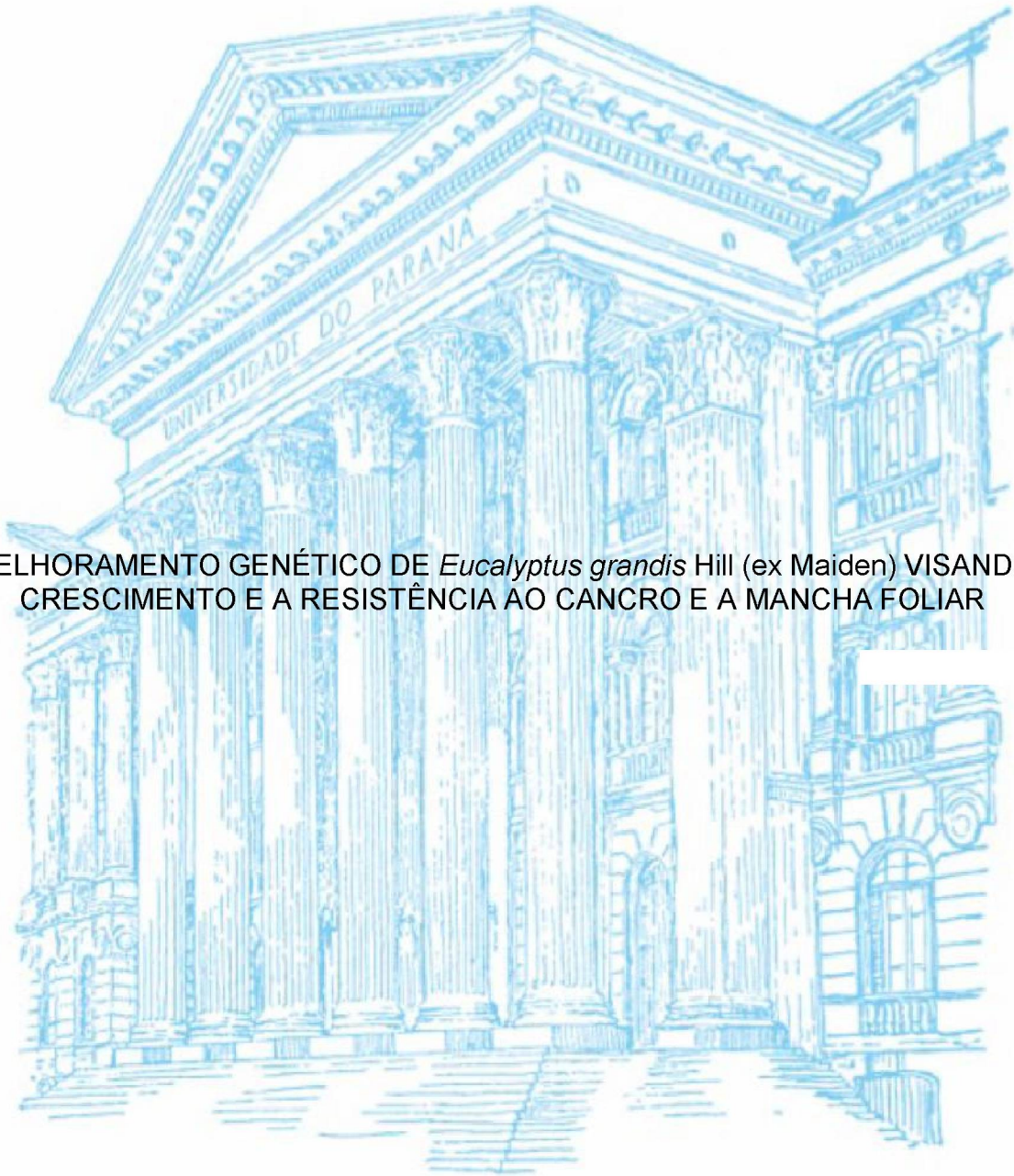


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDO HENRIQUE REZENDE

MELHORAMENTO GENÉTICO DE *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) VISANDO
CRESCIMENTO E A RESISTÊNCIA AO CANCRO E A MANCHA FOLIAR



CURITIBA
2018

EDUARDO HENRIQUE REZENDE

MELHORAMENTO GENÉTICO DE *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) VISANDO
CRESCIMENTO E A RESISTÊNCIA AO CANCRO E A MANCHA FOLIAR

Tese apresentada como requisito para a
obtenção do título de Doutor em
Engenharia Florestal, no Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Florestal,
Setor de Ciências Agrárias, Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Celso Garcia Auer
Coorientador: Dr. Antonio Rioyei Higa
Coorientadora: Dra. Luciana Duque Silva
Coorientador: Dr. Álvaro Figueredo dos
Santos

CURITIBA
2018

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Rezende, Eduardo Henrique

Melhoramento genético de *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maden) visando crescimento e a resistência ao cancro e a mancha foliar / Eduardo Henrique Rezende. – Curitiba, 2018.

128 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Celso Garcia Auer

Coorientadores: Prof. Dr. Antonio Rioyei Higa

Profa. Dra. Luciana Duque Silva

Prof. Dr. Álvaro Figueredo dos Santos

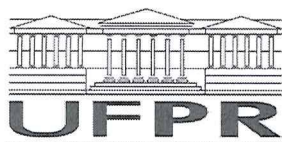
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 09/03/2018.
Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Seleção de plantas – Melhoramento genético. 2. *Eucalyptus grandis* – Melhoramento genético. 3. Teses. I. Auer, Celso Garcia. II. Higa, Antonio Rioyei. III. Silva, Luciana Duque. IV. Santos, Álvaro Figueredo dos. V. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. VI. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.232.1

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **EDUARDO HENRIQUE REZENDE** intitulada: **Melhoramento genético de *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) visando crescimento e a resistência ao cancro e a mancha foliar**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 09 de Março de 2018.

CELSO GARCIA AUER
Presidente da Banca Examinadora

RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA
Avaliador Externo

LUCIMERIS RUARO
Avaliador Externo

ANTONIO RIOVEI HIGA
Avaliador Interno

LUCIENE MARTINS MOREIRA
Avaliador Externo



DEDICO

**Aos meus pais Celso Rezende e
Helena Lúcia que sempre estiveram
ao meu lado nessa caminhada, meus
exemplos de vida.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, farol da minha vida, pela sabedoria fornecida e pelas oportunidades concedidas durante toda a minha caminhada.

Aos meus pais, Celso e Lucia, meu alicerce, por terem me ensinado os valores que tenho e não terem medido esforços para que eu completasse esta etapa de minha formação acadêmica. Aos meus irmãos Ester e Edilson pelo apoio em todas as horas. Minha família a gratidão e amor que tenho por vocês são infinitos.

À minha companheira e esposa Tallyssa, um presente de Deus que esta jornada acadêmica me trouxe, sempre ao meu lado em todos os momentos, apoiado e incentivando. Ao meu sogro Otalico, sogra Salete, e cunhados Pedro e Taylla pelo apoio e companheirismo nesta etapa.

Ao meu orientador, Professor Dr. Celso Auer, acima de tudo pela amizade, ensinamentos, orientações e confiança em mim depositada. Aos prof. Dr. Antonio Rioyei Higa, Dra. Luciana Duque Silva e Dr. Álvaro Figueredo dos Santos, meus coorientadores, pelo apoio, conhecimento, e experiência fornecidos para a realização desse trabalho. Ao meu orientador de Mestrado Nilton José de Sousa pelo apoio na fase inicial do meu doutorado, pelos ensinamentos que tem me dado até agora, e pela amizade que hoje temos.

A todos das equipes das estações experimentais da ESALQ/USP de Anhembi-SP e Itatinga-SP, por permitirem minha participação neste projeto além de cederem a área de estudo e apoio logístico a este trabalho, especial ao funcionários Rildo, Elaine e João Carlos, e em especial a minha Coorientadora Dra. Luciana Duque Silva pela confiança na minha participação neste projeto.

Aos amigos da pós-graduação que, direta ou indiretamente, me auxiliaram nas diversas etapas do doutorado, sem os quais certamente não teria sido possível tamanha empreitada: Thiago, Tatima, Luiz, Izabele, Thiare, Izabela e Vanessa. E a todos os amigos que fiz durante este período de pós-graduação.

A equipe do laboratório de Patologia Florestal da Universidade Federal de Lavras, representado pela professora Maria Alves Ferreira, pelo auxílio na confirmação da identificação dos fungos. A equipe do Laboratório de Patologia Florestal da Embrapa Florestas, aos funcionários Davi e Caroline pelo apoio técnico nas atividades de laboratório deste trabalho e pela paciência e gentileza.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFPR em especial a equipe da secretaria representada por Reinaldo Mendes de Souza e David Teixeira de Araújo, pelo apoio e amizade e aos professores do programa pelos conhecimentos transmitidos. A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A minha linda terra amada Goiandira, no estado de Goiás, cidade onde nasci e cresci, mas que vivi longe durante toda esta etapa, cidade que tenho e terei muito orgulho de representar por todos os lugares.

O SENHOR É MEU PASTOR NADA ME FALTARÁ

RESUMO

A seleção simultânea para várias características no melhoramento florestal surge como uma alternativa para redução no tempo utilizado para se obter ganhos genéticos para diferentes variáveis de interesse, em um mesmo ciclo de seleção. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma estratégia de melhoramento visando à seleção de materiais superiores com bom crescimento e resistentes ao cancro e a mancha foliar, em um teste de progênies de *Eucalyptus grandis*, instalado nos municípios de Anhembi e Itatinga, ambos no estado de São Paulo. Foram testadas 176 progênies, e três testemunhas: um lote de sementes comerciais de *E. grandis* de Itatinga e outro de Anhembi, e um Clone comercial de *Eucalyptus urophylla*. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, com uma planta por parcela, com 30 repetições em Itatinga e 28 repetições em Anhembi. Para a variável relacionada ao crescimento foi utilizado o DAP medido aos 22 meses de idade do plantio. As doenças foram avaliadas com base em avaliações de incidência e severidade. Foram realizadas três avaliações das doenças, aos 12, 24 e 29 meses de idade em Anhembi e aos 15, 27 e 32 meses de idade em Itatinga. A variável resistência ao cancro foi avaliada nas três avaliações, a resistência a mancha foliar somente nas duas primeiras e a sobrevivência apenas na última avaliação, em cada local. Foram estimados os parâmetros genéticos, correlações e interação genótipo ambiente das progênies de *E. grandis*, para todas as características avaliadas, utilizando o software SELEGEN REML/BLUP®. Com base nos resultados das estimativas genéticas foi testada a seleção das 60 melhores famílias utilizando diferentes métodos de seleção: Seleção direta para DAP, cancro e mancha foliar; Índices de seleção: Smith e Hazel, Mulamba ranking, Multiplicativo; e Seleção em níveis independentes. Os ganhos obtidos pelas progênies foram comparados utilizando a performance relativa em relação as testemunhas do teste de progênies. As progênies de apresentaram incidência e severidade de cancro e a mancha foliar semelhantes às testemunhas. Os locais não influenciam na incidência e severidade média de cancro e da mancha foliar. Os valores de herdabilidade média de progênies e individual foram baixos em Anhembi demonstrando baixa variabilidade genética entre e dentro de progênies no teste. O teste de Qui-quadrado confirmou que não houve diferenças significativas para o efeito das progênies em Anhembi.

Em Itatinga foram obtidos valores de herdabilidades média de progênies e individual de moderados a altos, permitindo bons ganhos com a seleção. Os valores de correlação genética e de herdabilidade obtidos nas diferentes idades de avaliação do cancro e da mancha foliar indicam que a seleção pode ser feita com dados coletados aos 27 meses e aos 15 meses respectivamente. Os valores de correlação genética também indicam que a seleção indireta para sobrevivência pode ser feita utilizando a seleção para cancro. A seleção deve ser realizada no teste plantado em Itatinga em nível de progênies. O índice de seleção de Smith e Hazel utilizando pesos iguais para todas as variáveis foi definido como o mais adequado para a seleção das 60 melhores famílias no teste de progênies em Itatinga. Este índice proporcionou ganhos genéticos superiores às médias obtidas no teste pelas testemunhas para todas as variáveis.

Palavras-chaves: Seleção, índices de seleção, doenças, ganhos simultâneos.

ABSTRACT

Simultaneous multiple trait selection for improvement in forest management comes as an alternative to reduce the time used to obtain genetic gains for the many variables wanted in the same selection cycle. This paper aimed to elaborate an improvement strategy intending to select better progenies, presenting high growth and resistance against canker and leaf spot disease, in a test of *Eucalyptus grandis* progenies, carried out in the cities of Anhembi and Itatinga, both in the state of Sao Paulo. 176 progenies were tested together with three control treatments: a batch of commercial seeds of *E. grandis* from Itatinga and another one from Anhembi and a commercial Clone of *Eucalyptus urophylla*. A randomized blocks design was used; one plant per plot, with 30 blocks in Itatinga and 28 in Anhembi. To evaluate growth, DBH (diameter at breast height) was chosen and measured at the age of 22 months. Diseases were evaluated based on occurrence and severity. There were three diseases' assessments, at the age of 12, 24 and 29 months in Anhembi and at 15, 27 and 32 months in Itatinga. Canker resistance was assayed in all three assessments, leaf spot disease only in the first two and survival only on the last assessment, in each area. Genetic parameters, correlation and genotype-environment interaction of *E. grandis* progenies were estimated, for all traits assessed using the software SELEGEN REML/BLUP®. Based on the results of genetic calculation, the best 60 families were tested using different selection methods: Direct selection for DBH, canker and leaf spot disease; Selection indexes: Smith's and Hazel's, Mulamba ranking, Multiplicative; and independent levels. Gains obtained by progenies were compared using relative performance related to the control treatment in the progenies test. Progenies presented occurrence and severity of canker and leaf spot disease similarly to control treatments. Areas do not influence on occurrence and severity of canker and leaf spot disease. Average individual and progenies heritability values were low in Anhembi, showing low genetic variability among and inside progenies in the test. Chi-square test confirmed that there were no significant differences for the progenies effect in Anhembi. In Itatinga, average individual and progenies heritability values showed to be moderate to high, allowing good gains with selection. Genetic correlation and heritability values measured at different ages of canker and leaf spot disease indicate that selection could be done with data collected at 27 and 15 months, respectively. Genetic correlation values also indicate that

indirect selection for survival could be carried out using selection for canker. Selection should be done on the test planted in Itatinga at the level of progenies. Smith's and Hazel's selection index which uses the same weight for all variables was defined as the most suitable for the selection of the 60 best families in the Itatinga's test. This index provided genetic gains higher than the average of those obtained by the control treatment in all variables.

Key-words: Selection, selection indexes, diseases, simultaneous gains.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1.1 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO TESTE DE PROGÊNIES, INSTALADO EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP..... | 42 |
| TABELA 1.2 - INCIDÊNCIA (%) DE MANCHA FOLIAR CAUSADA POR <i>Cylindrocladium</i> SP. / <i>Kirramyces epicoccoides</i> EM PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> , EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP..... | 49 |
| TABELA 1.3 - SEVERIDADE MÉDIA DE MANCHA FOLIAR CAUSADA POR <i>Cylindrocladium</i> sp./ <i>Kirramyces epicoccoides</i> EM PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> , E DAS TRÊS TESTEMUNHAS, EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP, E A AMPLITUDE DE VARIAÇÃO NOS VALORES.....; | 49 |
| TABELA 1.4 - POSIÇÃO RELATIVA DAS TRÊS TESTEMUNHAS: CLONE I 144, SEMENTES DE <i>Eucalyptus grandis</i> /ANHEMBI E SEMENTES DE <i>Eucalyptus grandis</i> /ITATINGA, EM RELAÇÃO À CLASSIFICAÇÃO BASEADA NA SEVERIDADE MÉDIA DE MANCHA FOLIAR..... | 50 |
| TABELA 1.5 - INCIDÊNCIA (%) DE CANCRO CAUSADO POR <i>Cryosporthe cubensis</i> / <i>Botryosphaeria</i> SP. EM PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP..... | 51 |
| TABELA 1.6 - SEVERIDADE MÉDIA DE CANCRO CAUSADO POR <i>Chryosporthe cubensis</i> / <i>Botryosphaeria</i> sp. EM PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP. E A AMPLITUDE DE VARIAÇÃO NOS VALORES..... | 54 |
| TABELA 1.7 POSIÇÃO RELATIVA DAS TRÊS TESTEMUNHAS: CLONE I 144, SEMENTES DE <i>Eucalyptus grandis</i> /ANHEMBI E SEMENTES DE <i>Eucalyptus grandis</i> /ITATINGA, EM RELAÇÃO À CLASSIFICAÇÃO BASEADA NA SEVERIDADE MÉDIA DE CANCRO..... | 55 |
| TABELA 2.1 - RELAÇÃO DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS NO TESTE DE PROGÊNIES, INSTALADO EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP..... | 63 |
| TABELA 2.2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA, ALTITUDE, TEMPERATURAS, PRECIPITAÇÃO E UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DOS LOCAIS DE INSTALAÇÃO DO TESTE | |

