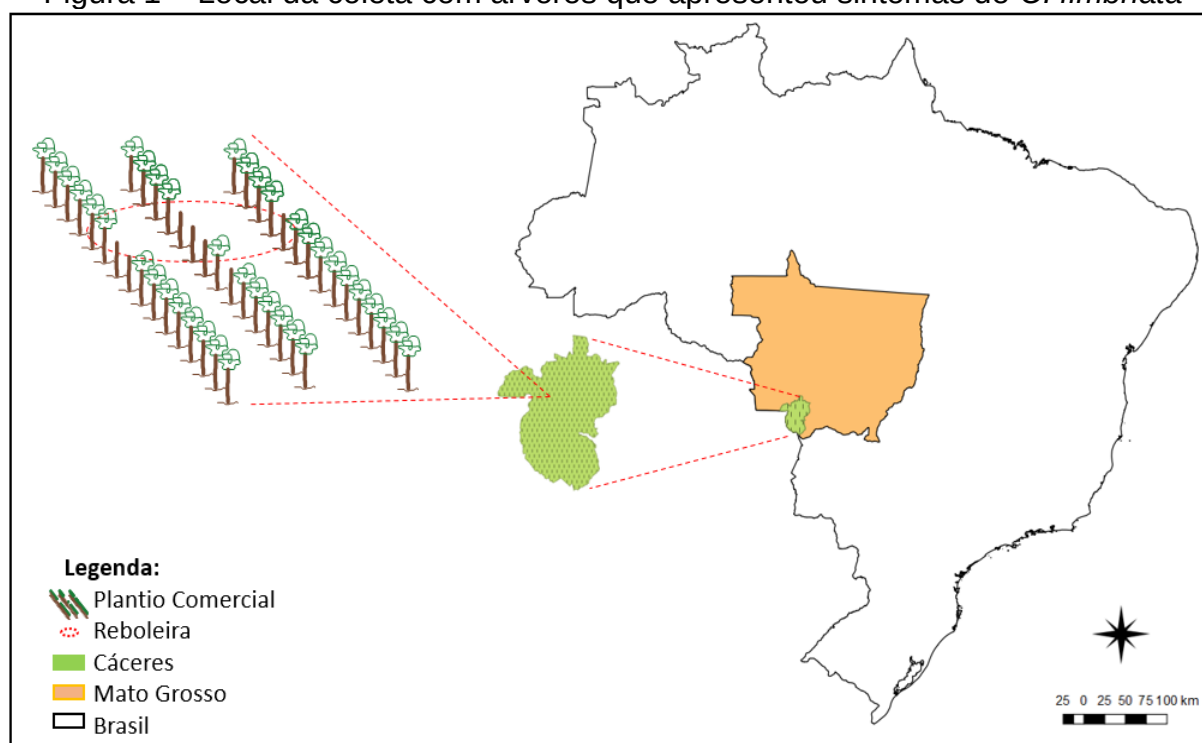
satisfatórios do produto, e, conseqüentemente, aumenta o valor de comercialização da madeira (Coutinho, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido entre os meses de janeiro a setembro do ano de 2019, no Câmpus Universitário “*Jane Vanini*”, em Cáceres, da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), localizada 210km da capital mato-grossense, Cuiabá. A localidade está situada com altitude de 118m, entre as latitudes 16°04' e 34'81" S e longitude 57°39'0,29" O. Segundo Alvares et al. (2014), o clima é tropical, classificado como (Aw), com inverno seco e verão chuvoso e temperatura média anual de 26.3°C e expondo a temperaturas de até 41°C, com pluviosidade média anual de 1.335mm.

O isolado do fungo foi obtido a partir da coleta realizada em áreas com plantio comercial de teca, localizado no município de Cáceres, no estado de Mato Grosso, conforme demonstra a (Figura 1).

Figura 1 – Local da coleta com árvores que apresentou sintomas de *C. fimbriata*



Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

3.1 Obtenção do Isolado

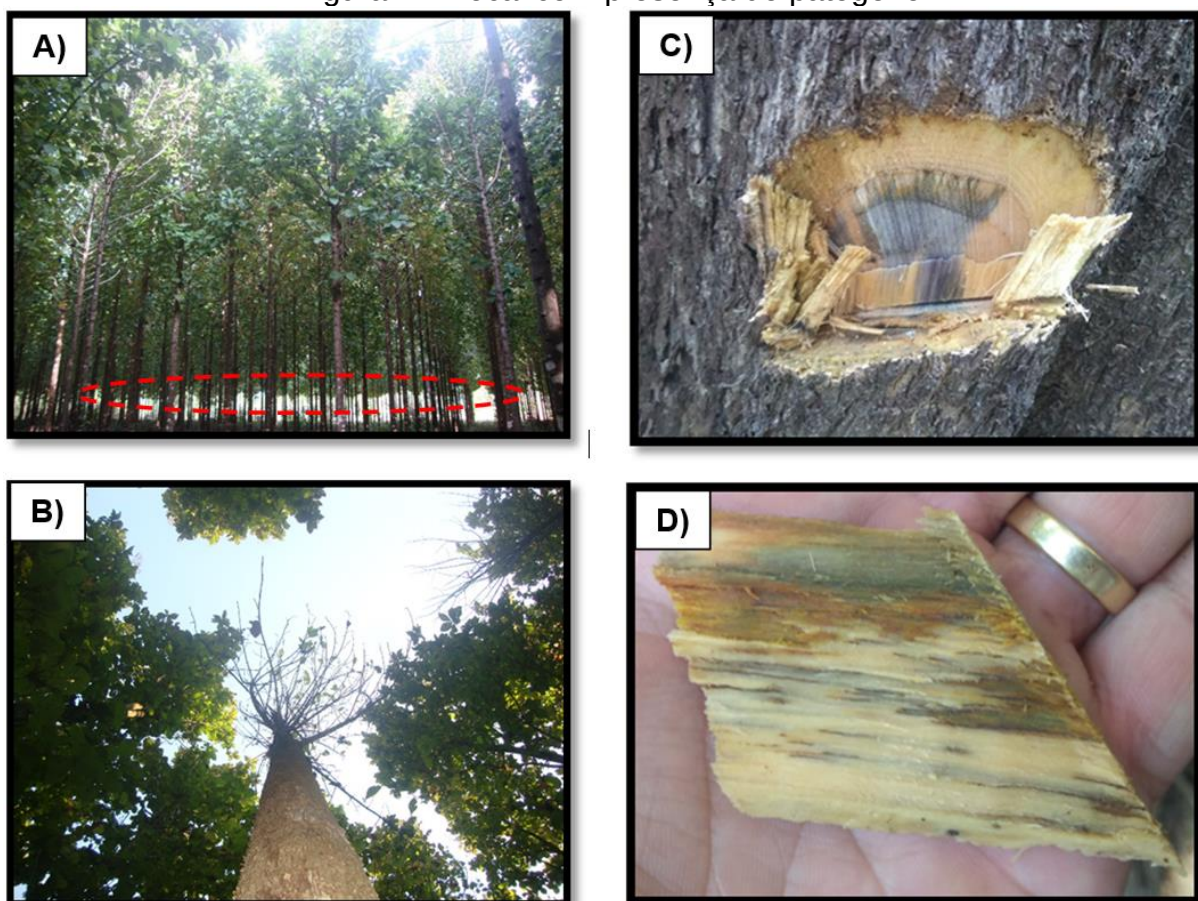
Foram coletadas amostras de árvores com sintomas da doença ocasionada pelo fungo *C. fimbriata*, sendo elas: “pequena reboleira de árvores mortas” e “plantas

com desfolhamento e ponteira dos ramos secos”, conforme demonstrado pela (Figura 2).

A coleta da amostra de árvore com sintomas foi realizada seguindo os seguintes passos: Retirou-se a amostra entre a casca e o cerne do fuste na altura de um metro ao nível do solo, em três posições, que circundam a árvore com sintomas, conforme (Figura 2); Recolheu-se a amostra em um saco de papel e georreferenciado o ponto, talhão X, tipo de material vegetal (Clonal ou Seminal); e, Amostras, formas acondicionadas em uma caixa com aberturas laterais e mantivemos em uma temperatura ambiente.

Em seguida foi levada para o Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal (LMGV) da Unemat/Cáceres, onde iniciou-se o processo de Isolamento do patógeno.

Figura 2 – Local com presença do patógeno



Legenda: A) Ocorrência de reboleira de árvores mortas e margeadas por plantas com; B) Ponteiros secas; C) Local entre a casca e o cerne da árvore; D) Amostra obtida.

