

LEILA CRISTIANE DELMADI

***Tectona grandis* L.f.: PATOLOGIA DE FRUTOS, PATOGENICIDADE E
EPIDEMIOLOGIA**

Botucatu
2017

LEILA CRISTIANE DELMADI

***Tectona grandis* L.f.: PATOLOGIA DE FRUTOS, PATOGENICIDADE E
EPIDEMIOLOGIA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP),
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Doutora em Ciência Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Furtado

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Delmadi, Leila Cristiane, 1974-
D359t *Tectona grandis* L.F.: patologia de frutos, patogenicidade e epidemiologia / Leila Cristiane Delmadi. - Botucatu:[s.n.], 2017
96 p.: fots. color., grafs. color., ils. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017
Orientador: Edson Luiz Furtado
Inclui bibliografia

1. Teca (Árvore). 2. Frutas - Doenças e pragas. 3. Árvores - Doenças e pragas. 4. Ferrugem nas árvores. 5. Cancro - Fitopatologia. I. Furtado, Edson Luiz. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "*Tectona grandis* Lf: PATOLOGIA DE FRUTOS, PATOGENICIDADE E EPIDEMIOLOGIA"

AUTORA: LEILA CRISTIANE DELMADI

ORIENTADOR: EDSON LUIZ FURTADO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIA FLORESTAL, pela Comissão Examinadora:



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



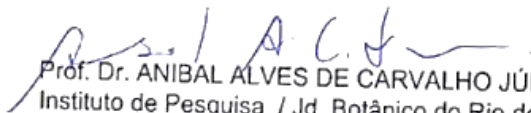
Dr. LEO ZIMBACK
Floresta Estadual de Botucatu / Instituto Florestal do Estado de São Paulo



PROF. DR. WALDIR CINTRA DE JESUS JUNIOR
Depto. Ciências Agrárias / UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS



Prof. Dr. WILLIAN BUCKER MORAES
Centro de Ciências Agrárias / UFES



Prof. Dr. ANIBAL ALVES DE CARVALHO JÚNIOR
Instituto de Pesquisa / Jd. Botânico do Rio de Janeiro

Botucatu, 02 de junho de 2017.

*Ao meu filho ARTHUR DELMADI RIBEIRO, razão de todo meu esforço e
determinação e, também a melhor parte de mim....*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me capacitar e conferir a força e serenidade necessária para vencer todos os obstáculos, que a vida sempre impõe.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Edson Luiz Furtado, por juntos ousarmos sonhar este projeto e, o colocarmos em prática. Obrigada pela confiança que depositou em mim nestes anos de convivência e, também por todo apoio e orientações.

À Banca Examinadora, Prof. Dr. Edson Furtado, Dr. Léo Zimback, Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken, Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Júnior, Dr. Anibal Alves de Carvalho Júnior e Prof. Dr. Willian Bucker Moraes, pela disponibilidade em participar deste processo, pelas críticas e contribuições.

À Empresa FLORESTECA por disponibilizar as mudas necessárias para a realização deste projeto de pesquisa.

À Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA/UNESP pelo apoio na instalação do experimento, assim com, aos técnicos da Fazenda Experimental da UNESP em São Manoel, por todo o esforço e dedicação ao mesmo.

Registro também o meu agradecimento aos amigos que fiz, durante toda esta caminhada e que farão parte de todo o resto da minha vida. Vale mencionar os meninos que estiveram presentes nas avaliações de campo desde o início, e que fazem parte desta conquista, André Ibañez, Lucas Benso, Lucas Marchi e Lisandro Pieroni. Vocês, com certeza, tornaram as cansativas avaliações de campo, mais agradáveis e, deram conta de trabalhos que eu, sozinha, jamais conseguiria. Que a vida e o futuro de cada um de vocês, seja recheada de realizações e muito sucesso.

Às amigas Lívia Goulart, Raquel Crisma, Dariane Franco, Marianne Fidalgo, Janete Silva, Anny Mery, Jéssica Karine e Denise, pelo carinho de sempre.

Ao amigo Juan Sierra, por me ajudar sempre que precisei, sendo assim possível.

E para uma amiga especial, um parágrafo especial: Cristiane de Pieri, te agradeço pelo companheirismo e cumplicidade nestes 4 anos de convivência e, por todos os ensinamentos técnicos que você dividiu comigo. Graças a eles, consegui realizar todas as etapas desta Tese de Doutorado. Agradeço a Deus pela sua vida, peço a Ele que te conduza pelos mais belos caminhos e, realize todos os seus sonhos e projetos.

Danielle Monteiro, outra amiga especial que ganhei junto a este Doutorado. Amiga/irmã que dividiu momentos críticos de produção científica comigo. Juntas nos apoiamos e, nos tornamos mais fortes. Obrigada por tanto cuidado, por tanto carinho e por amar o meu filho como se fosse seu. Jamais esquecerei de você e de tudo o que fez por nós.

Aos meus pais e irmãs, por sempre acreditarem em mim e me apoiarem em todos os momentos e decisões.

Ao meu companheiro de tantos anos Anderson Luiz, por sempre me encorajar, mesmo quando isso significava estar muito distante fisicamente e, não medir esforços para ajudar na consolidação deste projeto, atuando nas práticas de campo e formatação do trabalho definitivo. Registro meu sincero agradecimento.

RESUMO

A espécie florestal *Tectona grandis* L.f. (Teca) é nativa do sudeste asiático, possui grande porte, rápido crescimento, produtora de madeira nobre e valorizada por sua beleza, resistência e durabilidade. No Brasil, surgiu como uma alternativa substituta a outras espécies, como o mogno (*Swietenia macrophylla*) e a cerejeira (*Torresea acreana*). A presente pesquisa teve como objetivo investigar a condição fitossanitária da teca em frutos e, testar a resistência de três diferentes clones à doenças fúngicas. Os objetivos específicos foram: i) avaliar frutos de teca de 3 procedências (Alta Floresta/MT, Cáceres/MT e Botucatu/SP) quanto a presença de patógenos; ii) testar a resistência de 3 clones (S0, S1 e S3) de *T. grandis* aos patógenos: *Olivea tectonae*, *Fusarium oxysporum* e *Ceratocystis fimbriata* em condições controladas; iii) elaborar uma escala diagramática com folhas adultas de *T. grandis*, para avaliação da ferrugem causada pelo fungo *O. tectonae*; iv) testar a resistência de 3 clones de teca (S0, S1 e S3) à doenças fúngicas em plantio de campo. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Patologia Florestal - FCA/UNESP-Botucatu e também na Fazenda Experimental da UNESP em São Manoel/SP. Como resultados para o teste com frutos, obteve-se: Procedência Alta Floresta/MT, 13,33% de *Aspergillus* sp.; 3,33% de *Colletotrichum* sp. e *Alternaria* sp.; 1,66% de *Septoria* sp. e *Penicillium* sp.. Para os frutos procedentes de Cáceres/MT, 61,66% para o patógeno *Fusarium* sp., 8,33% com *Penicillium* sp., 1,66% com *Arthrosporium* sp. e *Cunninghamella* sp. Quanto a procedência Botucatu/SP, 21,66% com *Aspergillus* sp., 23,33% com *Alternaria* sp., 8,33% com *Fusarium* sp., 10% com *Penicillium* sp., 5% para *Nigrospora* sp. e 3,33% com *Ovularia* e *Humicola*. O experimento em condições controladas, com o fungo *Olivea tectonae* foi realizado com a pulverização de uma suspensão de esporos em concentração de $2,42 \times 10^5$ urediniósporos/mL⁻¹. Observou-se que o período latente foi de 5 dias e, na análise de severidade o clone S0 apresentou um número de 59,4 pústulas/3cm², S1 com 86,6 e S3 com 88,1 pústulas/3cm². A inoculação dos fungos *Fusarium oxysporum* e *Ceratocystis fimbriata* foi feita com a introdução de um disco de cultura micelial em uma abertura feita no caule da planta a 10 cm do colo. Com a inoculação do *F. oxysporum* os resultados médios das lesões encontradas no caule, foram: S0 com 8,25 cm, S1 com 8,77 cm e S3 com 11,25 cm de lesão. Já com a inoculação do *C. fimbriata* as médias das lesões se deram, conforme segue: S0 com 13,2 cm, S1 com

15,3 cm e S3 com 14,8 cm de lesão. Não houve diferença significativa entre as médias nos clones testados. Para a elaboração da escala diagramática, foram determinados 7 níveis de severidade em função da distribuição da amostra para as folhas adultas (N0 = 0%; N1 = 2,5%; N2 = 5%; N3 = 10%; N4 = 20%; N5 = 40% e N6 = 80%). Com a adoção da escala proposta, a totalidade dos avaliadores apresentou melhor precisão, com $R^2 = 0,93$ em comparação ao resultado obtido sem o uso da escala ($R^2 = 0,88$). O plantio em campo se deu com a introdução de 4.274 mudas de teca, divididas em 3 clones distintos (S0, S1 e S3). Foram identificadas as doenças fúngicas com ocorrência natural, ferrugem e cancro, causadas respectivamente, pelos fungos: *O. tectonae* e *Neofusicoccum parvum*. Não houve diferença estatística entre os clones para nenhum dos patógenos avaliados. Conclui-se com isso, que nas condições em que foi instalado o experimento, os clones testados não apresentaram resistência horizontal as doenças acima descritas.

Palavras-chave: Patologia de frutos, escala diagramática, ferrugem, cancro, murcha da teca, clones.

ABSTRACT

The forest species *Tectona grandis* L.f. (Teak) is native to Southeast Asia, has large, rapidly growing producer of noble wood and valued for its beauty, strength and durability. In Brazil, it emerged as a replacement alternative to other species, such as mahogany (*Swietenia macrophylla*) and Cherry tree (*Torresea acreana*). The present research had as objective to investigate the phytosanitary condition of teak fruits and to test the resistance of three different clones to fungal diseases. The specific objectives were: i) to evaluate teak fruits from 3 provenances (Alta Floresta/MT, Cáceres/MT and Botucatu/SP) in the presence of pathogens; ii) to test the resistance of 3 clones (S0, S1 and S3) of *T. grandis* to pathogens: *Olivea tectonae*, *Fusarium oxysporum* and *Ceratocystis fimbriata* under controlled conditions; iii) to elaborate a diagrammatic scale with adult leaves of *T. grandis*, to evaluate the rust caused by the fungus *O. tectonae*; iv) to test the resistance of 3 teak clones (S0, S1 and S3) to fungal diseases in field planting. The experiments were conducted at the Laboratory of Forest Pathology - FCA/UNESP/Botucatu and also at the experimental farm of UNESP in São Manoel/SP. As results for the fruit test, we obtained: Provenance Alta Floresta/MT, 13.33% of *Aspergillus* sp.; 3.33% of *Colletotrichum* sp. and *Alternaria* sp.; 1.66% of *Septoria* sp. and *Penicillium* sp.. For fruits from Cáceres/MT, 61.66% for the pathogen *Fusarium* sp., 8.33% with *Penicillium* sp., 1.66% with *Arthrosporium* sp. and *Cunninghamella* sp. As for Botucatu/SP, 21.66% with *Aspergillus* sp., 23.33% with *Alternaria* sp., 8.33% with *Fusarium* sp., 10% with *Penicillium* sp., 5% for *Nigrospora* sp. and 3.33% with *Ovularia* and *Humicola*. The control under controlled conditions with fungus *Olivea tectonae* was carried out by spraying a suspension of spores in a concentration of 2.42×10^5 uredynopores/ml⁻¹. It was observed that the latent period was 5 days and in the severity analysis clone S0 presented a number of 59.4 pustules/3cm², S1 with 86.6 and S3 with 88.1 pustules/3cm². The inoculation of fungi *Fusarium oxysporum* and *Ceratocystis fimbriata* was made with the introduction of a mycelial culture disc into an opening made in the plant stem at 10 cm from the colon. With the inoculation of *F. oxysporum* the average results of the lesions found in the stem were: S0 with 8.25 cm, S1 with 8.77 cm and S3 with 11.25 cm of lesion. With the inoculation of *C. fimbriata*, the mean of the lesions were as follows: S0 with 13.2 cm, S1 with 15,3 cm and S3 with 14,8 cm of lesion. There was no statistical difference between the clones tested. For

the elaboration of the diagrammatic scale, 7 levels of severity were determined as a function of the sample distribution for the adult leaves (N0 = 0%, N1 = 2.5%, N2 = 5%, N3 = 10%, N4 = 20%, N5 = 40% and N6 = 80%). With the adoption of the proposed scale, all the evaluators presented better accuracy, with $R^2 = 0.93$ compared to the result obtained without the use of the scale ($R^2 = 0.88$). Field planting occurred with the introduction of 4.274 teak seedlings, divided into 3 distinct clones (S0, S1 and S3). Fungal diseases with natural occurrence, rust and cancer, caused respectively by fungi: *O. tectonae* and *Neofusicoccum parvum*. There was no statistical difference between the clones for any of the evaluated pathogens. It was concluded that, under the conditions in which the experiment was installed, the clones tested did not show horizontal resistance to the diseases described above.

Keywords: Fruit pathology, diagrammatic scale, rust, cancer, tear wilt, clones.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1 – PATÓGENOS ASSOCIADOS AOS FRUTOS DE <i>Tectona grandis</i> L.f. NO BRASIL	24
Figura 1 – Aspectos morfológicos/fenológicos da espécie florestal <i>Tectona grandis</i> L.f. A) Tronco cilíndrico e retilíneo; B) Caducifolia em teca; C) Folha de teca; D) Características anatômicas da madeira de teca; E) Floração em teca; F) Frutificação em teca.....	28
CAPITULO 2 – RESISTÊNCIA DE CLONES DE <i>Tectona grandis</i> L.f. AOS PATÓGENOS <i>Olivea tectonae</i>, <i>Fusarium oxysporum</i> E <i>Ceratocystis fimbriata</i> EM CONDIÇÕES CONTROLADAS	37
Figura 1 – Vasos com plantas de <i>Tectona grandis</i> , de 3 diferentes genótipos (S0, S1 e S3) acondicionados em câmara de inoculação, para o ensaio com ferrugem.....	41
Figura 2 – Inoculação do fungo <i>Fusarium oxysporum</i> em plantas de <i>Tectona grandis</i> , de 3 diferentes clones (S0, S1 e S3). A) Corte entre lenho e casca; B) Inserção do disco de micélio do patógeno; C, D) Cobertura do ferimento com algodão umedecido e posterior vedação com filme plástico	43
Figura 3 – Número de pústulas do fungo <i>Olivea tectonae</i> , nas folhas de <i>Tectona grandis</i> em 3 clones distintos, após inoculação.....	45
Figura 4 – Estruturas do fungo <i>Olivea tectonae</i> em plantas de <i>Tectona grandis</i> , após inoculação. A, B, C) Folhas de teca com pústulas de ferrugem, vistas a olho nu; D) Urediniósporos; E, F) Pústulas de ferrugem, observadas com auxílio de lupa estereoscópica; G) Molde para a contagem das pústulas em cada folha	46
Figura 5 – Avaliação dos 3 diferentes clones de <i>Tectona grandis</i> , após inoculação do fungo <i>Fusarium oxysporum</i> . Comprimento das lesões no caule (cm).....	48
Figura 6 – A) Plantas de <i>T. grandis</i> , 8 meses após inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> B) Caule da testemunha; C) Caule da planta inoculada	50

Figura 7 – Plantas de <i>Tectona grandis</i> 105 dias após a inoculação do patógeno <i>Ceratocystis fimbriata</i> , sem sintomas ou sinais de “murcha da teca”	51
Figura 8 – Plantas de <i>Tectona grandis</i> após descascadas para verificação da presença do patógeno <i>Ceratocystis fimbriata</i> . A) Caule da testemunha; B). Caule da planta inoculada com o patógeno.....	52
Figura 9 – Avaliação dos 3 diferentes clones de <i>Tectona grandis</i> , após inoculação do fungo <i>Ceratocystis fimbriata</i> . Comprimento das lesões no caule (cm)	52

CAPITULO 3 – ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DE *Olivea tectonae* EM FOLHAS DE *Tectona grandis* L.f.

Figura 1 – Escala diagramática para avaliação da severidade de ferrugem causada pelo fungo <i>Olivea tectonae</i> em folhas de em <i>Tectona grandis</i> . Valores em porcentagem da área foliar com os sintomas.....	62
Figura 2 – Severidade estimada com o auxílio da escala diagramática elaborada (pontos) e linhas de regressão obtidas entre a severidade real e a estimada (linha cheia) para ferrugem em folhas adultas de <i>Tectona grandis</i>	63

CAPITULO 4 – RESISTÊNCIA DE CLONES DE *Tectona grandis* L.f. A DOENÇAS FÚNGICAS, EM CONDIÇÕES NATURAIS DE INFECÇÃO

Figura 1 – Mapa de situação do município de São Manoel/SP. Fazenda Experimental da UNESP/FCA, Campus de Botucatu/SP	76
Figura 2 – Croqui de instalação do experimento em campo. Fazenda Experimental da UNESP/FCA, Campus de Botucatu/SP	78
Figura 3 – Plantio de teca com 1 ano de idade. Fazenda Experimental da UNESP/FCA, Campus de Botucatu/SP	79
Figura 4 – Ferrugem da teca, causada pelo fungo <i>Olivea tectonae</i> , identificada no plantio de campo. Fazenda Experimental da UNESP em São Manoel/SP	83
Figura 5 – Sintomas de cancro, observados em experimento com clones de <i>Tectona grandis</i> e agente patogênico. A) Cancro; B) Retirada da	

casca da planta para medição de lesão; C) Conídios de *Neofusicoccum parvum*; D) Peritécio de *N. parvum*; E) Conidióforo85

Figura 6 – Mapa representando uma avaliação de cancro em plantas de Teca, em seis blocos, para os três clones testados, em Botucatu/SP, em uma área de 18 linhas com número de plantas variável. Quadrados vermelho e cinza representam plantas sintomáticas e mortas, respectivamente88

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1 - Patógenos associados aos frutos de <i>Tectona grandis</i> L.f. no Brasil.....	24
Tabela 1 – Procedência e período de coleta de amostra dos frutos de <i>Tectona grandis</i> (Teca) para o estudo	30
Tabela 2 – Número de patógenos associados aos frutos de <i>Tectona grandis</i> procedentes de 3 regiões distintas.....	31
 CAPITULO 3 – Escala diagramática para quantificação da severidade de <i>Olivea tectonae</i> em folhas de <i>Tectona grandis</i> L.f.....	57
Tabela 1 – Coeficientes angulares (a) e lineares (b) e de determinação R^2 , obtidos nas regressões entre severidade real e estimada da doença, a partir de folhas adultas de <i>Tectona grandis</i> apresentando ferrugem com e sem o uso da escala diagramática	66
 CAPITULO 4 – Resistência de clones de <i>Tectona grandis</i> L.f. a doenças fúngicas, em condições naturais de infecção.....	72
Tabela 1 – Análise do solo da área experimental na Fazenda Experimental da UNESP/FCA, Campus de Botucatu/SP, realizado pelo Laboratório de Fertilidade do Solo	77
Tabela 2 – Médias obtidas através da análise dos dados referente à circunferência basal dos clones S0, S1 e S3 de <i>Tectona grandis</i> em plantio de 2 anos na Fazenda Experimental da UNESP em São Manoel/SP	81

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL.....	21
	 CAPITULO 1 – Patógenos associados aos frutos de <i>Tectona grandis</i> L.f. no Brasil.....	 24
	RESUMO.....	24
	ABSTRACT	25
1.1	INTRODUÇÃO	26
1.2	MATERIAL E MÉTODOS	29
1.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
1.4	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS	34
	 CAPÍTULO 2 - Resistência de clones de <i>Tectona grandis</i> L.f. aos patógenos <i>Olivea tectonae</i>, <i>Fusarium oxysporum</i> e <i>Ceratocystis fimbriata</i> em condições controladas	 37
	RESUMO.....	37
	ABSTRACT	37
2.1	INTRODUÇÃO	38
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	40
2.2.1	Inoculação de <i>Olivea tectonae</i>	41
2.2.2	Inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i>	42
2.2.3	Inoculação de <i>Ceratocystis fimbriata</i>	44
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
2.3.1	Avaliação da resistência de três clones de teca (S0, S1 e S3) ao fungo <i>Olivea tectonae</i>	44
2.3.2	Avaliação da resistência de três clones de teca (S0, S1 e S3) ao fungo <i>Fusarium oxysporum</i>	48
2.3.3	Avaliação da resistência de três clones de teca (S0, S1 e S3) ao fungo <i>Ceratocystis fimbriata</i>	51
2.4	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS	54

	CAPÍTULO 3 - Escala diagramática para quantificação da severidade de <i>Olivea tectonae</i> em folhas de <i>Tectona grandis</i> L.f.....	57
	RESUMO	57
	ABSTRACT	57
3.1	INTRODUÇÃO	58
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3.2.1	Coleta e processamento das folhas de <i>Tectona grandis</i>	60
3.2.2	Validação da escala.....	61
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.4	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	68

	CAPÍTULO 4 - Resistência de clones de <i>Tectona grandis</i> L.f. a doenças fúngicas, em condições naturais de infecção	72
	RESUMO	72
	ABSTRACT	72
4.1	INTRODUÇÃO.....	73
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	76
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
4.3.1	Avaliação da circunferência basal e altura total das plantas para os clones introduzidos	80
4.3.2	Avaliação da severidade da ferrugem da teca para os clones testados	82
4.3.3	Avaliação da incidência do cancro na área experimental	84
4.3.3.1	Caracterização molecular do fungo <i>Neofusicoccum parvum</i>	86
4.3.3.2	Análise espacial do cancro da teca - <i>Ordinary runs</i>	86
4.4	CONCLUSÕES	89
	REFERÊNCIAS	90

	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
	REFERÊNCIAS	96

INTRODUÇÃO GERAL

A silvicultura no Brasil evoluiu como uma atividade voltada para a produção de matéria-prima, buscando atender a indústrias que possuem sua economia pautada no uso de madeiras e fibras. O fornecimento de madeiras nobres a tais indústrias é oriundo de florestas naturais, mediante a exploração seletiva, porém, a baixa frequência de indivíduos de uma mesma espécie por unidade de área, faz surgir a necessidade de áreas de manejo cada vez maiores (DRESCHER, 2004).

O mesmo autor relata ainda que as plantações de teca (*Tectona grandis* L.f.), espécie nativa do sudeste asiático, surgem como uma alternativa substituta de outras espécies de maior valor econômico como, por exemplo, o mogno (*Swietenia macrophylla* G. King) e a cerejeira (*Torresea acreana* Ducke), oferecendo excelentes perspectivas de mercado e proporcionando segurança no atendimento da reposição florestal.

A teca pertence a família botânica Lamiaceae e se caracteriza por ser uma espécie arbórea de grande porte, rápido crescimento e, produtora de madeira nobre. É uma planta de tronco retilíneo, fácil de cultivar e, resistente ao fogo. Sua madeira, de excelente qualidade, é valorizada pela beleza e durabilidade. Tem grande procura no mercado mundial, podendo alcançar preços até três vezes, superior aos do mogno, sendo utilizada na produção de móveis, esquadrias de alto padrão, embarcações e decoração. A espécie está entre as mais valorizadas no setor florestal mundial, devido à excelente qualidade e beleza da sua madeira, muito utilizada em móveis de luxo e na construção naval (KRISHNAPILLAY, 2000).