| | | |
|--------------|--|----|
| | DE PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> | 64 |
| TABELA 2.3 - | CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE HERDABILIDADES..... | 67 |
| TABELA 2.4 - | CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE CORRELAÇÃO GENÉTICA..... | 68 |
| TABELA 2.5 - | PARÂMETROS GENÉTICOS PARA AS VARIÁVEIS: RESISTÊNCIA AO CANCRO, MANCHA FOLIAR, E SOBREVIVÊNCIA DAS PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> , E SUAS IDADES DE AVALIAÇÃO, NO MUNICÍPIO DE ANHEMBI-SP..... | 70 |
| TABELA 2.6 - | TESTE DA RAZÃO DA MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA PARA AS VARIÁVEIS: RESISTÊNCIA AO CANCRO, MANCHA FOLIAR E SOBREVIVÊNCIA EM ANHEMBI..... | 71 |
| TABELA 2.7 - | PARÂMETROS GENÉTICOS PARA AS VARIÁVEIS: RESISTÊNCIA AO CANCRO, MANCHA FOLIAR, E SOBREVIVÊNCIA DAS PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> , E SUAS IDADES DE AVALIAÇÃO, NO MUNICÍPIO DE ITATINGA-SP..... | 73 |
| TABELA 2.8 - | TESTE DA RAZÃO DA MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA PARA AS VARIÁVEIS: RESISTÊNCIA AO CANCRO, MANCHA FOLIAR E SOBREVIVÊNCIA EM ITATINGA..... | 74 |
| TABELA 2.9 - | CORRELAÇÕES GENÉTICAS EM NÍVEL DE PLANTAS INDIVIDUAIS DE PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> ENTRE AS VARIÁVEIS: CANCRO, MANCHA FOLIAR, SOBREVIVÊNCIA E DAP, E SUAS IDADES DE AVALIAÇÃO EM ANHEMBI-SP..... | 75 |
| TABELA 2.10 | CORRELAÇÕES GENÉTICAS EM NÍVEL DE PLANTAS INDIVIDUAIS DE - PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> ENTRE AS VARIÁVEIS: CANCRO, MANCHA FOLIAR, SOBREVIVÊNCIA E DAP E SUAS IDADES DE AVALIAÇÃO, EM ITATINGA-SP..... | 75 |
| TABELA 2.11 | PARÂMETROS GENÉTICOS DA INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE PARA AS - VARIÁVEIS: CANCRO, MANCHA FOLIAR E SOBREVIVÊNCIA, DO TESTE DE PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP..... | 80 |
| TABELA 3.1 - | HERDABILIDADES MÉDIAS DE PROGÊNIES, DESVIOS PADRÕES | |

| | | |
|--------------|---|----|
| | FENOTÍPICOS ESTIMADOS, E OS PESOS ECONÔMICOS PARA O VETOR DE PESOS ECONÔMICOS (W) DA FÓRMULA DO ÍNDICE DE SMITH (1993) E HAZEL (1943)..... | 93 |
| TABELA 3.2 - | GANHOS GENÉTICOS NA SELEÇÃO DE 60 FAMÍLIAS DE <i>E. grandis</i> NO TESTE DE PROGÊNIES EM ITATINGA-SP, DE ACORDO COM OS DIFERENTES MÉTODOS DE SELEÇÃO..... | 93 |
| TABELA 3.3 - | MÉDIAS DAS TESTEMUNHAS DO TESTE DE PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> EM ITATINGA-SP, PARA AS VARIÁVEIS: DAP 22 MESES, CANCRO 27 MESES E MANCHA FOLIAR..... | 15 |
| | MESES..... | 95 |
| TABELA 3.4 - | PERFORMANCE RELATIVA DAS 60 FAMÍLIAS DE <i>Eucalyptus grandis</i> SELECIONADAS EM RELAÇÃO AS TESTEMUNHAS DE ACORDO COM CADA MÉTODO DE SELEÇÃO, NO TESTE DE PROGÊNIES DE ITATINGA-SP..... | 96 |
| TABELA 3.5 - | CLASSIFICAÇÃO DAS 60 MELHORES FAMÍLIAS DE <i>Eucalyptus grandis</i> DO TESTE DE PROGÊNIES DE ITATINGA-SP, DE ACORDO COM CADA MÉTODO DE SELEÇÃO PARA AS VARIÁVEIS: DAP, RESISTÊNCIA AO CANCRO E A MANCHA FOLIAR..... | 97 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|--------------|--|----|
| FIGURA 1.1 - | MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS DOIS LOCAIS DO EXPERIMENTO: (A) ANHEMBI; (B) ITATINGA..... | 40 |
| FIGURA 1.2 - | CLIMATOGRAMA DA TEMPERATURA MÉDIA, MÍNIMA, MÁXIMA E PRECIPITAÇÃO, NOS MESES DE MAIO/2014 À JULHO/2016. (A): ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ANHEMBI-SP, (22° 40' 00" S 48° 10' 00" W, ALTITUDE DE 455 m). (B): ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ITATINGA-SP, (23° 10' 00" S 48° 40' 00"W, ALTITUDE DE 850 m)..... | 40 |
| FIGURA 1.3 - | LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE ORIGEM NA AUSTRÁLIA DOS TRATAMENTOS: (A) ATHERTON (17° 16' 07" S, 145° 28' 30" E); (B) COFF'S HARBOUR (30° 17' 46" S, 153° 06' 48" E)..... | 42 |
| FIGURA 1.4 - | ESCALA DE AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE MANCHAS FOLIARES EM EUCALIPTO..... | 43 |
| FIGURA 1.5 - | ESCALA DE AVALIAÇÃO DE SEVERIDADE DO CANCRO EM EUCALIPTO..... | 43 |
| FIGURA 1.6 - | MAPAS DE ESPACIALIZAÇÃO DAS PLANTAS COM SINTOMAS DE MANCHA FOLIAR, EM ANHEMBI. (A) AVALIAÇÃO AOS 12 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 24 MESES..... | 46 |
| FIGURA 1.7 - | MAPAS DE ESPACIALIZAÇÃO DAS PLANTAS COM SINTOMAS DE MANCHA FOLIAR, EM ITATINGA. (A) AVALIAÇÃO AOS 15 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 27 MESES..... | 47 |
| FIGURA 1.8 - | MAPAS DE ESPACIALIZAÇÃO DAS PLANTAS COM SINTOMAS DE CANCRO, EM ANHEMBI-SP. (A) AVALIAÇÃO AOS 12 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 24 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 29 MESES. | 52 |
| FIGURA 1.9 - | MAPAS DE ESPACIALIZAÇÃO DAS PLANTAS COM SINTOMAS DE CANCRO, EM ITATINGA-SP. (A) AVALIAÇÃO AOS 15 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 27 MESES. (B) AVALIAÇÃO AOS 32 MESES. | 53 |
| FIGURA 2.1 - | MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS DOIS LOCAIS DO EXPERIMENTO: (A) | |

| | | |
|--------------|--|-----|
| | ANHEMBI-SP; (B) ITATINGA-SP. | 63 |
| FIGURA 2.2 - | ESCALA DE AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE MANCHAS FOLIARES EM EUCALIPTO. | 65 |
| FIGURA 2.3 - | ESCALA DE AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE DANOS CAUSADOS POR CANCRO EM EUCALIPTO..... | 66 |
| FIGURA 3.1 - | CROQUI DO NOVO TESTE DE PROGÊNIES DE <i>Eucalyptus grandis</i> QUE SERÁ INSTALADO EM ITATINGA-SP..... | 102 |
| FIGURA 3.2 - | FLUXOGRAMA DA ESTRATÉGIA DE MELHORAMENTO NO TESTE DE PROGÊNIES DE <i>E.grandis</i> DE ITATINGA-SP..... | 103 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 20 |
| 1.1 HIPÓTESES..... | 22 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 22 |
| 1.2.1 OBJETIVO GERAL..... | 22 |
| 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 22 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 22 |
| 2.1 PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO DESTINADAS A PRODUÇÃO DE MADEIRA..... | 22 |
| 2.2 <i>Eucalyptus grandis</i> | 23 |
| 2.3 CANCRO DO EUCALIPTO..... | 24 |
| 2.4 MANCHA FOLIAR..... | 25 |
| 2.5 QUANTIFICAÇÃO DE DOENÇAS..... | 26 |
| 2.6 TESTE DE PROGÊNIES..... | 27 |
| 2.7 PARÂMETROS GENÉTICOS..... | 28 |
| 2.8 CORRELAÇÃO GENÉTICA..... | 29 |
| 2.10 TAMANHO EFETIVO POPULACIONAL..... | 30 |
| 2.11 ANÁLISE DE DADOS VIA REML/BLUP..... | 30 |
| 2.12 SELEÇÃO..... | 31 |
| 2.13 GANHO GENÉTICO..... | 32 |
| REFERÊNCIAS..... | 33 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 37 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 39 |
| 2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DO TESTE DE PROGÊNIES..... | 39 |
| 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MATERIAL GENÉTICO..... | 41 |
| 2.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS..... | 42 |
| 2.4 ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS..... | 44 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 45 |
| 3.1 INCIDÊNCIA, SEVERIDADE E RESISTÊNCIA A MANCHA FOLIAR..... | 45 |
| 3.2 INCIDÊNCIA, SEVERIDADE E RESISTÊNCIA AO CANCRO..... | 50 |
| 4 CONCLUSÕES..... | 56 |
| REFERÊNCIAS..... | 56 |
| ABSTRACT | 60 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 61 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 62 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1 MATERIAL GENÉTICO..... | 63 |
| 2.2 LOCAL E ÉPOCA DE INSTALAÇÃO DO TESTE DE PROGÊNIES | 63 |
| 2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DO TESTE DE PROGÊNIES | 64 |
| 2.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS..... | 64 |
| 2.5 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS GENÉTICOS PARA RESISTÊNCIA | 66 |
| 2.6 CORRELAÇÕES GENÉTICAS | 67 |
| 2.7 INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE..... | 68 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 68 |
| 3.1 ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DA RESISTÊNCIA AO CANCRO E MANCHA FOLIAR, E SOBREVIVÊNCIA | 68 |
| 3.1.1 Teste de Progênies de Anhembi..... | 68 |
| 3.1.2 Teste de Progênies de Itatinga..... | 72 |
| 3.2 CORRELAÇÕES GENÉTICAS | 74 |
| 3.2.1 Teste de Progênies de Anhembi..... | 74 |
| 3.2.2 Teste de Progênies de Itatinga..... | 74 |
| 3.3 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE | 78 |
| 4 CONCLUSÕES | 81 |
| REFERÊNCIAS..... | 81 |
| CAPÍTULO 3 - SELEÇÃO SIMULTÂNEA PARA CARACTERÍSTICAS NÃO CORRELACIONADAS EM PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE <i>Eucalyptus grandis</i> | 84 |
| 1 INTRODUÇÃO | 85 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 87 |
| 2.1 MATERIAL GENÉTICO..... | 87 |
| 2.2 ÍNDICES DE SELEÇÃO | 87 |
| 2.2.1 Índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) | 87 |
| 2.2.2 Índice de seleção Mulamba Ranking..... | 88 |
| 2.2.3 Índice de seleção Multiplicativo | 88 |
| 2.3 SELEÇÃO USANDO NÍVEIS INDEPENDENTES | 89 |
| 2.4 SELEÇÃO DIRETA | 89 |
| 2.5 PERFORMANCE RELATIVA EM RELAÇÃO AS TESTEMUNHAS | 89 |
| 2.6 ESTRATÉGIA DE MELHORAMENTO | 90 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 92 |

| | |
|---|-----|
| 3.1 ESTIMATIVAS DE GANHOS GENÉTICOS | 92 |
| 4 CONCLUSÕES | 99 |
| REFERÊNCIAS | 100 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 102 |
| REFERÊNCIAS GERAIS | 105 |
| ANEXOS | 112 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

As florestas de eucaliptos do Brasil estão entre as mais produtivas do mundo. Esta alta produtividade, juntamente com uma demanda crescente por madeira, motiva a expansão dos plantios de eucaliptos no País (IBA, 2017). O eucalipto é a espécie florestal mais plantada, com cerca de 5,7 milhões de ha, destacando-se *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e seus híbridos. Esta espécie é constantemente utilizada em programas de melhoramento, em função das características de rápido crescimento e qualidade da madeira (FONSECA, 2010; IBA, 2017).

Porém, mesmo com uma grande área plantada e com alta produtividade, existe uma série de fatores adversos associados ao cultivo intensivo de eucalipto, que podem afetar e diminuir a sua produtividade, com destaque especial para as doenças. Dentre as principais doenças estão o cancro do eucalipto e as manchas foliares (ALFENAS et al., 2009; AUER et al., 2016).

O controle do cancro e mancha foliar nos plantios de eucalipto no Brasil, é realizado com o uso de espécies/progênieis resistentes. O cancro já foi a principal doença na década de 1970, incentivando diversos programas de melhoramento, que impulsionaram a silvicultura brasileira. O clone conhecido como urograndis, por exemplo, foi desenvolvido para a resistência ao cancro a partir da hibridação entre *E. grandis* com *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. No caso da mancha foliar, não existem sérios problemas registrados no país, principalmente ligados a mortalidade de plantas, entretanto a doença provoca perdas na produtividade.

Com os plantios de eucalipto sendo realizados principalmente com o uso de clones de alta produtividade, a busca por novos materiais genéticos que tenham boa produtividade, e se adaptem a diferentes condições, como a ocorrência de doenças, deve ser sempre visada, para aumentar a variabilidade genética dos plantios, e minimizar os efeitos de restrição da base genética gerada com plantios de um pequeno grupo de clones por todo o país.

O melhoramento visando a resistência a doenças deve sempre considerar a relação clima, patógeno e hospedeiro. Em um cenário atual de mudanças climáticas, os fatores que são relacionados às doenças são diretamente afetados, acarretando em um risco maior aos plantios, com alterações na resistência de plantas a doenças.

Com as modificações nos padrões climáticos, principalmente de precipitação e temperatura, várias modificações nas relações das doenças podem ocorrer, tais como: patógenos anteriormente não problemáticos poderem vir a se tornar no futuro; a quebra da resistência pelos patógenos e se causarem sérios problemas; novos patógenos podem ser introduzidos; estresse das plantas que podem torná-las mais suscetíveis aos mesmos patógenos.

Por isso, a busca por materiais genéticos de eucalipto com boa produtividade e que se adaptem a diferentes condições climáticas e aos fatores adversos que podem ocorrer ao longo do ciclo da cultura é crescente. Diferentes estratégias de seleção de materiais genéticos que tenham bom desempenho para várias características em um menor intervalo de tempo são cada vez mais exigidas.

Em um programa de melhoramento é muito importante o emprego de testes específicos, como o teste de progênies, e a correta estimativa dos parâmetros genéticos. Os parâmetros mais utilizados no melhoramento florestal são a variabilidade e a herdabilidade. A herdabilidade expressa a proporção da variância fenotípica que tem origem genética, indicando o nível de dificuldade para o melhoramento de determinadas características. Com esses parâmetros é possível verificar se a variabilidade existente na população é de origem genética e se pode ser suficiente para possibilitar a seleção e o ganho genético (PIRES et al., 2011).

Os parâmetros genéticos podem ser estimados utilizando a metodologia REML/BLUP; procedimento que permite prever os valores genéticos mesmo em experimentos desbalanceados. A máxima verossimilhança restrita (REML) permite a verificação mais acurada de efeitos de tratamentos quando existem dados perdidos nos experimentos. O BLUP é o procedimento que maximiza a acurácia seletiva e permite inferir sobre os efeitos genéticos de tratamentos (RESENDE, 2015).

Aliado a uma boa estimativa de parâmetros, o método de seleção escolhido é muito importante, principalmente quando mais de uma característica é selecionada por ciclo. Neste tipo de seleção é necessário que o ganho genético seja otimizado entre as diferentes variáveis, utilizando métodos de seleção que ponderem a importância de todas as características.

Um projeto de melhoramento em andamento, no qual este estudo está inserido, foi instalado em áreas da ESALQ/USP com a estratégia de utilização de sementes remanescentes de famílias de *E. grandis* com melhor desempenho, para

implantar novos testes, com outros delineamentos, para possibilitar novas etapas de seleção e também a recombinação, aumentando a qualidade do material.

1.1 HIPÓTESES

- Se no teste de progênies de *Eucalyptus grandis* instalado em Anhembi e Itatinga existe variabilidade genética em relação a crescimento e a resistência a doenças, então é possível usar um índice combinado para a seleção neste teste, de maneira que proporcione maiores ganhos genéticos para todas as características.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar a presença de variabilidade genética e definir a melhor estratégia de seleção para o teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus grandis*, visando crescimento e a resistência ao cancro e à mancha foliar.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a distribuição, a incidência e a severidade do cancro e mancha foliar em um teste de progênies de *Eucalyptus grandis*.
- Verificar se existe variabilidade genética para resistência ao cancro e à mancha foliar com o potencial para uso das progênies em um programa de melhoramento genético.
- Escolher qual o melhor método para a seleção simultânea para crescimento, resistência ao cancro e à mancha foliar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO DESTINADAS A PRODUÇÃO DE MADEIRA

A produção de madeira no Brasil vem crescendo, com aumento das exportações de madeira serrada em 39% na comparação com 2015, totalizando 2,2

milhões de m³ exportados em 2016. Neste período, a produção total de painéis compensados aumentou 3,8% atingiu 2,7 milhões de m³ (IBA, 2017).

O eucalipto é uma das principais espécies na produção de madeira no Brasil. Ao longo do tempo, as espécies florestais usadas para a produção de madeira, no país, foram em sua maioria espécies nativas. Porém, com a crescente ideia de desenvolvimento sustentável a extração de madeira nativa foi dificultada, cedendo espaço para os reflorestamentos com espécies de rápido crescimento, gerando a demanda por madeira de qualidade das florestas plantadas com espécies exóticas, principalmente do gênero *Eucalyptus* (FONSECA, 2010).