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

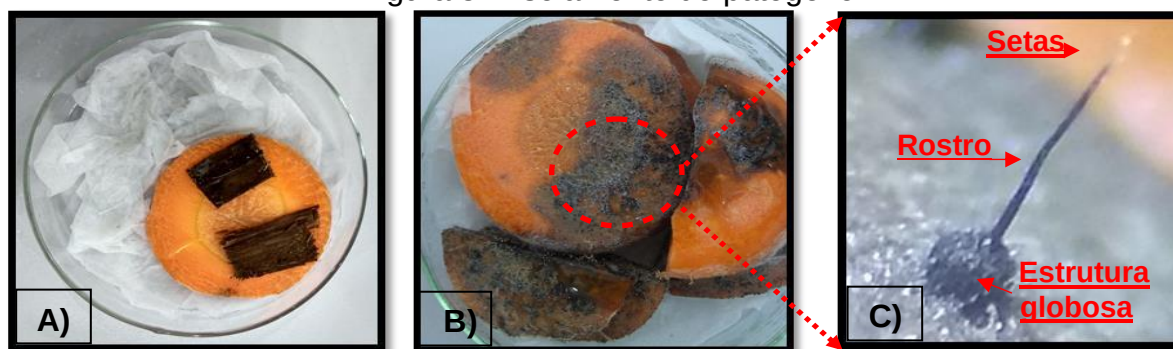
3.2 Isolamento e Formação de Colônias

Para fazer o isolamento do patógeno, foram retirados pequenos fragmentos de aproximadamente 1cm² de cada amostra coletada, e colocando-o entre discos de cenoura e acondicionados em uma prateleira sob condições controladas a 25°C ± 2°C com um foto período alternativo de 12h, conforme (Figura 3), de acordo com a metodologia proposta por Alfenas e Mafia (2016).

Decorridos entre seis a dez dias, houve a migração e a formação da estrutura reprodutiva do fungo, sendo constituída, em sua base, uma forma globosa e um pescoço denominado rostro, onde no seu término encontra um conjunto de hifas pela qual são exsudado uma gota mucilaginosa que contém os ascósporos estabelecidos na (Figura 3).

Utilizando o Microscópio Biológico Binocular (MBB), e com um auxílio de uma alça de platina, foram coletados os ascósporos e transferidos para placas de Petri (65 x 15mm), contendo meio *Agar Batata Dextrose* (BDA), 2%, em seguida colocadas sobre uma prateleira em condições controladas a 25 ± 2°C, sob um foto período alternativo de 12h por 15 dias de crescimento, permitindo assim, a formação da colônia, com coloração inicial bege e, mudando para coloração castanha-esverdeada, verificadas na (Figura 4).

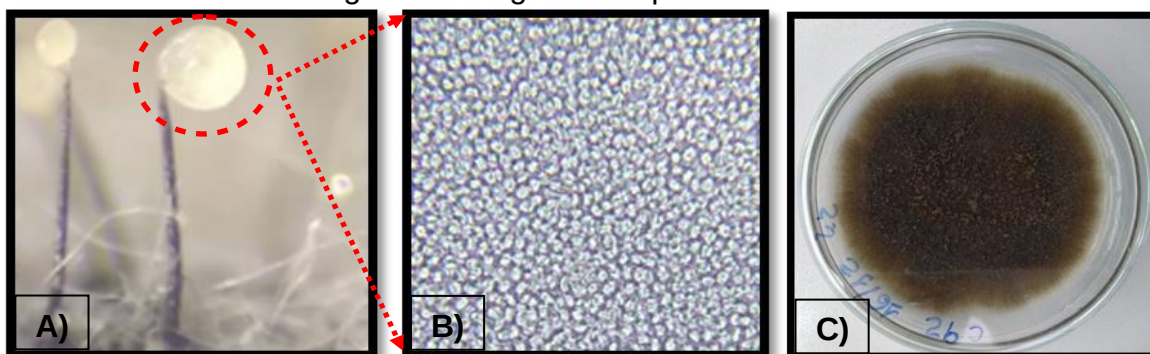
Figura 3 – Isolamento do patógeno



Legenda: A) Fragmento da amostra no disco de cenoura; B) Fungo migrado na cenoura; C) Uma estrutura reprodutiva do fungo.

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

Figura 4 – Segunda etapa do isolamento



Legenda: A) Gota mucilaginosa; B) Ascósporos que se encontra na gota mucilaginosa; C) Colônia do fungo no meio de cultura BDA.

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

3.3 Plantio e Tratos Silviculturais dos Genótipos de Teca

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando 37 genótipos de teca clonais. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 3 repetições. Cada parcela composta por 3 plantas, totalizando 333 mudas.

As mudas foram transplantadas com aproximadamente 15cm de altura em vasos com capacidade de 3L, onde foi homogeneizado: 1,8 litros (L) de areia lavada com 1L de substrato que continha em sua formulação os seguintes itens: casca de pinus, cinzas, vermiculita, serragem, bioestabilizadores, aditivos, corretivos de acidez 0,50%, fosfato natural 0,50% e N-P-K.

As mudas foram todas acondicionadas em Casa de Vegetação com temperatura variando entre 38 a 42°C e umidade relativa do ar de 60 a 70%. O sistema de irrigação no primeiro mês foi por micro aspersão, e, posteriormente, mudou-se para gotejamento, a fim de se minimizar o escoamento de nutrientes, efeito guarda-chuva, e, principalmente, o surgimento de doenças.

A adubação suplementar sólida teve início oito dias após o plantio, sendo utilizados: Cloreto de Potássio (KCL), Super Fosfato Triplo (STE), Micronutrientes (FTE), Gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e Nitrato de Amônia (NH_4NO_3), porém, separadas em dois pontos, especificados na (Figura 5). Houve a adubação suplementar foliar após o intervalo de 20 dias de plantio, onde foi utilizado um fertilizante organomineral com uma formulação balanceada de micro e macronutrientes e aminoácidos livres solúvel em água, *vide* (Tabela 1).

Figura 5 – Posicionamento da adubação de cobertura nos vasos

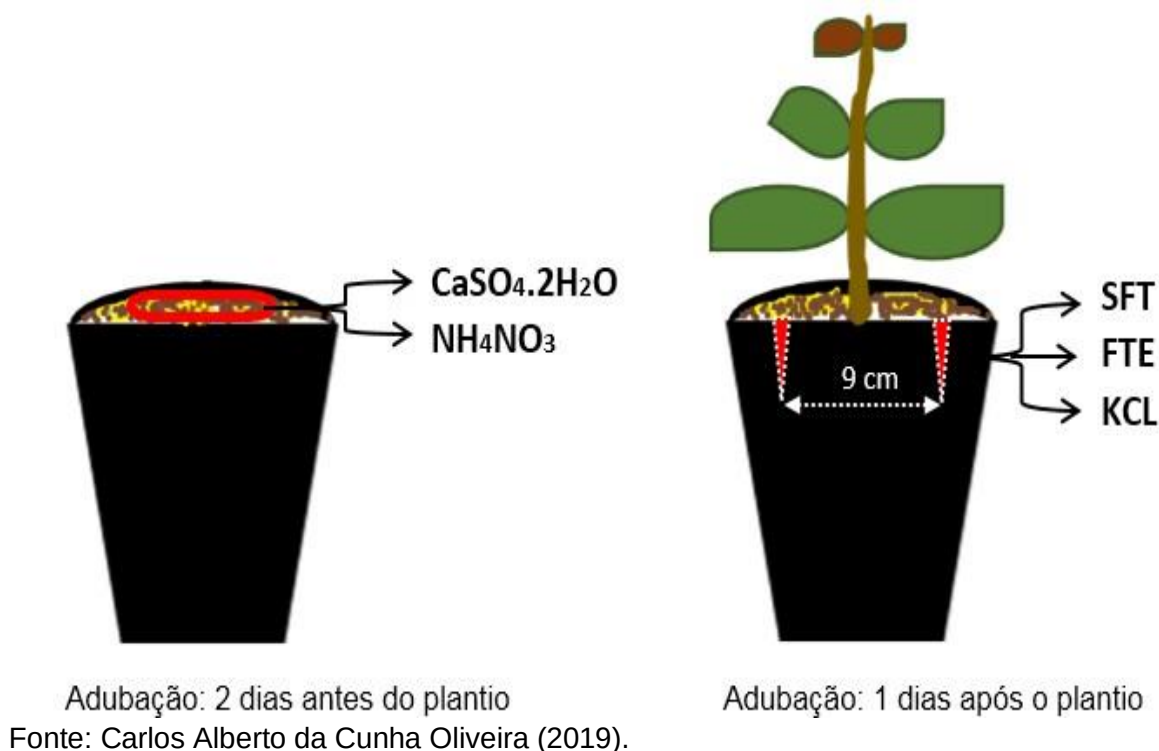


Tabela 1 – Concentração do adubo utilizado na adubação de manutenção foliar

ITEM	DESCRIÇÃO
Nitrogênio	5,0% p/p; (70,0g/L)
Fósforo (P ₂ O ₅)	6,0% p/p; (84,0g/L)
Potássio (K ₂ O)	6,0% p/p; (84,0g/L)
Cálcio	1,0% p/p; (14,0g/L)
Magnésio	0,5% p/p; (7,0g/L)
Boro	0,5% p/p; (7,0g/L)
Cobre	0,2% p/p; (2,8g/L)
Ferro	0,1% p/p; (1,4g/L)
Manganês	0,5% p/p; (7,0g/L)
Molibdênio	0,1% p/p; (1,4g/L)
Zinco	1,0% p/p; (14,0g/L)
Carbono Orgânico Total:	6,0% p/p; (84,0g/L)
Densidade a 20°C	1,40 g/cm ³
Natureza Física (fluido)	Suspensão homogênea