Segundo Lunz et al. (2010), a madeira de teca apresenta resistência ao sol, ao frio e à água do mar, além da sua beleza natural, estabilidade e durabilidade ante a incidência de organismos degradadores.

Na Ásia, o seu ciclo de rotação é variável de 60 a 100 anos. Em Mato Grosso, na região de Cáceres, esta espécie é cultivada com muito sucesso, obtendo-se uma redução do ciclo para apenas 20 a 30 anos, com obtenção de madeira para serraria de ótima qualidade (MACEDO et al., 1999).

Tectona grandis L.f. é uma das mais valiosas madeiras tropicais do mundo. Juntamente com outras espécies madeireiras como mogno e jacarandá, a teca é priorizada nos mercados globais por sua beleza, força e estabilidade, resistência natural e, ampla gama de aplicações, que vão desde mobiliário de qualidade até,

decoração de interiores e usos culturais. Dada a importância da teca, a Organização Internacional das Madeiras Tropicais (OIMT), a União Internacional das Organizações de Pesquisa Florestal (IUFRO) e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) nas últimas décadas têm sido ativamente envolvidas em trabalhos de pesquisa e desenvolvimento de teca natural e de florestas plantadas (IUFRO, 2017).

Estimativas apontam que, a floresta plantada de teca cobre áreas entre 4,35 e 6,89 milhões de hectares, no mundo (IUFRO, 2017).

Segundo a Associação de Reflorestadores do Estado de Mato Grosso (AREFLORESTA - MT), em 2007 o estado totalizava 48.526 hectares plantados com teca e, em 2012 o IMEA realizou um levantamento das áreas de produção de teca via satélite (projeto Siga - MT) e, os números deste estudo indicaram uma área de 64.828 hectares de teca, representando um aumento de 34% (IMEA, 2013).

De acordo com dados do mesmo Instituto, a estimativa de produção da cultura de teca em m³, numa propriedade de 1.000 hectares é de 300 m³/ha, processo que leva de 20 a 21 anos para ser concluído. Ao final do ciclo de 20 anos gera-se uma receita de aproximadamente R\$ 295.221/ha, com um preço médio de R\$ 1.000,00/m³.

Com o plantio da teca no Brasil em crescente ascensão, faz-se necessária a implantação de programas de melhoramento genético e estratégias para aumento da produção de sementes e mudas em quantidade e qualidade suficientes para garantir a demanda do mercado crescente para esta espécie no Brasil (SCHUHLLI e PALUDZYSZYN FILHO (2010).

Doenças de causas fúngicas já vêm sendo relatadas, como causadoras de danos à cultura de teca no Brasil e no mundo, onde destaca-se a “ferrugem da teca” causada pelo fungo *Olivea tectonae*, que é um patógeno obrigatório e muito especializado. O fungo responsável pela ferrugem na teca, causa desfolha intensa nas plantas, ocasionando redução da taxa fotossintética e, conseqüentemente, interfere na produção. Caracteriza-se pelo aparecimento de manchas de coloração marrom com pústulas pulverulentas de coloração amarelada, constituídas pela massa de urediniósporos do patógeno. Plantas jovens, especialmente associadas a viveiros, apresentam maior suscetibilidade (ARGUEDAS, 2004).

O fungo do gênero *Fusarium* também já foi identificado como patógeno à cultura de teca. Ataca as raízes, provocando diminuição na produção equivalente a 40% e

pode causar morte das plantas infectadas. A transmissão desse patógeno dá-se pelos conídios que podem ser dispersos pelo vento, água da chuva ou de irrigação. O caule das plantas infectadas ficam endurecidos na área basal com coloração marrom escura (MONTIEL, 2008).

Recentemente foi observada no Brasil a “murcha da teca”, causada pelo fungo *Ceratocystis fimbriata*, que infecta o caule, atingindo o xilema da planta, impedindo assim o transporte de nutrientes, causando murcha perceptível nos ponteiros e, posteriormente mata a planta (FIRMINO et al., 2010).

Diante da crescente demanda por madeira de teca no mercado internacional, implantação de povoamentos homogêneos no Brasil em grande escala, melhoramento genético em curso e, presença de agentes patogênicos já instalados nos povoamentos, é necessária a investigação científica sobre patógenos associados a teca, fases de ocorrência das doenças e testes de resistência genética clonal.

Com isso, a presente pesquisa teve como objetivo geral investigar a condição fitossanitária da teca em frutos e, testar a resistência de três diferentes clones à doenças fúngicas. Os objetivos específicos foram: i) avaliar frutos de teca de 3 procedências (Alta Floresta/MT, Cáceres/MT e Botucatu/SP) quanto a presença de patógenos; ii) testar a resistência de 3 clones (S0, S1 e S3) de *T. grandis* aos patógenos: *Olivea tectonae*, *Fusarium oxysporum* e *Ceratocystis fimbriata* em condições controladas; iii) elaborar uma escala diagramática com folhas adultas de *T. grandis*, para avaliação da ferrugem causada pelo fungo *Olivea tectonae*; iv) testar a resistência de 3 clones de teca (S0, S1 e S3) à doenças fúngicas em plantio de campo. Para tanto, o trabalho foi dividido em quatro capítulos, sendo os mesmos intitulados:

- 1) Patógenos associados aos frutos de *Tectona grandis* L.f. no Brasil;
- 2) Resistência de clones de *Tectona grandis* L.f. aos patógenos *Olivea tectonae*, *Fusarium oxysporum* e *Ceratocystis fimbriata* em condições controladas;
- 3) Escala diagramática para quantificação da severidade de *Olivea tectonae* em folhas de *Tectona grandis* L.f. (Teca);
- 4) Resistência de clones de *Tectona grandis* L.f. a doenças fúngicas, em condições naturais de infecção.

CAPÍTULO 1

PATÓGENOS ASSOCIADOS AOS FRUTOS DE *Tectona grandis* L.f. NO BRASIL

RESUMO

A Teca tem sido amplamente produzida no Brasil, devido a sua alta adaptabilidade ao clima tropical, com produtos voltados exclusivamente para a exportação. Porém, doenças fúngicas vêm sendo relatadas e com potencial de causar danos aos plantios e perdas econômicas aos produtores. Com isso, faz-se necessário o desenvolvimento de trabalhos científicos que identifiquem patógenos associados à cultura da teca, buscando subsidiar produtores e empresários, com informações sobre prováveis patógenos e, alternativas para o manejo de doenças. O presente trabalho teve como objetivo avaliar frutos de teca de três procedências (Alta Floresta/MT, Cáceres/MT e Botucatu/SP) quanto a presença ou não, de patógenos fúngicos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Patologia Florestal - FCA/UNESP-Botucatu. Para tanto, foi realizada a assepsia (álcool, hipoclorito de sódio e tríplice lavagem com água destilada e esterilizada) em 60 frutos de cada procedência e estas distribuídas em 6 placas gerbox, acondicionadas em câmara de crescimento em temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo 12-12h. Após 7 dias foram realizadas as leituras quanto a presença fúngica, preparo de lâminas e isolamento em BDA. Como resultados, observou-se que os frutos da procedência Alta Floresta/MT, apresentaram 13,33% de *Aspergillus* sp.; 3,33% de *Colletotrichum* sp. e *Alternaria* sp.; 1,66% de *Septoria* sp. e *Penicillium* sp. Para os frutos procedentes de Cáceres/MT, os resultados foram de 61,66% para o patógeno *Fusarium* sp., 8,33% com *Penicillium* sp., 1,66% com *Arthrosporium* sp. e *Cunninghamella* sp. Os resultados obtidos com os frutos procedentes de Botucatu/SP foram de 21,66% com *Aspergillus* sp., 23,33% com *Alternaria* sp., 8,33% com *Fusarium* sp., 10% com *Penicillium* sp., 5% para *Nigrospora* sp. e 3,33% com *Ovularia* e *Humicola*. Com os resultados obtidos no experimento aqui relatado, conclui-se que fungos patogênicos se encontram associados aos frutos de teca, com potencial de causar danos no processo de produção de mudas em viveiros.

Palavras-chave: Teca, fitopatógenos, patologia de frutos.

ABSTRACT

Teak has been widely produced in Brazil, due to its high adaptability to the tropical climate, with products focused exclusively on export. However, numerous diseases have been reported and have the potential to cause economic harm to producers. Therefore, it is mandatory that research involving the various stages of teak cultivation be carried out to subsidize producers and entrepreneurs, with scientific information on probable pathogens and alternatives for disease control. The objective of the present study was to evaluate the presence or absence of pathogens in teak fruits from three sources (Alta Floresta/MT, Cáceres/MT and Botucatu/SP). The experiment was conducted at the Laboratory of Pathology Forestry - FCA/UNESP-Botucatu. For this, asepsis (alcohol, sodium hypochlorite and triple washing with distilled and sterilized water) was carried out in 60 fruits of each origin and distributed in 6 gerbox plates, conditioned in a growth chamber at a temperature of $\pm 25^{\circ}\text{C}$ and 12-12h photoperiod. After 7 days of incubation evaluations were carried out and as a result, it was observed that fruits collected from Alta Floresta/MT, showed 13.33% of *Aspergillus* sp.; 3.33% of *Colletotrichum* sp. and *Alternaria* sp.; 1.66% of *Septoria* sp. and *Penicillium* sp. For fruits coming from Cáceres/MT, the results were 61.66% for the pathogen *Fusarium* sp., 8.33% with *Penicillium* sp., with 1.66% *Arthrosporium* sp. and *Cunninghamella* sp. The results obtained with fruits coming from Botucatu/SP were 21.66% with *Aspergillus* sp., with 23.33% *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. 8.33%, 10% with *Penicillium* sp., 5% *Nigrospora* sp. and 3.33% with *Ovularia* and *Humicola*. With the results obtained in the experiment reported here, we conclude that pathogenic fungi are already associated with teak fruits, with potencial to cause damage to seedling production process in nurseries.

Keywords: Teak, plant pathogens, fruits pathology.

1.1 INTRODUÇÃO

A espécie florestal *Tectona grandis* L.f., vulgarmente conhecida como teca, é uma arbórea pertencente a família Lamiaceae (SOUZA e LORENZI, 2008). Tal espécie é originária da Índia, Myanmar, Tailândia e Laos, com ampla distribuição geográfica no sudeste da Ásia, estando sua área de ocorrência natural entre floresta Úmida e Decídua Árida Mista, com altitude em torno de 1000 m (FOFANA et al., 2009).

A região com maior concentração de povoamentos de teca é a Asia Tropical (Índia, Indonésia, Laos, Tailândia, Mianmar, Bangladesh e Sri Lanka), com 94% do plantio mundial, seguida da África Tropical (Costa do Marfim e Nigéria), com 4,5%. Nos países da América Tropical estão apenas 0,5% do total de espécies plantadas, distribuídos na Costa Rica, Panamá, Colômbia, Equador, Venezuela, Trinidad e Tobago e Brasil (PANDEY e BROWN, 2000).

A teca no Brasil tem sido plantada em escala comercial nos Estados do Mato Grosso, Amazonas e Acre. A mesma espécie vem sendo cultivada desde o século XVIII, quando era destinada principalmente à construção naval. Atualmente é empregada para múltiplos fins, tais como: construção civil, fabricação de assoalhos e decks, embarcações, laminados decorativos e adornos em geral. A área estimada de florestas plantadas com teca no Brasil atingiu, em 2012, 67.329 ha, enquanto em 2008 o total foi de 58.810 ha. Os plantios de teca no Brasil estão praticamente divididos entre as regiões Norte e Centro-oeste do país, com 32,6 e 67,4% respectivamente. (ABRAF, 2013).

No ano de 2013 o plantio de teca no Brasil foi de 88.270 ha e em 2015, houve um pequeno decréscimo, sendo registrados 87.410 ha de área plantada (IBÁ, 2016), fator este atribuído a crises econômicas.

Para Moya e Marín (2011), fez-se necessário aliar a melhoria da qualidade da madeira produzida e crescimento das árvores, impulsionando a reprodução de material vegetal através da clonagem, usando esta técnica como ferramenta em processos de produção.

Os mesmos autores registram que plantios de ciclo curto (entre 20 e 25 anos), resultam geralmente em maior produção de madeira juvenil se comparadas a madeira produzida em ciclos de rotação maiores e, alguns trabalhos científicos, discutem a relação de qualidade e resistência da madeira *versus* o crescimento e,

descrevem que é possível reduzir a idade de rotação de plantios de teca sem prejuízo à resistência da madeira (KRISHNAPILLAY, 2000).

Cabe ressaltar que esta crescente demanda por produtos madeireiros de qualidade e com ciclos de corte menores, intensifica os monocultivos em larga escala e, com isso, problemas fitossanitários e também, abióticos começam a desencadear danos nos cultivos e perdas na produtividade, fatos estes que levam pesquisadores a investigar as relações ambiente-hospedeiro-agentes patogênicos, com a intenção de manter em equilíbrio estes patossistemas.

Por se tratar de uma espécie exótica e com introdução relativamente recente no Brasil, faz-se necessário apresentar a descrição morfológica da teca, abordando suas características apreciáveis comercialmente. Segundo a Empresa Cáceres Florestal (1997), a supracitada espécie florestal é morfológicamente descrita, como:

- a) Porte: A árvore de teca pode alcançar altura superior a 25 m e, estando em regiões de clima favorável com boas condições de crescimento, pode chegar a até 40 metros de altura;
- b) Tronco: A teca normalmente apresenta tronco cilíndrico e retilíneo envolto por uma casca grossa e fibrosa (Figura 1A);
- c) Casca: Mostra-se marrom nas árvores jovens e, torna-se acinzentada com a idade. Com 12-15 mm de espessura, ritidoma longitudinalmente fissurado e corticoso, que lhe confere elevada resistência ao fogo, podendo se desprender em placas;
- d) Hábito Caducifólio: A espécie é classificada como heliófita e decídua, com queda das folhas no período de menor precipitação pluviométrica. Em climas sazonais, como no estado de Mato Grosso, derruba as grandes folhas durante a estação da seca e volta a brotar após as primeiras chuvas (Figura 1B);
- e) Folhas: Possui ramificação vigorosa, formando copa globosa aberta. As folhas, inseridas em ramos quadrangulares, são decíduas, opostas elípticas ou ovais, com comprimento de 30 a 60 cm e largura de 15 a 35 cm, com face adaxial hispida, verde a verde-escura e face abaxial ligeiramente acinzentada e tomentosa. Surgem marrom-avermelhadas e tornam-se verde-escuro em pouco tempo (Figura 1C);
- f) Crescimento: Após a brotação das folhas e galhos, a árvore passa por um período de intenso crescimento, que diminui ao longo da estação chuvosa até estagnar no próximo período seco. Esse ritmo de crescimento sazonal distinto confere à madeira da teca suas melhores propriedades (Figura 1D);
- g) Floração: Possui flores bissexuais, cor creme, dispostas em inflorescências cimosas, grandes e terminais. A floração é anual, intensa e inicia cerca de um mês após o começo do período de chuvas. No Brasil, a floração da teca ocorre entre os meses de dezembro a março. Brancas e diminutas, as flores dispõem-se em cachos de 700 a 3.500 unidades. Desse total, apenas 1 ou 2% se desenvolvem em frutos (Figura 1E);
- h) Fruto: constituído por uma membrana fina, semelhante ao papel, que reveste uma estrutura esférica de 5 a 20 mm de diâmetro. O núcleo dessa estrutura apresenta um caroço duro que pode alojar até 4 sementes. Como é difícil remover as sementes do interior desse caroço, o próprio fruto é usado como material de propagação. Assim, um fruto semeado pode originar até 4 plantas (Figura 1F).

Para Leonhardt et al. (2001) o conhecimento das propriedades fisiológicas e sanitárias das sementes de espécies florestais é fundamental para a obtenção de mudas de qualidade.

Nas espécies que se reproduzem sexualmente, como a maioria das florestais, alguns autores relataram que a semente é o material primário de propagação e, o sucesso no controle de sua qualidade é a base para uma maior produtividade (Bino et al., 1998).

Figura 1 – Aspectos morfológicos/fenológicos da espécie florestal *Tectona grandis* L.f. A) Tronco cilíndrico e retilíneo; B) Caducifolia em teca; C) Folha de teca; D) Características anatômicas da madeira de teca; E) Floração em teca; F) Frutificação em teca.



De acordo com Santos, Grigoletti Júnior e Auer (2000), o estudo de fungos associados às sementes de espécies florestais é importante para o desenvolvimento de uma base para modelos epidemiológicos, para o armazenamento de sementes e para a produção de plântulas saudáveis. O ataque de fungos em sementes pode causar vários tipos de doenças ou danos, incluindo: redução do tamanho das sementes; sementes podres; necrose, descoloração e redução na viabilidade e germinação (ARAÚJO e ROSSETTO, 1987).

Neergaard (1979) afirma que, vários danos podem ser provocados por patógenos, associados às sementes, dentre eles, morte em pré-emergência, podridão radicular, tombamento de mudas, manchas necróticas em folhas e caules, deformações como hipertrofias e subdesenvolvimento, descoloração de tecidos e infecções latentes.

Gibson, em seus trabalhos realizados em 1957, já mencionava a associação de fungos em sementes de espécies florestais, quando o autor verificou a ocorrência de *Mucor* sp., *Aspergillus* sp. e *Trichoderma* sp. em sementes de *Pinus patula* Mor. Conforme afirmam Santos et al. (2000), a transmissão de fungos via semente para a plântula ainda é pouco estudada na área florestal do Brasil.

Diante do exposto, a presente pesquisa objetivou identificar fungos com potencial patogênico, vinculados aos frutos de *Tectona grandis* L.f., oriundas de três procedências distintas, a saber: Alta Floresta/MT, Cáceres/MT e Botucatu/SP.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Tectona grandis* L.f. (que são as unidades de dispersão desta espécie) utilizados na realização deste estudo, foram provenientes de 3 regiões distintas, conforme discriminado na Tabela 1, onde a teca tem sido cultivada para fins comerciais ou de pesquisa.

Os frutos foram coletados manualmente e acondicionados em sacos de papel pardo, mantidos em caixas de papelão em local arejado.

O experimento para identificar os possíveis patógenos associados aos frutos de teca foi conduzido no Laboratório de Patologia Florestal - FCA/UNESP-Botucatu (Fazenda Lageado), no mês de setembro de 2014.

Para a instalação do experimento foi realizada a assepsia dos frutos de teca, onde foram imersos em álcool 70%, hipoclorito de sódio a 2% e, submetidos a uma tríplice lavagem com água destilada e esterilizada.

A metodologia utilizada para a realização do estudo com frutos de teca foi de acordo com as proposições do MAPA (2009), que estabelece critérios e apresenta métodos para a análise sanitária de sementes.

Com isso, foi aplicado o Teste do Papel Filtro (ou “Blotter Test”), que consistiu em utilizar três folhas de papel filtro esterilizado e umedecido com água destilada e estéril, colocados em placas gerbox, onde foram depositados os frutos. Tais placas foram acondicionadas em câmara B.O.D., em temperatura controlada e fotoperíodo de 12h.

Tabela 1 – Procedência e período de coleta de amostra dos frutos de *Tectona grandis* (Teca) para o estudo.

Procedência	Data de Coleta
Fazenda Bacaeri Florestal Ltda. Alta Floresta/MT	Março/2014
Fazenda Floresteca Cáceres/MT	Julho/2014
Fazenda Lageado – FCA/UNESP Botucatu/SP	Agosto/2014

Para cada procedência, foram utilizados 60 frutos e, estes distribuídos em 6 placas gerbox (10 frutos/placa e 6 repetições de cada procedência), em um delineamento inteiramente casualizado - DIC.

As placas gerbox foram acondicionadas em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo 12-12h.

Após sete dias de iniciado o experimento foram realizadas as leituras, objetivando identificar os fungos presentes.

A verificação da ocorrência de fungos foi feita com auxílio de microscópio estereoscópico, onde os frutos foram observados individualmente. Quando encontrada alguma estrutura fúngica, esta era transferida para lâminas com corante (lactoglicerol) e analisadas com auxílio do microscópio óptico. A identificação dos

fungos em nível de gênero foi realizada conforme descrições de Barnett e Hunter (1986).

Tais fungos foram repicados em meio de cultura de BDA, retornando à câmara de crescimento por mais sete dias.

Foram identificados os fungos com potencial patogênico, conforme literatura e quantificados em porcentagem.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos no experimento com os frutos de *Tectona grandis* oriundos de 3 procedências distintas, identificou-se os patógenos descritos na Tabela 2, onde descreve-se também, a incidência dos mesmos para cada região geográfica.

Tabela 2 – Número de patógenos associados aos frutos de *Tectona grandis* procedentes de 3 regiões distintas.

PATÓGENOS	PROCEDÊNCIA DAS SEMENTES/					
	INCIDÊNCIA					
	Alta Floresta/MT	(%)	Cáceres/MT	(%)	Botucatu/SP	(%)
<i>Aspergillus</i> sp.	8	13,33	0	0	13	21,66
<i>Colletotrichum</i> sp.	2	3,33	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	2	3,33	0	0	14	23,33
<i>Septoria</i> sp.	1	1,66	0	0	0	0
<i>Fusarium</i> sp.	0	0	37	61,66	5	8,33
<i>Penicillium</i> sp.	1	1,66	5	8,33	6	10
<i>Nigrospora</i> sp.	0	0	0	0	3	5
<i>Ovularia</i> sp.	0	0	0	0	2	3,33
<i>Humicola</i> sp.	0	0	0	0	2	3,33
<i>Arthrosporium</i> sp.	0	0	1	1,66	0	0
<i>Cunninghamella</i> sp.	0	0	1	1,66	0	0

Com os resultados apresentados, observa-se que os gêneros fúngicos *Aspergillus* e *Penicillium*, que são fungos de armazenamento e saprófitas, se mostraram presentes em todas as procedências testadas, com exceção apenas, para o fungo *Aspergillus* sp, na procedência Cáceres.

De acordo com Carneiro (1990), o controle dos gêneros *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. em sementes deve ser de vital importância, pois, a alta porcentagem de infestação de tais gêneros tende a reduzir sua viabilidade e interferir nas condições de armazenamento das mesmas, sendo responsáveis por reduções na viabilidade e longevidade das sementes.

Segundo Cherobini et al. (2008), os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* têm a capacidade de reduzir o poder germinativo da semente e causar a morte do embrião. Estes fungos tem sua incidência aumentada em condições de armazenamento inadequado, tais como: locais de muita umidade, armazenamento em sacos plásticos, áreas que recebem muito calor, entre outros.

Netto e Faiad (1995) observaram alta incidência de fungos patogênicos e saprófitas em sementes de *Didymopanax morototoni* e *Virola sebifera*, que foi provavelmente um dos fatores responsáveis pela deterioração das sementes e o baixo percentual de germinação em experimento específico. Fungos em sementes podem causar sérios danos durante o armazenamento, especialmente quando as condições forem inadequadas. O crescimento dos fungos de armazenagem, tais como *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., causam perda de energia germinativa e, aumento na quantidade de ácidos graxos provocadas pela oxidação de óleos devido a um aumento na taxa de respiração, resultando na deterioração das sementes, mais rápido (MACHADO, 1988).

Em análises realizadas por Carvalho e Muchovej (1991), em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), fedegoso (*Cassia macranthera* D.C.), cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.) e alfeneiro (*Ligustrum japonicum* Thunb.), também foi detectada a presença dos gêneros *Penicillium*, *Aspergillus* e *Fusarium*.