No período 2013-2017, o crescimento da área de plantio do eucalipto foi 2,4% (IBA, 2017). Dentre as espécies do gênero, destaca-se *E. grandis* e seus híbridos interespecíficos, principalmente com *E. urophylla*, intensamente utilizados para a produção de madeira, inclusive serrada principalmente por causa de seu rápido crescimento, capacidade de adaptações às diversas regiões, e pelo potencial econômico de utilização da sua madeira (FONSECA, 2010).

Na produção de madeira, *E. grandis* apresenta algumas vantagens frente a outras espécies. Esta espécie se adaptou melhor a serraria em comparação com *Eucalyptus resinífera* Smith, *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. e *Eucalyptus pilularis* Smith apresentando menor encurvamento, menor área ocupada por nós vivos e mortos, sendo que as árvores de maiores diâmetros demonstraram menores defeitos no comportamento das toras (HORNBERG et al., 2012).

2.2 *Eucalyptus grandis*

A espécie *E. grandis* ocorre na Austrália em latitudes entre 16° S e 30° S. A altitude varia desde o nível do mar até 1100 m. Nas áreas de ocorrência natural, as condições climáticas são: temperaturas entre 5 e 32 °C e precipitação de 1000 a 1750 mm. O clima é principalmente quente e úmido, de regiões tropicais a subtropicais (PRYOR, 1971). Os solos são bem drenados e profundos (JACOBS, 1979). No Brasil, a maioria dos plantios feitos com esta espécie no estado de São Paulo foi procedente de Coff's Harbour, região subtropical da Austrália. É uma espécie muito influenciada pelas características físicas do solo, teores de argila e matéria orgânica, correto manejo do solo (PREVEDELLO et al., 2013).

Existe grande variabilidade genética dentro da espécie, em relação a várias características. Eldridge et al. (1993) relataram procedências de Coff's Harbour apresentaram maiores taxas de crescimento se comparadas com as procedências de maiores altitudes da região sul do estado de Queensland. Porém, em relação à tolerância a geada as procedências de Queensland foram melhores. Procedências oriundas de Atherton, norte do estado de Queensland, foram mais suscetíveis a doenças fúngicas, como cancro e ferrugem, do que outras procedências.

Tal como no Brasil, as estratégias de melhoramento genético de *E. grandis* buscam a seleção para várias características como volume de madeira, melhor forma do fuste, melhor qualidade da madeira, resistência a pragas, doenças e fatores abióticos, como geadas. A espécie *E. grandis* é constantemente utilizada em programas de melhoramento que visam à hibridação com outras espécies, como é o caso do *Eucalyptus urograndis*, resultado do cruzamento *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (ELDRIDGE et al., 1993; FONSECA, 2010).

2.3 CANCRO DO EUCALIPTO

O cancro do eucalipto é uma das principais doenças na cultura do eucalipto, onde foi plantado como espécie exótica. No Brasil, a doença é encontrada em quase todo território nacional, com maior severidade na costa do Espírito Santo, região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais e em certas áreas do estado de São Paulo (AUER et al., 2016). Na década de 1970, o cancro foi a doença mais importante nos plantios, onde várias empresas localizadas nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo fizeram estudos para conhecer a suscetibilidade ou a resistência de espécies, procedências e clones de eucalipto ao cancro (FERREIRA, 1989).

Vários fungos foram associados ao cancro do eucalipto como *Phomopsis* sp., *Botryosphaeria dothidea* (Moug. ex Fr.) Ces. & De Not., *Dothiorella* sp. (= *Botryosphaeria dothidea*), *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl (= *Botryosphaeria rhodina* (Berk. & M.A. Curtis) Arx, *Valsa ceratosperma* (Tode) Maire, e *Chrysosporthe cubensis* (Bruner) Gryzenhout & M.J. Wingf. (ALFENAS et al., 2009; AUER et al., 2016).

O cancro é caracterizado por uma lesão margeada por calo, com a morte do câmbio e de parte da circunferência do tronco, quando a lesão é profunda. O calo é a resposta da planta ao patógeno, que impede o anelamento do tronco pela lesão

(ALFENAS et al., 2009). O cancro ataca plantas desde os cinco meses de idade até árvores adultas. Em plantas jovens, podem ocorrer mortes esporádicas associadas a lesões nas regiões basais do caule, devido aos diâmetros reduzidos das plantas. Nas plantas mais velhas, a lesão é maior levando ao trincamento da casca que compromete o câmbio e o lenho, podendo causar sua morte (FERREIRA, 1989).

O cancro pode causar danos quantitativos e qualitativos aos plantios. Pode ocorrer a morte ou o tombamento das plantas afetadas, pela ação do vento, reduzindo o rendimento em volume de madeira dos plantios. Como o tronco das árvores sofre diretamente a ação do fungo causador da doença, a madeira das árvores afetadas perde valor para o uso em serrarias (ALFENAS et al., 2009). Souza et al. (2010) concluíram que o volume de árvores de *E. grandis* decresce significativamente com a elevação do nível de severidade de cancro.

A evolução da doença varia em função da resposta do material genético, da qualidade do sítio, da idade da planta e das condições climáticas da época do ano. As medidas de controle químico não são economicamente viáveis e a seleção genética de materiais resistentes é o principal método de controle (SOUZA, 2008).

2.4 MANCHA FOLIAR

A mancha foliar é uma doença presente em plantios de eucalipto, desde 1973, em todo Brasil. A mancha foliar já foi relatada em várias espécies de eucalipto, sendo que *E. urophylla*, *Corymbia citriodora* Hook, *E. cloeziana* e *E. grandis* são as mais suscetíveis (SANTOS et al., 2001).

Vários são os fungos registrados como causadores de mancha foliar no Brasil, como os do gênero *Cylindrocladium*, atualmente relatado em sua forma perfeita *Calonectria*, e também as espécies de *Teratosphaeria* e *Mycosphaerella parkii* Crous, M.J. Wingf., F.A. Ferreira & Alfenas (anamorfo *Stenella parkii* Crous & Alfenas), *Teratosphaeria suttonii* (Crous & M.J. Wingf.) Crous & U. Braun (anamorfo *Kirramyces epicoccoides* (Cooke & Masee) J. Walker, B. Sutton & Pascoe), *Teratosphaeria suberosa* (Crous, F.A. Ferreira, Alfenas & M.J. Wingf.) Crous & U. Braun e *Teratosphaeria nubilosa* (Cooke) Crous & U. Braun, estas duas últimas sem anamorfos determinados. (ALFENAS et al., 2009).

O sintoma típico da mancha foliar é a lesão que começa no ápice do limbo e avança em direção à nervura principal ou pecíolo, podendo afetar grande parte da

folha. As manchas podem variar de coloração, de marrom claro a marrom arroxeada e cinza, de acordo com a espécie hospedeira. As manchas são delimitadas por halo clorótico dividindo o tecido afetado da parte sadia (ALFENAS et al., 2009).

Com o aumento das lesões pode ocorrer a queda de folhas, podendo evoluir para a desfolha intensa, que promove perda da capacidade de realizar fotossíntese, e conseqüente diminuição de produtividade (SANTOS et al., 2001). A desfolha causa desequilíbrio fisiológico que afeta o crescimento, e quando a desfolha ocorre no período de inverno os danos podem ser potencializados. A desfolha pode ocorrer em diferentes níveis, e a relação entre a intensidade de desfolha e a perda de produção deve ser avaliada e definida para cada patossistema. (FREITAS; BERTI FILHO, 1994). Porém, a morte de plantas não tem sido observada e as plantas geralmente se recuperam, emitindo novas folhas nos meses que se sucedem ao ataque (SANTOS et al., 2001). Os maiores danos associados à mancha foliar foram registrados nos estados de Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e na região Amazônica, principalmente em períodos chuvosos.

Em plantios de *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden, na África do Sul, a taxa de crescimento foi menor com a maior severidade da mancha foliar de *Mycosphaerella*, com níveis de desfolha superiores a 25% (LUNDQUIST; PURNELL, 1987). Árvores de *Eucalyptus globulus* Labill. e *E. nitens* após desfolha de 50% recuperaram o crescimento, mas houve redução da biomassa em comparação a plantas sem desfolha (BARRY; PINKARD, 2013).

O uso de plantas resistentes é a medida de controle recomendada para controle de manchas foliares em plantios. A seleção de material genético resistente pode ser intra e/ou interespecífica, sendo a hibridação de espécies ou até mesmo a substituição de espécies utilizadas comercialmente por outras resistentes pode ser utilizada (ALFENAS et al., 2009; PASSADOR et al., 2012).

2.5 QUANTIFICAÇÃO DE DOENÇAS

A quantificação de doenças em plantas é a avaliação dos sintomas gerados pelos patógenos e seus impactos. Tal avaliação permite conhecer a importância de determinada doença, estudar o progresso da doença, determinar danos e perdas de rendimento, determinar a época e a eficiência de controle, gerar métodos de

previsão de doenças e estudar a resistência de genótipos auxiliando em estratégias de melhoramento genético (ALFENAS et al., 2009).

Existem dois métodos de quantificação de doenças. (1) método direto - a quantificação é realizada com base nos sintomas presentes e (2) método indireto - a quantidade de doença é estimada com base na população do patógeno (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011). A quantificação de doenças pode ser realizada pela incidência ou severidade. A incidência é a frequência de partes ou plantas doentes em uma amostra ou população. A severidade é a porcentagem de área lesionada ou volume de tecido doente e intensidade com que a doença ocorre, geralmente representada em diferentes níveis de doença em chaves descritivas, escalas diagramáticas, análise de imagens e sensoriamento remoto (TUMURA, 2015).

No caso de estudos com resistência de plantas, a incidência e severidade são ferramentas fundamentais, porém devem ter pesos diferentes no momento da tomada de decisão para seleção de indivíduos mais resistentes, variando o grau de importância de acordo com o tipo da doença (ALFENAS et al., 2009).

No caso de doenças foliares, as avaliações de incidência não são importantes para a seleção de indivíduos resistentes, pois apesar de determinadas plantas apresentarem a presença do patógeno, a quantidade de sintomas pode ser baixa, com menor dano em comparação com outro patógeno. Assim, a evolução da doença é definida pelo aumento da severidade (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011).

Para doenças como o cancro que causam a morte da planta ou danificam o produto final, como madeira, a incidência deve ter efeito maior sobre o processo de seleção, pois apenas o patógeno atacando o tronco, a madeira será danificada, acarretando em perda. Esta informação deve ser acrescentada à avaliação de severidade, onde se analisam em quais plantas as lesões e danos são maiores (ALFENAS et al., 2009). A incidência também é uma ferramenta de fácil e rápida execução utilizada em curvas de progresso da doença e como parâmetro para se iniciar o controle químico, em culturas agrícolas (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011).

2.6 TESTE DE PROGÊNIES

Um dos principais testes genéticos utilizados nos programas de melhoramento é o teste de progênies. Seu uso permite avaliar a variação genética

natural, ao nível de espécies, procedências e progênes. Possibilita a estimativa de valores genéticos de plantas e sua classificação pelo desempenho das suas progênes, e que depois podem se transformar em uma unidade de produção de semente, como pomar de semente (CRUZ, 2005; RESENDE, 2015).

O teste de progênes permite conhecer a origem da variação fenotípica, ou seja, se um indivíduo se destaca em relação a outro devido à sua constituição genética superior para uma característica, ou por uma condição ambiental favorável ao teste (ASSIS, 1996).

Os testes de progênes são realizados com plantas oriundas de sementes sem controle de polinização, progênes de meios-irmãos, ou utilizando progênes obtidas por sementes originadas de cruzamentos de polinização controlada (CRUZ, 2005). São instalados em delineamentos que devem seguir os princípios básicos da experimentação, com repetição, casualização e controle local (RESENDE, 2015).

Com o uso da genética quantitativa aplicada nas informações extraídas do teste de progênes, é possível o estudo da variação genética, entre e dentro de progênes, permitindo a estimativa de parâmetros genéticos para diferentes características de interesse do melhorista (PIRES et al., 2011).

2.7 PARÂMETROS GENÉTICOS

Os parâmetros genéticos, importantes nos estudos das estruturas genéticas de populações, são obtidos por meio de equações numéricas aplicadas aos valores fenotípicos de determinada característica. As variâncias fenotípicas e genéticas são parâmetros genéticos que permitem verificar a variabilidade existente em determinada população. A variância fenotípica é resultado dos efeitos genéticos, do ambiente e da interação entre eles. A variância genética é estabelecida pela variância aditiva, variância de dominância e dos efeitos epistáticos (CRUZ, 2005; RESENDE, 2015). Estes parâmetros, aliados a outras informações, permitem verificar o potencial do progresso genético nas fases de um programa de melhoramento (GARRIDO, 1997).

Os principais parâmetros genéticos estimados são: herdabilidade sentido amplo e restrito, acurácia, variância genética aditiva e não aditiva, interação genótipo x ambiente e as correlações genéticas (RESENDE, 2015).

Outro parâmetro importante é a herdabilidade, proporção da variância total atribuída ao efeito médio dos genes, um bom indicativo do potencial do progresso genético de um programa de melhoramento genético. A herdabilidade está presente uma serie de fórmulas relacionadas aos ganhos de seleção (FALCONER, 1976). A herdabilidade no sentido restrito avalia a proporção da variância fenotípica atribuída à variância aditiva e no sentido amplo mede a proporção da variância fenotípica atribuída à variância genética total (RESENDE, 2015).

Geralmente, as características quantitativas apresentam baixa herdabilidade, são controladas por vários genes e muito influenciadas pelo ambiente. Estes tipos de características exigem métodos de seleção mais complexos que aqueles as que possuem herdabilidade alta (PIRES et al., 2011).

Um parâmetro utilizado nos programas de melhoramento é a acurácia da seleção, que representa a correlação entre o valor genotípico verdadeiro e o predito. A acurácia está ligada à herdabilidade do caráter, da quantidade e qualidade das informações, procedimentos utilizados na predição dos valores genéticos e parentesco entre indivíduos avaliados (PIRES et al., 2011).

2.8 CORRELAÇÃO GENÉTICA

A correlação genética é o nível da associação genética entre diferentes caracteres de um indivíduo. As correlações genéticas podem ser positivas, quando aumentam as duas características, ou negativas, quando aumentam uma e reduzem outra característica (FALCONER, 1976). Esse parâmetro é fundamental em programas de melhoramento que visam à melhoria de mais de uma característica por ciclo (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Valores de correlações genéticas acima de 0,67 são consideradas de alta magnitude, permitindo a seleção indireta entre as variáveis (RESENDE, 2015).

A magnitude da correlação genética é importante na definição do método de seleção a ser escolhido; caracteres altamente correlacionados permitem a seleção indireta, mas quando não há correlação, pode-se optar por seleção em níveis independentes ou índices combinados (PIRES et al., 2011).

2.9 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

Quando diferentes genótipos são testados em diferentes ambientes espera-se que tenham comportamento diferente entre os locais. Esta alteração do desempenho dos genótipos em função do ambiente é denominada de interação genótipo x ambiente (MARTINEZ, 2010; RESENDE, 2015).

Avaliar um teste de progênies instalado em locais diferentes reduz o efeito da interação dos materiais genéticos com o ambiente no resultado da seleção, o que permite menores erros (BUENO et al., 2001).

A avaliação de genótipos em condições ambientais diferentes é fundamental antes da seleção final, pois a avaliação desta interação possibilita a melhor escolha da estratégia de seleção, selecionando os materiais mais adaptados aos diferentes ambientes (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

2.10 TAMANHO EFETIVO POPULACIONAL

Para se iniciar um programa de melhoramento é necessário o estabelecimento de uma população-base, que passará por um ou mais processos de seleção e recombinação. Estas técnicas permitem o aumento dos alelos favoráveis presentes na população (PIRES et al., 2011).

O tamanho efetivo populacional (N_e) não se refere ao número de indivíduos que compõe a população base, mais sim ao tamanho genético de uma população base (RESENDE, 2015). Assim, uma população base de 300 a 400 indivíduos ou 75 a 100 famílias de meios-irmãos são suficientes para permitir alta intensidade de seleção nas primeiras gerações e, simultaneamente, manter o tamanho efetivo populacional compatível, entre 30 e 60 (RESENDE, 2005).

O tamanho efetivo populacional deve ser mantido para se obter ganhos genéticos ao longo do tempo, com isso se mantém variabilidade passível de ser melhorada, existindo limites aceitáveis, para evitar perdas de alelos favoráveis (Pires et al., 2011). Os limites aceitáveis de N_e para manutenção da variabilidade genética, podem ser em torno de 30 (Rawlings, 1970) ou maior que 150 (Vencovsky, 1987).

2.11 ANÁLISE DE DADOS VIA REML/BLUP

Para retirar mais informações e verificar os melhores resultados dos testes agrônômicos e florestais, a metodologia REML tem sido constantemente utilizada. A

análise de dados via REML é uma generalização da ANOVA aplicada em situações mais complexas (RESENDE, 2015).

A análise via REML é conhecida como o método da Máxima Verossimilhança Restrita, procedimento ótimo de predição de componentes de variância. O REML pode ser usado em delineamentos desbalanceados e para dados que não apresentarem distribuição normal. Uma de suas vantagens é a predição de estimativas não tendenciosas e acuradas dos parâmetros genéticos quando existem dados perdidos no experimento. Esta metodologia considera o modelo de efeito fixo que assume que todas as observações não são correlacionadas (RESENDE, 2004).