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

3.4 Inoculação das Plantas

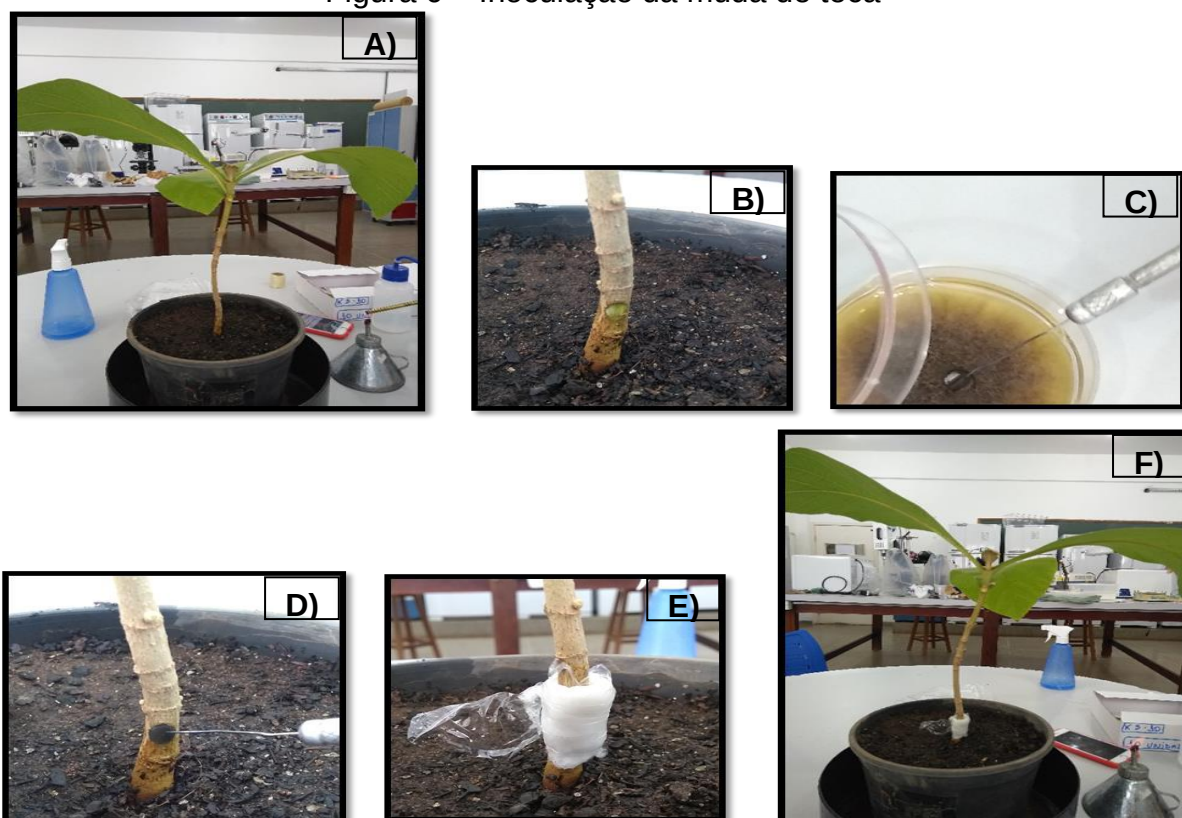
A inoculação do fungo foi realizada após 40 dias do plantio, seguindo a metodologia de Alfenas e Mafia (2016), porém, foram feitas algumas modificações para a casa de vegetação, tal qual, utilizou-se um bastão ocado como ferramenta para

fazer uma pequena abertura no fuste da muda de 3,5mm de diâmetro vazio ($\emptyset$) a uma altura aproximada de 3cm do colo da muda.

Na sequência introduziu-se um disco contendo o micélio de 3mm de $\emptyset$ do isolado com o lado que tinha a estrutura reprodutiva do fungo voltado para o lenho da planta, e, de imediato, o local foi envolvido com um algodão (umedecido com água destilada e auto clavada) e protegido com filme PVC por 120h, conforme (Figura 6).

As plantas inoculadas foram mantidas em casa de vegetação durante 126 dias.

Figura 6 – Inoculação da muda de teca



Legenda: A) Desinfestação do bastão; B) Furo de 3,5mm de $\emptyset$; C) Disco do micélio de 3mm de $\emptyset$; D) Envolvimento com algodão umedecido e PVC; F) Planta inoculada.

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

3.5 Características Avaliadas

3.5.1 Características de Produção

As avaliações foram realizadas após 126 dias da inoculação. Primeiramente, foram obtidas medidas das características relacionadas à produção de madeira, sendo elas:

- ✓ Altura total da planta: medida da base da planta até o ápice, utilizando uma régua graduada de 150cm de comprimento, conforme (Figura 7);
- ✓ Diâmetro do colo e do ápice: com o auxílio de um paquímetro digital foram obtidos os valores dos diâmetros, especificados na (Figura 7). Essa medida foi utilizada para calcular o volume da planta.
- ✓ Cálculo de volume (m³): para estimar o volume da planta e lesão foi utilizado a fórmula de *Smalian*, em razão da grande variação de tamanho das plantas na população e pela diferença no comprimento e severidade da doença (Campos e Leite, 2017):

$$V = \left[\frac{\left(\pi * \frac{D_1^2}{4} \right) + \left(\pi * \frac{D_2^2}{4} \right)}{2} \right] * L$$

V = Volume do fuste em cm³;

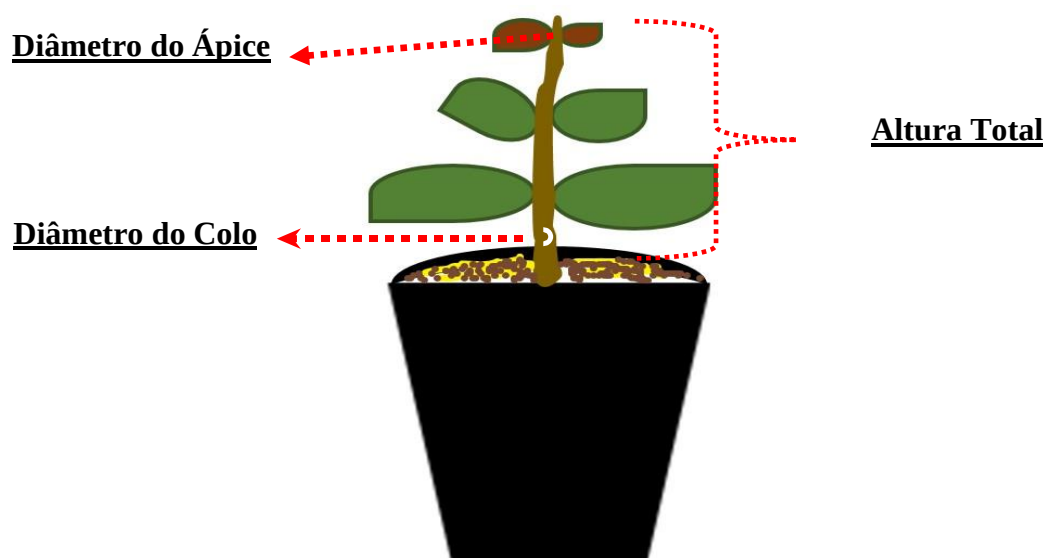
π = 3.1416;

D₁ = Diâmetro da base;

D₂ = Diâmetro da ponta; e

L = Comprimento do fuste.