Identificou-se ainda no presente ensaio, os gêneros *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp. e *Alternaria* sp., onde a literatura informa que possuem potencial patogênico para inúmeras espécies florestais.

Fungos do gênero *Fusarium* sp. podem contaminar as sementes durante a formação ou a maturação do fruto, sendo responsável por problemas frequentes em sementes de espécies florestais, como a cássia-do-sultão e ipê-amarelo, ocasionando tombamento de plântulas em pré ou pós-emergência (DHINGRA, MUCHOVEJ e CRUZ FILHO, 1980; FERREIRA, 1989).

Poletto et al. (2006) associaram cinco espécies de *Fusarium* como causadoras de podridão-de-raízes de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), sendo elas: *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. decemcellulare*, *F. tricinctum* e *F. tabacinum*.

Fusarium solani foi inoculado em mudas de sábia (*Mimosa caesalpiniaefolia*) causando 10% de murcha nas plântulas (MENDES et al., 2005).

Sales (1992) constatou a patogenicidade de *Fusarium* sp. em ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*) e barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), causando redução na germinação e apodrecimento de sementes, respectivamente.

Silva et al. (2008) realizaram um trabalho para descrever os fungos associados a sementes de ipê amarelo e, constataram que os gêneros *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp. e *Rhizopus* sp. se faziam presentes nas sementes de ipê amarelo. O experimento aqui realizado com teca demonstrou que os mesmos gêneros fúngicos, com exceção de: *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp. e *Rhizopus* sp. também estão associados à teca.

O presente trabalho não objetivou realizar testes de patogenicidade em plantas de *Tectona grandis*, somente identificar com base na literatura, os patógenos associados à referida espécie florestal via fruto, que é sua unidade de disseminação.

1.4 CONCLUSÃO

Após realizado o experimento com frutos de *Tectona grandis* L.f. conclui-se que fungos estão associados à referida espécie florestal, nas três procedências testadas (Alta Floresta/MT, Cáceres/MT e Botucatu/SP), sendo eles: *Aspergillus* sp.; *Colletotrichum* sp.; *Alternaria* sp.; *Septoria* sp.; *Fusarium* sp.; *Penicillium* sp.; *Nigrospora* sp.; *Ovularia* sp.; *Humicola* sp.; *Arthrosporium* sp.; *Cunninghamella* sp..

Dentre os gêneros encontrados, destaca-se o potencial patogênico de *Aspergillus* sp.; *Alternaria* sp.; *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp. como agentes causadores de danos em sementes de espécies florestais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico da ABRAF 2013, ano base 2012. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3910>>. Acesso em: 13/Julho/2016.

ARAÚJO, E.; ROSSETO, E.A. Doenças e injúrias de sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. Patologia de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.146-161.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustred genera of imperfect fungi**. 4. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1986. 241p.

BINO, R.J.; JALINK, H.; OLUOCH, M.O.; GROOT, S.P.C.. Pesquisa para o aprimoramento de tecnologia de sementes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, p. 19-26, 1998.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 200p.

CÁCERES FLORESTAL S/A. **Manual do reflorestamento da teca**. Cáceres: 1997. 30p.

CARNEIRO, J. S. Qualidade sanitária de sementes de espécies florestais em Paraopeba MG. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.757, mar. 1990.

CARVALHO, W. L.; MUCHOVEJ, J. J. Fungos associados a sementes de essências florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 173-178, maio/ago. 1991.

CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade da semente e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.

DHINGRA, O. D.; MUCHOVEJ, J. J.; CRUZ FILHO, J. Tratamento de sementes (Controle de Patógenos). **Viçosa: Imprensa Universitária**, 1980. 121 p.

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

FOFANA, I.J.; OFORI, D.; POITEL, M.; VERHAEGEN, D. Diversity and genetic structure of teak (*Tectona grandis* L.f) in its natural range using DNA microsatellite markers. **New Forests**, v.37, n.2, p. 175-195, 2009.

GIBSON, I. A. S. Saprophytic fungi as destroyers of germinating pine seeds. **East African Agricultural Journal**, Nairobi, [Sn.; Sl.], p. 203-203, 1957.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. 2015. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf Acesso em: 21/Janeiro/2018.

KRISHNAPILLAY B. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. **Unasylva**, v.51, p. 14-21, 2000.

LEONHARDT, C.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A.; MATTEI, V. L. Maturação fisiológica de sementes de tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke – Verbenaceae) no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p.100-107, 2001.

MACHADO, J. C. **Tratamentos de sementes**: Fundamentos e aplicações. Brasília: MEC-ESALFAEPE, 1988. 106 p.

MENDES, S.S.; SANTOS, P.R.; SANTANA, G.C.; RIBEIRO, G.T.; MESQUITA, J.B. Levantamento, patogenicidade e transmissão de fungos associados às sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.1, p.118-122, 2005.

MOYA, R.; MARÍN, J.D. Grouping of *Tectona grandis* (L.f.) clones using wood color and stiffness. **New Forests**, v. 42, n. 3, p. 329-345, 2011.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: Mac Millan Press, 829. p. v. 2. 1979.

NETTO, D. A. M.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 7580, jan./jun. 1995.

PANDEY, D.; BROWN, C. La teak: una visión global. **Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales**, Rome, v. 51, n. 2, p. 3-13, 2000.

POLETO, I.; MUNIZ, M. F. B.; CECONI, D. E.; SANTIN, D.; WEBER, M. N. D.; BLUME, E. Zoneamento e identificação de *Fusarium* spp. causadores de podridão de raízes em plantios de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) na região do Vale do Taquarí, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2006.

SALES, N.L.P. Efeito da população fúngica e do tratamento químico no desempenho de sementes de ipê-amarelo, ipê-roxo e barbatimão. 1992. 89 f. **Dissertação** (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Lavras, 1992.

SANTOS, A.F.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; AUER, C.G. Transmissão de fungos por sementes de espécies florestais. **Revista Floresta**, v.30, n.1/2, p.119-128, 2000.

SILVA, L. G.; MORAES, W. B.; COSMI, F. C.; JESUS JÚNIOR, W. C. Fungos associados a sementes de Ipê Amarelo. In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2008.

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.

CAPÍTULO 2

RESISTÊNCIA DE CLONES DE *Tectona grandis* L.f. AOS PATÓGENOS *Olivea tectonae*, *Fusarium oxysporum* e *Ceratocystis fimbriata* EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

RESUMO

O presente trabalho objetivou testar a resistência de 3 clones de *Tectona grandis* aos patógenos: *Olivea tectonae*, *Fusarium oxysporum* e *Ceratocystis fimbriata* em condições controladas. Os testes foram realizados na FCA/UNESP, Campus de Botucatu/SP em plantas com 6 meses de idade, em 3 diferentes clones de teca (S0, S1 e S3) disponibilizados para pesquisa, pela empresa FLORESTECA S.A. Foram realizadas inoculações em 10 plantas de cada clone para os patógenos *O. tectonae*, *F. oxysporum* e *C. fimbriata*. No ensaio com *O. tectonae*, foi feita a pulverização nas folhas de teca, com suspensão de esporos de ferrugem em concentração de $2,42 \times 10^5$ urediniósporos/mL⁻¹. Os fungos *F. oxysporum* e *C. fimbriata* foram inoculados através de discos de micélio introduzidos no caule da planta. O mesmo número de plantas de cada clone foi utilizado como testemunha. Os resultados para ferrugem, mostraram que o período latente foi de 5 dias e na análise de severidade, o clone S0 apresentou um número de 59,4 pústulas/3cm², S1 com 86,6 e S3 com 88,1 pústulas/3cm². Com a inoculação do *Fusarium* sp. os resultados médios, foram: S0 com 8,25 cm, S1 com 8,77 cm e S3 com 11,25 cm de lesão no caule da planta. Já com a inoculação do *C. fimbriata* as médias foram: S0 com 13,2 cm, S1 com 15,3 cm e S3 com 14,8 cm de lesão no caule. Conclui-se com isso, que nenhum dos clones testados, apresenta resistência aos patógenos inoculados.

Palavras-chave: Teca, ferrugem, fusariose, murcha da teca, suscetibilidade.

ABSTRACT

This study aimed to test the resistance of three clones of *Tectona grandis* to pathogens: *Olivea tectonae*, *Fusarium oxysporum*. and *Ceratocystis fimbriata* under controlled conditions. The tests were carried out at FCA/UNESP, Botucatu/SP, in 6 month old plants, in three different teak clones (S0, S1 and S3) made available for research by FLORESTECA S.A. Inoculations were performed on 10 plants of each

clone of pathogens *O. tectonae*, *F. oxysporum* and *C. fimbriata*. In the assay *O. tectonae* a spraying was done in teak leaves with rust spore suspension concentration of 2.42×10^5 uredospores/ml⁻¹. The *F. oxysporum* and *C. fimbriata* were inoculated by mycelial disks introduced into the plant stem. The same number of plants from each clone was used as a control. The results for rust showed that the latent period was 5 days and in the severity analysis clone S0 presented a number of 59.4 pustules/3cm², S1 with 86.6 and S3 with 88.1 pustules/3cm². With the inoculation of *F. oxysporum* the mean results were: S0 with 8.25 cm, S1 with 8.77 cm and S3 with 11.25 cm of lesion in the stem of the plant. Inoculation with *C. fimbriata* the results were: 13.2 cm on S0, S1 with 15.3 cm and S3 with 14.8 cm lesion in the stem. It was concluded that none of the clones tested, offered resistance to the inoculated pathogens.

Keywords: Teak, rust, fusarium wilt, wilting of teak, susceptibility.

2.1 INTRODUÇÃO

Sampaio em 1930, já relatava a introdução da espécie florestal exótica *Tectona grandis* L. f. no Brasil, porém, a silvicultura da teca em escala comercial é recente no país. De acordo com Delgado e colaboradores (2008), os primeiros testes com a espécie foram instalados no final dos anos 1960, no estado de Mato Grosso.

De acordo com Schuhli e Paludzyszyn Filho (2010), o Jardim Botânico do Rio de Janeiro/RJ parece ter sido o primeiro a estabelecer a teca em território nacional, em 1930. Sampaio (1930) aponta também exemplares nos hortos da Gávea/RJ e, de Rio Claro/SP. A introdução comercial da teca é atribuída à empresa Silvicultura Cáceres S.A. responsável pelos primeiros plantios no Estado do Mato Grosso, no final da década de 1960, no município de Cáceres (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003).

As sementes utilizadas para o primeiro plantio florestal intensivo de teca vieram de Trinidad e Tobago. A introdução destas sementes foi feita por recomendação do Dr. Frank Wadsworth (USDA Department of Agriculture, em Porto Rico). A origem geográfica das sementes é conhecida por “Tenasserim, Burma”, apreciada pela qualidade das árvores e por sua madeira de cor clara. A empresa Cáceres S.A. foi fundada em 1991 para receber o aporte de recursos financeiros de investidores do

exterior, necessários à continuação de suas atividades florestais. Em 2005, a empresa possuía plantações de teca que se estendiam por 1.444 ha estabelecidos em sua maior parte entre 1971 e 1992 (SCHUHLLI e PALUDZYSZYN FILHO, 2010).

Os mesmos autores relatam que o interesse na teca como espécie alternativa aos plantios florestais tradicionais vem crescendo. Os fatores relacionados a este crescimento passam pela redução da oferta de madeira pelos países do sudeste asiático, aumento das medidas restritivas contra a atividade madeireira ilegal, restrições de importação e até reduções de cotas, principalmente na Indonésia. As condições de demanda de madeira também se tornaram restrições, por vezes maiores do que as condições de fornecimento (International Tropical Timber Organization, 2009).

Espécies florestais de maior demanda e que apresentassem valores elevados no mercado internacional rapidamente se sobressaíram como alternativas ao *Pinus* e ao eucalipto. A teca já era conhecida de longa data das relações comerciais Ásia-Europa. Sua exploração foi tradicional em área de distribuição nativa em reservas naturais do leste asiático em florestas decíduas da Índia, Mianmar, Laos, Tailândia e Indonésia (TROUP, 1921).

É necessário, diante de todo este panorama de oferta nacional e demanda internacional para teca, se aplicar programas de melhoramento genético na produção da espécie, visto que o emprego de novas tecnologias permite, por exemplo, o uso de marcadores moleculares para estimar origens e diversidade de genótipos e, orienta na escolha de resgate de genótipos conforme testes de procedência avaliados. Técnicas recentes de redução do tempo de execução de programas de melhoramento e de aumento de precisão na seleção de genótipos (seleção orientada por marcadores moleculares e mapeamento de *locus* que governam características quantitativas para emprego em seleção genômica ampla; projetos de transgenia) podem garantir a viabilidade do melhoramento assim como aumentar substancialmente a produtividade dos plantios de *T. grandis* (SCHUHLLI e PALUDZYSZYN FILHO, 2010).

Empresas localizadas no estado de Mato Grosso já produzem clones de *Tectona grandis* a fim de disponibilizar ao mercado consumidor, produtos com qualidade garantida.

Com isso, o presente trabalho objetivou testar a resistência de 3 diferentes clones de teca (S0, S1 e S3), disponibilizados pela empresa FLORESTECA S.A.,

aos fungos patogênicos: *Olivea tectonae*, *Fusarium oxysporum* e *Ceratocystis fimbriata* em ensaios com plantas em vasos e ambiente controlado.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos abaixo descritos foram realizados na Faculdade de Ciências Agrárias – FCA/UNESP, Campus de Botucatu, em plantas de *Tectona grandis* com 6 meses de idade, em 3 clones distintos (S0, S1 e S3).

As plantas em vasos receberam solo autoclavado na proporção 1:1:1, sendo uma parte de solo argiloso (Latosolo vermelho escuro), uma parte de esterco de curral curtido e uma parte de areia grossa lavada. As quantidades da adubação padrão foram calculadas na proporção de 0,85g de superfosfato simples + 0,95g de termofosfato BZ + 0,195g de cloreto de potássio por litro de substrato. Os vasos utilizados foram de 5L.

2.2.1 Inoculação de *Olivea tectonae*

Para a realização deste ensaio foi necessária a coleta de folhas de teca visivelmente infectadas com o fungo *Olivea tectonae* para o preparo da solução de urediniósporos a ser pulverizada nas plantas de teca.

Seguida a coleta das folhas necessárias, os urediniósporos foram obtidos com auxílio de um pincel nº6, de cerdas macias através da lavagem da folha infectada e, depositados em um Becker contendo água destilada. Esta solução foi então filtrada em gaze e foram acrescidas duas gotas do espalhante Tween 80 a 0,05%.

A concentração de esporos obtida com este procedimento, foi de $2,42 \times 10^5$ urediniósporos/mL⁻¹, determinada usando hemacitômetro.

Em câmara de inoculação, com temperatura e fotoperíodo controlados, foram acondicionadas 10 plantas de cada clone selecionado (S0, S1 e S3), com o mesmo número de representantes a serem usados como testemunhas (Figura 1).

A suspensão de urediniósporos foi aspergida em ambas as faces das folhas de teca, na câmara de inoculação. Após isto, as plantas foram mantidas em câmara úmida e no escuro durante 24 horas. Decorrido este tempo, a câmara foi ajustada para o fotoperíodo de 12/12h, sob temperatura de $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 80%, sob lâmpada fluorescente Grolux® que atinge comprimento de ondas do azul ao vermelho, auxiliando no desenvolvimento fotossintético das plantas.

Figura 1 – Vasos com plantas de *Tectona grandis*, de 3 diferentes genótipos (S0, S1 e S3) acondicionados em câmara de inoculação, para o ensaio com ferrugem.



Foram pulverizadas 10 plantas de cada clone e, mantidas outras 10 plantas de cada clone (testemunhas), nas mesmas condições ambientais, sendo que estas receberam apenas pulverização com água destilada.

Após 24 horas em total escuro, as plantas foram avaliadas diariamente, buscando seguir os seguintes parâmetros de avaliação, de acordo com Castro et al. (1983) e Ruiz et al. (1989):

- Período Latente, definido como o tempo decorrido desde a inoculação até o surgimento dos primeiros sinais (pústulas rompidas, com exposição dos urediniósporos);
- Incidência de *Olivea tectonae* nos 3 clones testados, observando o número de plantas que foram infectadas;
- Frequência de infecção, através da contagem do número de pústulas sendo o número de soros totais por unidade de 3cm² de área foliar.

Para a determinação desta área foi utilizado um quadrado (molde) desta medida na folha, e mensurado o número de pústulas em seu interior sob lupa binocular. As

folhas foram marcadas no primeiro dia da leitura para que o procedimento fosse realizado diariamente nas mesmas folhas sem que fossem destacadas das plantas.

Foram considerados tratamentos, cada um dos clones, sendo eles: S0, S1 e S3. E, para cada tratamento no teste de inoculação foram avaliadas 10 plantas (10 repetições).

Apenas as plantas que apresentaram reação positiva, ou seja, apresentaram os sinais do patógeno, foram consideradas no parâmetro incidência.

As avaliações foram realizadas até o 15º dia após a inoculação do fungo *Olivea tectonae* nos vasos de teca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, através do Teste F.

2.2.2 Inoculação de *Fusarium oxysporum*

Com um experimento realizado anteriormente, em frutos de teca, oriundos de 3 procedências distintas, foram isolados alguns agentes possivelmente patogênicos à cultura de teca e estes, mantidos em Castellani, para posterior teste de patogenicidade.

Com isso, o presente ensaio objetivou realizar a inoculação do fungo *Fusarium oxysporum* em plantas de teca, testando a resistência de 3 clones distintos, ao patógeno citado.

Em casa de vegetação, foram selecionadas 10 plantas de cada clone (S0, S1 e S3) para a inoculação do patógeno e outras 10 plantas para testemunha. A inoculação ocorreu no dia 06 de Julho de 2016.

Foi realizado um pequeno ferimento a aproximadamente 10 cm do colo no caule das plantas (Figura 2A) e em seguida colocado um disco de micélio do fungo *F. oxysporum* de 7 mm (Figura 2B) o qual foi envolto por algodão umedecido em água destilada fixado por filme plástico de PVC (Figura 2 C e D).

As plantas testemunhas também foram submetidas ao ferimento, assim como, à inserção de disco de BDA puro, com posterior envolvimento de algodão objetivando manter a mesma condição das plantas que receberam o micélio fúngico.

A avaliação foi realizada aos 215 dias após a inoculação e, registra-se que as plantas não manifestaram sintomas da doença ou morte, durante este período. Foram medidas as lesões em cm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, através do Teste F.

Figura 2 – Inoculação do fungo *Fusarium oxysporum* em plantas de *Tectona grandis*, de 3 diferentes clones (S0, S1 e S3). A) Corte entre lenho e casca; B) Inserção do disco de micélio do patógeno; C, D) Cobertura do ferimento com algodão umedecido e posterior vedação com filme plástico.



2.2.3 Inoculação de *Ceratocystis fimbriata*

O fungo usado para realizar este ensaio, foi isolado de lascas de eucalipto pertencentes a áreas que apresentavam morte e seca de plantas.

Para isolamento do patógeno, os fragmentos do material coletado foram submetidos a uma desinfestação superficial com álcool 70% durante 1 minuto, seguido de uma submersão em hipoclorito de sódio a 2%, durante 1 minuto finalizando com uma lavagem em água destilada autoclavada por mais 1 minuto. Os fragmentos desinfestados foram depositados sobre discos de cenoura, que foram usados como isca, sendo esta técnica considerada seletiva por Moller e DêVay (1968).

Após formação completa do peritécio, estrutura característica de *Ceratocystis* sp., foi coletada uma pequena porção desta estrutura, com esporos e, a mesma foi transferida para placas de Petri contendo meio V8. Com isso, o patógeno foi submetido à análise molecular, onde se identificou a espécie *Ceratocystis fimbriata*.

Com base na literatura, o fungo *C. fimbriata* foi identificado, causando morte de plantas de teca no município de Cáceres/MT e, tem sido amplamente encontrado em plantios de eucalipto.

Após o estabelecimento da cultura pura de *C. fimbriata* em placas de meio V8, foram inoculados em vasos com plantas de teca, sob metodologia idêntica à descrita no item 2.2. para o patógeno *Fusarium oxysporum* (Figura 2). Com 10 plantas de cada clone, mantidas em estufa.

O experimento foi instalado em dezembro de 2016 e, passados 3 meses de inoculação, foram realizadas as medições de lesões, mesmo estando as plantas ainda assintomáticas.

Os dados obtidos foram também submetidos à análise estatística através do Teste F.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Avaliação da resistência de três clones de teca (S0, S1 e S3) ao fungo *Olivea tectonae*

Para a descrição dos resultados obtidos com a inoculação da ferrugem em plantas de teca, levou-se em consideração apenas a incidência ou não da doença

nas plantas e, a frequência de infecção apresentada com o número de pústulas a cada 3 cm² de folha.

O período latente foi de 5 dias, ou seja, após a inoculação e com observações diárias, ao quinto dia já foi possível visualizar as pústulas de ferrugem na teca em todos os 3 clones testados.

No clone S0, observou-se a presença de pústulas de ferrugem em 7 repetições. Já os genótipos S1 e S3 apresentaram estruturas da doença em 8 repetições, conforme se observa na Figura 3.

A frequência de infecção da ferrugem após inoculação nos vasos de plantas foi demonstrada com a contagem de pústulas em cada uma das folhas de teca (Figura 4A - F), com o auxílio de um molde de 3 cm² afixado na folha e lupa estereoscópica (Figura 4G).

Figura 3 – Número de pústulas do fungo *Olivea tectonae*, nas folhas de *Tectona grandis* em 3 clones distintos, após inoculação.