Juntamente com o procedimento do REML tem-se o procedimento BLUP que é responsável pela predição de valores genéticos. O BLUP maximiza a acurácia seletiva e permite inferir sobre os efeitos genéticos de tratamentos. Com este procedimento, a seleção deixa de ser fenotípica e passa a ser genotípica, propiciando maiores ganhos genéticos, com maior acuracidade (MARTINEZ, 2010).

Estes procedimentos são associados a um modelo linear misto, ou seja, um modelo que apresenta efeitos fixos além da média geral e efeitos aleatórios além do erro. Assim são modelos mistos: a) modelos com efeitos aleatórios de tratamento e efeitos fixos de ambiente; b) modelos com efeitos fixos de tratamentos e efeitos aleatórios de ambiente (RESENDE, 2015).

Para auxiliar no emprego destes procedimentos pode ser utilizado o software SELEGEN-REML/BLUP®, utilizado para a seleção genética de indivíduos pertencentes a espécies vegetais perenes ou semi-perenes, como espécies frutíferas e animais. Pode ser utilizado em vários tipos de delineamentos experimentais, cruzamentos, interação genótipo x ambiente e locais, além de permitir aplicação do teste da significância dos efeitos genéticos por meio do teste da razão de verossimilhança (LRT) e análise de deviance (RESENDE, 2006).

2.12 SELEÇÃO

O momento da seleção é um dos passos mais importantes em um programa de melhoramento. A seleção é a escolha de indivíduos superiores, baseado no desempenho e que visa mudança das frequências alélicas, com aumento de alelos favoráveis para determinada característica de interesse (PIRES et al., 2011).

A característica de interesse para seleção é definida de acordo com o objetivo da seleção. O objetivo da seleção se baseia no caráter final sobre o qual se deseja o ganho genético. Outro ponto importante a ser considerado durante a seleção é a escolha do melhor método, pois os métodos de seleção classificam as plantas testadas, segundo o objetivo do melhoramento (RESENDE, 2005).

A seleção pode ser direta, quando se seleciona para uma única característica e o critério de seleção é a própria característica, ou indireta, quando o objetivo é a seleção de uma característica que auxilia a seleção de outra característica. A seleção indireta se baseia em uma correlação genética muito forte entre duas ou mais características (AZEVEDO et al., 2015; RESENDE, 2015).

Diferentes tipos de sistema de seleção podem ser empregados em programas de melhoramento elaborados para selecionar várias características: (1) Seleção em *tandem*, onde é selecionado um caráter por ciclo de seleção, (2) Seleção em níveis independentes, onde são criados níveis para cada característica, sendo selecionadas somente as plantas acima destes níveis e (3) Seleção com índices de seleção, onde em um mesmo ciclo seleciona-se simultaneamente para todos os caracteres e resultam da ponderação das características através de coeficientes obtidos de parâmetros como herdabilidade, valor econômico e correlação genética (PIRES et al., 2011).

A seleção pode ser feita entre e dentro de famílias para formação de pomares de sementes por mudas ou de indivíduos para pomares clonais de sementes (RESENDE, 2005).

2.13 GANHO GENÉTICO

O ganho genético para uma determinada característica é o parâmetro que exprime o avanço da geração seguinte em relação à população original, decorrente da seleção efetuada. O progresso genético é expresso em percentual (%) de ganho, em relação à média da população (RESENDE, 2015).

Uma boa estimativa dos ganhos genéticos é importante em um programa de melhoramento, para determinar os caminhos a serem seguidos e as perspectivas da estratégia para o avanço silvicultural do caráter. O ganho genético é utilizado para comparação de diferentes métodos de seleção, possibilitando a escolha do melhor método de acordo com o objetivo do melhoramento (PIRES et al., 2011).

Um maior ganho genético é geralmente o objetivo do melhoramento, porém o Ne deve sempre ser observado, para manutenção da variabilidade, e que nos próximos ciclos seletivos possam se ocorrer novos ganhos genéticos. Desta maneira, deve-se garantir que alelos favoráveis no futuro não sejam perdidos em um processo de seleção muito intenso (RESENDE, 2005).

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2ª Edição: Viçosa, MG, 2009. 500 p.

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. **Fenologia, patometria e quantificação de danos**. In: AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; J. A. M., REZENDE. (4 Eds.) Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011. p. 517- 540.

ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 189, p. 32-51, 1996.

AUER, C. G.; SANTOS, A. F dos; FURTADO, E. L. Doenças do eucalipto. In: AMORIM, L, REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia**. 5ª ed. Ouro Fino: Editora Agronômica Ceres Ltda; 2016. v. 2. p. 359-372.

AZEVEDO, L. P. D. A.; COSTA, R. B.; MARTINEZ, D. T.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.; BRONDANI, G. E.; BARETTA, M. C.; AJALA, W. V. Genetic selection in *Eucalyptus camaldulensis* progenies in savanna area of Mato Grosso State, Brazil. **Ciencia Rural**, v. 45, n. 11, p. 2001- 2006, 2015.

BARRY, K. M.; PINKARD, E. A. Growth and photosynthetic responses following defoliation and bud removal in eucalypts. **Forest Ecology and Management**, n. 293, p. 9–16. 2013.

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

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394 p.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C.; Van WYK, G. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford University Press, Inc., New York. 1993. 288 p.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: Ed. Roland Press, 1976. 365 p.

FERREIRA, F. A. **Patologia Florestal. principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa, MG, Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.

FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa. Editora UFV, 2010. 200 p.

FREITAS, S.; BERTI FILHO, E. Efeito da desfolha parcial e total na produção de biomassa de *Eucalyptus grandis* em Mogi Guaçu, São Paulo. **IPEF**, n. 47, p. 29-35, 1994.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – Ibá. **Relatório IBÁ**, 2017, 77 p.

HORNBURG U. K. F.; ELEOTÉRIO J. R.; BAGATTOLI T. R.; NICOLETTI A. L. Qualidade das toras e da madeira serrada de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 463-471, 2012.

JACOBS, M. R. **Eucalyptus for planting**. Italy: FAO - Forestry Series, 1979.

LUNDQUIST, J. E.; PURNELL, R. C. Effects of *Mycosphaerella* leaf spot on growth of *Eucalyptus nitens*. **Plant Disease**, v. 71, n. 3, p. 1025-1029, 1987.

MARTINEZ, D. T. **Avaliação genética sob heterogeneidade de variância residual dentro de tratamentos**. Tese (doutorado). 64 p. Universidade Federal do Paraná, 2010.

PASSADOR, M. M.; LIMA, P.R.; DE PIERI, C.; HARAKAVA, R.; FURTADO, E.L. *Teratosphaeria nubilosa* em plantações comerciais de *Eucalyptus globulus* nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 11-16, 2012.

PIRES, I. E.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, R. L.; RESENDE JUNIOR, M. F. R. **Genética e melhoramento florestal**. Viçosa: Arka, 2011. 318 p.

PREVEDELLO, J.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; VOGELMANN, E. S.; FONTANELA, E.; REICHERT, J. M. Manejo do solo e crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em Argissolo. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 129-138, 2013.

PRYOR, L. D. **A classification of the eucalypts**. Canberra, Australian National University, 1971, 102 p.

RAWLINGS, J. O. Present status of research on long and short-term recurrent selection in finite populations: choice of populations size. MEETING OF WORKING GROUP ON QUANTITATIVE GENETICS, 2, 1970, New Orleans. **Proceedings...USDA/SFES**, p. 1-15.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas - Documentos, 2004. 57 p.

RESENDE, M. D. V. Melhoramento de essências florestais. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 2005, p. 717-780.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEM-REML/BLUP**. Documentos EMBRAPA Campo Grande – 2006.

RESENDE, M. D. V. **Genética quantitativa e de populações**. Viçosa- MG: Suprema. 2015, 463 p.

SANTOS, A. F dos.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI Jr A. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: Identificação e controle**. Circular Técnica; Embrapa Florestas: 45; 2001. 20 p.

SOUZA, H.G. **Resistência do eucalipto ao cancro de *Chrysosporthe cubensis* E *Botryosphaeria* sp.** 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008, 105 p.

SOUZA, S. E.; SANSIGOLO, C.A.; FURTADO, E.L.; JESUS JUNIOR, W. C.; OLIVEIRA, R. R. Influência do cancro basal em *Eucalyptus grandis* nas propriedades da madeira e polpação kraft. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 88, p. 547-557, 2010.

TUMURA, K. G. **Dinâmica espaço-temporal, quantificação de danos e perdas e influência do cancro (*Chrysosporthe cubensis*) no acúmulo de biomassa e fixação de carbono em seis genótipos de *Eucalyptus* spp.** Botucatu: Tese de Doutorado. 74 p. Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista; 2015.

VENCOVSKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamas. **IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 35, p. 79-84, 1987.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

CAPÍTULO 1 - AVALIAÇÃO DA MANCHA FOLIAR E CANCRO EM UM TESTE DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*

RESUMO

No cultivo do eucalipto existem vários fatores que podem limitar a produtividade e qualidade do produto final quando se objetiva produzir madeira; dentre eles estão as doenças, como cancro e mancha foliar. Assim este trabalho teve como objetivos (1) analisar a distribuição, incidência e severidade do cancro e da mancha foliar no teste de progênies de *Eucalyptus grandis*, e (2) verificar o potencial de uso das progênies em uma estratégia de seleção, visando a resistência a estas doenças. A resistência foi analisada com base em três avaliações de incidência e severidade de cancro, aos 12, 24 e 29 meses de idade em Anhembi e aos 15, 27 e 32 meses de idade em Itatinga, e duas avaliações de mancha foliar aos 12 e 24 meses de idade em Anhembi e aos 15 e 27 meses de idade em Itatinga. Foram utilizadas escalas de severidade que variam de um a cinco. A incidência e severidade média obtida pelas progênies foram comparadas com o clone I144 considerado resistente (testemunha), e entre os dois locais. Foi observado também o comportamento das doenças ao longo das avaliações. As duas doenças apresentaram distribuição homogênea nas áreas do teste e aumento de severidade com o decorrer do tempo. As progênies avaliadas apresentam potencial para a resistência ao cancro e a mancha foliar, com incidência e severidade média semelhantes à testemunha. As condições climáticas das áreas estudadas não influenciaram a incidência e severidade médias das doenças.

Palavras chave: Silvicultura, doença, patógenos.

EVALUATION OF LEAF SPOT AND CANKER IN A PROGENIES TEST OF *Eucalyptus grandis*

ABSTRACT

In *Eucalyptus* cultivation, many factors can limit productivity and quality of the final product when the aim is to produce wood; among them are diseases such as canker and leaf spot diseases. Therefore, this paper aimed to (1) analyze distribution, incidence and severity of canker and leaf spot in a *Eucalyptus grandis* progenies test, and (2) verify the potential use of progenies in a selection strategy, aiming resistance to these diseases. Resistance was analyzed by three evaluations of canker incidence and severity, at the age of 12, 24 and 29 months in Anhembi and at 15, 27 and 32 months in Itatinga, and two evaluations of leaf spot at the age of 12 and 24 months in Anhembi and at 15 and 27 months in Itatinga. Scale of severity varying from one to five were used. Average incidence and severity obtained by progenies were compared to the I144 clone considered resistant (control), and between both areas. It was also observed the behavior of the diseases throughout the evaluations. The two diseases presented homogeneous distribution in the areas and increased severity throughout the evaluations. Progenies tested showed potential for canker and leaf spot resistance, since they presented average incidence and severity similar to the control. Climate conditions of areas do not influence on average incidence and severity of diseases.

Key-words: Forestry, disease, pathogens.

1 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eucalyptus* são as mais plantadas no Brasil, com cerca de 5,7 milhões hectares plantados (IBA, 2017). Porém, uma série de fatores adversos associados ao seu cultivo intensivo, podem afetar e diminuir a sua produtividade, com destaque especial para as doenças (ALFENAS et al., 2009). Dentre as principais doenças estão, o cancro do eucalipto e as manchas foliares (AUER et al., 2016).

A mancha foliar é caracterizada pela colonização da folha por fungos e consequente desfolha das plantas, reduzindo a área fotossintética, afetando o crescimento das plantas, além de aumentar a infestação da área por plantas invasoras, ocasionada pela maior entrada de luz no plantio devido à essa desfolha das árvores com doenças (ALFENAS et al., 2009; AUER et al., 2016).

O cancro do eucalipto é uma doença causada por vários fungos que se instalam no tronco das árvores, gerando lesões na casca, podendo evoluir para uma depressão da casca e do câmbio, com a formação de um calo em torno da lesão, com possibilidade de levar a planta até a morte. Sua ocorrência é verificada em praticamente em todas as regiões onde o eucalipto é plantado (AUER et al., 2016).

O histórico do melhoramento genético do eucalipto no Brasil está muito ligado às características de crescimento e qualidade da madeira. O melhoramento visando à resistência às doenças que ocorrem nos plantios deve ser constantemente objetivado, por ser a medida de controle mais eficiente (FERRREIRA e MILANI, 2004).

O controle de doenças em plantios florestais, em muitas situações, não é eficiente ou viável, devido ao seu alto custo, baixo rendimento e elevada contaminação do meio ambiente. O uso de material genético resistente torna se, desta maneira, uma solução viável para determinados problemas fitossanitários no setor florestal, tornando-se indispensável o desenvolvimento de programas de melhoramento que visem disponibilizar materiais genéticos superiores, com bom crescimento e resistentes a doenças florestais.

Para realização do melhoramento visando à resistência a doença, é necessário analisar a forma com que a doença ocorre na população que será selecionada, e verificar o desempenho desta população em relação a materiais genéticos que são considerados resistentes, com alta produtividade, e indicados para o local.

As doenças podem ser avaliadas utilizando ferramentas da Fitopatologia como as avaliações de incidência e severidade. Na quantificação da incidência, é verificada a presença ou ausência da doença em cada indivíduo, e expressa em porcentagem do número total de indivíduos com doença em relação ao número total de indivíduos da população. A incidência tem maior relevância na seleção para resistência quando a doença atinge diretamente o produto final (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011).

No caso de doenças foliares, a avaliação de incidência tem pouca relevância na seleção de indivíduos resistentes, pois apesar de certas plantas apresentarem doença, a quantidade desta em alguns indivíduos pode ser baixa, ocasionando menores danos em comparação com outros e a evolução da doença é definida basicamente pelo aumento da severidade (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011).

A severidade é um método de se quantificar a doença, mais preciso que a incidência quando se fala de resistência, pois reflete o grau dos danos que estão ocorrendo na planta devido à ação do patógeno, além de caracterizar melhor o nível de resistência e expressar a intensidade da doença (LIPPERT, 2011).

Este trabalho analisou a distribuição, incidência e severidade do cancro e da mancha foliar no teste de progênies, e verificar o potencial de uso das progênies de *Eucalyptus grandis* em uma estratégia de seleção, visando a resistência às doenças.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em uma rede experimental que faz parte de projeto instalado em áreas pertencentes à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). O objetivo do projeto é selecionar indivíduos de *E. grandis* com qualidade genética superior para uso em plantios destinados a serraria, sob a coordenação da professora Luciana Duque Silva, do Curso de Engenharia Florestal da ESALQ/USP.

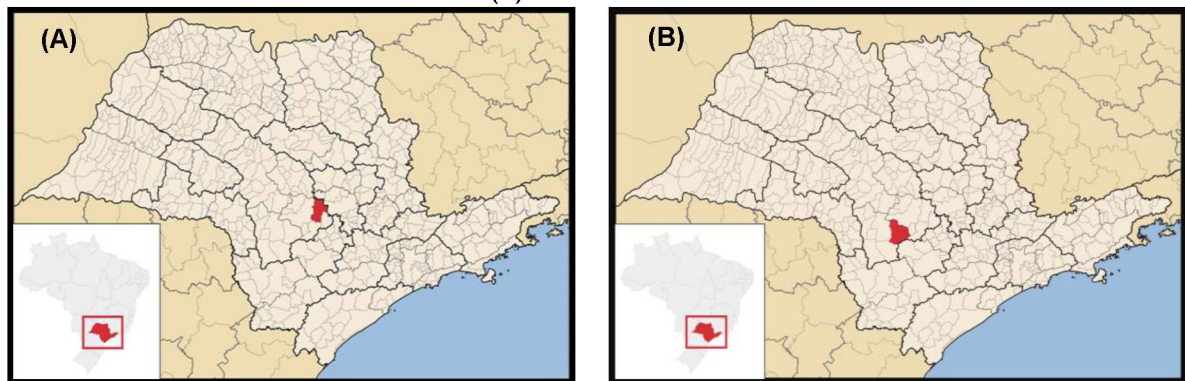
2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DO TESTE DE PROGÊNIES

O teste foi instalado nas estações experimentais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) nos municípios de Anhembi em agosto/2014 (22° 47' 22"S, 48° 07' 38" W) e Itatinga em maio/2014 (23° 06' 06 "S, 48° 36' 56"W), localizados no estado de São Paulo (FIGURA 1.1).

O município de Itatinga está localizado mais ao sul e possui maior altitude em relação ao de Anhembi. O clima das duas regiões é classificado como Cwa segundo Koppen, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. Os dados climáticos históricos indicam que em Itatinga as temperaturas são inferiores e a precipitação é maior em relação a Anhembi (SEE, 2017).