Figura 7 – Partes onde são medidas as variáveis



Legenda: Altura Total (AT); Diâmetro do Ápice e do Colo (DAC).

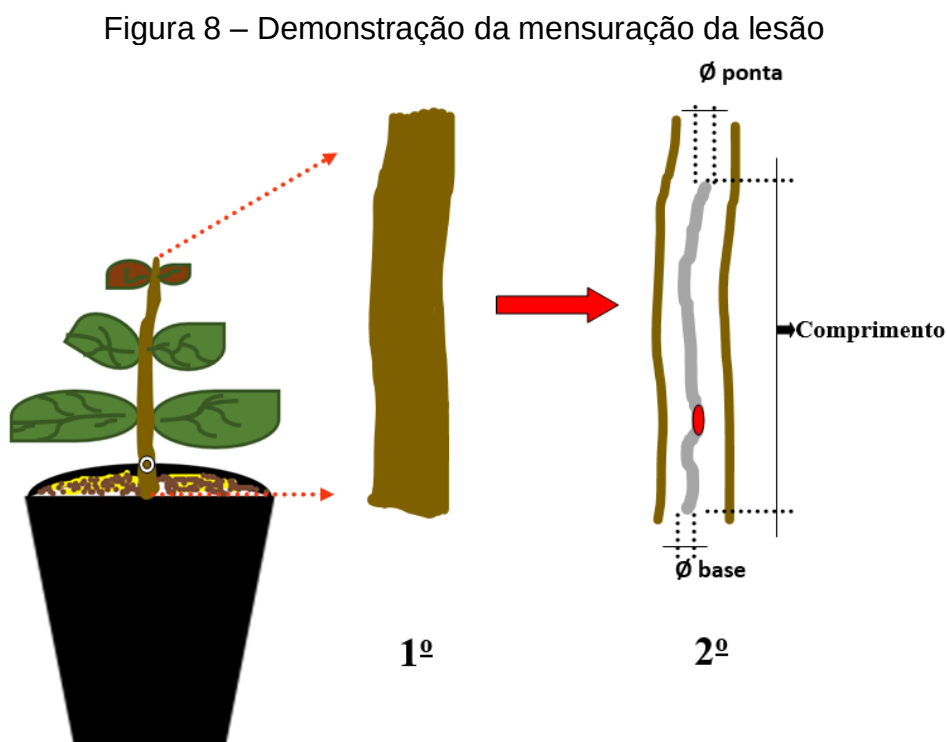
Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

3.5.2 Características de Resistência da Teca a *C. fimbriata*

As avaliações de resistência dos genótipos de teca ao *C. fimbriata* foram feitas após 126 dias da inoculação. Para realizar a medição da lesão foi feito um corte longitudinal no fuste e fotografado.

Posteriormente, utilizou-se o *software ImageJ* (2019) para fazer análise das imagens digitalizadas e obter os valores milimétricos das seguintes características: diâmetros ($\emptyset$) da ponta e da base e comprimento da lesão conforme (Figura 8).

Com essas medidas, foi estimado o volume da lesão conforme a fórmula de *Smalian* (Campos e Leite, 2017).



Legenda: 1º retira-se as folhas e as raízes da planta e faça um corte longitudinal radial; 2º medir comprimento das lesões no sentido vertical e $\emptyset$ diâmetro da base e ponta da lesão.
Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

Para calcular os valores de proporção da lesão foi utilizada a fórmula proposta por Alfenas et al. (2009): $PL = CL / HP \times 100$, onde:

PL = Proporção da Lesão;

CL = Comprimento da lesão;

HP = Altura total da planta.

3.6 Postulado de Koch

Após efetuadas as avaliações destrutivas das plantas, foram recolhidas amostras de todos os genótipos e efetuado o postulado de Koch.

3.7 Análise Estatística

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância pelo programa *Genes* (Cruz, 2006).

Para selecionar os melhores genótipos às características: Altura Total da Planta (ATP); Volume da Planta em Centímetros Cúbicos (VPcm³); Tamanho da Lesão em Comprimento (TLC); Volume da Lesão em Centímetros Cúbicos (VLcm³); Largura da Lesão (LL) e Proporção de Ocupação da Lesão (PL), foi utilizada a metodologia BLUP (melhor predição linear não viciada) (Henderson, 1984; Searle et al., 1992).

De acordo com o modelo estatístico: $y = Xr + Zg + e$; em que y é o vetor de dados, r é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos), somados à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Tais análises foram efetuadas pelo *software Selegen* (Resende, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 126 dias do experimento em casa de vegetação, em condições controladas, não houveram plantas murchas e/ou secas das ponteiros. A ausência desses sintomas pode estar relacionada ao período de avaliação do experimento que também foi verificado em outro estudo com teca (Delmadi, 2017).

Um levantamento sintomatológico da doença causado pelo patógeno *C. fimbriata*, feito por Ferreira et al. (2006), em plantios comerciais de eucalipto, demonstrou que o surgimento das plantas doentes com essas características variou de quatro meses a cinco anos. Assim, para avaliar em curto período de tempo a resistência/suscetibilidade que envolve o patógenos *C. fimbriata*, a melhor forma é mensurar a descoloração do xilema, ao invés da mortalidade (Zauza et al., 2004).

Levando em consideração a descoloração dos vasos condutores como melhor preceito para se avaliar culturas perenes, o resultado da avaliação destrutiva dos genótipos de teca e mensuração volumétrica da colonização do patógeno, apresentou-se desenvolvimento nos sentidos ascendentes e descendentes do ponto inoculado e com diferentes formas que se encontraram com maiores frequências.

As manchas largas de coloração marrom esverdeado se deslocando entre a medula e os vasos condutores para ambos os sentidos da região inoculada (A) e outras apresentaram apenas pequenos riscos distribuídos lineares e aleatórios pelo fuste (B), e por fim, umas demonstraram apenas uma elipse envolta da região inoculada “I” (C), elucidadas na (Figura 9).

A elipse pode estar relacionada a reação bioquímica da planta em reposta de defesa ao hospedeiro, onde Firmino et al. (2013), relataram que a planta quando invadida por fitopatógenos, ela reage e provoca a morte e/ou isolamento das células, formando uma camada protetora envolta da região afetada. Dessa forma, evitando a proliferação e colonização do fungo para os vasos condutores (Park e Juzwik, 2014), vista na (Figura 10), A e B.

A colonização do fungo nos vasos condutores entre a medula e o alburno pode estar relacionada com a maior translocação de substância e algumas reações químicas na planta.

Essas reações foram explicadas por Niamke et al. (2018), sendo elas: oxidação, hidrólise, metilação e glicosilação. Dentre essas reações, a glicosilação

ajuda a promover a colonização do fungo nos vasos xilemáticos das plantas, por ser a transportadora das diferentes substâncias de sacarose, glicose, frutose (Yadeta e Thomma, 2013).

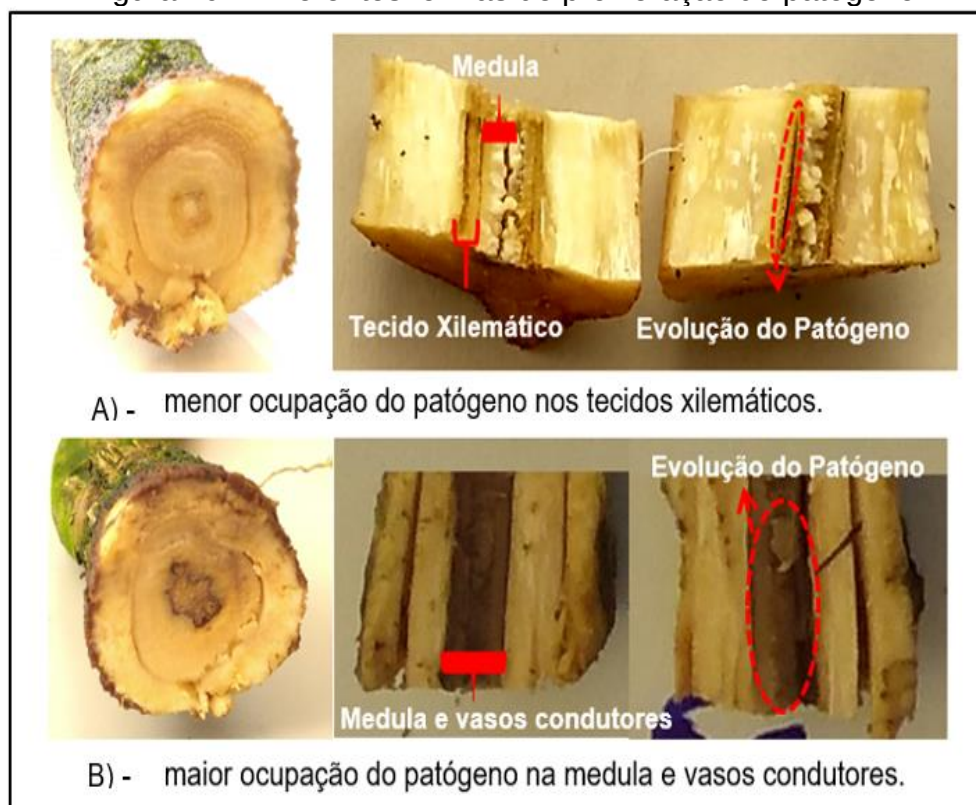
Figura 9 – Sintomas primários encontrados com mais frequência nos clones, após efetuadas as destrutivas



Legenda: A - larga mancha; B - Riscos; e C – elipse.