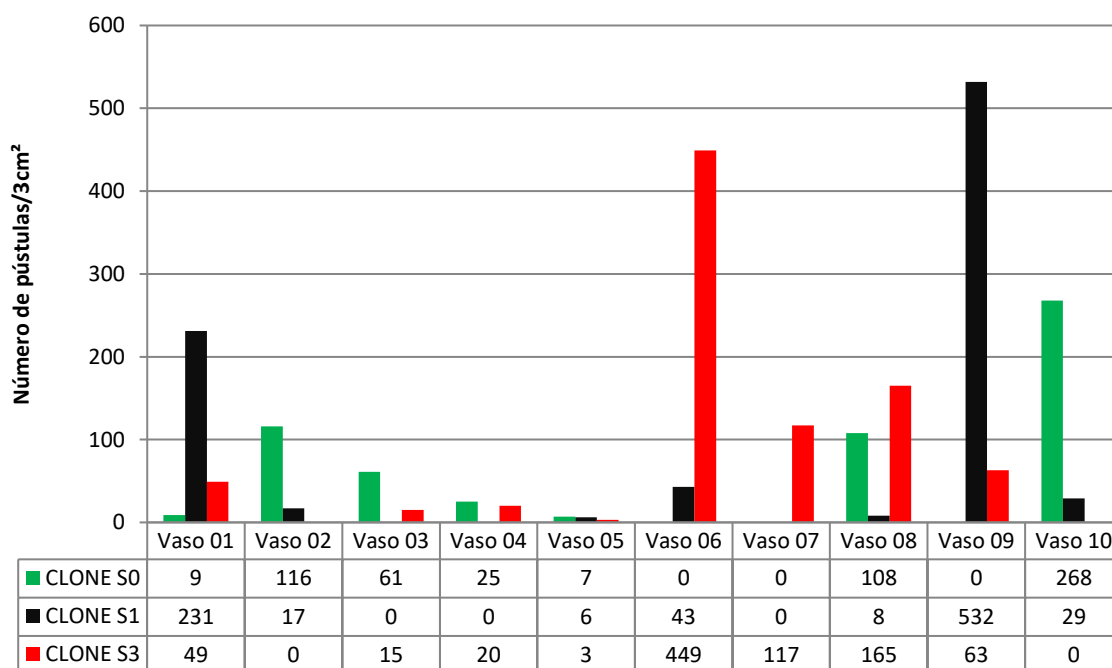
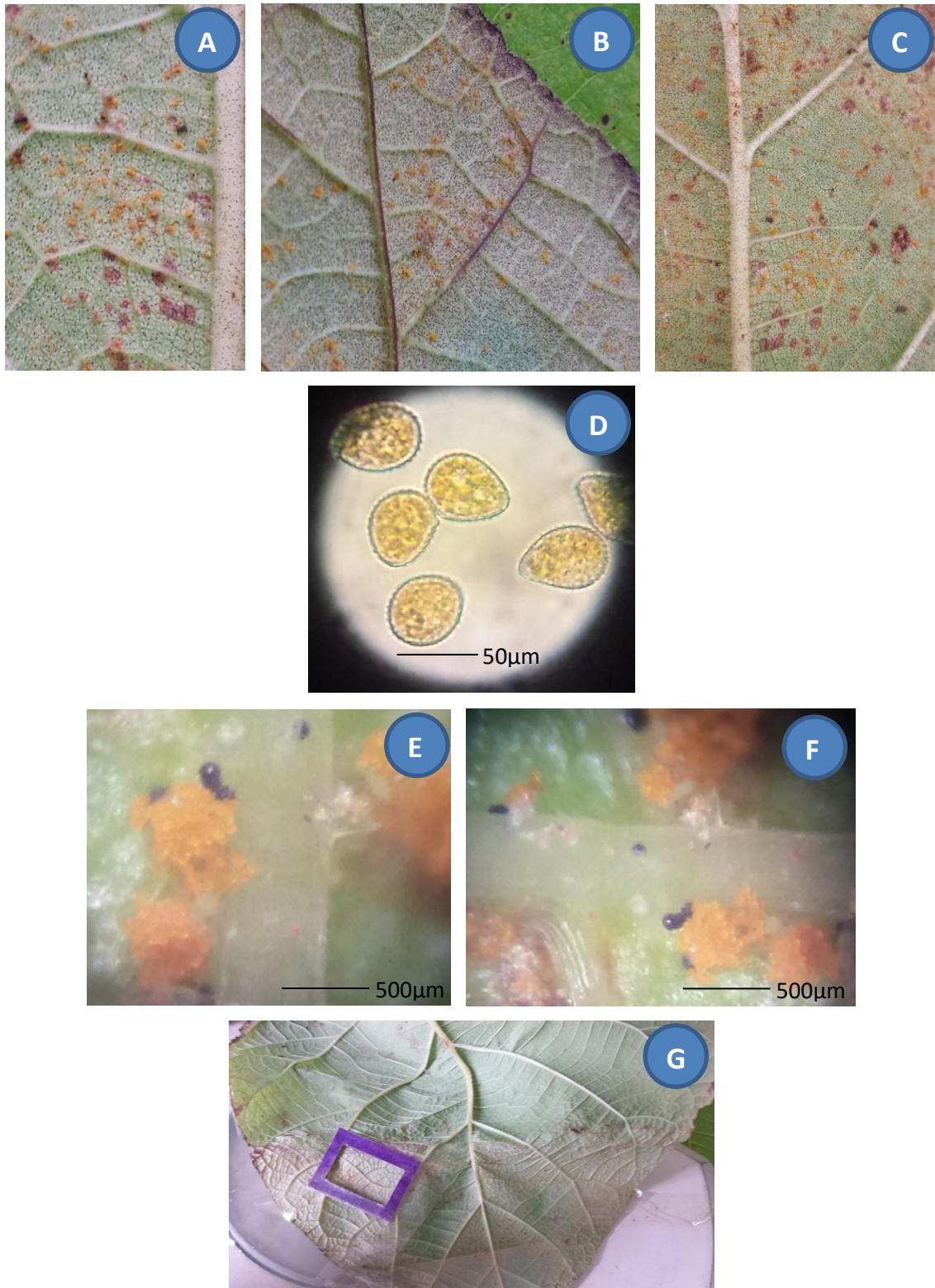


Figura 4 – Estruturas do fungo *Olivea tectonae* em plantas de *Tectona grandis*, após inoculação. A,B,C) Folhas de teca com pústulas de ferrugem, vistas a olho nu; D) Urediniósporos; E,F) Pústulas de ferrugem, observadas com auxílio de lupa estereoscópica; G) Molde para a contagem das pústulas em cada folha.



Com a contagem das pústulas em 10 plantas de cada clone de teca, obteve-se as seguintes médias:

- Clone S0 apresentou em média 59,4 pústulas/3 cm²;
- Clone S1 contabilizou aproximadamente 86,6 pústulas/3 cm²;
- Clone S3 apresentou 88,1 pústulas/3 cm² de área foliar.

Os dados obtidos não diferiram estatisticamente entre si, através do Teste F, demonstrando que os 3 clones testados não apresentam resistência ao patógeno *O. tectonae*.

Na literatura não constam trabalhos científicos que avaliem a resistência de clones/genótipos de *T. grandis* ao fungo específico *O. tectonae*, causador da ferrugem. Existem trabalhos que testam clones e/ou procedências de *Eucalyptus* sp. frente a presença do patógeno *Puccinia psidii*, agente que causa a ferrugem nesta espécie. Conforme apresentado abaixo:

Para *Eucalyptus grandis*, isolados de *Syzygium jambos* de 3 diferentes locais de Minas Gerais, onde foram coletados e, de *Eugenia florida* coletado de uma cidade também em Minas Gerais foram os que mostraram maior incidência de infecção, sendo 1,5 a 2,0 folhas infectadas/planta, seguido dos inóculos de *E. florida* coletados de outras regiões de Minas Gerais, *Syzygium jambos* coletado em Piracicaba/SP com 0,83 a 1,33 folhas infectadas/planta. O clone *E. urograndis* também utilizado como hospedeiro mostrou-se indiferente aos inóculos testados e o pesquisador Furtado (2002) atribui tal resultado à resistência do material à *P. psidii*.

Castro et al. (1983) observaram diferenças na intensidade da doença, sendo que o hospedeiro *Eucalyptus cloeziana* apresentou maior intensidade de infecção quando inoculado com inóculo procedente de *Eucalyptus grandis*, enquanto que a espécie *Psidium guajava* apresentou maior intensidade com inóculo procedente dela mesma.

Tal informação demonstra que as espécies florestais, sejam seminais ou clonais, podem apresentar diferentes níveis de resistência aos patógenos, conforme a fonte de isolamento do mesmo.

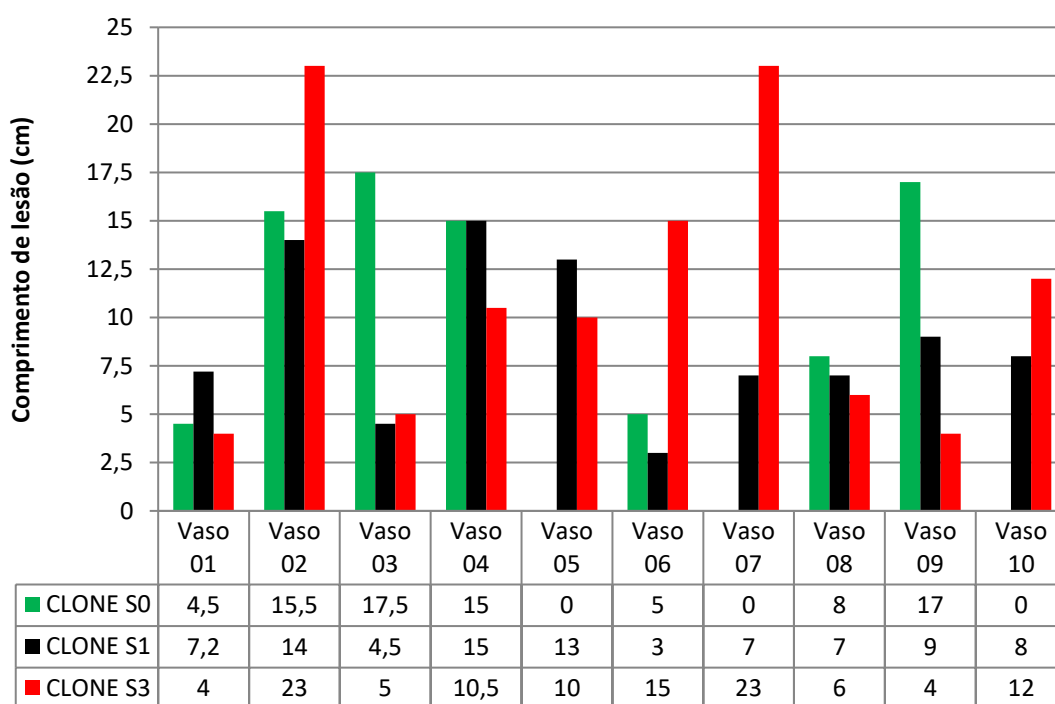
No trabalho aqui realizado, o inóculo foi extraído de plantios de teca e, após inoculação em 3 clones, houve incidência do patógeno, não demonstrando resistência horizontal dos clones testados à ferrugem.

2.3.2 Avaliação da resistência de três clones de teca (S0, S1 e S3) ao fungo *Fusarium oxysporum*

O potencial patogênico do gênero *Fusarium* em plantas de teca, já foi relatado anteriormente, onde cita-se: Arguedas et al. (2004) mencionam *Fusarium oxysporum* como um dos patógenos que afetam as raízes de teca; Hocking (1968) reporta *Fusarium solani* provocando cancro anelar em caules e ramos de árvores de teca na Tanzânia.

No presente experimento após descascados os caules das plantas de teca, a partir do local onde foi feito o ferimento para inoculação do patógeno, observou-se a presença do fungo *F. oxysporum* causando lesões internas, conforme Figura 5.

Figura 5 – Avaliação dos 3 diferentes clones de *Tectona grandis*, após inoculação do fungo *Fusarium oxysporum*. Comprimento das lesões no caule (cm).



Registra-se que no ensaio aqui descrito, as plantas não apresentaram sintomas ou sinais de murcha, perdas de folhas ou morte, mantendo-se completamente assintomáticas aos 215 dias após a inoculação (Figura 6A).

Com a abertura dos caules, notou-se a presença fúngica no tecido da planta, e foram medidas as lesões (cm). As testemunhas também tiveram o caule descascado para comparação com as demais plantas (Figura 6B, C).

Os resultados médios para os 3 clones testados se deram, conforme segue:

- S0 com 8,25 cm;
- S1 com 8,77 cm;
- S3 com 11,25 cm de comprimento de lesão no caule da planta;
- Testemunhas dos 3 clones, não apresentaram lesões.

As médias foram avaliadas através do Teste F e não houve significância, o que demonstra que os clones testados não apresentaram resistência horizontal ao patógeno.

Após a leitura do comprimento das lesões, fragmentos do caule foram isolados em meio de cultura (Batata Dextrose Agar), para confirmação do patógeno inicial. Como resultados, a análise morfológica identificou o gênero *Fusarium* sp. e, o mesmo foi submetido a análise molecular com base nas sequencias parciais da região ITS, identificando-o como *Fusarium oxysporum*, ou seja, o mesmo patógeno inoculado na planta.

Arguedas et al. (2004) apresentam o *Fusarium* sp. como causador do cancro longitudinal em teca na Costa Rica, causando desprendimento da casca e, se desenvolvendo desde a base do fuste até aproximadamente 4 m de altura. Pode causar a morte da planta. Alguns ramos, quando afetados, apresentam protuberâncias lignificadas.

Whindam e King (1983) relatam que o fungo *Fusarium* spp. caracteriza-se por apresentar infecção latente sem comprometimento da germinação ou emergência de sementes, necessitando de condições de estresse para que o fungo inicie o processo infeccioso.

Tal informação pode corroborar com os dados do presente ensaio, visto que as plantas se mantiveram assintomáticas por 215 dias, mantidas em condições controladas.

Figura 6 – A) Plantas de *T. grandis*, 8 meses após inoculação de *Fusarium* sp. B) Caule da testemunha; C) Caule da planta inoculada.



2.3.3 Avaliação da resistência de três clones de teca (S0, S1 e S3) ao fungo *Ceratocystis fimbriata*

De acordo com Alfenas (2016) a murcha-de-ceratocystis, causada por *Ceratocystis fimbriata*, é uma doença que pode levar a planta à morte e, quando isto não acontece, reduz significativamente seu crescimento e o valor da madeira produzida. As infecções ocorrem a partir do solo, por meio das raízes ou pelas podas, e atingem o sistema vascular da planta.

As plantas inoculadas com *C. fimbriata* neste experimento foram avaliadas 105 dias após a inoculação e se mostraram assintomáticas durante todo este período, conforme observado na Figura 7.

Figura 7 – Plantas de *Tectona grandis* 105 dias após a inoculação do patógeno *Ceratocystis fimbriata*, sem sintomas ou sinais de “murcha da teca”.



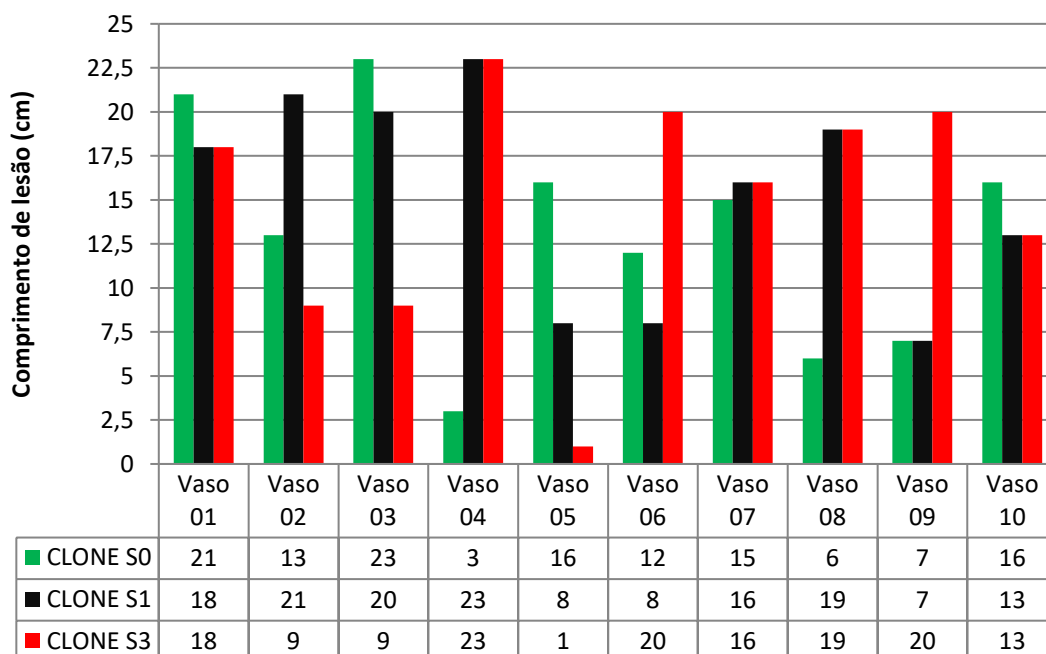
Após serem descascadas, foi visível a presença do patógeno colonizando o tecido do caule (Figura 8B) em contraste com as testemunhas, que não apresentaram lesão alguma (Figura 8A).

Cada planta que apresentou lesão interna foi medida (cm) e os valores obtidos correlacionados entre os clones testados, conforme se observa na figura 9.

Figura 8 – Plantas de *Tectona grandis* após descascadas para verificação da presença do patógeno *Ceratocystis fimbriata*. A) Caule da testemunha; B). Caule da planta inoculada com o patógeno.



Figura 9 – Avaliação dos 3 diferentes clones de *Tectona grandis*, após inoculação do fungo *Ceratocystis fimbriata*. Comprimento das lesões no caule (cm).



Os resultados médios para as plantas inoculadas e testemunhas, se deram conforme segue:

- S0 com 13,2 cm;
- S1 com 15,3 cm;
- S3 com 14,8 cm de comprimento de lesão no caule da planta;
- Testemunhas dos 3 clones, não apresentaram lesões.

As médias não diferiram entre si, pelo Teste F. Os dados também foram analisados em blocos, visto que há uma variação entre plantas, porém, o efeito de blocos, não foi suficiente para diminuir o erro. Tal resultado demonstra que os clones testados não apresentam resistência horizontal ao patógeno.

Após a leitura do comprimento das lesões, fragmentos do caule foram isolados em meio de cultura (V8), para confirmação do patógeno inicial. Como resultados, a análise morfológica identificou o gênero *Ceratocystis* sp. e, o mesmo foi submetido a análise molecular com base nas sequências parciais da região ITS, identificando-o como *Ceratocystis fimbriata*, confirmando o patógeno inicialmente inoculado.

Cabe registrar que as plantas inoculadas exalaram o odor de fruta madura, característico da presença de *Ceratocystis* sp.

Plantas infectadas por *Ceratocystis* têm como sintoma característico o escurecimento do feixe do xilema, em geral da periferia para a medula. Este escurecimento é decorrente do colapso dos vasos do xilema causado pela invasão do fungo (VAN WYK et al., 2011). A afirmação aqui descrita foi constatada no presente experimento, após a retirada da casca das plantas de teca.

Em teca, o fungo provoca morte e descoloração do lenho das plantas afetadas, o que compromete a produção de madeira nobre para serraria (FRANCO VALDETARO, 2016).

Inicialmente, ocorre a murcha de porções apicais da planta progredindo para uma murcha generalizada. Às vezes, observa-se depressão na casca e presença de exsudação de goma ao longo do tronco. Internamente, ao se fazer um corte longitudinal na árvore sintomática, observam-se lesões escuras e descontínuas no sentido do raio (ALFENAS, 2016).

As plantas dos 3 diferentes clones de teca (S0, S1 e S3), após inoculação, foram mantidas em casa de vegetação, com irrigação e luminosidade estáveis. Tal condição ambiental pode ter colaborado para que as plantas não apresentassem sintomas externos, como murcha das folhas na porção apical ou morte, no período

de 105 dias, porém, depois de descascadas comprovou-se a colonização fúngica no caule das plantas.

Em planta lenhosa, *C. fimbriata* é um típico patógeno de xilema (BAKER e HARRINGTON, 2004) cujo sintoma marcador é constatável nas secções transversais de órgãos lenhosos, na forma de estrias radiais escuras.

2.4 CONCLUSÕES

Com os experimentos realizados a partir da inoculação de agentes patogênicos em 3 clones distintos de *Tectona grandis* sob condições controladas conclui-se que:

- O período de latência para o fungo *Olivea tectonae* foi de 5 dias em todos os clones;
- As plantas inoculadas com *Fusarium oxysporum* se mantiveram externamente assintomáticas por 215 dias e após abertas constatou-se lesões internas causadas pelo fungo;
- Plantas inoculadas com *Ceratocystis fimbriata* até 105 dias após a inoculação, não mostraram sintomas externos, porém, o fungo estava presente no xilema da planta, necrosando os tecidos;
- Os 3 clones testados (S0, S1 e S3) não apresentaram resistência aos patógenos inoculados.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, R. F. Principais doenças de Teca no Brasil. 2016. Disponível em: <http://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/4-principais-doencas-da-teca-no-brasil/> Acesso em: 15/Janeiro/2017.

ARGUEDAS, M.; CHAVERRI, P.; VERJANS, J.M. Problemas fitosanitarios de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en Costa Rica. **Recursos Naturales y Ambiente** 41: 131-136. 2004.

BAKER, C.J.; HARRINGTON, T.C. *Ceratocystis fimbriata*. Surrey, England, CABI Publishing, 2004

CASTRO, H. A. de et al. Inoculação cruzada de *Eucalyptus*, *Psidium guajava* (*Psidium guajava*), jambeiro (*Syzygium jambos*) com *Puccinia psidii*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 8, p. 491-497, 1983.

CONNER, P.J. A detached leaf technique for studying race – specific resistance to *Cladosporium caryigenum* in pecan. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, 2002, 127:781-785.

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**, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2008.

FRANCO VALDETARO, D.C.O. Genetic variability of *Ceratocystis fimbriata* on *Tectona grandis* and *Carapa guianensis* in Brazil. 2016. Disponível em: <http://www.dfp.ufv.br/seminario-de-defesa-genetic-variability-of-ceratocystis-fimbriata-from-tectona-grandis-and-carapa-guianensis-in-brazil/> Acesso em: 15/Janeiro/2017.

FURTADO, G. Q. Germinação de urediniósporos e variabilidade fisiológica de *Puccinia psidii* Winter. 2002. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

HAWKSWORTH, D.L. et al. Ainworth & Bisby's Dictionary of the fungi. New York: CAB International, 1995. 616p.

HOCKING, D. Stem canker and pink stain of Teak inn Tanzania associated with *Fusarium solani*. **Plant Disease Reporter** 52: 628-629. 1968.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. Annual review and assessment of the world timber situation 2008. Yokohama. 2009. 216 p. (ITTO. Document GI-7/08) Disponível em: < http://www.itto.int/annual_review/>. Acesso em: 15/Julho/2016.

MOLLER, W. J.; DEVAY, J. E. Carrot as a species selective isolation medium for *Ceratocystis fimbriata*. **Phytopathology**, v. 58, n. 1, p.123-124, 1968.

RUIZ, R. A. R. et al. Influência da temperatura, do tempo de molhamento foliar, fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii*, em *Eucalyptus cloeziana*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 14, p. 55-61, 1989.

SAMPAIO, A. J. Teca da Índia e a do Brasil. **Revista Floresta**, v. 1, n. 9, p. 7-10, 1930.

SCHUHLLI, G.S.; PALUDZYSZYN FILHO, E. O cenário da silvicultura de teca e perspectivas para o melhoramento genético. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 63, p. 217-230, ago./out. 2010.

TROUP, R. S. Order XLVI Verbenaceae: 1. *Tectona*, In: The silviculture of Indian trees. v. 2. Oxford: Clarendon Press, p. 697-769. 1921.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 487-494, 2003.

VAN WYK, M.; WINGFIELD, B.D.; WINGFIELD, M.J. Four new *Ceratocystis* spp. associated with wounds on *Eucalyptus*, *Schizolobium* and *Terminalia* trees in Ecuador. **Fungal Diversity Dordrecht**, v.46, p.111-131, 2011.

WINDELS, C.E. *Fusarium*. In: SINGLETON, L. L.; MIHAIL, J.D.; RUSH, C.M. (Ed.). Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi. St. Paul: The American Phytopathological Society, 266p. 1992.

WINDHAM, M.T.; KING, S.B. Microflora of roots of maize at seedling and silking stages in Mississippi. **Plant Disease**, v.67, p.1366-1368, 1983.

CAPÍTULO 3

ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DE *Olivea tectonae* EM FOLHAS DE *Tectona grandis* L.f.