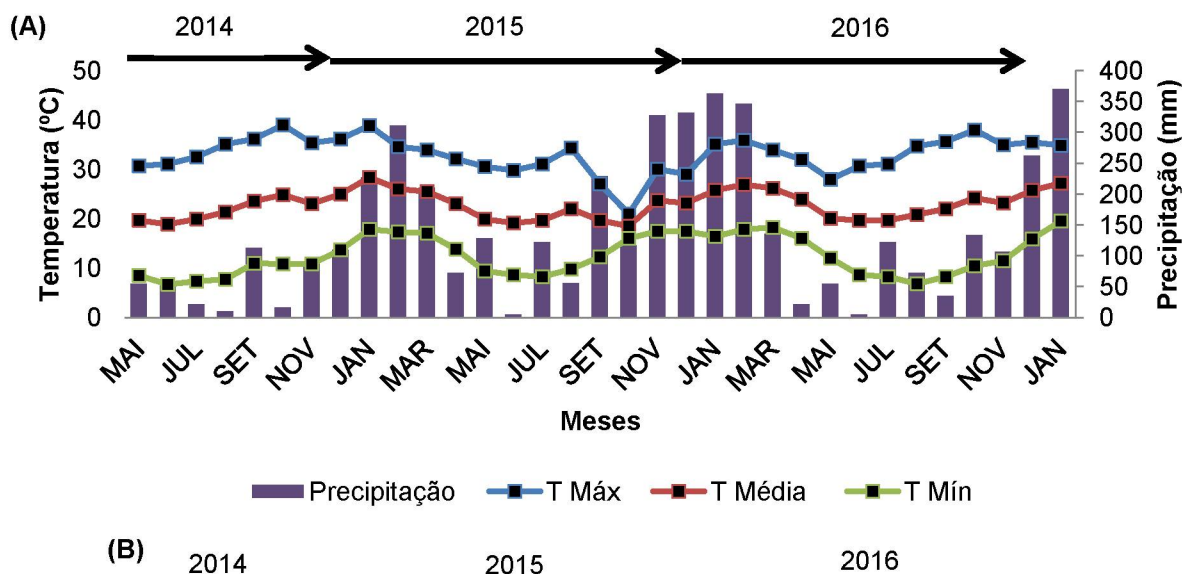
Dados meteorológicos de temperaturas média, mínima, máxima e umidade relativa, precipitação, no período de 01/05/2014 à 31/01/2017, foram coletados a partir de estações meteorológicas localizadas nas estações experimentais, onde foram instalados os testes de progênes (FIGURA 1.2).

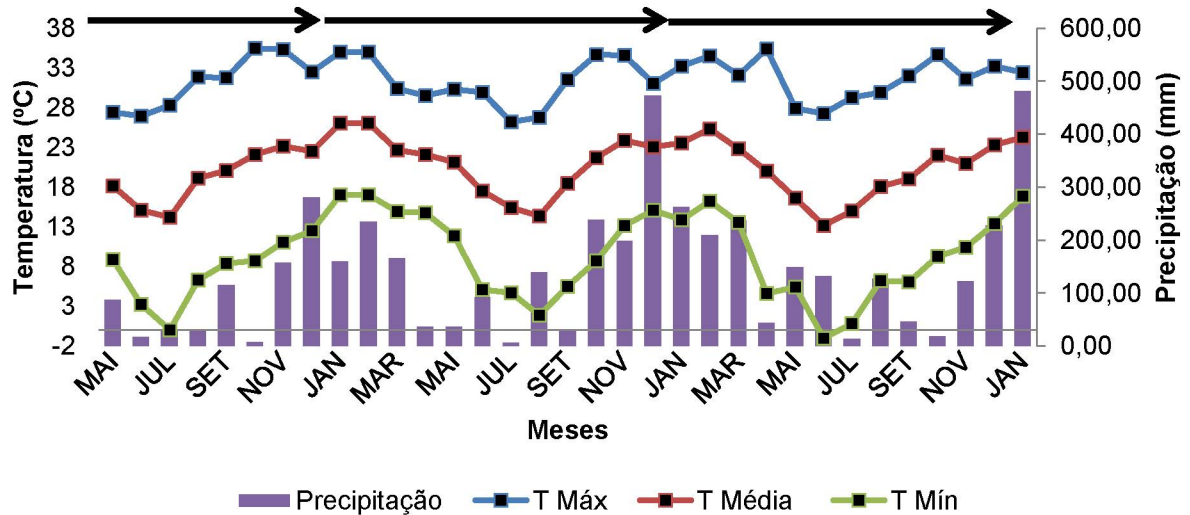
FIGURA 1.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS DOIS LOCAIS DO EXPERIMENTO: (A) ANHEMBI-SP; (B) ITATINGA-SP.



FONTE: SEE, 2017.

FIGURA 1.2 - CLIMATOGRAMA DA TEMPERATURA MÉDIA, MÍNIMA, MÁXIMA E PRECIPITAÇÃO, NOS MESES DE MAIO/2014 A JANEIRO/2017. (A): ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ANHEMBI-SP, ($22^{\circ} 40' 00''$ S $48^{\circ} 10' 00''$ W, ALTITUDE DE 455 m). (B): ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ITATINGA-SP, ($23^{\circ} 10' 00''$ S $48^{\circ} 40' 00''$ W, ALTITUDE DE 850 m).





FONTE: O autor (2018).

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MATERIAL GENÉTICO

O teste de progênie foi constituído de progênies de *E. grandis* (176), com procedência de um Pomar Clonal localizado em Itapeva-SP, e três testemunhas: um clone comercial de *Eucalyptus urophylla* registrado com o nome de AEC 0144 (conhecido como I144), plantado em larga escala no Brasil; e dois lotes de sementes, o primeiro foi um lote de sementes com procedência de uma Área de Produção de Sementes (APS) de *E. grandis* de Itatinga-SP e o segundo foi outro lote de sementes comerciais com procedência de um Pomar de Sementes por Mudas (PSM) de *E. grandis* de Anhembi-SP.

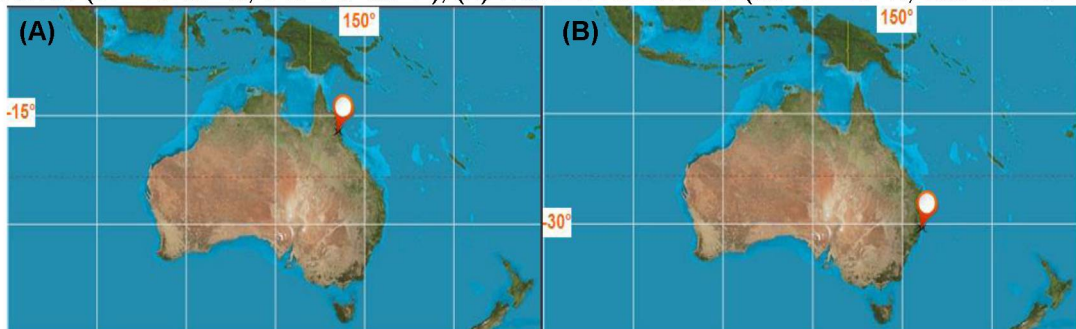
Ambas as testemunhas seminais têm a origem em Coff's Harbour, no estado de New South Wales, na Austrália, são oriundas de unidades produtoras de sementes localizadas na própria região do teste, e já passaram por etapas de melhoramento genético. As progênies de *E. grandis* são oriundas de matrizes selecionadas em plantios com sementes oriundas da região de Atherton, estado de Queensland, Austrália (17° 16' 07"S, 145° 28' 30"E), região mais tropical comparada com Coff's Harbour (30° 17' 46"S, 153° 06' 48"E) (FIGURA 1.3). O material genético de *E. grandis* com origem em Coff's Harbour geralmente é indicado para plantios no estado de São Paulo.

TABELA 1.1 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO TESTE DE PROGÊNIES, INSTALADO EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP.

| Tratamento | Procedência | Origem |
|---|-------------|---------------------------|
| Progênies de <i>E. grandis</i> | Itapeva-SP | Atherton, Austrália |
| Clone I144 de <i>E. urophylla</i> | ----- | ----- |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Anhembí | Anhembí-SP | Coff's Harbour, Austrália |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Itatinga | Itatinga-SP | Coff's Harbour, Austrália |

FONTE: O autor (2018).

FIGURA 1.3 – LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE ORIGEM NA AUSTRÁLIA DOS TRATAMENTOS: (A) ATHERTON (17° 16' 07" S, 145° 28' 30" E); (B) COFF'S HARBOUR (30° 17' 46" S, 153° 06' 48" E).



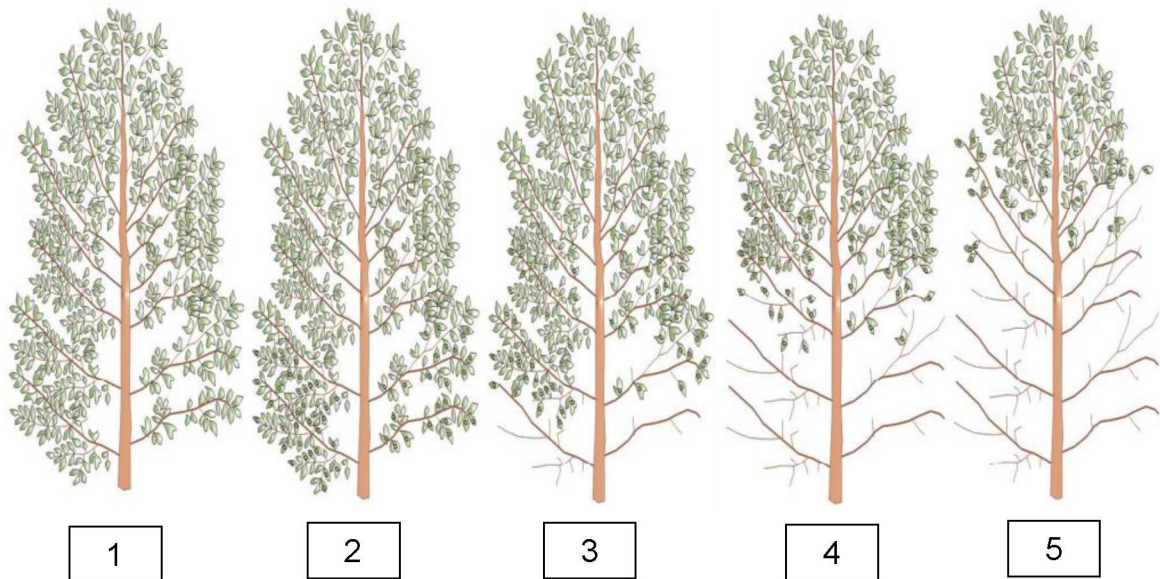
FONTE: LATITUDELONGITUDE.ORG, 2018

O delineamento experimental dos testes foi blocos ao acaso, com 30 repetições em Itatinga e 28 em Anhembí, de uma planta por parcela. O plantio foi realizado em espaçamento 3 x 2 m, com duas linhas de bordadura externa. Em Itatinga, o teste foi instalado em uma área anteriormente plantada com eucalipto, enquanto que em Anhembí o teste foi dividido em duas áreas uma com 18 blocos (plantio anterior com eucalipto) e outra com 10 blocos (plantado anteriormente com pínus).

2.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A incidência e severidade da mancha foliar foram avaliadas em duas épocas 12 e 24 meses de idade, em Anhembí, e aos 15 e 27 meses de idade, em Itatinga. Na quantificação da incidência, foi registrada a proporção de plantas com sintomas de manchas e desfolha. A quantificação da severidade se baseou em uma escala de avaliação visual feita por Schultz (2011), na qual são atribuídas notas de 1 a 5 de acordo com a intensidade de desfolha (FIGURA 1.4), das plantas vivas.

FIGURA 1.4 - ESCALA DE AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE MANCHAS FOLIARES EM EUCALIPTO

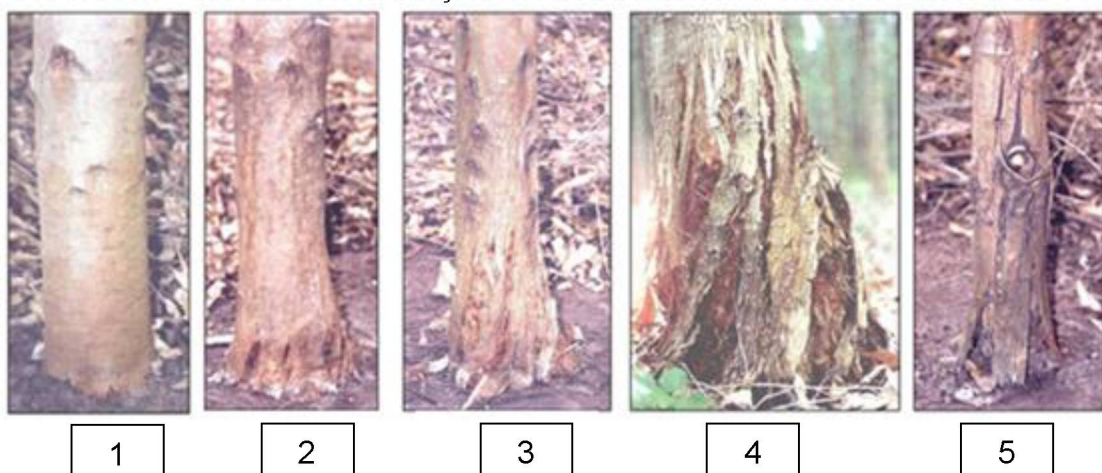


NOTA: Escala de notas: 1 (plantas saudias), 2 (ausência de desfolha e presença de manchas foliares nos galhos inferiores), 3 (desfolha até 1/3 da árvore), 4 (desfolha até 1/2 da árvore), 5 (desfolha até 2/3 da árvore).

FONTE: SCHULTZ, 2011

A incidência e severidade do cancro foram avaliadas em três épocas aos 12, 24 e 29 meses de idade, em Anhembi, e aos 15, 27 e 32 meses de idade, em Itatinga. Na quantificação da incidência, foi registrada a proporção de plantas com lesões de cancro na base e a severidade foi avaliada por meio de uma escala de notas de 1 a 5, de acordo com Souza (2008) e Oliveira e Furtado (2000), para os sintomas observados nas plantas (FIGURA 1.5).

FIGURA 1.5 - ESCALA DE AVALIAÇÃO DE SEVERIDADE DO CANCRO EM EUCALIPTO.



NOTA: Escala de Notas: 1 (Árvores sadias), 2 (Árvores com cancrios superficiais, sem o comprometimento significativo da região cambial), 3 (Árvores com danos mais pronunciados, mostrando algum comprometimento da região cambial), 4 (Árvores com danos severos, comprometimento acentuado da região cambial e do lenho), 5 (Árvore morta pelo cancro).

FONTE: SOUZA, 2008; OLIVEIRA e FURTADO, 2000.

Para atender as análises estatísticas dos capítulos seguintes, as notas da escala de severidade de mancha foliar e do cancro foram invertidas: a nota 5 passou a ser o valor de menor severidade e a nota 1 o maior valor. Deste modo, o aumento da severidade da doença ocorre com a diminuição do valor da nota de severidade.

Na análise do potencial da população testada em relação à resistência ao cancro e a mancha foliar, a incidência e severidade médias apresentadas pelas progênies foram comparadas com as severidades médias das três testemunhas, em cada local.

Para caracterizar como ocorreram as doenças nos testes foi realizado a análise da distribuição das progênies, em mapas de espacialização, de acordo com as classes de severidade. Ao analisar a espacialização da doença entre e dentro de blocos em Anhembi, uma das áreas com 18 blocos teve somente 14 blocos usados na espacialização.

2.4 ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS

Amostras de folhas com sintomas de mancha foliar e de troncos com sintomas de cancro foram coletados e levados ao laboratório para identificação dos patógenos causadores das doenças.

Foram feitos isolamentos diretos e indiretos, de acordo com os protocolos propostos por Alfenas et al. (2007). No isolamento direto, as amostras foram incubadas em câmara úmida utilizando caixas gerbox com papel filtro umedecido com água ultrapurificada esterilizada, com iluminação ambiente, até a formação de estruturas reprodutivas.

O isolamento indireto foi realizado por meio da desinfestação de fragmentos das folhas e troncos com álcool 70 % por 30 s e hipoclorito de sódio 1 % por 1 min. Em seguida, os fragmentos foram transferidos para placas de Petri com dois tipos de meio de cultura: meio de cultura BDA (39 g de extrato comercial de batata-dextrose-ágar, 1000 mL de água ultrapurificada) e meio ágar-água (20 g de ágar comercial,

1.000 mL de água ultrapurificada). As placas foram incubadas em câmara B.O.D em temperatura a 24 ± 2 °C, no escuro, até a formação de colônias esporulantes.

A partir das estruturas reprodutivas dos fungos isolados, realizou-se a preparação de lâminas semipermanentes com estas estruturas fúngicas coradas com corante de Amann. Por meio da observação dos detalhes das estruturas ao microscópio estereoscópio (50x) e ótico (100x e 400x), foi realizada a identificação com base em descrições e chaves sistemáticas apresentadas por Barnett e Hunter (1972); Ferreira (1989); Alfenas et al. (2009).