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

Figura 10 – Diferentes formas de proliferação do patógeno



Legenda: 10A o expande entre a medula e vasos condutores; 10B ocupou os vasos e a medula.

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

4.1 Análise de Variância

Conforme a análise de variância disposta na (Tabela 2), com exceção da proporção de lesão, as demais variáveis analisadas foram significativas pelo teste F, indicando diferenças entre os clones avaliados ($P \leq 0,05$).

Os valores do coeficiente de variação experimental relacionadas às variáveis avaliadas variam entre 22 a 31%, e, quando comparados aos CVs relacionadas às variáveis de resistência, variaram entre 45 a 78%.

Esses valores de CVs estão dentro do esperado, pois se trata de um estudo que envolve dois fatores biológicos. Trabalhos como o de Vaz et al. (2015) e Santos (2015), que estudaram os patossistemas *Phytophthora Palmivora* X pupunheira e *C. Cacaofunesta* X Cacao, respectivamente, corroboram com o resultado obtido neste estudo.

Tabela 2 – Análise de variância das variáveis

QUADRADOS MÉDIOS							
FV	GL	ATP	VPcm ³	TLC	VLcm ³	LL	PL
BLOCOS	2	13477,39	940,63	6166,89	0,23	0,62	184,84
TRATAMENTOS	36	73752,49**	2766,95**	1555,5*	0,36**	0,74**	56,04 ^{ns}
RESÍDUO	72	15492,60	1027,72	953,14	0,08	0,23	35,85
MÉDIA		572,10	104,03	68,33	0,38	2,21	12,51
CV%		21,76	30,82	45,18	77,84	21,95	47,85

Legenda: Altura Total da Planta (ATP); Volume da Planta em Centímetros Cúbicos (VPcm³); Tamanho da Lesão em Comprimento (TLC); Volume da Lesão em Centímetros Cúbicos (VLcm³); Largura da Lesão (LL); e, Proporção da Pesão (PL), em genótipos de teca inoculados com *C. Frimbiata*. ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F^{ns} não-significativo; pelo teste F.

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

4.2 Seleção dos Genótipos por meio do BLUP

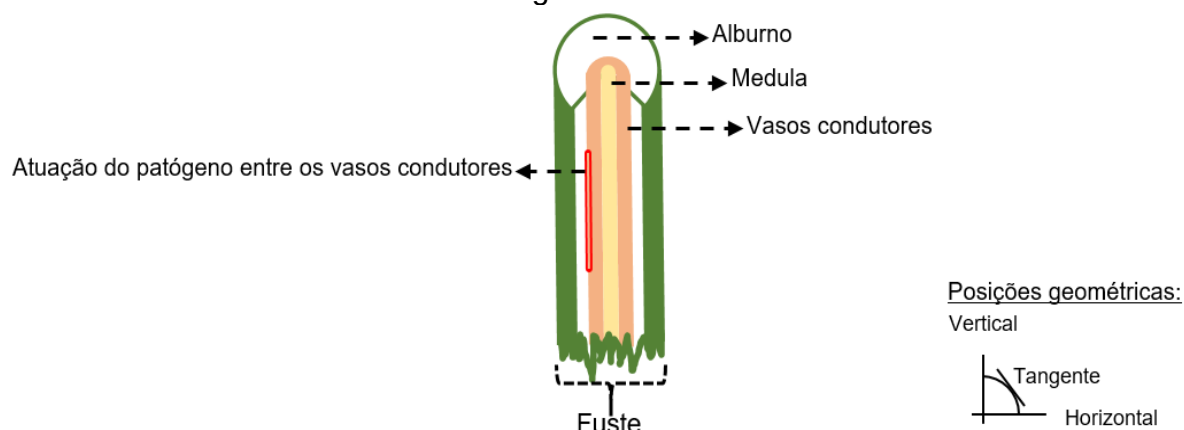
Foram ranqueados 15 genótipos para cada variável, sendo todos selecionados pelo seu valor genotípicos (u + g) predito pelo BLUP, conforme (Tabela 3). A principal vantagem do uso deste método se encontra em estimar os valores genotípicos livres de efeitos ambientais, e, dessa forma, representar o potencial genético dos indivíduos (Resende, 2016).

Observou-se que dentre os materiais avaliados pela ATP, se destacaram os genótipos 2, 28, 26, 19 e 29. Essa variável representa o potencial de crescimento das plantas e também é essencial para fazer o cálculo de volume.

A variável VPcm³, demonstrou o potencial de crescimento, tanto em diâmetro, quanto pela altura dos genótipos, possibilitando selecionar os mais produtivos. Para essa variável, os melhores genótipos foram: 2, 28, 25, 29 e 17. Um trabalho realizado por Ziech et al. (2016), foi relatado que a altura da planta estabelece uma das variáveis favoráveis a calcular o crescimento (Oliveira et al., 2018), e predizer a produção da floresta (Silva et al., 2017), em metros cúbicos.

Na variável TLC, se destaca os clones 22, 33, 27, 29 e 15. Esses genótipos são os que apresentaram menores desenvolvimentos do patógeno no sentido tangencial vertical do fuste, entre os vasos condutores estabelecidos conforme (Figura 11).

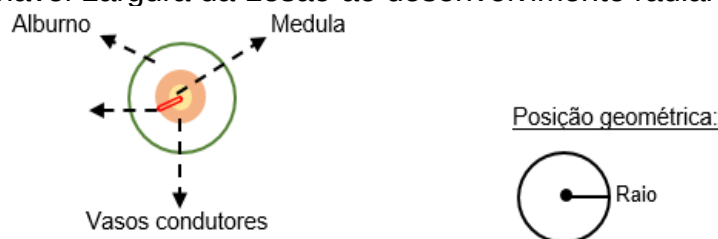
Figura 11 – Demonstração da variável Tamanho da Lesão em Comprimento pelo desenvolvimento tangencial aos vasos condutores



Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

Já à variável LL, temos os materiais 32; 30; 29; 6 e 14 que se destacaram entre os outros com menores valores genotípicos. Isso demonstrara o mecanismo genético de defesa da planta em resposta ao desenvolvimento do patógeno no sentido radial, entre a medula, vasos condutores e alburno, sendo essas regiões muito importantes, pois transportam todas as substâncias químicas e orgânicas (água, seiva bruta e elaborada), que venha nutrir e ajudar no desenvolvimento da planta.

Figura 12 – Demonstração da variável Largura da Lesão ao desenvolvimento radial



Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

Para a variável $VLcm^3$, que tem relação direta entre as duas variáveis TLC e LL, foram selecionados os clones: 29, 10, 32, 30 e 27.

Através dos valores pode-se concluir, que os genótipos apresentaram uma inibição na colonização pelo patógeno nos sentidos ascendente, descendente e radial. Sendo assim, possibilitou a caracterização dos materiais resistentes e os moderadamente resistentes.

Das cinco variáveis apresentadas, pode-se destacar como as principais à cultura da teca, ATP e $VPcm^3$, por indicarem boa a produtividade e $VLcm^3$, indicando a resistência à doença da Murcha do *Ceratocystis*. Nesse sentido, de todos os

genótipos estudados, o clone 29 se destacou entre os cinco melhores para todas as variáveis e por ser o mais resistente.

A seleção dos indivíduos ocorreu conforme a (u + g): valores genéticos preditos pelo BLUP, posteriormente ranqueados os 15 melhores clones de *T. grandis* em todas características.