RESUMO

A ferrugem da teca vem sendo diagnosticada em diversas regiões do Brasil, com casos que levam à queda prematura das folhas e até a morte da planta. Tal doença já havia sido diagnosticada a alguns anos, em plantios externos ao País, porém, ainda não há um mecanismo para quantificação desta doença em campo. Diante disto, torna-se indispensável a elaboração de uma escala visual para quantificar os danos desta doença em campo, para posterior, teste de controle. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma escala diagramática com folhas adultas de *Tectona grandis* para avaliação e quantificação da ferrugem causada pelo fungo *Olivea tectonae*. Para tanto, foram coletadas 200 folhas em campo, com diferentes níveis visuais da doença e folhas sadias e, estas foram escaneadas para digitalização da imagem. Determinou-se a área lesionada, área foliar sadia e área total em escala RGB (Red, Green, Blue). Posteriormente, foram determinados os níveis de severidade em função da distribuição da amostra, sendo estabelecidos sete níveis para as folhas adultas (N0 = 0%; N1 = 2,5%; N2 = 5%; N3 = 10%; N4 = 20%; N5 = 40%; N6 = 80%). Para o teste de acuidade visual e validação da escala, as folhas foram submetidas à avaliação da severidade, com e sem escala. Com a adoção da escala proposta, a totalidade dos avaliadores apresentou boa acurácia, com $R^2 = 0,93$ em comparação ao resultado obtido sem o uso da escala ($R^2 = 0,88$). A importância da elaboração desta escala diagramática para quantificar a severidade de ferrugem em teca deve-se ao fato de que não há outro instrumento disponível no meio científico que permita a quantificação dos sintomas no campo, de forma acurada e precisa.

Palavras-chave: Teca, ferrugem, avaliação de doença.

ABSTRACT

Teak rust has been diagnosed in several regions of Brazil, with cases leading to premature leaf fall and plant death. This disease had already been diagnosed a few years ago, in plantations outside the country, however, there is still no mechanism for

quantification of this disease in the field. Facing that fact, it is essential the development of a visual scale to quantify the damage this disease in the field for later control test. The objective of this study was to develop a diagrammatic scale on adult leaves of *teak*, for evaluation and quantification of rust caused by the fungus *Olivea tectonae*. For that, 200 leaves were collected in the field, with different visual levels of the disease and healthy leaves, and posterior image scan. The injured area, healthy leaf area and total area in the RGB scale (Red, Green, Blue) were determined. Later, the levels of severity of distribution of rust on the samples were determined according to seven levels for adult leaves (N0 = 0%; N1 = 2,5%; N2 = 5%, N3 = 10%, N4 = 20%; N5 = 40%; N6 = 80%). For the visual acuity test and scale validation, the leaves were submitted to severity assessment, with and without scale. With the adoption of the proposed scale, all the evaluators presented good accuracy, with $R^2 = 0.93$ compared to the result obtained without the use of the scale ($R^2 = 0.88$). The importance of elaborating this diagrammatic scale to quantify the severity of rust in teak is due to the fact that there is no other instrument available in the scientific environment that allows accurate and precise quantification of the symptoms in the field.

Keywords: Teak, rust, disease assessment.

3.1 INTRODUÇÃO

De acordo com AMATA (2009), o setor de florestas plantadas brasileiro apresenta grande potencial de crescimento, pelo menor custo, ciclo de produção e maior produtividade, ativos menos sujeitos às oscilações do mercado financeiro, aspectos estes extremamente valorizados. O Brasil soma vantagens competitivas sobre outros países no setor florestal devido às suas condições naturais favoráveis, avanços científicos e empreendedorismo, resultando num alto potencial de crescimento.

Uma espécie que tem se destacado no setor florestal, principalmente no mercado externo, é a teca (*Tectona grandis*), originária da Índia, Myanmar, Tailândia e Laos. É uma espécie própria de clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco, livre de geadas. No Brasil a teca desenvolve-se melhor em regiões com precipitações médias anuais entre 1250 e 2500 mm e temperatura média de 24°C.

Um período seco de três a cinco meses favorece a qualidade da madeira (CÁCERES FLORESTAL, 1997).

Estudos apontam que a teca vem apresentando patologias nos plantios internacionais e também no Brasil. Tais doenças têm preocupado produtores desta cultura em todo o país, principalmente a “ferrugem da teca”, dada sua agressividade. Em maio de 2009, folhas de teca provenientes dos municípios de Pontes e Lacerda e Cáceres, MT, Imperatriz, MA, São Miguel do Tocantins, TO e de Botucatu, SP foram recebidas pela Clínica Fitopatológica do Laboratório de Patologia Florestal, UNESP/FCA, apresentando pústulas amareladas e pulverulentas na face abaxial. Através da observação sob estereomicroscópio e microscópio, foram visualizadas as seguintes características: uredínios hipófilos, 0,2-0,5 mm de diâmetro, amarelos, pulverulentos, gregários, subepidermais, irrompentes, paráfises densas e marginais; paráfises cilíndricas, encurvadas, 27-55 x 7-13 mm, unidas na base, lisas, paredes engrossadas distalmente, hialinas a marrom-pálidas. Urediniósporos pedicelados, subglobosos, obovóides a elipsóides, 21-24 (-30) x 16-18 (-20) mm, quando novos com conteúdo amarelo-alaranjado, parede de coloração marrom-canela, medindo 0,5-1,0 mm de espessura, poros germinativos inconspícuos, caracterizando a “ferrugem da teca”, causada pelo fungo *Olivea tectonae* (PIERI, et al., 2011).

No continente americano, em novembro de 2003, ocorreu o primeiro relato desta doença, no Panamá, seguindo por Costa Rica em janeiro de 2004 (ARGUEDAS, 2004), setembro no Equador e, em dezembro foi detectado no México (NAPPO, 2005). No ano de 2005 foi registrado na Colômbia (CÉSPEDES e YEPES, 2007) e em Cuba no mês de novembro de 2006 (PÉREZ et al., 2008). O primeiro relato desta doença no Brasil foi feito em 2009 (FERRARI, 2011).

O agente causal da ferrugem da teca pode ser disseminado através do vento, pelas chuvas ou ainda por meio de plantas vivas infectadas, já que por sementes seja improvável (ESQUIVEL, 2003).

A necessidade em avaliar a doença no campo, para a verificação de danos, eficiência no controle, conduz à necessidade de elaboração de uma escala visual para avaliação da doença. Os métodos adequados para avaliação de doenças devem ser escolhidos de forma criteriosa, a fim de que se possibilite um melhor grau de acurácia, precisão e repetibilidade das avaliações (GAUNT, 1987), assim, tais métodos variam de acordo com o agente etiológico e a característica espacial da doença (GAUNT, 1995).

Godoy et al. (1997) relataram que a severidade é a variável mais utilizada no caso de doenças foliares, sendo esta avaliação normalmente realizada de forma subjetiva, por meio de análises visuais, sendo assim, as escalas diagramáticas tornam-se ferramentas fundamentais nestes estudos.

Entre as características de uma boa escala diagramática estão: a facilidade de uso, a sua aplicabilidade sob ampla extensão de condições com resultados reproduzíveis e a existência de intervalos que representem todos os estádios de desenvolvimento da doença (BERGER, 1980, apud BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996).

Segundo Campbell e Madden (1990), quantificar a intensidade da doença é fundamental para dar subsídios a várias ações na área agrícola, tais como: estudos epidemiológicos; avaliar estratégias de controle; selecionar genótipos resistentes; realizar testes com defensivos agrícolas.

Essa quantificação é comumente realizada com o auxílio de escalas diagramáticas, que representam partes da planta avaliada com diferentes porcentagens de áreas ocupadas por lesões em relação à área total. Após a comparação da amostra com a representação no diagrama, as escalas são utilizadas na padronização da estimativa visual, de modo que a avaliação seja a mais precisa e acurada entre avaliadores. O uso frequente de escalas diagramáticas permite reduzir o erro na estimativa visual de severidade da doença (AMORIM, BERGAMIN FILHO e KIMATI, 1995).

Com isso, o presente trabalho objetivou a elaboração e validação de uma escala diagramática para quantificação da “ferrugem da teca” em campo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Coleta e processamento das folhas de *Tectona grandis* L.f.

Para a realização do presente ensaio, foram utilizadas 200 folhas adultas de *T. grandis* coletadas em um plantio experimental na Fazenda Lageado – UNESP/FCA – Campus de Botucatu e, também na Fazenda Tropical Flora, Garça/SP, ambos com 10 anos de idade, apresentando diferentes níveis de área lesionada pela ferrugem da teca e também folhas sadias.

Após serem coletadas no campo, as folhas foram digitalizadas para análise da imagem e, para elaboração da escala, foi desenvolvido um programa em C⁺⁺. Cada

folha foi analisada quanto à proporção de área lesionada, e foi obtida a severidade real da doença em termos percentuais.

As folhas de teca foram divididas em quadrantes, para possibilitar a digitalização em scanner de mesa, dado o tamanho da cada folha.

A área lesionada, área foliar sadia e área externa das mesmas foram determinadas em escala RGB (Red, Green, Blue), conforme metodologia utilizada por Massom e colaboradores (2008). Posteriormente, os níveis intermediários de severidade da escala foram determinados de acordo com a lei de Weber-Fechner de acuidade visual (HORSFALL e BARRATT, 1945).

3.2.2 Validação da escala

A validação da escala foi realizada por 10 avaliadores que analisaram 50 imagens de folhas adultas de teca digitalizadas, saudáveis e com sintomas de ferrugem em diferentes níveis de severidade da doença. Os avaliadores possuíam níveis variados de experiência, sendo que alguns já haviam ao menos visto e/ou usado uma escala diagramática e outros, jamais viram ou manusearam tal técnica.

Cada imagem de folha foi projetada para os avaliadores através do programa Power Point, por 30 segundos e, se deu em duas etapas. A primeira observação foi feita sem o uso da escala diagramática, onde os avaliadores preencheram uma planilha e estas foram recolhidas no final da primeira etapa. Na segunda etapa, os avaliadores receberam nova planilha e a escala diagramática para observação. As imagens das 50 folhas de teca foram novamente projetadas e, mais uma vez, avaliadas.

As avaliações de severidade da ferrugem da teca, foram realizadas sem e com o auxílio da escala. Assim, foi determinado o desempenho dos avaliadores quanto à precisão das estimativas obtidas por um coeficiente de determinação e pela acurácia e variância dos erros absolutos (GODOY et al., 1997).

A acurácia e a precisão das estimativas visuais de cada avaliador foram determinadas por regressão linear simples, considerando severidade real como variável independente e a severidade estimada como variável dependente. A precisão das estimativas foi avaliada pelo coeficiente de determinação (R^2) e pela variância dos erros absolutos (severidade estimada menos severidade real). O programa Microsoft Excel foi utilizado nas análises de regressão linear, seguindo a

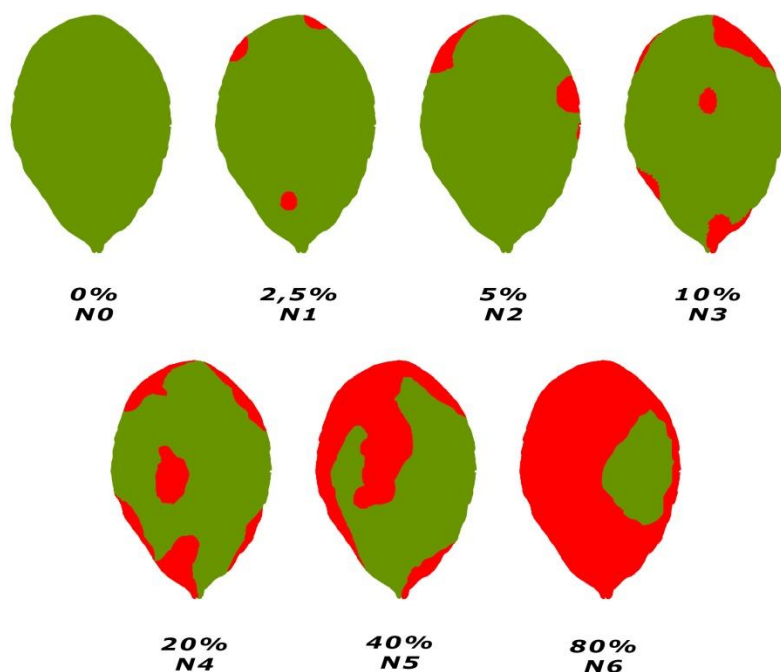
metodologia utilizada por Passador et al. (2013), na elaboração de escala diagramática para quantificação de manchas foliares em eucalipto.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escala diagramática para ferrugem da espécie florestal *T. grandis* (teca), foi elaborada com sete níveis de severidade em função da distribuição da amostra, sendo eles N0 = 0% (sem sintomas ou sinais); N1 = 2,5%; N2 = 5%; N3 = 10%; N4 = 20%; N5 = 40%; N6 = 80%, exponencialmente, segundo a lei de Weber-Fechner, conforme apresentado na Figura 1.

Na validação da escala diagramática, todos os 10 avaliadores mostraram-se com boa acurácia, pois os valores estimados de severidade ficaram próximos dos valores da severidade real. Conforme Bergamin Filho e Amorim (1996), valores próximos entre valores estimados e valores reais determinam a acurácia das avaliações.

Figura 1 – Escala diagramática para avaliação da severidade de ferrugem causada pelo fungo *Olivea tectonae* em folhas de *Tectona grandis*. Valores em porcentagem da área foliar com os sintomas.



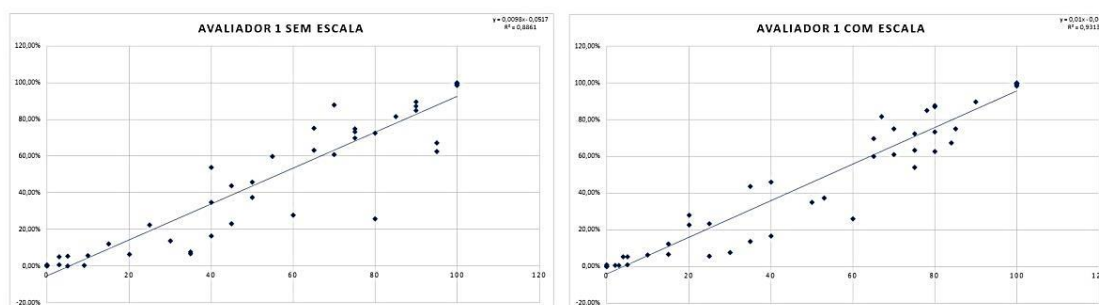
Os resultados obtidos através das análises foram utilizados na construção de gráficos, representando a frequência da doença em diferentes intervalos de severidade.

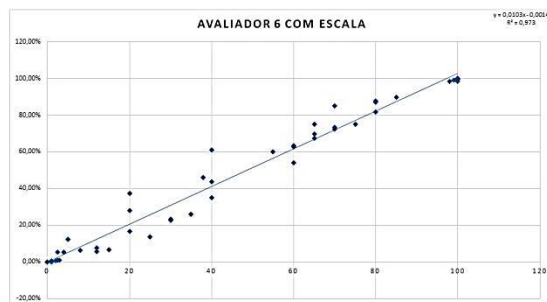
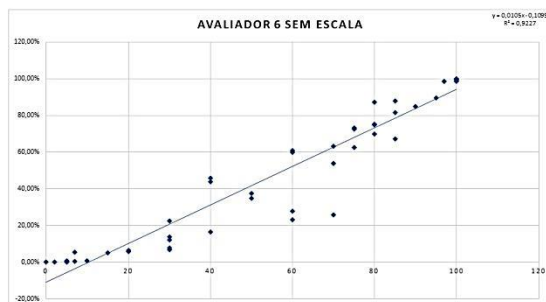
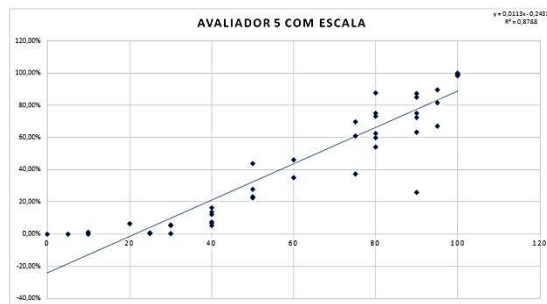
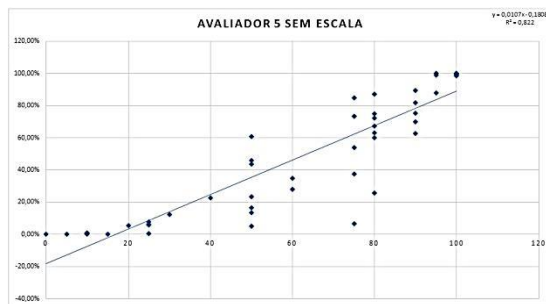
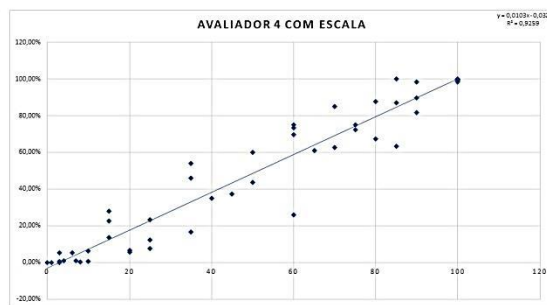
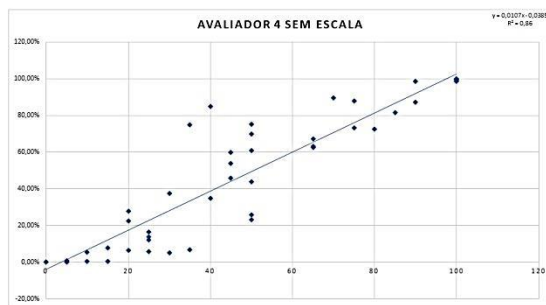
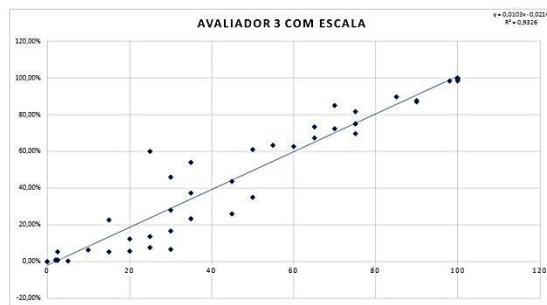
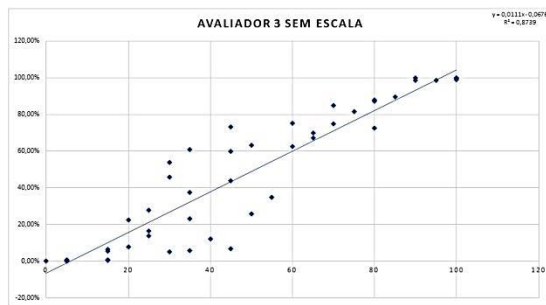
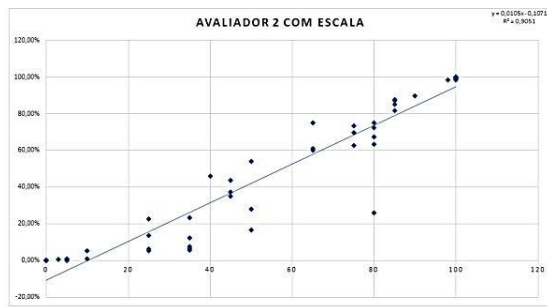
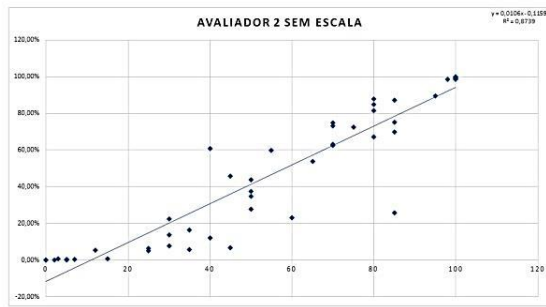
Os avaliadores apresentaram boa repetibilidade nas estimativas, o que pode ser observado nos resultados da regressão entre a primeira e a segunda avaliação. Devido à proximidade dos valores de severidade estimados aos valores da severidade real, a validação da escala diagramática permitiu a obtenção de resultados bastante promissores quanto ao seu uso para a avaliação da doença (Figura 2).

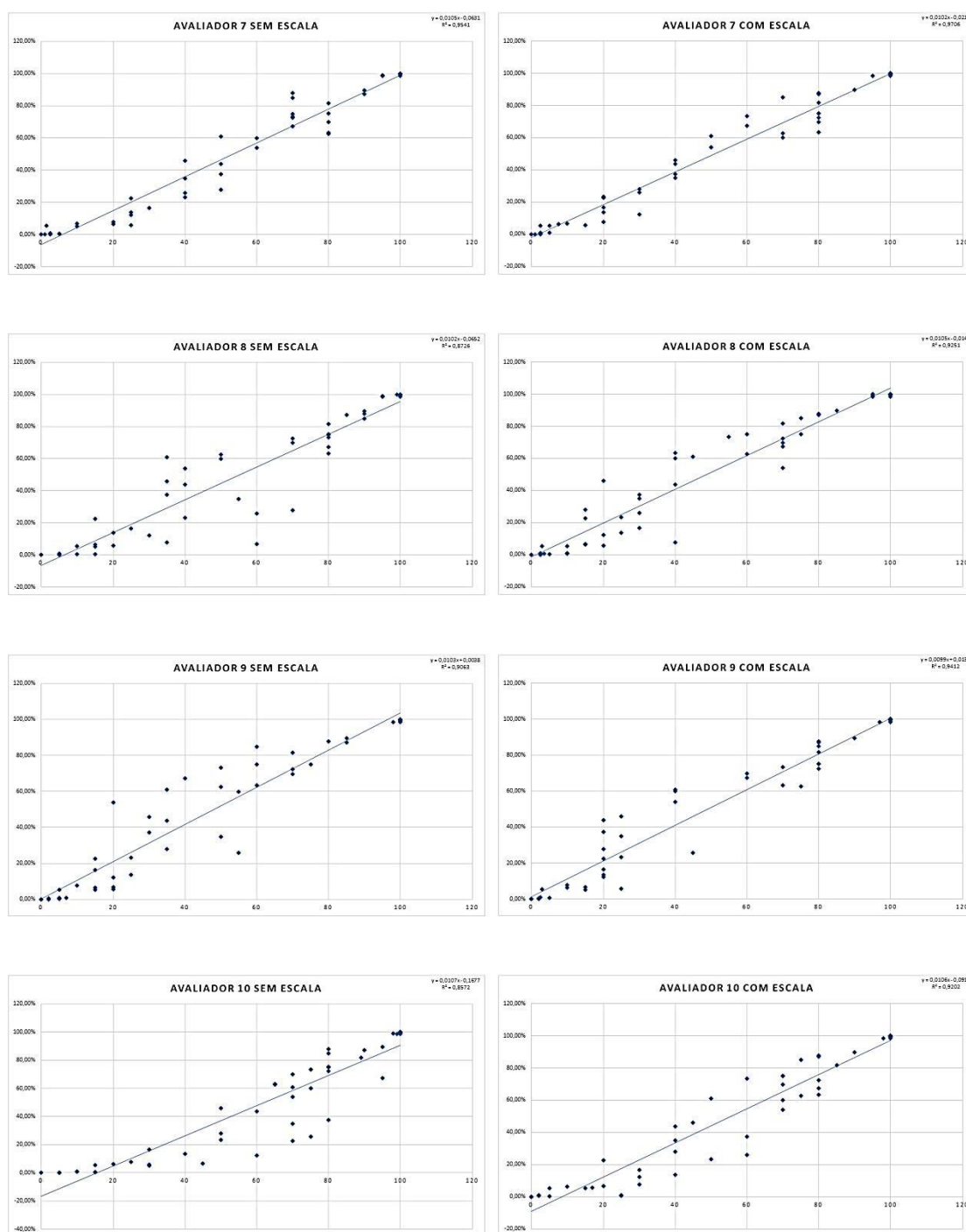
Segundo Bergamin Filho e Amorim (1996), a precisão é um fator a ser considerado na validação de uma escala diagramática e, é definida como a exatidão de uma operação onde há rigor ou refinamento na medida. A precisão pode ser avaliada por meio do coeficiente de determinação da análise da regressão, que deve ser próximo de 1, e pela variação dos erros absolutos (diferença entre severidade estimada e real).