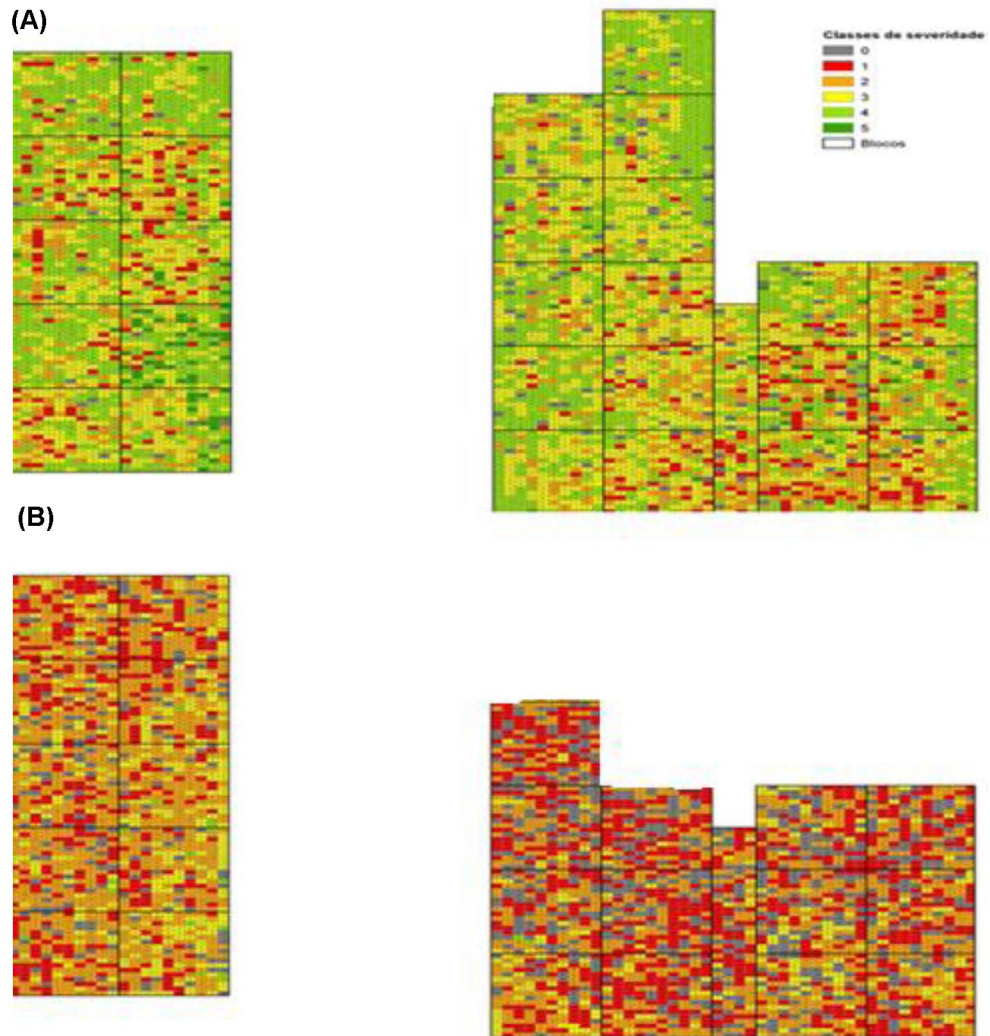
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INCIDÊNCIA, SEVERIDADE E RESISTÊNCIA A MANCHA FOLIAR

A mancha foliar causada pelos fungos *Cylindrocladium* sp. (Teleomorfo: *Calonectria*) e *Kirramyces epicoccoides* (Cooke e Masee) (Teleomorfo: *Teratosphaeria suttoni*) foi confirmada em ambos os locais e em todas as épocas de avaliação. Aparentemente, não houve efeito do ambiente sobre os valores médios de incidência e severidade, pois os valores são próximos. Foram observados sintomas de mancha foliar caracterizados pela presença de lesões nas folhas e desfolha disposta nas folhas na parte mais baixa da copa, que se estendem até 2/3 da copa da árvore.

Não houve a ocorrência de focos isolados da doença no teste em Anhembi, demonstrada pela uniformidade na distribuição da doença entre e dentro dos blocos, nas duas avaliações (FIGURAS 1.6). Em Itatinga, a mancha foliar também ocorreu de forma uniforme entre e dentro dos blocos, nas duas avaliações (FIGURA 1.7).

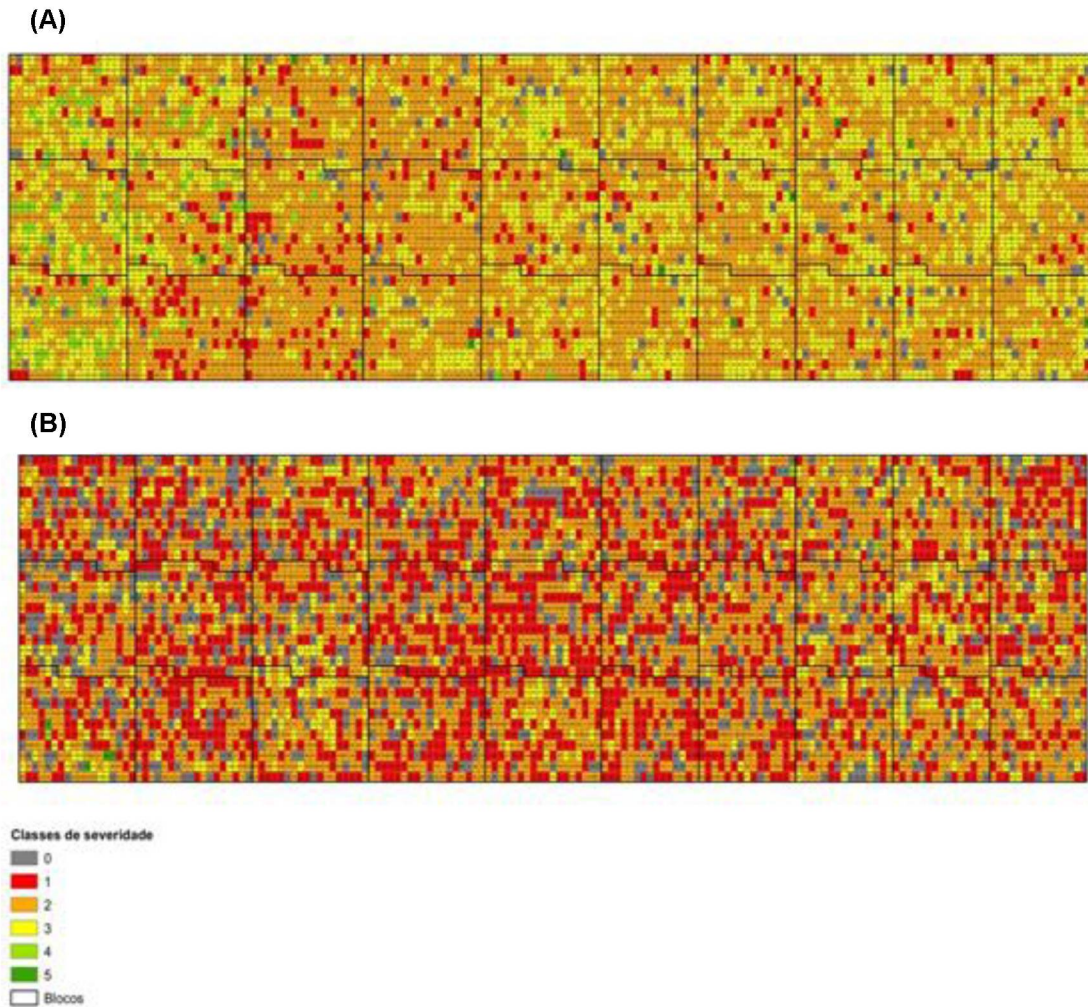
FIGURA 1.6 - MAPAS DE ESPACIALIZAÇÃO DAS PLANTAS COM SINTOMAS DE MANCHA FOLIAR, EM ANHEMBI. (A) AVALIAÇÃO AOS 12 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 24 MESES.



NOTA: Escala de notas: 5 (plantas saudias), 4 (ausência de desfolha e presença de manchas foliares nos galhos inferiores), 3 (desfolha até 1/3 da árvore), 2 (desfolha até 1/2 da árvore), 1 (desfolha até 2/3 da árvore).

FONTE: O autor (2018).

FIGURA 1.7 - MAPAS DE ESPACIALIZAÇÃO DAS PLANTAS COM SINTOMAS DE MANCHA FOLIAR, EM ITATINGA. (A) AVALIAÇÃO AOS 15 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 27 MESES.



NOTA: Escala de notas: 5 (plantas saudias), 4 (ausência de desfolha e presença de manchas foliares nos galhos inferiores), 3 (desfolha até 1/3 da árvore), 2 (desfolha até 1/2 da árvore), 1 (desfolha até 2/3 da árvore).

FONTE: O autor (2018).

Na primeira avaliação, as plantas apresentavam, em sua maioria, mancha foliar e desfolha na parte mais baixa da copa, enquanto na segunda avaliação aumentou o número de plantas com desfolha até a parte superior da copa. Este fato pode ser observado no aumento do número de plantas na classe 1 de severidade (desfolha até 2/3 da árvore), representada pela cor vermelha na Figura 1.7. Este comportamento foi descrito por Taole et al. (2012) que descreveram que a mancha foliar que ocorre na base da planta pode progredir para as partes mais altas, após certo período.

A desfolha ocasionada pela mancha foliar ocorre em função do aumento no número e no tamanho das lesões nas folhas, induzindo a sua queda. Graça (2007) encontrou correlação significativa ($r > 0,8$) entre a desfolha e a área foliar lesionada em clones de *E. grandis* x *E. urophylla* afetados por mancha foliar de *Cylindrocladium pteridis* Wolf, demonstrando alta associação entre as duas variáveis na avaliação da severidade de mancha foliar.

Os efeitos da desfolha causada por *Mycosphaerella* em *E. globulus* podem chegar à redução de biomassa de até 20 t/ha, aos 27 meses de idade, considerando 2500 árvores/ha e severidade igual a 65% (TEJEDOR et al., 2008). Krugner et al. (1990) relataram redução no volume de diferentes espécies de *Eucalyptus* com a desfolha causada por *Cylindrocladium* spp. com o aumento do nível de severidade.

Houve aumento na severidade média da segunda para a primeira avaliação. Esta forma de progresso na severidade da doença também foi relatada por Schultz et al. (2015) ao estudarem a severidade da mancha foliar de *Cylindrocladium candelabrum* Viégas em plantios de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage, em diferentes idades. Esses autores, usando uma escala de severidade variando de 0 a 4 (0 – sem sintoma e 4 – desfolha total) verificaram severidade de 1,2 e 2,7, aos 8 meses e 18 meses de idade, respectivamente.

Árvores mais velhas de eucalipto podem apresentar maior desfolha sob efeito da mancha foliar. Graça (2007) verificou que a intensidade de desfolha causada pela mancha foliar de *C. pteridis*, em árvores em *E. grandis* x *E. urophylla* foi significativamente maior em plantas mais velhas, plantas com 180 dias de idade, apresentaram desfolha média entre 36,8 e 40,6%, enquanto que a desfolha média aos 120 dias esteve entre 18,6 e 26,6% e aos 60 dias de idade não exibiram desfolha aos 50 dias após a inoculação.

Foi verificada alta incidência média de mancha foliar nas duas áreas e nas duas avaliações. As progênies de *E. grandis* apresentaram incidências médias de mancha foliar similares às verificadas nas testemunhas (TABELA 1.2).

No caso das manchas foliares, as avaliações de incidência não tem muita relevância para a seleção dos indivíduos mais resistentes, pois apesar de determinadas plantas apresentarem a presença do patógeno, a severidade com que a doença ocorre em cada planta pode ser diferente, com maiores ou menores danos em alguns indivíduos.

TABELA 1.2 - INCIDÊNCIA (%) DE MANCHA FOLIAR CAUSADA POR *Cylindrocladium sp.* / *Kirramyces epicoccoides* EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, E DAS TRÊS TESTEMUNHAS, EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP.

| Tratamentos | Incidência (%) | | | |
|---|----------------|----------|----------|----------|
| | Anhembi | | Itatinga | |
| | 12 meses | 24 meses | 15 meses | 27 meses |
| Progênies de <i>E. grandis</i> * | 96,7 | 99,5 | 96,8 | 99,9 |
| Clone I 144 | 100,0 | 100,0 | 96,7 | 100,0 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Anhembi | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Itatinga | 97,3 | 100,0 | 98,0 | 100,0 |

*Médias da população formada com as 176 progênies de *Eucalyptus grandis*.

FONTE: O autor (2018).

A severidade média de mancha foliar da população das progênies de *E. grandis* foi semelhante à das testemunhas nos dois locais, e nas duas avaliações (TABELA 1.3). A média da população testada foi semelhante às testemunhas demonstrando o potencial desta população das progênies em relação à resistência a mancha foliar, pois uma das testemunhas analisadas é o clone comercial (Clone I144 - *E. urophylla*) plantado em várias regiões do Brasil, e que apresenta um elevado nível de melhoramento genético, e as duas testemunhas seminais já passaram por etapas de seleção e seriam as mais indicadas para os locais do teste.

Os valores de severidade média obtidos por cada uma das 176 progênies testadas variaram de acordo com a época de avaliação (TABELA 1.3). Nota-se ao analisar a amplitude da severidade obtida pelas famílias, a presença de valores melhores do que a média das testemunhas, estas progênies que obtiveram desempenho superior ao das testemunhas são as que podem ter o potencial para exploração da sua resistência em um programa de melhoramento.

TABELA 1.3 - SEVERIDADE MÉDIA DE MANCHA FOLIAR CAUSADA POR *Cylindrocladium sp.* / *Kirramyces epicoccoides* EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, E DAS TRÊS TESTEMUNHAS, EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP, E A AMPLITUDE DE VARIAÇÃO NOS VALORES.

| Tratamentos | Severidade média | | | |
|---|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Anhembi | | Itatinga | |
| | 12 meses | 24 meses | 15 meses | 27 meses |
| Progênies de <i>E. grandis</i> * | 3,1 | 1,8 | 2,4 | 1,7 |
| Clone I 144 | 3,2 | 1,8 | 2,8 | 2,0 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Anhembi | 2,9 | 1,4 | 2,4 | 1,2 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Itatinga | 3,1 | 1,7 | 2,4 | 1,8 |
| Varição da Severidade média | | | | |
| Progênies de <i>E. grandis</i> | 2,36 - 3,64 | 1,39 - 2,21 | 1,67 - 2,80 | 0,63 - 1,97 |

*Médias da população formada com as 176 progênies de *Eucalyptus grandis*.

NOTA: Escala de notas: 5 (plantas sadias), 4 (ausência de desfolha e presença de manchas foliares nos galhos inferiores), 3 (desfolha até 1/3 da árvore), 2 (desfolha até 1/2 da árvore), 1 (desfolha até 2/3 da árvore).

FONTE: O autor (2018).

TABELA 1.4 - POSIÇÃO RELATIVA DAS TESTEMUNHAS CLONE I 144, SEMENTES DE *Eucalyptus grandis*/ANHEMBI E SEMENTES DE *Eucalyptus grandis*/ITATINGA, EM RELAÇÃO À CLASSIFICAÇÃO BASEADA NA SEVERIDADE MÉDIA DE MANCHA FOLIAR.

| Tratamentos | Posição Relativa na Classificação | | | |
|---|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| | Anhembi | | Itatinga | |
| | 12 meses | 24 meses | 15 meses | 27 meses |
| Clone I 144 | 29 | 48 | 1 | 1 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Anhembi | 130 | 177 | 33 | 151 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Itatinga | 62 | 100 | 36 | 10 |

FONTE: O autor (2018).

Os resultados verificados na Tabela 1.4 e anexos 1 e 2 mostram o potencial das progênies de *E. grandis* em relação a resistência à mancha foliar. Várias progênies revelaram severidade média da doença menor que as testemunhas, exceto para o clone I144, em Itatinga, que foi o primeiro colocado no desempenho nas duas avaliações. Ao observar a posição relativa que as testemunhas obtiveram na classificação da severidade média, notou-se que várias progênies se destacaram, ficando melhores classificadas em relação às testemunhas.

Nos anexos 1 e 2, em Anhembi, destacou-se a progênie 172, que se manteve entre as 10 primeiras posições na classificação da severidade, nas duas avaliações. Em Itatinga, as progênies 102 e 134 ficaram nas primeiras posições nas duas avaliações. Assim, todas as progênies com desempenho superior às testemunhas apresentaram potencial para serem utilizadas como material genético de *E. grandis* com maior resistência à mancha foliar. Esses indivíduos que apresentam a característica de resistência à mancha foliar e podem compor uma nova população que será propagada, transmitindo uma proporção elevada de sua superioridade genética para esse caráter. O uso de plantas resistentes à mancha foliar pode promover menores perdas de produtividade, na ocorrência de surtos epidêmicos da doença em locais altamente favoráveis para o patógeno causar doença.

3.2 INCIDÊNCIA, SEVERIDADE E RESISTÊNCIA AO CANCRO

Cancros causados por *Chrysosporthe cubensis* (Bruner) Gryzenhout & M.J. Wingf. e *Botryosphaeria* sp. (Berk. & M.A. Curtis) Arx foram confirmados no teste de progênies, nos dois locais, e em ambas as épocas de avaliação. Em ambas as áreas, foi possível observar distribuição uniforme do cancro entre e dentro dos blocos (FIGURAS 1.7 e 1.8). a exemplo da mancha foliar, não houve efeito do

ambiente sobre os valores médios de incidência e severidade, pois os valores também foram próximos.