Tabela 3 – A seleção dos indivíduos e os valores genéticos preditos pelo BLUP

ORDEM	ATP		VPCM ³		TLC	
	GENÓTIPO	U + G	GENÓTIPO	U + G	GENÓTIPO	U + G
1	2	672,863	2	124.256	22	59.463
2	28	656.071	28	119.455	33	60.252
3	26	650.254	25	118.113	27	62.066
4	19	619.738	29	114.732	29	62.411
5	29	615.821	17	113.827	15	62.523
6	17	611.532	26	112.927	11	63.346
7	6	609.043	24	109.779	25	63.355
8	25	600.543	6	109.462	36	63.496
9	31	599.516	5	109.042	10	63.510
10	32	598.710	19	108.261	21	64.435
11	7	589.321	23	107.297	5	64.577
12	20	582.343	13	106.866	6	65.001
13	5	581.71	20	106.512	30	65.199
14	16	578.460	30	106.009	35	65.944
15	10	577.904	16	105.072	32	66.831

ORDEM	VLcm ³		LL		PL	
	GENÓTIPO	U + G	GENÓTIPO	U + G	GENÓTIPO	U + G
1	29	0.303	32	1.989	29	10.793
2	10	0.311	30	2.021	25	11.124
3	32	0.314	29	2.038	33	11.324
4	30	0.314	6	2.095	6	11.414
5	27	0.317	14	2.111	10	11.464
6	22	0.321	8	2.111	15	11.473
7	18	0.325	37	2.118	26	11.479
8	33	0.327	18	2.119	27	11.485
9	6	0.330	10	2.139	32	11.669
10	25	0.330	20	2.148	17	11.731
11	36	0.335	22	2.166	11	11.743
12	8	0.337	25	2.166	5	11.904
13	37	0.338	15	2.169	31	11.907
14	21	0.338	35	2.181	22	11.933
15	35	0.340	36	2.184	30	12.172

Legenda: Altura Total da Planta (ATP); Volume da Planta em Centímetros Cúbicos (VPCM³); Tamanho da Lesão em Comprimento (TLC); Volume da Lesão em Centímetros Cúbicos (VLcm³); Largura da Lesão (LL) e Proporção da Lesão (PL).

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

4.3 Classificação dos Genótipos quanto a Resistência ao *C. fimbriata*

Através dos valores obtidos pela ocupação do patógeno em volume (cm³), em relação à volumetria de cada genótipo, foram separados em três classes, conforme (Figura 13). Posteriormente, foi gerado as três categorias de resistência conforme os valores de frequências: 0,0% genótipos resistentes; 0,100 a 0,146% genótipos moderadamente resistente; e > que 0,147% genótipos suscetíveis, dispostos na (Tabela 5).

Os resultados obtidos no teste de resistência utilizando apenas um isolado do fungo, teve como resposta a presença de 32 genótipos suscetíveis, quatro moderadamente resistentes, sendo eles: 10, 32, 30, e 27, e, apenas um resistente, genótipo 29 conforme (Tabela 5).

Como os estudos à resistência da teca ao patógeno *C. fimbriata* se encontram em fase inicial. É recomendável fazer um teste com diferentes isolados de *C. fimbriata* em diferentes locais, pois, de acordo com Oliveira et al. (2016), a variabilidade genética do fungo pode-se expressar de diferentes graus de agressividade e patogenicidade, e, conforme as diferentes condições edafoclimáticas das regiões (Tumura et al., 2012; Oliveira et al., 2015; Galdino et al., 2016; Stone, 2017; Nasution et al., 2019), principalmente quando avaliadas nos vasos condutores e pelos raios medulares (Firmino et al., 2015), pois é nessa região que o patógeno se desenvolve em plantas lenhosas de produção florestal madeireira e frutíferas. Onde:

Classes (cm³) = VL * 100 / VPL

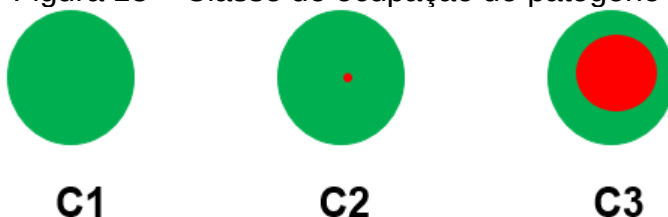
Classe-1 = Volume de ocupação 0,0cm³;

Classe-2 = Volume de ocupação entre 0,10 a 0,14cm³; e

Classe-3 = Acima de > 0,14cm³.

A classe de ocupação do patógeno está representada em volume de centímetro cúbicos “vermelho” em relação à volumetria de cada genótipo “verde”.

Figura 13 – Classe de ocupação do patógeno



Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

Tabela 4 – Valores de ocupação do fungo *Ceratocystis fimbriata* em porcentagem média para resistência nos 37 genótipos de *T. grandis*

GENÓTIPO	VPL	VL	%	CATEGORIA
1	84,2537	0,4304	0,5109	S
2	184,9259	2,0695	1,1191	S
3	75,7854	0,4933	0,6509	S
4	72,0744	0,4188	0,5810	S
5	124,0707	0,2773	0,2235	S
6	125,7485	0,1869	0,1487	S
7	107,7601	0,9736	0,9035	S
8	90,0323	0,2138	0,2375	S
9	68,1840	0,3927	0,5760	S
10	87,0632	0,1129	0,1297	RM
11	95,4622	0,2547	0,2668	S
12	78,4849	0,4068	0,5183	S
13	115,3677	0,6913	0,5992	S
14	64,2564	0,2351	0,3658	S
15	104,7135	0,2987	0,2852	S
16	108,1909	0,3769	0,3484	S
17	143,2091	0,4418	0,3085	S
18	88,9055	0,1669	0,1877	S
19	120,9468	0,6230	0,5151	S
20	113,9497	0,2901	0,2546	S
21	71,4119	0,2191	0,3069	S
22	62,1788	0,1531	0,2462	S
23	117,0915	0,4853	0,4145	S
24	127,0161	0,3037	0,2391	S
25	160,3556	0,1888	0,1177	S
26	139,6073	0,4468	0,3200	S
27	92,6204	0,1356	0,1464	RM
28	165,7202	0,8319	0,5020	S
29	146,8302	0,0815	0,0555	R
30	111,9394	0,1233	0,1101	RM
31	102,2091	0,3102	0,3035	S
32	96,2699	0,1214	0,1261	RM
33	75,7492	0,1767	0,2332	S
34	63,9811	0,4080	0,6377	S
35	88,8769	0,2274	0,2558	S
36	95,0749	0,2062	0,2169	S
37	78,9153	0,2178	0,2760	S

Legenda: Valores Atribuídos: R = Resistência (0,0%); RM = Moderadamente Resistente (0,10 a 0,19); e S = Suscetível (> 0,2%).

Fonte: Carlos Alberto da Cunha Oliveira (2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse sentido, este estudo encontrou a diferença nas formas de colonização do patógeno nos 37 genótipos de teca, onde se desenvolveu, tanto no sentido ascendente e descendente, quanto no sentido radial ao ponto de inoculação. Sendo assim, a melhor forma de avaliar a resistência e a suscetibilidade à cultura da teca é observar a ocupação do patógeno na medula e vasos condutores.

Os genótipos 27, 30, 32 e 10 apresentaram melhor desempenho à maioria das variáveis, sendo classificado como moderadamente resistente. Já o clone 29, além de ser classificado como o único genótipo resistente, este está entre os cinco ranqueados para todas as variáveis.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, B. K.; ORTEGA, E. M. M.; SOUZA, V. C. Identification of morphological descriptors for characterization of teak (*Tectona grandis* L.f.). **Advances in Forestry Science**, v. 3, p. 1-5, 2016.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed., Viçosa: Editora da UFV, 2009. 500 p.

ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Métodos em fitopatologia: isolamento de fungos fitopatogênicos. 2. ed., **Revista Atual e Ampliada**, Viçosa: Editora da UFV, 2016. 516 p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2014.

AREFLORESTA. **Associação de reflorestadores de Mato Grosso**. 2017. Disponível em: <http://www.arefloresta.org.br/downloads/1/geral>. Acesso em: 03 set. 2017.

BADILLA, Y.; XAVIER, A.; MURILLO, O.; PAIVA, H. N. IBA efficiency on mini-cutting rooting from teak (*Tectona grandis* Linn F.) clones. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 477-485, 2016.

PANDEY, D.; BROWN, C. Teak: a global overview: An overview of global teak resources and issues affecting their future outlook. **Unasylva**, v. 201, n. 51, p. 3-13, 2000.