De acordo com Nutter Jr. e Schultz (1995), o estabelecimento de um sistema padronizado que oriente a avaliação da severidade de doenças economicamente importantes é de grande responsabilidade, pois caso o sistema seja deficiente, o custo de sua utilização pode ultrapassar os benefícios.

Figura 2 – Severidade estimada com o auxílio da escala diagramática elaborada (pontos) e linhas de regressão obtidas entre a severidade real e a estimada (linha cheia) para ferrugem em folhas adultas de *Tectona grandis*.







A severidade estimada com o auxílio da escala diagramática elaborada (pontos) e linhas de regressão obtidas entre a severidade real e a estimada (linha cheia) para ferrugem em folhas adultas de *T. grandis* estão apresentadas na Figura 2.

Os coeficientes angulares (a) e lineares (b) e de correlação R^2 , obtidos nas regressões entre severidade real e estimada da doença, a partir de folhas adultas de

T. grandis com ferrugem, com e sem o uso da escala diagramática encontram-se na Tabela 1.

Com a adoção da escala proposta, a totalidade dos avaliadores apresentou precisão, com $R^2 = 0,93$ em comparação ao resultado obtido sem o uso da escala ($R^2 = 0,88$).

Tabela 1 – Coeficientes angulares (a) e lineares (b) e de determinação R^2 , obtidos nas regressões entre severidade real e estimada da doença, a partir de folhas adultas de *Tectona grandis* apresentando ferrugem com e sem o uso da escala diagramática.

Escala	Coeficientes	Avaliadores										Média
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
Sem	a	0,009	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,010	0,010	0,011	0,0106
	b	0,052	0,116	0,068	0,038	0,181	0,109	0,063	0,065	0,004	0,168	0,0864
	R^2	0,89	0,87	0,87	0,86	0,82	0,92	0,95	0,87	0,91	0,86	0,88
Com	a	0,010	0,011	0,010	0,010	0,011	0,010	0,010	0,011	0,009	0,011	0,0103
	b	0,040	0,107	0,021	0,032	0,243	0,001	0,022	0,014	0,012	0,092	0,0584
	R^2	0,93	0,91	0,933	0,93	0,88	0,97	0,97	0,93	0,94	0,92	0,93

Bergamin Filho e Amorim (1996) ainda ressaltam a importância de padronização dos métodos, pois a uniformização das avaliações de doenças permite comparações entre os resultados obtidos em diferentes instituições e localidades.

A precisão é um fator a ser considerado na validação de uma escala diagramática e é definida como a exatidão de uma operação na qual há rigor ou refinamento na medida. A precisão pode ser avaliada por meio do coeficiente de determinação da correlação, que deve ser próximo de 100%, e pela variação dos erros absolutos (diferença entre severidade estimada e real). Além do coeficiente de correlação, a boa precisão dos avaliadores pode ser observada com a determinação do erro absoluto ou do resíduo, ou seja, a diferença entre a severidade estimada e a real (CAMOCHENA, SANTOS e MAZARO, 2008).

Vieira Júnior et al. (2011), desenvolveram um trabalho com a mesma metodologia aqui apresentada, no patossistema pinheiro-manso e ferrugem (causado pelo fungo *Phakopsora arthuriana*) e, estabeleceram uma escala com 7 níveis de severidade, com intervalos variando de 0 a 15%. A validação foi dada em dois grupos de 5 avaliadores, sendo esses grupos treinados e não treinados, tendo como resultados: avaliadores não treinados, sem o uso da escala, alcançaram $R^2 = 0,47$ e com o uso da escala diagramática, $R^2 = 0,89$. Para o grupo de avaliadores

treinados, sem o uso da escala, $R^2 = 0,82$ e com a sua utilização, $R^2 = 0,96$. De acordo com os autores, o efeito do uso da escala diagramática é fortemente sentido em avaliadores não treinados que tendem a superestimar ou subestimar o verdadeiro valor de severidade da doença da superfície foliar.

Alves et al. (2015), desenvolveram uma escala diagramática para a quantificação de *Puccinia triticina*, um fungo que causa ferrugem nas folhas de trigo, com 10 níveis de gravidade: 0,1; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 80 e 95. A validação se deu com 8 avaliadores sem experiência com o uso de escalas para quantificação de doenças e, de acordo com os autores a escala proporcionou bons níveis de precisão com média de R^2 de 90% e erros $< 20\%$, ambos considerados satisfatórios. Os avaliadores apresentaram alta reprodutibilidade das estimativas, $R^2 > 90\%$ em 100% dos casos.

Feijó et al. (2017) realizaram um trabalho de validação para a escala diagramática proposta por Castaño-Zapata (1989), objetivando a quantificação da severidade da antracnose nas vagens de feijão comum. O teste de validação foi feito com o patossistema: antracnose (causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum*) em vagens de feijão-fava (cv. "Rajada") visto que, para essa cultura não há escala diagramática específica. A escala foi composta por cinco níveis (1, 5, 6, 11, 21, 34). Três sessões de avaliação das vagens de feijão-fava foram realizadas por 10 avaliadores, sem experiência na quantificação de doenças. Cada sessão ocorreu com intervalo de uma semana entre elas, sendo que a primeira era sem uso de escala. As seguintes sessões foram com o auxílio da escala diagramática. Como resultado, obtiveram a seguinte média entre os avaliadores: $R^2 = 0,84$ (sem escala), 0,73 (com escala na primeira avaliação) e 0,83 (com escala na segunda avaliação). Feijó e colaboradores (2017) relatam que os níveis de exatidão, precisão e reprodutibilidade das médias sobre a severidade de vagens de feijão-fava com antracnose não foram significativamente melhoradas com a utilização da escala diagramática.

Os mesmos autores relatam que o uso da escala avaliada em estudos epidemiológicos de antracnose no feijão-fava pode não reduzir a subjetividade das estimativas e fornecer informações imprecisas sobre a intensidade da doença.

O método de quantificação a ser utilizado deve fornecer resultados acurados, precisos e reproduzíveis. A sua descrição pormenorizada permite a adoção por outros interessados, procedimento este que pode se desdobrar na padronização de

metodologias, de modo a facilitar a comparação entre resultados obtidos em diferentes locais, por diferentes avaliadores (VALE et al., 2004).

Zadoks e Schein (1979) descreveram que a quantificação dos danos causados por doenças de plantas é um fator essencial no manejo integrado, sendo o pré-requisito para o desenvolvimento de qualquer programa de controle de doenças, independentemente do método a ser empregado.

Partindo desta premissa, JESUS JÚNIOR et al. (2004), registram que, não obstante a sua grande importância, a avaliação de danos está longe de ser uma ciência exata. As estimativas dos danos provocados pelas doenças de plantas podem ser altamente variáveis, incorporando grande margem de erro.

3.4 CONCLUSÃO

A escala diagramática de ferrugem em *Tectona grandis* L.f. aqui proposta, foi validada e permitirá quantificar os sintomas desta doença foliar de forma acurada e precisa.

REFERÊNCIAS

ALVES, G., C., S.; SANTOS, L. C.; DUARTE, H. S. S.; DIAS, V.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, M. R. Escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo. **Multi-Science Journal**. 1(1): 128-133. 2015.

AMATA. **Mercado florestas plantadas**. São Paulo. 2009. 55p. Disponível em: <www.amatabrasil.com.br> Acesso em: 14/Julho/2016.

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**: volume 1. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. p. 647-671.

ARGUEDAS, M. La roya de la teca *Olivea tectonae* (Rac.): consideraciones sobre su presencia en Panamá y Costa Rica. **Kurú: Revista Forestal**, v. 1, n.1, p.1-16, 2004.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 299 p.

CÁCERES FLORESTAL S/A. **Manual do reflorestamento da teca**. Cáceres: 1997. 30p.

CAMOCHENA, R.C.; SANTOS, I.; MAZARO, S.M. Escala diagramática para avaliação da severidade da Mancha Ocular em milho causada por *Kabatiella zeae*. **Ciência Rural**, v.38, n.8, nov, 2008.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990.

CÉSPEDES, P. B.; YEPES, M. S. Nuevos registros de royas (uredinales) potencialmente importantes em Colombia. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v.60, n.1, p.3645-3655, 2007.

ESQUIVEL, E. La roya de la teca (*Tectona grandis* L.; Verbenaceae) causada por *Olivea tectonae* (T.S. & K. Ramak) Mulder (Chaetoniaceae) en Panamá – primer reporte en América. Hoja Informativa Técnica sobre Ciencias Agrícolas en la República de Panamá, **Agrociencia Panamensis**, v. 3, n. 4. 2 p., 2003.

FEIJÓ, F. M.; SILVA, W. C.; ASSUNÇÃO, I. P.; MARTINS, R. B.; MICHEREFF, S. J.; LIMA, G. S. A. Análise de escala diagramática para avaliação de severidade da antracnose das vagens de feijão-fava. *Ciência Agrícola*. 15(1): 43-51. 2017.

FERRARI, J. T. Ferrugem (*Olivea tectonae*) em plantas de Teca. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, APTA/Instituto Biológico/SAA. Documento Técnico 009. 16p. 2011.

GAUNT, R. E. Measurement of disease and pathogens. In: TENG, P. S. (Ed.) Crop loss assessment and pest management. St. Paul, MN, USA: APS Press, pp.6-18, 1987.

GAUNT, R. E. The relationship between plant disease and severity and yield. **Annual Review of Phytopathology** v. 1, n.33, p. 119-144, 1995.

GODOY, C. V. et al. Diagrammatic scales for bean diseases: Development and validation. **Journal of Plant Disease and Protection**, v. 104, n.4, p.336-345, 1997.

HORSFALL, J. C.; BARRATT, R. W. An improved grading system for measuring plant diseases. **Phytopathology**, v. 35, p. 665, 1945.

JESUS JÚNIOR, W. C.; VALE, F. X. R.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação de danos e perdas. In: VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. (Editores). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Editora Perffil, 2004.

MASSOM, M. V.; PORCENA, A. S.; ROSA, D. D.; PASSADOR, M. M.; DIAS, D. C.; FURTADO, E. L. Escala diagramática para determinação de mancha foliar do *Eucaliptus*, causada por *Mycosphaerella nubilosa*. In: XXXI CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA. Campinas, SP. **Summa Phytopathologica**, v. 34. p. 66-66, 2008.

NAPPO Pest Alert – Official Pest Reports for Mexico. Detección de la Roya de la Teca (*Olivea tectonae*), (Rac.) Thirum. Chaconiaceae, en el municipio de Las Choapas, Veracruz, México. 2005.

NUTTER Jr., F. W; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 17, n. 1, p. 174-184, 1995.

PASSADOR, M.M.; PORCENA, A.S.; MASSON, M.V.; DE PIERI, C. FINKENAUER, E.; FURTADO, E.L. Escala diagramática para quantificação da severidade de manchas em folhas de *Eucalyptus globulus* Labill. causadas por *Teratosphaeria nubilosa* (Cooke) Crous & U. Braun. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 521-528, 2013.

PÉREZ, M.; LÓPEZ, M.O.; MARTI, O. *Olivea tectonae*, leaf rust of teak, occurs in Cuba. New Diseases Reporter. v. 17, 2008. Disponível em: <http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=017032> Acesso em: 14/Junho/2016.

PIERI, C.; PASSADOR, M.M.; FURTADO, E.L.; CARVALHO JÚNIOR, A.A. Ferrugem da teca (*Olivea tectonae*): novas ocorrências no Brasil e revisão do nome específico. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 4, p. 199-201, 2011.

VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C.; LIBERATO, J. R.; ALVES DE SOUZA, C. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. (Editores). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Editora Perffil, 2004. cap. 3.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F.; SILVA, U. O.; ROCHA, R. B.; SILVA, D. S. G.; SANTOS, A. R.; PEREIRA, F. S. Desenvolvimento de escala diagramática de severidade para a ferrugem do pinhão-manso. EMBRAPA: Porto Velho (Comunicado Técnico 368) 4p. 2011.

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

CAPÍTULO 4

RESISTÊNCIA DE CLONES DE *Tectona grandis* L.f. À DOENÇAS FÚNGICAS, EM CONDIÇÕES NATURAIS DE INFECÇÃO

RESUMO

Com o plantio extensivo de *Tectona grandis* L.f. no Brasil e a demanda internacional pela madeira produzida no País, fez-se necessário implantar programas de melhoramento genético para a espécie, buscando atender a este mercado consumidor. Diante deste panorama, torna-se imprescindível que pesquisas envolvendo as diversas fases de cultivo da teca e testes com os novos clones, sejam realizadas, buscando subsidiar empresários e produtores, com informações técnico-científicas sobre prováveis patógenos, resistência clonal e alternativas de controle de doenças. O presente trabalho objetivou testar a resistência de 3 clones de *Tectona grandis* à doenças fúngicas, com ocorrência natural, em plantio de campo. Foram introduzidas 4.274 mudas de teca, divididas em 6 blocos com os clones (S0, S1 e S3) distribuídos ao acaso dentro do bloco. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNESP em São Manoel/SP e o plantio realizado em abril de 2015. Foram identificadas as doenças fúngicas: ferrugem e cancro, causadas respectivamente, pelos fungos: *Olivea tectonae* e *Neofusicoccum parvum*. Após realizadas as leituras de campo, os dados foram analisados estatisticamente e, as médias não diferiram entre si, através dos testes aplicados. Conclui-se com isso que, com dois anos de idade, os clones não apresentam resistência genética aos patógenos acima descritos.

Palavras-chave: Teca, ferrugem, cancro, resistência clonal.

ABSTRACT

With extensive planting of *Tectona grandis* L.f. in Brazil and the international demand for timber produced in the country, it was necessary to implement breeding programs of that species, seeking to meet this consumer market. Facing this panorama, it is imperative that research involving the various phases of teak cultivation and tests with the new clones be carried out, seeking to subsidize entrepreneurs and producers, with technical and scientific information on probable pathogens, clonal

resistance and control alternatives of diseases. This study aimed to test the resistance of 3 *Tectona grandis* clones to fungal diseases with naturally occurring in field planting. Approximately 4,274 teak seedlings were divided into 6 blocks with the clones (S0, S1 and S3) randomly distributed within the block. The experiment was conducted at UNESP Experimental Farm in San Manuel/SP, with the planting held in April 2015. Fungal diseases were identified: rust and cancer, caused respectively by fungi: *Olivea tectonae* and *Neofusicoccum parvum*. After the field readings were performed, the data were analyzed statistically and the means did not differ from each other, through the applied tests. It is concluded that, at two years of age, the clones do not present genetic resistance to the pathogens described above.

Keywords: Teak, rust, cancer, clonal resistance.

4.1 INTRODUÇÃO

Rocha et al. (2015) relatam que com o desenvolvimento do setor florestal brasileiro ao longo das décadas foi possível observar uma alteração relacionada à origem da madeira. Com a necessidade da adequação às leis ambientais, redução das áreas disponíveis para exploração, aumento da exigência do mercado com relação à qualidade do produto e, também o desenvolvimento de uma consciência sustentável por parte do consumidor, resulta então no interesse pelos plantios comerciais e manutenção das florestas nativas.

Os mesmos autores afirmam que, com produção de madeira de alta qualidade, com baixo impacto ambiental, os plantios comerciais no Brasil, geralmente implementados com espécies exóticas de rápido crescimento e elevado valor agregado, podem ser uma alternativa viável de investimento a médio/longo prazo. A *Tectona grandis* L.f. (teca) apresenta ciclo produtivo reduzido em comparação à região de origem (Índia, Borna e Tailândia), passando de 60 - 80 para 25 - 30 anos, em média e, pode ser considerada como uma opção promissora para a produção de madeira nobre.

Com a expansão dos plantios, passam a ocorrer registros de pragas e doenças associadas à cultura da teca, em plantios internacionais e também, registros científicos no Brasil.

As árvores são suscetíveis ao ataque de organismos fitófagos que podem chegar a comprometer seriamente sua sobrevivência e, do ponto de vista econômico, causar perdas importantes na produtividade e no valor agregado aos produtos, que se espera obter com a comercialização da teca. As árvores podem sofrer danos bióticos, estando em ambientes naturais, em plantios puros ou em sistemas agrossilvipastoris e agroflorestais. Por sua extensão e distribuição, as plantações florestais homogêneas são em média muito propícias à problemas fitossanitários em níveis epidêmicos, durante seu estabelecimento e desenvolvimento da cultura, quando não se tomam medidas preventivas apropriadas. De acordo com a sua origem geográfica, organismos patogênicos podem ser nativos ou introduzidos e, por sua vez, serem específicos a determinados hospedeiros. Mas alguns destes patógenos têm a capacidade de colonizar e adaptar-se a novos hospedeiros, quando há oferta de nutrientes favoráveis (PINZÓN, 2007).

Conforme Arguedas (2003) os problemas fitossanitários representam uma ameaça aos produtos florestais, dada a falta de investigação e conhecimento nesta área assim como, a difusão de informações, principalmente sobre as patologias em teca.

A produtividade da teca pode ser substancialmente melhorada a partir de seleção cuidadosa de procedência e genótipos superiores (GOH e MONTEUUIS, 2005).

Para a maioria das espécies que tem a madeira como produto de interesse principal, o melhoramento considera o genótipo superior como aquele associado às características como incremento volumétrico, forma de fuste, produção de sementes e resistência ou tolerância às adversidades do meio (CARSON e CARSON, 1989; SHIMIZU, 2001).

O objetivo de qualquer programa de melhoramento genético é aumentar a frequência de genes desejáveis dentro de uma determinada população. Como consequência, a uniformidade entre indivíduos desta população também aumentará. No caso de florestas plantadas, tal resultado pode ser obtido pela seleção de árvores que reúnam caracteres altamente desejáveis, denominadas árvores-elite, e clonagem das mesmas (REMADE, 2009).

Nery (2011) afirma que a espécie florestal *T. grandis* pode ser propagada de maneira sexuada (sementes) ou assexuada, chamada de propagação vegetativa (enxertia ou estaquia).

A propagação sexuada é prejudicada pelo limitado número de sementes produzidos por árvore, juntamente com as baixas taxas de germinação em alguns lotes de sementes, dependendo da origem, condições de armazenamento e tratamentos prévios para a semeadura (KAOSA-ARD, 1986).

Plantas originadas por sementes não apresentam crescimento e desempenho homogêneos devido a incerteza relacionada a herança de características importantes (DUPUY e VERHAEGEN, 1993).

Tem-se adotado então, a perpetuação da teca pelo modo assexuado ou vegetativo, sendo esta uma alternativa vantajosa que permite a multiplicação do mesmo indivíduo por um número de vezes indefinido, conseguindo ainda, manter as suas características genéticas, criando-se simplesmente clones (NERY, 2011).

A teca apresenta certas peculiaridades que constituem obstáculos ao melhoramento genético, sendo elas: a produção de sementes por árvore é baixa (dificultando a realização de testes de progênes); poucas, em torno de 5 mudas são produzidas a partir de 100 sementes; a polinização controlada é difícil nesta espécie; o período vegetativo longo antes do florescimento (10 a 15 anos), fato que alonga o ciclo do melhoramento (KAOSA-ARD et al., 1998). Entretanto, os retornos de programas de melhoramento são altos tendo em vista o valor da madeira.

Estima-se que o m³ da teca seja de aproximadamente US\$ 800, com retorno, após 15 a 18 anos de cultivo de US\$ 100 mil/ha. O valor diz respeito ao total da venda da madeira de todos os desbastes e da tora *in natura*, sem passar por qualquer processo de industrialização (PORTAL DBO, 2016).

De modo geral, a obtenção de variedades resistentes deve ser encarada como um programa contínuo. A variabilidade potencial dos patógenos não permitirá que se obtenha uma variedade resistente, que permaneça como tal, por um período indefinido (WALKER, 1959).

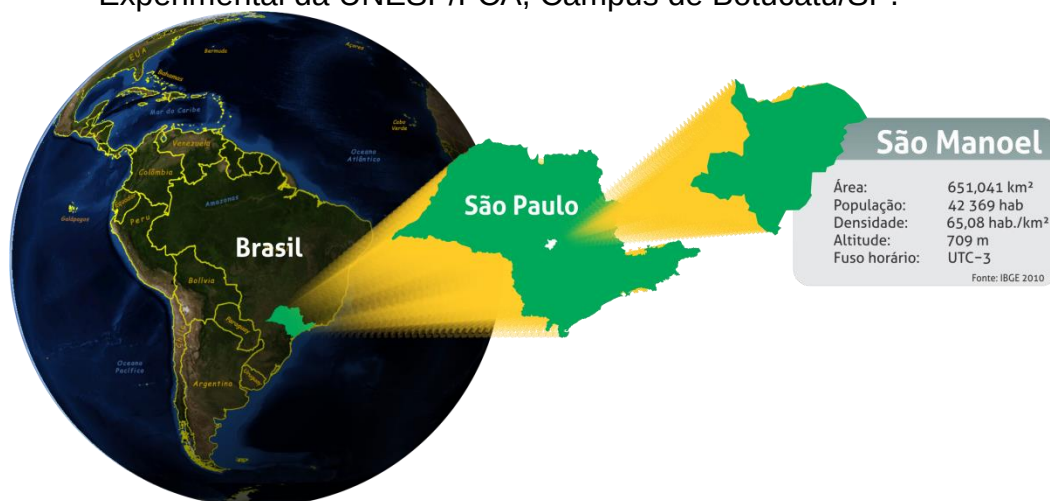
O estado de Mato Grosso foi pioneiro no plantio para comercialização de teca no Brasil e, hoje conta com duas empresas que atuam na área de melhoramento e produção clonal. Tais empresas produzem clones com o objetivo de aumentar a produtividade da teca, reduzir sua rotatividade florestal e ter uma produção mais uniforme, além de buscar a resistência a patógenos.

Face ao exposto, uma destas empresas em parceria com a FCA/UNESP, Campus de Botucatu, disponibilizou mudas de 3 clones distintos (S0, S1 e S3) de teca para testes de resistência à patógenos. Com isso, o presente trabalho objetivou introduzir a campo tais clones e, avaliar a incidência e severidade de doenças fúngicas com ocorrência natural.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNESP/FCA, localizada no município de São Manoel/SP, cujas coordenadas geográficas são: 22°44'28" S e 48°34'37" W, situada à altitude de 740 m (Figura 01). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, com chuvas concentradas de novembro a abril, sendo a precipitação média anual do município de 1.376,70 mm, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (CUNHA e MARTINS, 2009).