Não houve ocorrência de focos isolados de cancro no teste plantado em Anhembi. Esta distribuição uniforme da doença ocorreu devido à alta intensidade da doença em Anhembi e Itatinga, principalmente aos 29 meses de idade. Analisando os dados de incidência nas Figuras 1.8 e 1.9, percebe-se aumento na quantidade de plantas com a doença com o passar do tempo. Em Itatinga, o cancro também ocorreu de forma uniforme entre e dentro dos blocos, nas duas avaliações (FIGURA 1.7). De acordo com Ferreira (1989), o cancro pode ocorrer a partir de 5 meses de idade continuando até o final da rotação. Em plantios jovens, mortes aleatórias ocorrem associadas às lesões nas regiões basais do caule, próxima ao colo, sem apresentar o sintoma típico do cancro, enquanto que nas plantas mais velhas essas lesões são mais abundantes com trincamentos de casca até cancros típicos.

Pode ser observado o progresso da doença no teste de progênies, nas duas áreas, em comportamento comumente verificado em plantios com esta doença. A explicação está no fato do cancro do eucalipto ser uma doença polética que começa a ser detectada aos 6 meses de idade, e tanto incidência como severidade aumentam com a idade das árvores (CAMARGO, 1989; FERREIRA, 1989).

A incidência de cancro apresentada pelas progênies de *E. grandis* e as testemunhas variou de acordo com as épocas de avaliações e o local (TABELA 1.5). Nas primeiras avaliações, a diferenças na incidência entre as progênies e as testemunhas foram mais acentuadas, porém com o passar do tempo os valores ficam mais próximos, sendo que na última avaliação as progênies apresentaram incidência semelhante às testemunhas. As progênies obtiveram incidência semelhante entre os locais.

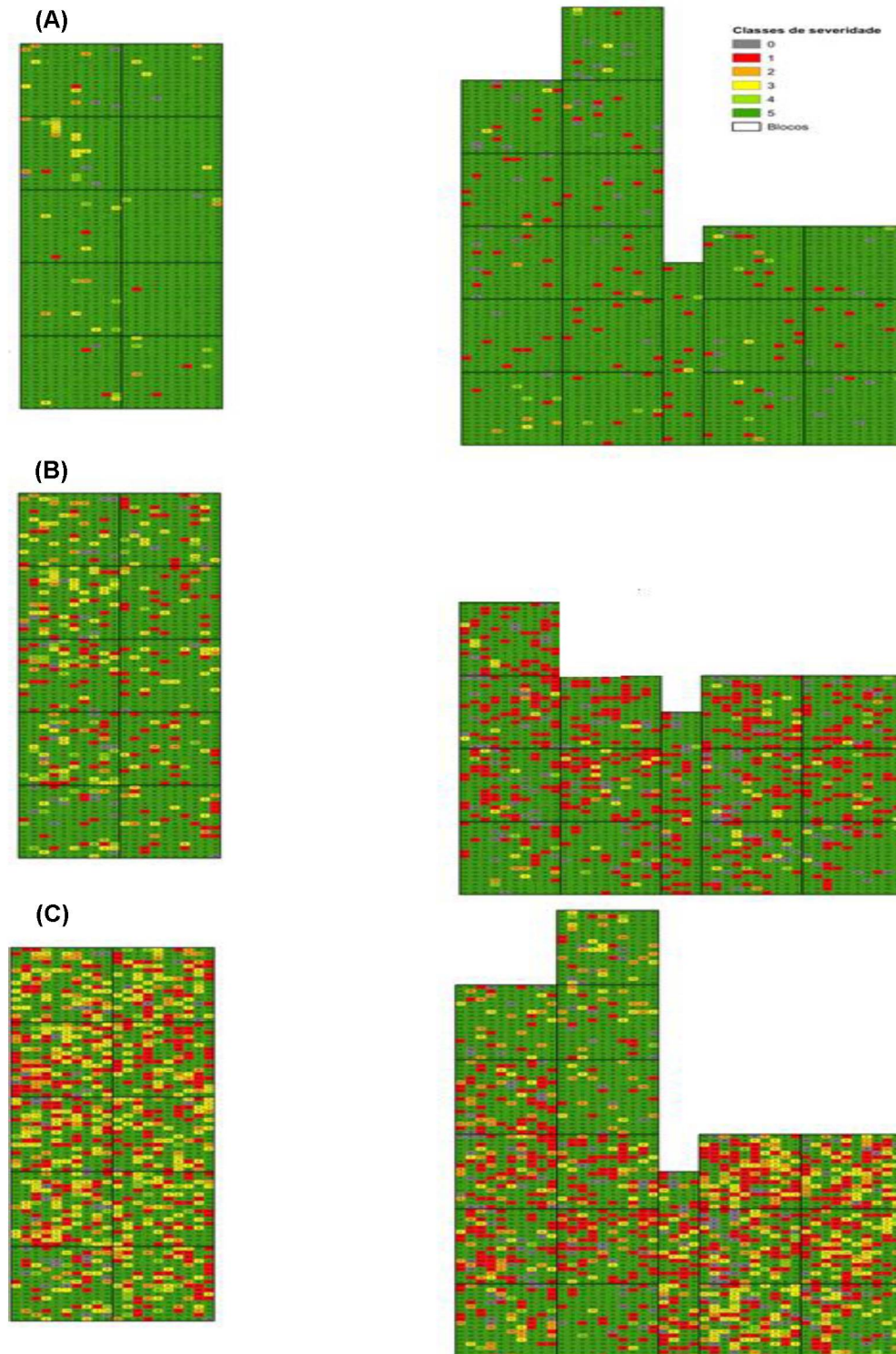
TABELA 1.5 - INCIDÊNCIA (%) DE CANCRO CAUSADO POR *Chrysosporthe cubensis* / *Botryosphaeria* sp. EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP.

| Tratamentos | Incidência (%) | | | | | |
|---|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Anhembi | | | Itatinga | | |
| | 12 Meses | 24 Meses | 29 Meses | 15 Meses | 27 Meses | 32 Meses |
| Progênies de <i>E. grandis</i> * | 3,9 | 19,3 | 38,0 | 5,5 | 20,1 | 40,3 |
| Clone I 144 | 10,7 | 21,4 | 37,1 | 3,3 | 16,7 | 37,8 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Anhembi | 3,6 | 14,3 | 35,4 | 10,0 | 20,1 | 43,2 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Itatinga | 10,7 | 28,5 | 41,2 | 10,0 | 26,7 | 44,7 |

*Médias da população formada com as 176 progênies de *Eucalyptus grandis*.

FONTE: O autor (2018).

FIGURA 1.8 - MAPAS DE ESPACIALIZAÇÃO DAS PLANTAS COM SINTOMAS DE CANCRO, EM ANHEMBI-SP. (A) AVALIAÇÃO AOS 12 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 24 MESES; (C) AVALIAÇÃO AOS 29 MESES.

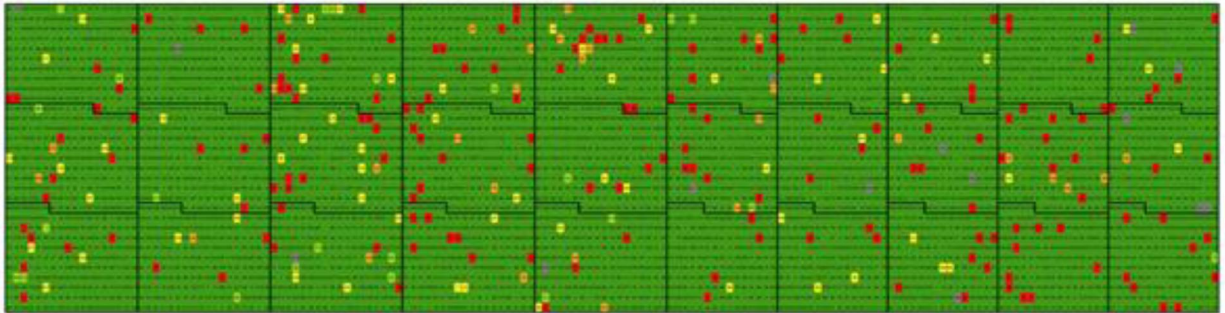


NOTA: Escala de Notas: 5 (Árvores sadias), 4 (Árvores com cancrs superficiais, sem o comprometimento significativo da região cambial), 3 (Árvores com danos mais pronunciados, mostrando algum comprometimento da região cambial), 2 (Árvores com danos severos, comprometimento acentuado da região cambial e do lenho), 1 (Árvore morta pelo cancro), 0 (Árvores mortas por outros motivos).

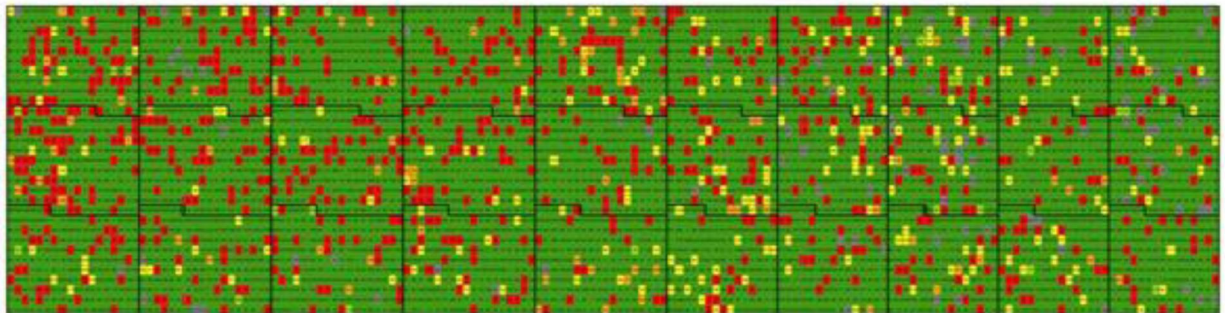
FONTE: O autor (2018).

FIGURA 1.9 - MAPAS DE ESPACIALIZAÇÃO DAS PLANTAS COM SINTOMAS DE CANCRO, EM ITATINGA-SP. (A) AVALIAÇÃO AOS 15 MESES; (B) AVALIAÇÃO AOS 27 MESES. (C) AVALIAÇÃO AOS 32 MESES.

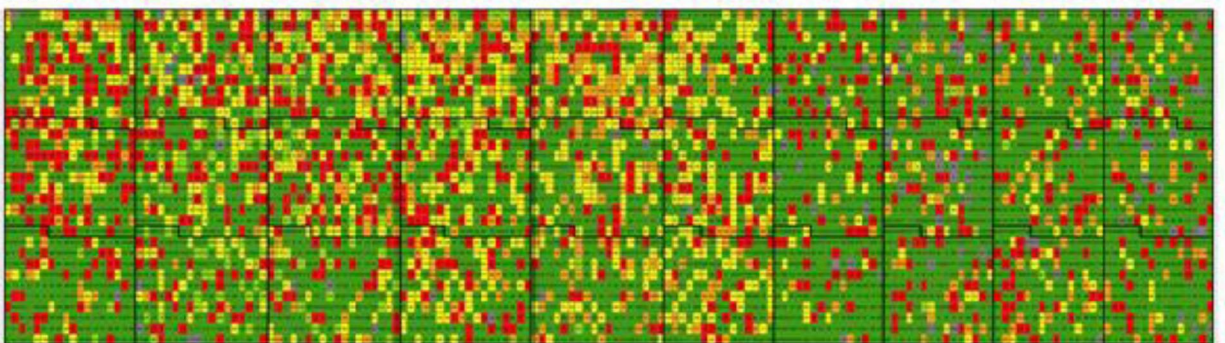
(A)



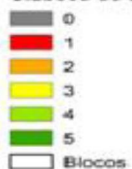
(B)



(C)



Classes de severidade



NOTA: Escala de Notas: 5 (Árvores sadias), 4 (Árvores com cancrios superficiais, sem o comprometimento significativo da região cambial), 3 (Árvores com danos mais pronunciados, mostrando algum comprometimento da região cambial), 2 (Árvores com danos severos, comprometimento acentuado da região cambial e do lenho), 1 (Árvore morta pelo cancro), 0 (Árvores mortas por outros motivos).

FONTE: O autor (2018).

As diferenças na incidência de cancro obtidas pelos tratamentos nas duas avaliações reforçam os resultados dos trabalhos de Krugner et al. (1973) e Tumura (2015) que ao avaliarem a ocorrência de cancro causado por *C. cubensis* em plantios de *E. grandis* e *E. saligna*, respectivamente, relataram que a incidência da doença variou de acordo com a espécie, procedência e progênie das plantas.

A incidência do cancro aumentou na segunda avaliação em relação a primeira, comportamento semelhante ao encontrado por Schultz (2011) que verificou o aumento na incidência de cancro em avaliações aos 18 e 30 meses de idade com 0,6 a 12,8% de incidência, respectivamente, em plantios de *E. benthamii*.

Na comparação entre a severidade média de cancro da população de *E. grandis* em relação às testemunhas, observa-se que estas apresentaram níveis de severidade diferentes em todas as avaliações, sendo que as progênies obtiveram menor severidade que as testemunhas em quase todas as avaliações (TABELA 1.6).

Ao analisar a amplitude da severidade obtida pelas progênies de *E. grandis*, observa-se a presença de valores menores do que a média das testemunhas. Estas progênies que obtiveram desempenho superior a testemunhas, tem potencial para exploração da sua resistência.

TABELA 1.6 - SEVERIDADE MÉDIA DE CANCRO CAUSADO POR *Chrysosporthe cubensis* / *Botryosphaeria* sp. EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis* EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP. E A AMPLITUDE DE VARIAÇÃO NOS VALORES.

| Tratamentos | Severidade média | | | | | |
|---|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Anhembi | | | Itatinga | | |
| | 12 Meses | 24 Meses | 29 Meses | 15 Meses | 27 Meses | 32 Meses |
| Progênies de <i>E. grandis</i> * | 4,8 | 4,32 | 3,76 | 4,81 | 4,30 | 3,79 |
| Clone I 144 | 4,82 | 4,25 | 3,54 | 5,00 | 4,90 | 4,30 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Anhembi | 4,50 | 3,79 | 3,57 | 4,50 | 3,50 | 3,43 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Itatinga | 5,00 | 4,39 | 3,82 | 5,00 | 4,47 | 3,83 |
| Variação da severidade média | | | | | | |
| Progênies de <i>E. grandis</i> | 4,4 – 5,0 | 3,4 – 4,9 | 2,7 – 4,4 | 4,4 – 5,0 | 2,5 – 5,0 | 2,3 – 4,7 |

*Médias da população formada com as 176 progênies de *Eucalyptus grandis* testada.

NOTA: Escala de Notas: 5 (Árvores sadias), 4 (Árvores com cancrs superficiais, sem o comprometimento significativo da região cambial), 3 (Árvores com danos mais pronunciados, mostrando algum comprometimento da região cambial), 2 (Árvores com danos severos, comprometimento acentuado da região cambial e do lenho), 1 (Árvore morta pelo cancro).

FONTE: O autor (2018).

Os resultados da Tabela 1.7 e nos anexos 3 e 4 verificou-se que várias das progênies testadas apresentaram desempenho superior aos das testemunhas, as seminais que já são comercializadas na região do teste, e o clone I144 de *E. urophylla* plantado em várias regiões do Brasil. Estas progênies com maior potencial

podem ser selecionadas para constituírem uma nova população com média geral superior a esta primeira que foi avaliada.

Tabela 1.7 – POSIÇÃO RELATIVA DAS TRÊS TESTEMUNHAS CLONE I 144, SEMENTES DE *Eucalyptus grandis*/ANHEMBI E SEMENTES DE *Eucalyptus grandis*/ITATINGA, EM RELAÇÃO À CLASSIFICAÇÃO BASEADA NA SEVERIDADE MÉDIA DE CANCRO.

| Tratamentos | Posição Relativa na Classificação | | | | | |
|---|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Anhembi | | | Itatinga | | |
| | 12 meses | 24 meses | 29 meses | 15 meses | 27 meses | 32 meses |
| Clone I 144 | 115 | 73 | 113 | 45 | 5 | 15 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Anhembi | 173 | 169 | 111 | 83 | 160 | 130 |
| Sementes de <i>E. grandis</i> /Itatinga | 46 | 43 | 46 | 33 | 66 | 83 |

FONTE: O autor (2018).

Observa-se nos anexos 3 e 4 que em Anhembi destacaram-se as progênies 121, 172, 175 e 38 que estiveram entre as 10 primeiras em pelo menos duas avaliações, sendo que a progênie 121 foi a melhor nas duas últimas. Em Itatinga, as progênies 9, 37, 29, 149, e 165 se destacaram em relação à resistência ao cancro, colocando-se entre as 10 menores severidades médias da doença em pelo menos duas avaliações, com destaque para a progênie 165, que foi a primeira colocada nas duas últimas avaliações.

O cancro em *E. grandis* pode promover elevadas perdas em produtividade, indicando a necessidade de uso da resistência. Souza et al. (2010) citam uma redução de até 70,68% do volume de árvores de *E. grandis* com cancro basal (nível dois da escala deste trabalho) quando comparadas com árvores sadias. Ferrari e Couto (1984) observaram que nas classes de severidade 3 e 2 de avaliação de severidade de cancro em árvores de *E. grandis*, a redução no volume de madeira aos cinco anos representou em média 5,86% e 20,96%, respectivamente. Tumura (2015) verificou redução de 38% de produtividade em plantas de *Eucalyptus* spp. afetadas pelo cancro de *Chrysoporthe cubensis*, bem como a qualidade da madeira reduzindo a densidade básica e ocasionando tortuosidade de fuste.