BEZERRA, J. L. Ceratocystis fimbriata causing death of buddedcocoa seedlings in Bahia, Brazil. Ghana: **Incoped Newsletter**, v. 1, n. 6, 1997.

BEKKER, C; RANCE, W; MONTEUUIS, O. Teak in Tanzania: II. The Kilombero Valley Teak Company. **Bois et Forest des Tropiques**, v, 279, p. 11-21, 2004.

BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. 2. ed., Lavras: UFLA, 2006. 319p.

CÁCERES FLORESTAL. **Manual do cultivo da teca**. 2006. 32 p. Disponível em: http://www.caceresflorestal.com.br/Manual_do_cultivo_da_teca-Caceres_Florestal.pdf. Acesso em: 03 set. 2017.

CAMPOS, J. C. C; LEITE, G. H. Mensuração florestal: perguntas e respostas. 5. ed., **Revista Atual e Ampliada**, Viçosa: Editora da UFV, 2017. 636 p.

CARVALHO, M. A; FILHO, J. B; KRATZ, D. Quality of clonal seedlings of tectona grandis Linn F. rooted in different concentrations of indolebutyric acid. **FLORESTA**, Curitiba, v. 49, n. 3, p. 469-476, 2019.

CHAVES, E.; FONSECA, W. **Teca (*tectona grandis* L.f) árbol de uso multiple em América Central**, n. 179, Turrialba: Costa Rica, CATIE, 1991. 60 p.

CHIMELLO, A. M.; JESUS, J. G.; TEODORO, P. E.; ROSSI, A. A. B.; ARAÚJO, K. L.; MAROSTEGA, T. N.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A. Morphological descriptors and ISSR molecular markers in the evaluation of genetic variability of *tectona grandis* genotypes. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, p. 1-16, 2017.

COUTINHO, S. A. Teak in Brasil: Overview of Plantations, Know-how, Expertise and Market. Quality Timber Products of Teak from Sustainable Forest Management. **Kerala Forest Research Institute and International Tropical Timber Organization**, v. 1, p. 89-91, 2003.

COUTO, A. M.; TRGILHO, P. F.; NEVES, T. A.; PROTÁSIO, T. P.; SÁ, V. P. Modeling of basic density of wood from *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophylla* using nondestructive methods. **Cerne**, v. 19, p. 27-34, 2013.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Estatística experimental e matrizes. Editora da UFV, Viçosa, 2006. 285 p.

DELGADO, L. G. M.; GOMES, J. E.; ARAUJO, H. B. Análise do sistema de produção de teca (*Tectona grandis* L.f) no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, 11. ed., p. 1-6, 2008.

DELMADI, L. C. ***Tectona grandis* L.f.**: patologia de frutos, patogenicidade e epidemiologia. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Câmpus de Botucatu, 2017. 98 p.

DIÉ, A.; KITIN, P.; KOUAMÉ, F. N. G.; BULCKE, J. V.; ACKER, J. V.; BEECKMAN, H. Fluctuations of cambial activity in relation to precipitation result in anual rings and intra-annual growth zones of xylem and phloem in teak (*Tectona grandis*) in Ivory Coast. **Annals of Botany**, v. 110, p. 861-873, 2012.

DIONÍSIO, L. F. S.; ARAÚJO, H. X.; CORREIA, R. G.; MARTINS, W. B. R.; COSTA, J. S.; MACIEL, F. C. S. Influência do primeiro desbaste na morfometria de *Tectona grandis* L.f. em Roraima. **Floresta Ambiente**, v. 25, p. 1-8, 2018.

FERREIRA, F. A.; MAFFIA, L. A.; BARRETO, R. W.; DEMUNER, N. L.; PIGATTO, S. Sintomatologia da murcha de *Ceratocystis fimbriata* em eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, p. 155-162, 2006.

FERREIRA, F. A.; HARRINGTON, T.; GONGORA-CANUL, C.; MAFFIA, R. Spatial-temporal patterns of *Ceratocystis* wilt in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Forest Pathology**, v. 43, p. 153-164, 2013.

FIRMINO, A. C.; TOZZE-JÚNIOR, H. J.; FURTADO, E. L. First report of *Ceratocystis fimbriata* causing wilt in *Tectona grandis* in Brazil. **New Disease Reports**, v. 25, p. 24, 2012.

- FIRMINO, A. C.; TOZZE-JÚNIOR, H. J.; SOUZA, I. C. G. FURTADO, E. L. Resistência de genótipos de Eucalipto a *Ceratocystis* spp. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 98, p. 165-173, 2013.
- FIRMINO, A. C.; TANAKA, F. A. O.; SILVA, S. D. V. M.; ITO, M. F.; FURTADO, E. L. Colonização do xilema de eucalipto por *Ceratocystis* spp. isolado de diferentes hospedeiros. **Summa Phytopathologica**, v. 41, p. 138-143, 2015.
- FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa: Editora da UFV, p. 102-135, 2010.
- GALDINO, T. V. S.; KUMAR, S.; OLIVEIRA, L. S. S.; ALFENAS, A. C.; NEVEN, L. G.; AL-SALDI, A. M.; PICANÇO, M. C. Mapping Global Potential Risk of Mango Sudden Decline Disease Caused by *Ceratocystis fimbriata*. **PLoS ONE**, v. 11, n. 7, p. 1-18, 2016.
- GUNAGA, R. P.; VASUDEVA, R. Variation in Non-flowering Nature among Teak (*Tectona grandis* L. f.) Clones in Seed Orchards. **Kerala Forest Research Institute and International Tropical Timber Organization**, v. 1, p. 366-371, 2003.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **Doenças da seringueira no Brasil**. 2. ed., Brasília: **Revista Atual e Ampliada**, Embrapa, 2012. 255 p.
- HARUNA, H.; ASHIR, H. I. Leaf epidermal structures and stomata ontogeny in some members of the Lamiaceae family. **Bayero Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 10, p. 670-675, 2017.
- HENDERSON, C. R. **Applications of linear models in animal breeding**. Guelph: University of Guelph, 1984. 462 p.
- HOSOMI, A.; FRUKAWA, M. Y. M.; KAWARADANI, M. Growth of Fig Varieties Resistant to *Ceratocystis* Canker following Infection with *Ceratocystis fimbriata*. **Journal Japanese Society for Horticultural Science**, v. 81, n. 2, p. 159-165, 2012.
- IBÁ. Industria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá**. 2019. Disponível em: <http://iba.org/publicações>. Acesso em: 05 fev. 2020.
- IMAGEJ. **Image Processing and Analysis in Java**. 2019. Disponível em: <http://rsbweb.nih.gov/ij/index.html>. Acesso em: 14 out. 2019.
- IZEKOR, D. N.; FUWAPE, J. A.; OLUYEGE, A. O. Effects of density on variations in the mechanical properties of plantation grown *Tectona grandis* wood. **Scholars Research Library**, v. 2, p. 113-120, 2010.
- JESUS, F. G.; NOGUEIRA, L. BOICA, A. L.; RIBEIRO, Z. A.; ARAÚJO, M. S.; ZANUNCIO, J. C. Resistance of *Eucalyptus* spp. Genotypes to eucalyptus brow looper *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, p. 1016-1021, 2015.

JÚNIOR, N. S. M. Fungos Fitopatogênicos. *In*: AMORIM, L.; REZENDE J. A. M.; FILHO, A. B. Manual de Fitopatologia. 5. ed., Ouro Fino: **Agronômica Ceres**, 2018. p. 107-141.

KOLLERT, W.; KLEINE, M. The Global Teak Study. Analysis, Evaluation and Future Potential of Teak Resources. **International Union of Forest Research Organizations (IUFRO)**, v. 36, p. 49-65, 2017.

LAREKENG, S. H.; ARSYAD, M. A. Morphophysiological analyses on teak (*Tectona grandis* Linn. F.) from three provenances. **Earth and Environmental Science**, v. 235, p. 1-12, 2019.

LIU, C. L. C.; KUCHMA, O.; KRUTOVSKY, K. V. Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future. **Global Ecology and Conservation**, v. 15, n. (e 00419), p. 1-13, 2018.

LOURENÇO, A. O.; NEIVA, D. N.; GOMINHO, J.; MARWUES, A. V.; PEREIRA, H. Characterization of lignin in heartwood, sapwood and bark from *Tectona grandis* using Py–GC–MS/FID. **Wood Sci Technol**, v. 49, p. 159-175, 2015.

MAGALHÃES, D. M. A.; LUZ, E. D. M. N.; LOPES, U. V.; SILVA, S. D. V. M.; DAMACENO, V. O.; NIELLA, A. R. R. A New Method for early detection of *Ceratocystis* spp. On various hosts. **Agrotrópica**, v. 27, n. 3, p. 209-214, 2015.