Figura 1 – Mapa de situação do município de São Manoel/SP. Fazenda Experimental da UNESP/FCA, Campus de Botucatu/SP.



A área experimental é de aproximadamente 2 ha e, anteriormente foi cultivada com *Eucalyptus* sp. Após a derrubada e limpeza da área, a mesma foi preparada para receber a cultura de teca.

Com a análise de solo realizada (Tabela 1), foi feita a calagem na área total do experimento (04 toneladas de calcário para 2 ha) e ainda, aplicação de 390 Kg de Adubo Super Simples nos sulcos de plantio.

Tabela 1 – Análise do solo da área experimental na Fazenda Experimental da UNESP/FCA, Campus de Botucatu/SP, realizado pelo Laboratório de Fertilidade do Solo.

Fertilidade do Solo:														
Amostra	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V%	S	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Composta	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmolc/dm ³					mg/dm ³					
Solo (Faz. UNESP – São Manoel)														
	4,3	12	9	7	28	10	37	26	3	0,16	1,4	39	6,0	0,3
K = 1,2. Ca = 6. Mg = 3 mmolc/dm ³														

K = 1,2, Ca = 6, Mg = 3 mmolc/dm³

Os clones de teca utilizados no presente experimento foram disponibilizados pela Empresa FLORESTECA S.A. e deslocados do município de Tangará da Serra/MT até a Fazenda de São Manoel/SP.

A área total foi dividida em três grandes subáreas. Cada subárea constou de dois blocos, totalizando um experimento com seis blocos e, os três diferentes clones de teca, distribuídos ao acaso dentro do bloco, conforme observa-se na Figura 2.

O plantio ocorreu no mês de Abril de 2015, onde foram introduzidas 4.274 mudas em campo (Figuras 3).

Após o plantio, foram realizadas roçadas mecânicas periódicas para conter as plantas competidoras. Também foram aplicadas iscas formicidas para prevenir o ataque de formigas.

Aplicou-se o herbicida seletivo Methyl ((R)-2-{4-[3-chloro-5-(trifluoromethyl)-2-pyridyloxy] phenoxy}) para tentar limitar a competição do capim com as plantas de teca e, não havendo efetividade no controle, aplicou-se glifosato (N-(phosphonomethyl) glycine) ao final dos ciclos chuvosos.

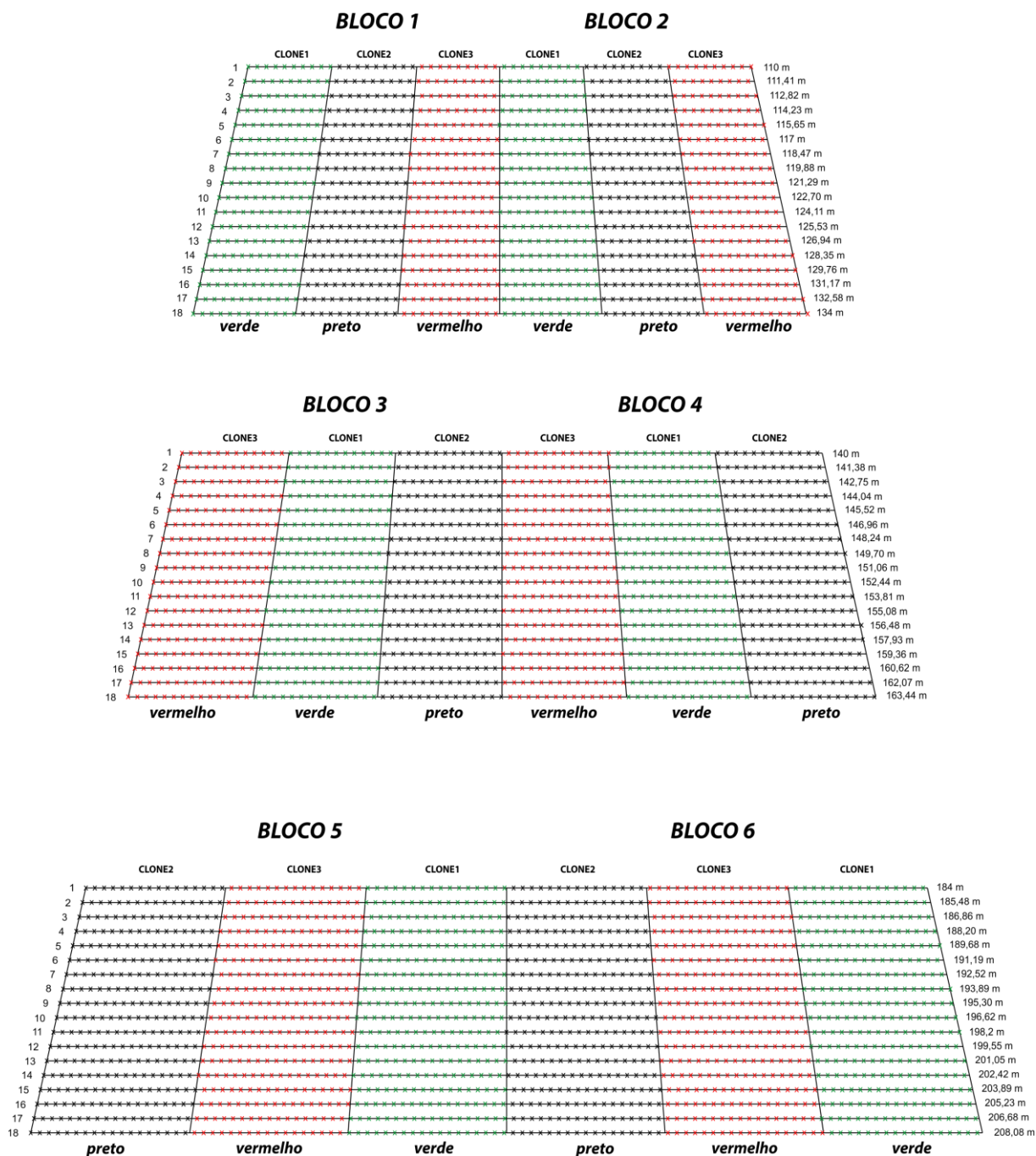
Aos 8 meses de plantio, as plantas de teca receberam a primeira dose de adubação N-P-K na proporção 20:0:20, sendo 25 g/planta e aos 10 meses, outra dose do referido adubo na mesma proporção.

Com 20 meses de idade, as plantas receberam a terceira dose de N-P-K (20:0:20) com 50 g/planta.

Os clones de teca foram introduzidos em campo e, não receberam inoculação de patógenos, sendo observados periodicamente quanto a presença de sintomas ou sinais de doenças.

Em cada área clonal foram selecionadas 5 plantas centrais, para evitar efeitos de bordadura. Estas foram marcadas e compuseram as unidades amostrais para cada clone dentro dos blocos.

Figura 2 – Croqui de instalação do experimento em campo. Fazenda Experimental da UNESP/FCA, Campus de Botucatu/SP.



Aos 12 meses de idade, se iniciaram as avaliações de altura total e circunferência na base do caule (medição em centímetros) nas unidades amostrais previamente delimitadas. Estas se sucederam a cada trimestre, totalizando 4 avaliações.

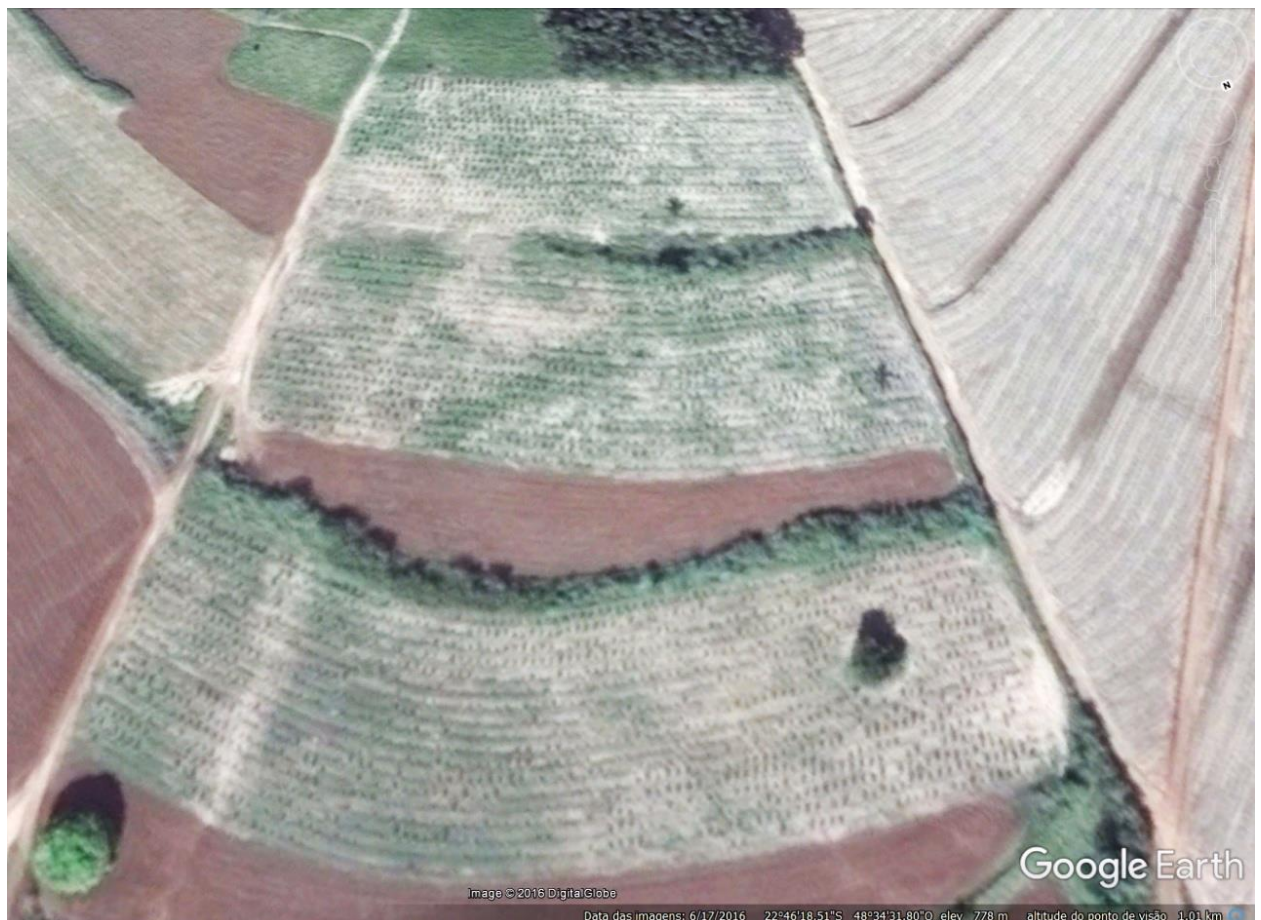
Como metodologia, optou-se pelas medições em circunferência basal, visto que o plantio de teca foi introduzido e, as avaliações se iniciaram com apenas 12 meses

de idade das plantas, não havendo altura para medição de DAP (diâmetro a altura do peito), como se faz regularmente em experimentos florestais.

Para a análise estatística da circunferência basal (cm) e altura total (cm) nas plantas, foram utilizados modelos lineares generalizados com distribuição de probabilidade gama e função de ligação logarítmica para uma estrutura de dados longitudinais, utilizando as Equações de Estimação Generalizadas (McCULLAGH e NELDER, 1999), considerando os fatores clone e bloco.

A qualidade dos modelos ajustados para as variáveis, circunferência basal e altura total foram feitas através da análise de resíduos. Para comparações entre tratamentos foi utilizado o teste de Tukey-Kramer (WESTFALL et al., 1999) do procedimento *genmod* do programa estatístico SAS – Statistical Analysis System.

Figura 3 – Plantio de teca com 1 ano de idade. Fazenda Experimental da UNESP/FCA, Campus de Botucatu/SP.



4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Bergamin Filho et al. (1995), o uso de variedades resistentes constitui um dos mais importantes meios de controle de doenças das plantas cultivadas. Sempre que existam fontes satisfatórias de resistência, que possibilitem a obtenção de variedades resistentes, o emprego destas no controle de doenças de plantas é sempre a medida mais econômica, a que menos afeta o custo de produção.

O experimento aqui descrito não objetivou inocular agentes patogênicos em campo, avaliando somente as doenças fúngicas com ocorrência natural na área, no período de 2 anos de plantio, correlacionadas à resistência clonal.

Como resultado identificou-se duas doenças com incidência na área experimental, sendo elas:

- Ferrugem da teca, causada pelo fungo *Olivea tectonae*;
- Cancro, causado pelo fungo *Neofusicoccum parvum*.

Tais doenças foram avaliadas através de metodologias distintas e os dados coletados analisados estatisticamente, objetivando comparar a resistência clonal a tais patógenos.

4.3.1 Avaliação da circunferência basal e altura total das plantas para os clones introduzidos

A quantificação e a predição do crescimento e da produção dos povoamentos florestais são essenciais para definir a utilização dos produtos madeireiros da floresta, além de fornecer informações que subsidiarão a tomada de decisão para a maioria das atividades ligadas ao setor, como determinação da idade ótima de colheita e simulação do efeito de práticas silviculturais, como o desbaste (GUIMARÃES, 1994).

Os reflorestamentos com teca em Mato Grosso (estado pioneiro e maior produtor de teca no Brasil) foram implantados com a promessa de obter uma matéria prima florestal de qualidade e de alto valor comercial, com rotações mais curtas que as praticadas no sudeste Asiático. Porém, a pouca informação existente sobre o comportamento da espécie no Estado e a falta de adoção de práticas silviculturais corretas podem implicar em frustrações quanto ao incremento da espécie (SILVA, 2012).

A mesma autora relata que no Brasil já se estudou a modelagem do crescimento e da produção em teca, porém, nota-se que ainda existe uma carência de informações sobre o comportamento da espécie estudada, pois a maioria dos trabalhos refere-se à teca jovem, com idade inferior a 10 anos.

Após a análise dos dados trimestrais de altura e circunferência basal, observou-se que houve diferença significativa entre as médias para os clones testados (S0, S1 e S3) para a variável “circunferência basal”, conforme apresentado na tabela 2.

A variável altura total, não apresentou diferença significativa, entre os clones.

Tabela 2 – Médias obtidas através da análise dos dados referente à circunferência basal dos clones S0, S1 e S3 de *Tectona grandis* em plantio de 2 anos na Fazenda Experimental da UNESP em São Manoel/SP.

Clone	Circunferência Basal (cm)	
S0	15,6225 (0,3996)*	A
S3	13,6095 (0,4457)*	A b
S1	13,0517 (0,4187)*	b

* Erro padrão
Médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se que o clone S0, apresentou maior circunferência basal média, quando comparado ao clone S1. Tal informação é relevante, pois reflorestamentos com teca objetivam exclusivamente a produção de madeira para fins comerciais e, a correlação entre um clone que apresente maior crescimento em diâmetro (diâmetro = CAP/π) e, resistência a patógenos, torna este material genético desejável, do ponto de vista econômico.

Miguel (2009) registra que se faz necessário o ajuste de várias relações hipsométricas (assim como se faz para o ajuste do volume em m^3) para uma determinada base de dados, a fim de conseguir encontrar um modelo que consiga captar o máximo da relação diâmetro/altura, e posteriormente estimar com certa

precisão a altura das demais árvores do povoamento, no qual foi medido apenas o diâmetro.

Outros trabalhos vêm sendo realizados objetivando testar clones de *T. grandis* quanto ao crescimento e rendimento em regime de curta rotação, assim como, estudos sobre as condições do plantio, com destaque para desbaste e desrama e a viabilidade econômica da espécie (SILVA, 2012).

O estudo do crescimento possibilita conhecer o potencial de produção florestal de um determinado sítio e com isso, a tomada de decisões sob vários aspectos para o atendimento da demanda do mercado (HOSOKAWA et al., 1998).

Os parâmetros de medição do crescimento em diâmetro, altura, área basal e volume de uma árvore, apresentam comportamento semelhantes ao longo do tempo. Em forma gráfica, parece uma curva sigmoideal, em que a primeira fase corresponde a idade juvenil, a segunda a idade madura e a terceira a idade senil. Cada fase mantém um ritmo de crescimento característico da vida total da árvore e juntos eles formam a curva de crescimento (IMANÃ-ENCINAS et al., 2005).

4.3.2 Avaliação da severidade da ferrugem da teca para os clones testados

Aos dezenove meses de plantio, foi identificado no campo, por observação visual, o fungo *O. tectonae* causador da ferrugem na teca (Figura 4). E no vigésimo mês (dezembro de 2016), deu-se início às avaliações quanto à severidade da doença na área experimental. Para tanto, foi utilizada a Escala Diagramática de Notas (N0, N1, N2, N3, N4, N5 e N6), proposta para avaliar a severidade da ferrugem em teca (apresentada no Capítulo III).

Foram realizadas 5 avaliações mensais de dezembro/2016 a abril/2017.

De acordo com Vale et al. (2004) a frequência utilizada na avaliação da doença depende basicamente do objetivo das avaliações, onde em estudos como simulação de epidemias ou estudos que visem à caracterização da curva de progresso, com ou sem o uso de modelos de regressão, o número mínimo recomendado é de 5 avaliações por ciclo da cultura.

Na análise estatística da severidade da ferrugem nas plantas em campo, caracterizada pelo uso da escala diagramática, foi utilizado um modelo linear generalizado com distribuição de probabilidade Poisson e função de ligação logarítmica para uma estrutura de dados longitudinais, utilizando as Equações de

Estimação Generalizadas (DIGGLE et al., 2002), considerando os fatores clone, bloco e tempo.

A qualidade dos modelos ajustados para a variável, severidade da ferrugem em campo, foi feita através da análise de resíduos. Para comparações entre tratamentos foi utilizado o teste de Tukey-Kramer (WESTFALL et al., 1999) do procedimento *genmod* do programa estatístico SAS – Statistical Analysis System.

Figura 4 – Ferrugem da teca, causada pelo fungo *Olivea tectonae*, identificada no plantio de campo. Fazenda Experimental da UNESP em São Manoel/SP.



Os resultados obtidos com as avaliações não apresentaram diferença significativa entre os clones testados, tendo a doença se manifestado de forma severa em todas as unidades experimentais, no decorrer do tempo de avaliação.

Tal informação corrobora, com os resultados obtidos no ensaio realizado em vasos, onde se inoculou o patógeno nos 3 clones testados e, em condições controladas, houve incidência da doença. Tal fato, demonstra que não há resistência genética à ferrugem da teca nos clones S0, S1 e S3.

Em ensaios realizados buscando avaliar a resistência de clones de eucalipto à ferrugem causada por *Puccinia psidii*, Silva et al. (2014) observaram diferenças

significativas entre as médias das espécies, pelo teste de Scott Knot ao nível de 5%. Neste ensaio quatro espécies apresentaram um menor número de pústulas por folíolo: *E. grandis* x *E. urophylla*, *E. propinqua*, *E. dunni* e *E. robusta*, o que permite afirmar que essas espécies comportaram-se como mais resistentes à ferrugem do eucalipto (*P. psidii*).

Tal informação demonstra que o melhoramento genético na eucaliptocultura está mais avançado do que em teca, dado o tempo de cultivo e comercialização no Brasil e mundo.

Santos (2011) em estudo sobre a resistência genética à ferrugem através do parâmetro de severidade avaliada pela escala de notas para avaliação da resistência à ferrugem do eucalipto de Junghans verificou que *E. urophylla* apresentou maior número de plantas resistentes que *E. grandis*.

Segundo Junghans et al. (2003), não existe relação direta entre o tamanho de pústulas e sua distribuição na folha, neste caso, a resistência reflete a capacidade do hospedeiro de restringir o crescimento e desenvolvimento do patógeno no órgão inoculado, enquanto o número e a distribuição de pústulas, relaciona-se também com a distribuição de esporos do patógeno durante a inoculação.

4.3.3 Avaliação da incidência do cancro na área experimental

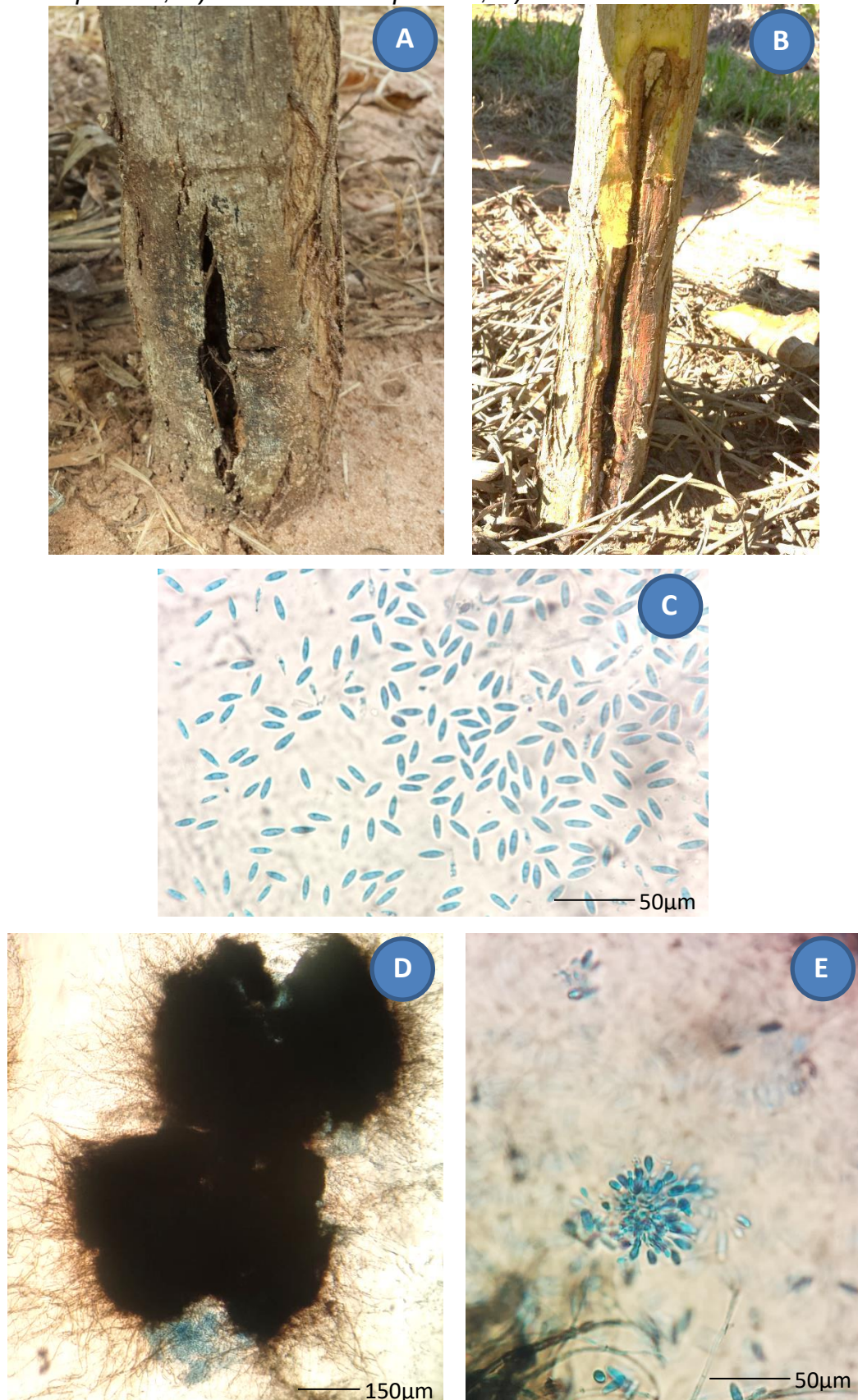
Aos 22 meses de instalado o experimento na Fazenda da UNESP/FCA em São Manoel/SP, foram identificadas lesões no caule de plantas que compunham as unidades amostrais.

Tais lesões se caracterizavam por apresentar fendilhamento na casca e, rachaduras no caule, partindo da base da planta (Figura 5A).

A presença do patógeno nas plantas com sintoma típico de cancro foi confirmada por meio de análise morfológica, realizada no Laboratório de Patologia Florestal da UNESP/FCA – Fazenda Lageado, onde se identificou, o fungo *Neofusicoccum parvum*, como o agente causador do cancro em teca (Figura 5C, D e E).

Diante deste novo panorama (aparecimento do cancro na área experimental), foi necessário realizar um mapeamento na área total, que consistiu em checar todas as plantas, descascar as que apresentavam o sintoma e, medir a lesão interna (Figura 5B) com o auxílio de fita métrica, com verificação em todas as 4.274 plantas que compuseram o experimento.

Figura 5 – Sintomas de cancro, observados em experimento com clones de *Tectona grandis* e agente patogênico. A) Cancro; B) Retirada da casca da planta para medição de lesão; C) Conídios de *Neofusicoccum parvum*; D) Peritécio de *N. parvum*; E) Conidióforo.



A avaliação do cancro foi realizada em única análise, através da quantificação da incidência da doença. A determinação da incidência da doença foi feita seguindo as linhas de plantio. Consideraram-se doentes as plantas que apresentaram sintomas, em qualquer parte da planta, bem como as plantas mortas pela doença. Os dados de incidência obtidos foram tabulados no programa Excel, sendo as plantas assintomáticas consideradas iguais a 0 (zero) e as sintomáticas e mortas iguais a 1 (um). Foi gerado um mapa que serviu para análise de *ordinary runs*.

4.3.3.1 Caracterização molecular do fungo *Neofusicoccum parvum*

Além da caracterização morfocultural, o fungo foi identificado molecularmente. O DNA foi extraído de acordo com o protocolo desenvolvido por Doyle e Doyle (1987). Com base nas sequências parciais da região ITS, estes fragmentos foram amplificados por PCR utilizando o par de primer universal (White et al., 1990) ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') no qual amplificam um fragmento de ao menos 560 bp. Reações de PCR de 50 µl foram amplificadas em termociclador (Eppendorf máster cycler) com inicial desnaturação a 95°C por cinco minutos, e 34 ciclos com desnaturação a 94°C por 60", anelamento a 55°C por 60", e extensão final a 72°C por 90", com uma extensão final a 72°C por cinco minutos. Os produtos amplificados de PCR foram separados em um gel de agarose a 0,8 % utilizando o tampão Tris-Borate-EDTA (TBE), corado com brometo de etídio (0,5 µg.mL⁻¹) e visualizados em UV.

Os fragmentos amplificados foram purificados e enviados para sequenciamento (Laboratório de Diagnóstico Molecular e Sequenciamento - IBTec/UNESP) para serem comparadas com outras sequências do fungo depositadas no GeneBank, utilizando-se o programa BLASTn (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast>).

4.3.3.2 Análise espacial do cancro da teca - *Ordinary runs*

O número de runs é considerado como um critério de padrão aleatório. Um *run* é definido como uma sequência de um ou mais símbolos idênticos, os quais são seguidos ou precedidos por um símbolo diferente ou por símbolo nenhum (no começo ou fim de uma linha). Foi determinado o percentual de agrupamento significativo de plantas doentes nas linhas de plantio e nas entrelinhas. Para isso, foi contado o número de *runs* (R) e calculado o número esperado de *runs* – E(R), o desvio-padrão de *runs* – S (R) e o teste normal padrão Z – Z(R), considerando-se a

hipótese de nulidade de que as plantas doentes estejam distribuídas de forma aleatória, segundo as equações (MADDEN et al., 1982; CAMPBELL e MADDEN, 1990):

$$E(R) = 1 + 2m(N-m)/N$$

$$\sigma^2(R) = 2m(N-m)[2m(N-m)-N]/[N^2(N-1)]$$

Em que:

m é o número de plantas doentes na linha;

N é o número total de plantas por linha.

Para realizar o teste, os *runs* observados (R) e os esperados E(R) foram comparados. Considerando ter-se um número razoavelmente alto de plantas (4.274 plantas) procedeu-se a standardização por meio do cálculo de ZR, o qual tem distribuição normal:

$$Z_R = [R + 0,5 - E(R)] / \sigma(R)$$

A constante 0,5 é chamada de correção para continuidade e é introduzida para minimizar o efeito da natureza discreta do número de *runs*.

O valor de ZR é um número negativo se houver agregação, porque R será, nesse caso, muito menor que E(R).

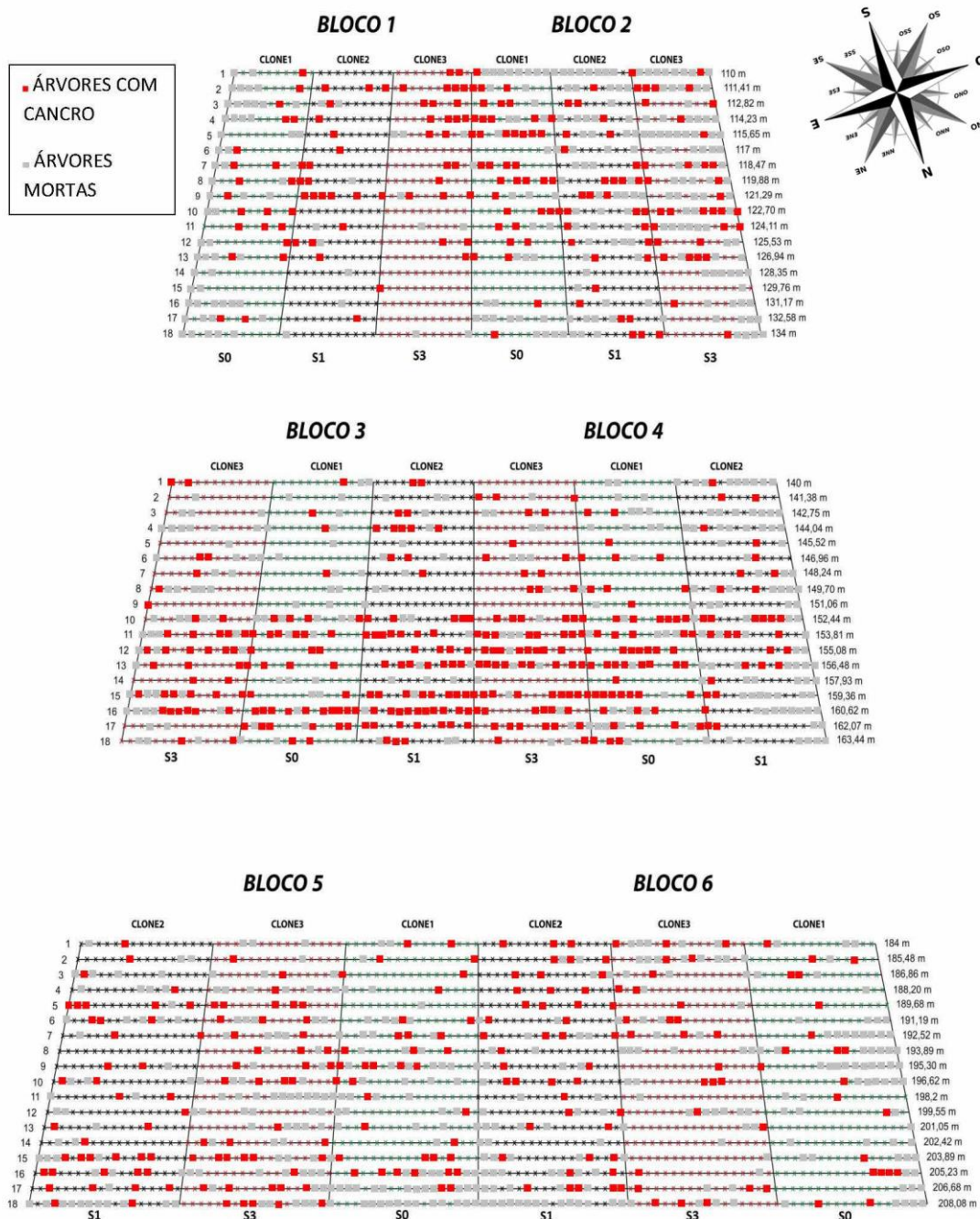
O teste é aplicado para diferenciar distribuição espacial agregada de distribuição espacial ao acaso, de modo que rejeita-se a hipótese de distribuição espacial ao acaso se $Z_R < -1,64$.

Foi verificada concentração de plantas sintomáticas aglomeradas tanto nas linhas quanto nas entrelinhas de plantio. Além disso, foi comum a aglomeração de plantas sintomáticas e assintomáticas nas linhas de plantio.

Pela análise de *ordinary runs* verificou-se maior porcentagem de linhas com plantas doentes agregadas em comparação a entrelinhas nos blocos 1 a 4 (Figura 6). Nos blocos 5 e 6 também houve maior agregação de plantas doentes na linha de plantio, porém a porcentagem foi menor se comparado com os demais blocos.

Com base nos resultados sugere-se que a dispersão da doença ocorre predominantemente no sentido da linha de plantio.

Figura 6 – Mapa representando uma avaliação de cancro em plantas de Teca, em seis blocos, para os três clones testados, em Botucatu/SP, em uma área de 18 linhas com número de plantas variável. Quadrados vermelho e cinza representam plantas sintomáticas e mortas, respectivamente.



A realização do experimento acima descrito apresenta o fungo *Neofusicoccum parvum* como novo agente causador de cancro em teca, visto que não há relatos desta espécie fúngica causando tal doença na referida espécie no Brasil ou em plantios internacionais.

Na Costa Rica, os cancos mais comuns em plantios de teca, são causados por *Nectria* spp. No Panamá, o cancro incitado por *Dothiorella* sp. é o principal problema fitossanitário, sendo encontrada uma relação entre a incidência do ataque com a qualidade do local de plantio (VARGAS, 2008).

No Estado de Mato Grosso, observaram-se algumas plantas de teca, com sintomas, contudo os casos são isolados e aparentam estar relacionados com a aplicação equivocada de desrama durante o período chuvoso e, em outros casos, com plantios que não foram desbastados, os quais consequentemente apresentam-se extremamente densos para a sua idade (CALDEIRA et al. 2014).

Os mesmos autores registram ainda que a escolha da área de plantio pode reduzir esse problema durante o ciclo da cultura. Outro aspecto importante é o monitoramento das plantações e a marcação prévia das árvores afetadas, para sua remoção nos desbastes planejados ou aplicação imediata de desbaste fitossanitário.

O estudo da resistência de plantas a doenças, seja em seus aspectos teóricos ou práticos, inclui necessariamente o efeito da resistência sobre a dinâmica da população do patógeno. A resistência vertical é efetiva apenas contra algumas raças do patógeno e não contra outras, age no sentido de reduzir a quantidade de inóculo inicial fazendo com que, o início da epidemia seja atrasado. Com a resistência horizontal, apesar de efetiva contra todas as raças, apenas diminui o tamanho das lesões produzidas pelo patógeno, aumenta o período de incubação do mesmo, diminui o número de esporos produzidos por lesão e, assim por diante (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

Os clones de *T. grandis* testados neste experimento não apresentaram resistência vertical ou horizontal aos patógenos que por ocorrência natural, se manifestaram no campo.

4.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o experimento aqui descrito, objetivando testar 3 clones de *Tectona grandis* L.f. (S0, S1 e S3) em campo, quanto a resistência dos mesmos a doenças fúngicas, conclui-se que:

- Não há resistência clonal aos fungos *Olivea tectonae* e *Neofusicoccum parvum*, causadores das doenças conhecidas como ferrugem da teca e cancro, respectivamente;

- Com 19 meses foram identificadas as primeiras pústulas de ferrugem;
- Aos 22 meses observou-se a presença do cancro em teca na área experimental.

REFERÊNCIAS

ARGUEDAS, M. Problemas fitosanitarios en Teca (*Tectona grandis* L.F) en América Central: nuevos reportes. **In:** Memoria del Seminario y grupo de discusión virtual sobre Teca. Universidad Nacional. Instituto de Investigación y servicios Forestales. Heredia, Costa Rica. 11 p. 2003.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. Vol. 1. 3ª Ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1995. 919p.

CALDEIRA, S.F.; SANTOS, A.F.; AUER, C.G. Doenças da teca. **In:** GASPAROTTO, L.; BENTES, J.L.S.; PEREIRA, J.C.R (Eds.). Doenças de espécies florestais arbóreas nativas e exóticas na Amazônia. Brasília, DF: EMBRAPA, 2014. 209p.

CARSON, S.D.; CARSON, M.J. Clonal forestry and durability of disease resistance. **In:** FRI – NZFP FORESTS LTD CLONAL FORESTRY WORKSHOP, 1989. Rotuna. Proceedings. New Zealand: Forest Research Institute FRI, 1989. P. 134-138 (FRI Bulletin, 160).

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. 532p.

CUNHA, A.R.; MARTINS, A.R. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manoel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n 1-11, 2009.

DIGGLE, P. J.; HEAGERTY, P. J.; LIANG, K.; ZEGER, S. **Analysis of longitudinal data**. New York: Oxford University Press Inc. 2002.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L.. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemistry Bulletin**, v. 19, p. 11-15, 1987.

DUPUY, B.; VERHAEGEN, D. Le teck de plantation *Tectona grandis* en Cote-d'Ivoire. **Bois et Forêts des Tropiques**, Montpellier, n. 235, P. 9 – 24. 1993.

GOH, D.; MONTEUUIS, O. Rationale for developing intensive teak clonal plantations, with special reference to Sabah. **Bois et Forêts des Tropiques**, v.28, n.3, p. 5 – 15, 2005.

GUIMARÃES, D. P. Desenvolvimento de um modelo de distribuição diamétrica de passo invariante para prognose e projeção da estrutura de povoamentos de eucalipto. Viçosa. 1994, 178p. **Tese** (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: UFPR, 1998. 162 p.

IMANÃ ENCINAS, J.; SILVA, G. F. da; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento das árvores. **Comunicações técnicas florestais**, Brasília, UFB, Departamento de Engenharia Florestal, v.7, n.1, 2005. ISSN 1517-1922. 43p.

JUNGHANS, D.T.; ALFENAS, A.C.; MAFFIA, L.A. Escala de notas para quantificação da ferrugem em *Eucalyptus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 184-188, 2003.

KAOSA-ARD, A. Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) nursery techniques, with special reference to Thailand. Denmark: Danida Forest Seed Center, Nov. 1986. 42p (Seed leaflet, 4A).

KAOSA-ARD, A.; SUANGTHO, V.; KJAER, E.D. Genetic improvement of teak (*Tectona grandis*) in Thailand. **Forest Genetic Resources** Roma, FAO n. 26, p. 21-29, 1998.

MADDEN, L.V.; LOUIE, R.; ABT., J.J.; KNOKE, J.K. Evaluation of tests for randomness of infected plants. **Phytopathology**, v.72. p.195-198, 1982.

McCULLAGH, P.; NELDER, J. A. Generalized Linear Models. 2nd edition, Chapman & Hall/CRC. 1999.

MIGUEL, E.P. Avaliação biométrica e prognose da produção de *Eucalyptus urophylla* (S.T. Blake) na região norte do estado de Goiás. 2009. 165p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná.

NERY, F.U. Otimização do crescimento e desenvolvimento de teca (*Tectona grandis* Linn f.) *in vitro*. Piracicaba, 2011. 59p. **Dissertação de Mestrado**-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2011.

PINZÓN, O. Problemas fitosanitarios en plantaciones forestales en Colombia. **In:** Seminario establecimiento y manejo de plantaciones – El Semillero. Colombia. 2007. Disponível em:
https://www.rds.org.co/aa/img_upload/aea709feb9d6e6499a219fa83c2c5451/semillero2.PDF Acesso em: 17/Fevereiro/2017.

PORTAL DBO. Clones reduzem corte final da teca para menos de 20 anos. 2016. Disponível em: <http://www.portaldbo.com.br/agro-dbo/noticias/clones-reduzem-corte-final-da-teca-para-menos-de-20-anos/17289> Acesso em: 20/Fevereiro/2017.

REMADE – REVISTA DA MADEIRA. Melhoramento genético e Clonagem da Teca. 2009. Edição nº. 118. Disponível em:
http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1367&subject=E%20mais&title=Melhoramento%20Gen%20etico%20e%20Clonagem%20da%20Teca
 Acesso em: 10/Fevereiro/2017.

ROCHA, H.F.; LEONARDO, F.V.S.; OLIVEIRA, A.C. Plantios comerciais de *Tectona grandis* L.f. no Brasil. **Multitemas**, Campo Grande, MS, n. 48, p. 9-28, jul./dez. 2015.

SANTOS, M. R. Resistência genética à ferrugem em *Eucalyptus pellitae*, *E. urophylla* x *E. grandis*. 2011. 47p. **Dissertação** (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, University Edition
http://www.sas.com/en_us/software/university-edition.html)

SILVA, D.E.M.; AZEVEDO, L.A.S.; POLTRONIERI, T.P.S. Avaliação da resistência de espécies de eucalipto à ferrugem (*Puccinia psidii* Winter). **Summa Phytopathologica**. vol.40 nº1, Botucatu. Jan./Mar. 2014.

SILVA, F.R. Crescimento e produção de *Tectona grandis* L.f em um plantio no município de Alta Floresta – MT. Cuiabá. 2012. 94p. **Dissertação** (Mestrado)-Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

SHIMIZU, J.Y. Melhoramento de espécies florestais na Embrapa. **In:** WORKSHOP SOBRE MELHORAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS E PALMÁCEAS NO BRASIL, 2001. Curitiba (Anais). Colombo: Embrapa Florestas, 2001. P. 75-84 (Embrapa Florestas. Documentos, 62).

VALE, F.X. R.; JESUS JÚNIOR, W.C.; LIBERATO, J.R.; SOUZA, C.A. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. **In:** VALE, F.X. R.; JESUS JÚNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004. 531p.

VARGAS, C.B. Relación entre la incidencia de la roya *Olivea tectonae*, el cancro *Dothiorella* sp. Y el defoliador *Rhabdopterus* sp. en plantaciones de *Tectona grandis* L.f. y el índice de calidad de sitio en Panamá. **Kuru, Revista Forestal**, Cartago, v.5, n.13, p.1-6, 2008.

WALKER, J. C. Progress and Problems in controlling plant disease by host resistance. **In:** HOLTON, C.S.; FISCHER, G.W.; R.W. FULTON, H. HART, S.E.A.McCALLAN. Plant Pathology, Problems and Progress 1908-1958, pp. 32-41. Univ. of Wisconsin Press. 1959.

WESTFALL, P.H.; TOBIAS, R.D., ROM, D.; WOLFINGER, R.D.; HOCHBERG, Y. Multiple Comparisons and Multiple Tests Using the SAS System, Cary, NC:SAS Institute Inc. 1999.

WHITE, T.J.; BRUNS, T.; LEE, S.; TAYLOR, J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ (Eds) PCR Protocols. **A Guide to Methods and Applications**, Academic Press, San Diego, p. 315-322, 1990.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor florestal brasileiro tem-se mostrado efetivo no cumprimento de legislações que determinam a reposição florestal em áreas degradadas. Tal obrigatoriedade aliada à demanda nacional e internacional por madeira de qualidade tem feito com que novas áreas sejam reflorestadas com espécies exóticas, de rápido crescimento.

Com isso, a teca (*Tectona grandis* L.f.) desponta como alternativa a outras espécies e, vem sendo introduzida de forma crescente no Brasil. Porém, com grandes extensões de plantio e povoamentos homogêneos de ciclo longo, problemas abióticos e bióticos já são reconhecidos.

Partindo desta premissa, o melhoramento genético e a clonagem de *T. grandis* mostram-se necessários como alternativa para minimizar problemas fitossanitários, garantindo a produtividade da cultura.

A presente pesquisa objetivou testar 3 clones de teca, quanto à resistência a fungos patogênicos. Tais clones apresentaram resistência horizontal as doenças fúngicas testadas, em ambiente controlado e, em campo. Considera-se que testes de patogenicidade em outros materiais genéticos e regiões climáticas, devam ser realizados.

REFERÊNCIAS

- ARGUEDAS, M. La roya de la teca *Olivea tectonae* (Rac.): consideraciones sobre su presencia en Panamá y Costa Rica. **Kurú: Revista Forestal**, Costa Rica, v. 1, n.1, p.1-16, 2004.
- DRESCHER, R. Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn F., em povoamentos jovens de duas regiões do estado de Mato Grosso – Brasil. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Tese de Doutorado. 133p. 2004.
- FIRMINO, A.C.; BUENO, C.J.; ROSA, D.D.; FURTADO, E.L. *Ceratocystis fimbriata* causando murcha em *Tectona grandis* no Mato Grosso – Brasil. In: Anais. XXXIII Congresso Paulista de Fitopatologia, **Summa Phytopathologica** Suplemento, Botucatu, n. 36, Resumo 083, Fev., 2010.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Teak resources and market assessment 2010 (*Tectona grandis* Linn. F.) 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/015/an537e/an537e00.pdf>> Acesso em: 14/Julho/2016.
- IMEA – INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. Diagnóstico de Florestas Plantadas do Mato Grosso. Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (FAMATO). Cuiabá: 2013. 106p.
- IUFRO - International Union of Forest Research Organizations. **The Global Teak Study. Analysis, Evaluation and Future Potential of Teak Resources**. Walter Kollert, Michael Kleine (eds.). IUFRO World Series Volume 36. Vienna. 108 p. 2017.
- KRISHNAPILLAY B. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. **Unasylla**, v.51, p. 14-21, 2000.
- LUNZ, A. M.; PERES FILHO, O; JOSÉ CARDOSO, J. E. F.; SILVA, J. L. S. Monitoramento de *Sinoxylon conigerum* (Gerstäcker, 1885) (Coleoptera: Bostrichidae) em madeira de teca (*Tectona grandis* L.f.) no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 7 p. (Comunicado Técnico, 224).
- MACEDO, R. L. G.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R. Considerações preliminares sobre o estabelecimento da *Tectona Grandis* L.f. (TECA), introduzida na região noroeste do Estado de Minas Gerais. In: Simpósio Internacional sobre Ecossistemas Florestais, 5., 1999, Curitiba. **Anais...** Rio de Janeiro: Biosfera, 1999. 4 p.
- MONTIEL, J.S.T.M. Diagnóstico fitosanitario en plantaciones forestales comerciales en las Choapas, Veracruz y Huimanguillo, Tabasco. Comisión Nacional Forestal Gerencia Nacional de Sanidad y Universidad Autonoma, Chapingo, 2008.
- SCHUHLLI, G.S.; PALUDZYSZYN FILHO, E. O cenário da silvicultura de teca e perspectivas para o melhoramento genético. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 63, p. 217-230, ago./out. 2010.