MENEZES, M.; OLIVEIRA, S. M. A. **Fungos fitopatogênicos**. Recife: Editora Imprensa Universitária. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), 1993. 277 p.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. ***Tectona grandis* L.f.** 2018. Disponível em: <http://www.tropicos.org>. Acesso em: 17 abr. 2018.

MONTEUUIS, O.; GOH, D. K. S.; GARCIA, C.; ALLOYSIUS, A.; GIDIMAN, J.; BACILIERI, R.; CHAIX, G. Genetic variation of growth and tree quality traits among 42 diverse genetic origins of *Tectona grandis* planted under humid tropical conditions in Sabah, East Malaysia. **Tree Genetics & Genomes**, v. 7, p. 1263-1275, 2011.

MURILLO, O.; ROJAS, J. L.; BADILLA, Y. **Reforestación Clonal**. 2. ed., Cartago, Costa Rica: Taller Publicaciones. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2003.

NASUTION, A.; GLEN, M.; BEADLE, C.; MOHAMMED, C. *Ceratocystis* wilt and canker: a disease that compromises the growing of commercial Acacia-based plantations in the tropics. **Australian Forestry**, v. 82, p. 80-93, 2019.

NIAMKE, B. F.; ADIMA, A. A.; SERAPHIN, K. C.; AMUSANT, N.; ALLEMAND, C. J. Heartwood formation process in teak (*Tectona grandis* L.f.): fate of non-structural carbohydrates and characterization of forsythoside B. **International Journal of Biological and Chemical Sciences**, v. 12, n. 3, p. 1102-1112, 2018.

OLIVEIRA, L. S. S.; GUIMARÃES, L. M. S.; FERREIRA, A. S.; NUNES, A. S.; PIMENTA, L. V. A.; ALFENAS, A. C. Aggressiveness, cultural characteristics and

genetic variation of *Ceratocystis fimbriata* on *Eucalyptus* spp. **Forest Pathology**, v. 45, n. 6, p. 505-5014, 2015.

OLIVEIRA, L. S. S.; DAMACENA, M. B.; GUIMARÃES, L. M. S.; SIQUEIRA, D. L.; ALFENAS, A. C. *Ceratocystis fimbriata* isolates on *Mangifera indica* have different levels of aggressiveness. **European Journal of Plant Pathology**, v. 145, n. 4, p. 847-856, 2016.

OLIVEIRA, T. M.; MADI, J. P. S.; CERQUEIRA, C. L.; MILLIKAN, P. H. K.; CARVALHO, M. P. L. C.; CARVALHO, S. P. C. Relações morfométricas para árvores de *Tectona grandis*. **Avance in Forestry Science**, v. 5, p. 461-465, 2018.

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

PRABHU, N. H.; R. P.; GUNAGA, A.; SURENDRAN, T.; CHACKO, K. C. Variation in Seed Traits and Germination among Teak Seed Production Areas in Kerala, India. **Seed technology**, v. 35, n. 1, p. 23-34, 2013.

QUINTERO, M. A.; RICO, M. J. Heuristic forest planning model for optimizing timber production and carbono sequestrations in teak plantations. **IForest-Biogeosciences and Forestry**, v. 10, p. 430-439, 2016.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breed. Appl. Biotechnol*, v. 16, p. 42-45, 2016.

RICO, M. J.; COUTINHO, S. A. Planted Teak Forests. **International Union of Forest Research Organizations (IUFRO)**, v. 36, p. 5-16, 2017.

RIZANTI, D. E.; DARMAWAN, W.; GEORGE, B.; MERLIN, A.; DUMARCAY, S.; CHAPUIS, H.; GÉRARDIN, C.; GELHAYE, E. RAHARIVELOMANANA, P.; SARI, R. K.; SYAFII, W.; MOHAMED, R.; GERARDIN, P. Comparison of teak wood properties according to forest management: short versus long rotation. **Annals of Forest Science**, v. 75, n. 39, p. 1-12, 2018.

KAOSA-ARD, A. Teak (*Tectona grandis* Linn. F.) its natural distribution and related factors. **Nat. Hist. Bull. Siam Soc.**, v. 29, p. 55-74, 1989.

SANTOS, E. **Validação de Metodologias na seleção de cacaueiros à murcha de *Ceratocystis***. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, 2015. 58 p.

SEARLE, S. R.; CASELLA, G.; McCULLOCH, C. E. **Variance components**. New York: J. Wiley, 1992. 528 p.

SNIF. **Sistema Nacional de Informações Florestais**. 2018. Disponível em: <http://http://snif.florestal.gov.br/pt-br/estatisticas-florestais>. Acesso em: 05 fev. 2020.

SILVA, P. H. M.; POGGIANI, F.; STAPE, J. L.; BRITO, J. O.; MOREIRA, R. M. Produção de óleo essencial e balanço nutricional em *Corymbia citriodora* adubado

com lodo de esgoto em diferentes espaçamentos. **Cerne**, v. 15, n. 3, p. 346-354, 2009.

SILVA, G. F.; OLIVEIRA, O. M.; MENDONÇA, A. R.; FRAGA FILHO, C. V. Acurácia do método de pressler e fator de forma na estimação do volume de árvores de *Tectona grandis* L.f. **Revista Brasileira de Biometria**, n. 35, n. 2, p. 213-225, 2017.

SILVA, P. H. M.; LEE, D. J.; MIRANDA, A. C.; MARINO, C. L.; MORAES, M. L. T.; PAULA, R. C. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies de eucalipto em diferentes condições climáticas. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 115, p. 563-571, 2017.

SREEKANTH, P. M.; BALASUNDARAN, M.; NAZEEM, P. A. Genetic and morphological variation in natural teak (*Tectona grandis*) populations of the Western Ghats in Southern India. **Journal of Forestry Research**, v. 25, p. 805-812, 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**, 2. ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008, 703 p.

STONE, M. Tree-Killing Fungus Continues to Spread on Hawaii's Biggest Island. **BioScience**, v. 67, p. 776-776, 2017.

TANAKA, K.; HAMAZAKI, T.; VACHARANGKURA, T. Distribution, Growth and Site Requirements of Teak. **JARQ**, v. 32, p. 65-77, 1998.

TANAKA, K.; TANAKA, N.; MATSUO, N.; TANTASIRIN, C.; SUZUKI, M. Impacts of irrigation on the deciduous period of teak (*Tectona grandis*) in a monsoonal climate. **Canadian journal of forest research**, v. 47, p. 1193-1201, 2017.

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

VALDETARO, D. C. de O. F. **Genetic Variability of *Ceratocystis fimbriata* on *Tectona grandis* and *Carapa guianensis* in Brazil**. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2016. 108 p.

VALE, A. B.; MACHADO, C. C.; PIRES, J. M. M.; VILAR, M. B.; COSTA, C. B.; NACIF, A. P. **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa: SIF, 2014. 551 p.

VAZ, A. B.; OLIVEIRA, M. L.; PARADA, M. G.; LUZ, E. D. M. N. Avaliação de métodos para inoculação de *Phytophthora palmivora* em plântulas de pupunheira. **Agrotrópica**, v. 27, n. 3, p. 249-256, 2015.

VENDRUSCOLO, D. G. S.; DRESCHER, R.; CARVALHO, S. P. C.; SOUZA, H. S.; SILVA, R. S.; CHAVES, A. G. S. Forma do fuste de árvores de *Tectona grandis* em diferentes espaçamentos. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 3, p. 51-54, 2016.

ZAUZA, E. A. V.; ALFENAS, A. C.; HARRINGTON, T. C.; MIZUBUTI, E. S.; SILVA, J. F. Resistance of Eucalyptus clones to *Ceratocystis fimbriata*. **Plant Disease**, v. 88, n. 7, p. 758-760, 2004.

ZIECH, B. G.; SILVA, V. S. M.; DRESCHER, R.; VENDRUSCOLO, D. G. S. Modelos de crescimento em altura dominante e índice de sítio para teca em Glória D'Oeste-MT. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 34, n. 4, p. 533-542, 2016.

YADETA, K. A.; THOMMA, B. P. H. J. The xylem as battleground for plant hosts and vascular wilt pathogens. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 1-12, 2013.

YASODHA, R.; SUMATHI, R.; GURUMURTHI, K. Micropropagation for quality propagule production in plantation forestry. **Indian Journal of Biotechnology**, Haryana, v. 3, n. 2, p. 159-170, 2004.