A seleção genética de materiais resistentes ao cancro é uma importante ferramenta de controle desta doença no Brasil (SOUZA, 2008). Por isso vale ressaltar o potencial de exploração das progênies de *E. grandis* que não foram afetadas pela doença ou que apresentaram níveis melhores de severidade que as testemunhas consideradas resistentes.

4 CONCLUSÕES

As duas doenças apresentaram distribuição homogênea nas áreas do teste, com aumento de severidade com o decorrer do tempo. As progênies testadas apresentam potencial para uso em programas de melhoramento que tenha como objetivo a resistência ao cancro e a mancha foliar, pois apresentaram incidência e severidade média, similares ao material considerado resistente.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C.; Isolamento de Fungos Fitopatogênicos In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**. 1º Ed, Viçosa: MG; 2007. p. 53-90.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2º Edição: Viçosa, MG, 2009. 500 p.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. **Fenologia, patometria e quantificação de danos**. In: AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; J. A. M., REZENDE. (4 Eds.) Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011. p. 517- 540.
- AUER, C. G.; SANTOS, A. F dos.; FURTADO, E. L. Doenças do eucalipto. In: AMORIM, L, REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia**. 5ºed.: Ouro Fino: Editora Agronômica Ceres Ltda; 2016. v. 2. p. 359-372.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3.ed. New York: MacMillan, 1972. 241 p.
- CAMARGO, L. E. A. **O cancro do eucalipto causado por *Cryphonectria cubensis*: sua dinâmica, quantificação e perdas avaliadas em um plantio de *Eucalyptus grandis***. Piracicaba: Dissertação - Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; 1989. 98 p.
- FERRARI, M. P.; COUTO, H. T. Z. Avaliação de perdas em rendimento de madeiras devido ao cancro do *Eucalyptus* causado por *Chryphonectria cubensis* (Bruner) Hodges. **Revista IPEF**: v. 27, p. 9-15, 1984.
- FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa; SIF; 1989. 570 p.
- GRAÇA, R. N. **Penetração e condições favoráveis para penetração de *Cylindrocladium pteridis***. Viçosa: Dissertação: Universidade Federal de Viçosa; 2007. 38 p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – Ibá. **Relatório IBÁ**, 2017, 77 p.

KRUGNER, T. L.; CANEVA, R. A.; CARDOSO, C. O. N. Nota sobre a ocorrência do cancro do tronco em eucalipto. **Revista IPEF**: v. 6, p. 61-67, 1973.

KRUGNER, T. L.; GUERRINI, I. A.; AUER, C. G. Surto epidêmico da mancha foliar causada por *Cylindrocladium* sp. e sua relação com o crescimento de espécies/procedências de *Eucalyptus* na região de Tucuruí, PA. **Revista IPEF**: v. 43/44: p. 74-78, 1990.

LIPPERT, D. B. **Resposta espectral de folhas de *Eucalyptus globulus* (Labill.) atacadas por *Mycosphaerella* sp.** Santa Maria: Dissertação - Centro de Ciências Rurais: Universidade Federal de Santa Maria; 2011.

OLIVEIRA, R. R.; FURTADO, E. L. Escala diagramática com categorias de severidade de ataque para o cancro basal do Eucalipto. **Resumos**: Seminário de Iniciação Científica FCA/UNESP. 2000.

SANTOS, A. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JR. A. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: Identificação e controle.** Circular Técnica; Embrapa Florestas: 45; 2001. 20 p.

SCHULTZ, B. **Levantamento de doenças bióticas e abióticas em *Eucalyptus benthamii* Maiden nos estados do Paraná e Santa Catarina.** Curitiba: Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná; 2011. 101 p.

SCHULTZ, B.; SBRAVATTI JUNIOR, J. A.; AUER, C. G.; SANTOS, A. F. Impacto da mancha foliar causada por *Cylindrocladium candelabrum* em plantios jovens de *Eucalyptus benthamii* em Rio Negrinho-SC. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 307-316, 2015.

SERVIÇO DE ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS. (SEE). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Ensino Luiz de Queiroz; 2017. Disponível em: de <http://www.esalq.usp.br/svee/>.

SOUZA, H. G. **Resistência do eucalipto ao cancro de *Chrysosporthe cubensis* e *Botryosphaeria* sp.** Botucatu: Dissertação - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2008. 105 p.

SOUZA, S. E.; SANSIGOLO, C.A.; FURTADO, E.L.; JESUS JUNIOR, W. C.; OLIVEIRA, R. R. Influência do cancro basal em *Eucalyptus grandis* nas propriedades da madeira e polpação kraft. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 88, p. 547-557, 2010.

TAOLE, M. M.; BURGESS, T. I.; GRYZENHOUT, M.; WINGFIELD, B. D.; WINGFIELD, M. J. DNA sequence incongruence and inconsistent morphology obscure species boundaries in the *Teratosphaeria suttonii* species complex. **Mycoscience**, v. 53: p. 270–283, 2012.

TEJEDOR, C.; PÉREZ, S.; RENEDO, C. J.; ORTIZ, A.; MAÑANA, M.; SILIÓ, D. Energy implications of the *Mycosphaerella* sp. in *Eucalyptus globulus* stands. In: **International Conference on Renewable Energy and Power Quality 2008**; 505 p.

TUMURA, K. G. **Dinâmica espaço-temporal, quantificação de danos e perdas e influência do cancro (*Chrysosporthe cubensis*) no acúmulo de biomassa e fixação de carbono em seis genótipos de *Eucalyptus spp.*** Botucatu: Tese - Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista; 2015, 74 p.

CAPÍTULO 2 – ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE RESISTÊNCIA À MANCHA FOLIAR E AO CANCRO EM PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE *Eucalyptus grandis*

RESUMO

Estimativas precisas de parâmetros genéticos são de fundamental importância para o sucesso de um programa de seleção em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus grandis*. O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos das variáveis: resistência a mancha foliar e ao cancro e sobrevivência, e verificar a correlação das doenças com o crescimento, para direcionar uma estratégia de melhoramento genético. O teste de progênies foi plantado em dois locais, nos municípios de Anhembi e Itatinga, ambos no estado de São Paulo, com uma planta por parcela, com 30 repetições em Itatinga e 28 repetições em Anhembi. Foram testadas 176 progênies e três testemunhas, plantadas em delineamento em blocos casualizados. As variáveis avaliadas foram: sobrevivência, resistência ao cancro e à mancha foliar. Foram realizadas três avaliações, aos 12, 24 e 29 meses de idade em Anhembi e aos 15, 27 e 32 meses de idade em Itatinga. A variável resistência ao cancro foi avaliada nas três avaliações, a resistência à mancha foliar somente nas duas primeiras e a sobrevivência apenas na última avaliação, em cada local. Foi utilizado o software SELEGEN REML/BLUP® para estimar os parâmetros genéticos, as correlações genéticas e a interação genótipo-ambiente. Foi realizado o teste de Qui-quadrado para verificar a significância da variabilidade genética entre as progênies. As estimativas de herdabilidade média de progênies e individual foram baixas no teste implantado em Anhembi demonstrando baixa variabilidade genética entre e dentro de progênies no teste. Para as variáveis avaliadas, o teste de Qui-quadrado confirmou que não houve diferenças significativas para o efeito das progênies em Anhembi, indicando que a seleção não deve ser feita neste local. Em Itatinga, foram obtidos valores de herdabilidade média de progênies e individual que variaram de moderado a alto, permitindo bons ganhos com a seleção neste local. O teste de Qui-quadrado foi significativo para as progênies de *E. grandis* em Itatinga. As correlações genéticas e o controle genético obtido nas diferentes idades de avaliação da resistência a mancha foliar e ao cancro indicam que a seleção deve ser feita utilizando as avaliações de mancha foliar aos 15 meses e de cancro aos 27 meses. As correlações genéticas também indicam a seleção indireta para

sobrevivência utilizando a variável cancro. As variáveis cancro, DAP e mancha foliar não são correlacionadas. Apesar de não haver interação genótipo-ambiente significativa, a seleção deve ser realizada em Itatinga, em função de não ser possível detectar variação genética significativa para todas as variáveis em Anhembi.

Palavras-Chave: Acurácia, correlação genética, herdabilidade.

ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS OF RESISTANCE TO LEAF SPOT AND CANKER IN OPEN POLLINATION *Eucalyptus grandis* PROGENIES

ABSTRACT

Precise estimation of genetic parameters is fundamental for the success of a selection program in open pollination progenies of *Eucalyptus grandis*. This work aimed to estimate the genetic parameters of the following variables: survival, diameter at breast height (DBH), resistance to leaf spot and canker, in an open pollination *E. grandis* progenies test, to determine if variables could be used in an improvement strategy. The progenies test was planted in two areas, in the municipalities of Anhembi and Itatinga, both in the state of Sao Paulo, with one plant per block, with 30 blocks in Itatinga and 28 blocks in Anhembi. It was tested 176 *E. grandis* progenies and three control treatments, planted in randomized blocks. Variables assessed were survival and resistance to leaf spot and canker. Three evaluations were carried out at the age of 12, 24 and 29 months in Anhembi and at 15, 27 and 32 months in Itatinga. Resistance to canker was measured in all three evaluations, resistance to leaf spot only in the first two evaluations and survival only in the last evaluation, in each area. The software SELEGEN REML / BLUP® was used to estimate the genetic parameters, genetic correlations and the genotype-environment interaction. Chi-square test was used to verify how significant the genetic variability was among progenies. Average progenies and individual heritability were low in the test planted in Anhembi showing low genetic variability inside and among progenies in the test. For the variables evaluated, the chi-square test confirmed that there were no significant differences for the progenies effect in Anhembi, indicating that selection must not be done in this area. In Itatinga, average

progenies and individual heritability values were obtained, varying from moderate to high, allowing good gains with selection in this place. The chi-square test was significant for *E. grandis* progenies in Itatinga. Genetic correlations and control obtained at different ages of measurement of resistance to canker and leaf spot indicate that selection should be held by evaluating leaf spot at 15 months and canker at 27 months. Genetic correlations also indicate indirect selection for survival using the canker variable. Despite of no significant genotype-environment interaction, selection should be carried out in Itatinga, because it is not possible to detect significant genetic variation for all variables in Anhembi.

Key-words: Accuracy, heritability, genetic correlation.

1 INTRODUÇÃO

Uma árvore melhorada é aquela que tem a capacidade de se adaptar ao sítio onde será plantada e ter um bom desenvolvimento, porém também deve superar as doenças, pragas e os estresses naturais que vão ocorrer durante seu ciclo, dentre eles as doenças (DARROW, 1984).

Entre as doenças que ocorrem nos plantios de eucalipto no Brasil destaca-se a mancha foliar e o cancro. O cancro, por ser uma doença que ocasiona maiores danos às plantas de eucalipto, é permanentemente incluído nos projetos de melhoramento genético (ASSIS, 2014). Para mancha foliar, os estudos de melhoramento são desenvolvidos em algumas regiões, por não causar sérios problemas e mortalidade de plantas (FONSECA, 2010).

A seleção de indivíduos com bom crescimento e resistente a diferentes doenças é sempre almejado pelo melhorista, por isso a busca por materiais genéticos de eucalipto com bom crescimento, com boa adaptação às diferentes condições climáticas e aos fatores adversos ao longo do ciclo da cultura é crescente.

De acordo com Cruz e Carneiro (2003), a seleção de indivíduos portadores de genes desejáveis no melhoramento, deve ser feita por meio da avaliação genética de uma população. Estas avaliações são realizadas com o uso de testes específicos, os testes de progênies, que auxiliam na predição do valor genético dos genitores e possibilitam a estimativa de parâmetros e ganhos genéticos (BRIDGWATER, 1992).

O procedimento REML/BLUP permite uma boa avaliação genética de indivíduos avaliados em um teste de progênies, além de estimativas dos parâmetros e valores genéticos que poderão ser utilizados no processo de seleção. Este procedimento utiliza a predição de valores genéticos dos efeitos aleatórios do modelo estatístico, associado às observações fenotípicas, ajustando-se os dados aos efeitos fixos ao número irregular de informações nas parcelas, com uma metodologia de modelos mistos (RESENDE, 2002).

Os parâmetros genéticos relevantes no melhoramento, e que são constantemente utilizados em pesquisas envolvendo progênies são: o coeficiente de herdabilidade, no sentido amplo e restrito, às interações dos efeitos genéticos e ambientais, e às correlações genéticas entre características (RESENDE, 2015).

A herdabilidade é um dos mais importantes parâmetros, pois mede o grau de correspondência entre os valores fenotípicos e genéticos. O valor fenotípico pode ser observado diretamente no indivíduo, mas no melhoramento é o valor genético que interessa e determina a influência na próxima geração (FALCONER, 1987).

A expressão fenotípica de uma característica é resultado da soma de efeitos genéticos, ambientais e da interação entre os dois. Com um valor de herdabilidade maior de um caráter, tem-se efeitos nos valores fenotípicos, maior influência genética. Na prática, as estimativas de herdabilidade situam-se entre zero e um, quanto mais alto este valor, maiores as chances de se obter altos ganhos genéticos. Populações diferentes, de uma mesma espécie, podem ter valor de herdabilidade diferentes para a mesma característica (RESENDE, 2001; RESENDE, 2015).

A estimativa do valor genético aditivo individual e de famílias permite classificar os diferentes materiais genéticos testados pelo desempenho para uma característica. Em plantas perenes propagadas por sementes, recomenda-se que a seleção seja feita com base nos valores genéticos aditivos dos indivíduos (RESENDE, 2002).

Portanto, o objetivo deste capítulo foi estimar os parâmetros genéticos das variáveis: resistência ao cancro e a mancha foliar e sobrevivência, para direcionar uma estratégia de seleção, e verificar a correlação das doenças com o crescimento em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL GENÉTICO

O experimento foi constituído de 176 progênes de polinização aberta de *E. grandis* oriundas de um Pomar Clonal de Sementes (PCS) no município de Itapeva, e três testemunhas: uma das testemunhas foi constituída por um lote de semente comerciais de *E. grandis* de uma Área de Produção de Sementes (APS) de Itatinga e a outra de um Pomar de Sementes por Mudanças de primeira geração de Anhembi (TABELA 2.1). A terceira testemunha foi constituída de um clone comercial de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake conhecido como I144. As informações detalhadas sobre as testemunhas estão no item 2.2 do capítulo 1.

TABELA 2.1 - RELAÇÃO DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS NO TESTE DE PROGÊNES, INSTALADO EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP.

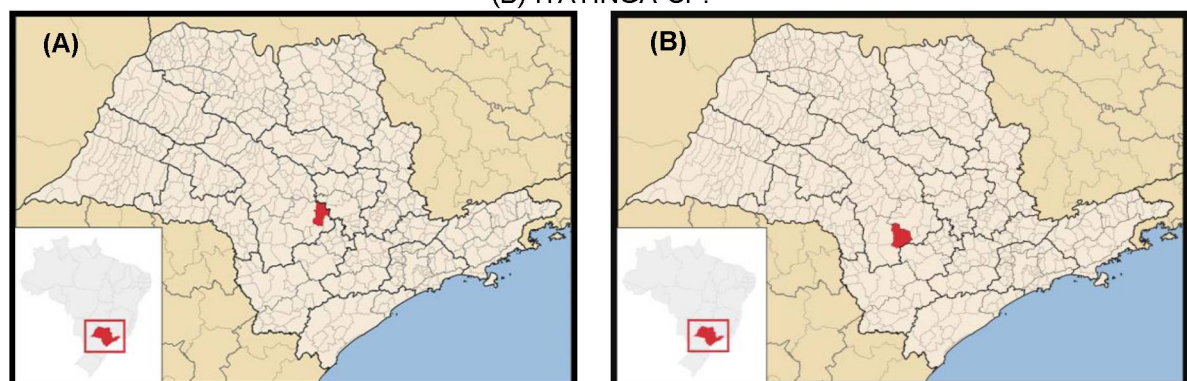
| Tratamento | Procedência (BR) | Origem |
|--|------------------|---------------------------|
| 176 Progênes de <i>E. grandis</i> | Itapeva-SP | Atherton, Austrália |
| Clone comercial de <i>E. urophylla</i> | ----- | ----- |
| Lote de sementes de <i>E. grandis</i> | Anhembi-SP | Coff's Harbour, Austrália |
| Lote de sementes de <i>E. grandis</i> | Itatinga-SP | Coff's Harbour, Austrália |

Nota: BR (Brasil). FONTE: O autor (2018).

2.2 LOCAL E ÉPOCA DE INSTALAÇÃO DO TESTE DE PROGÊNES

O teste de progênes foi instalado nos municípios de Anhembi-SP (22° 47' 22"S, 48° 07' 38" W) em agosto de 2014 e Itatinga (23° 06' 06"S, 48° 36' 56"W) em maio de 2014. As áreas utilizadas pelo teste de progênes estão localizadas nas Estações experimentais de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (FIGURA 2.1).

FIGURA 2.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS DOIS LOCAIS DO EXPERIMENTO: (A) ANHEMBI-SP; (B) ITATINGA-SP.



FONTE: SEE (2017).

Itatinga está localizada mais ao sul e em maior altitude em relação a Anhembi, conforme se pode observar na Tabela 2.2. O clima das duas regiões é

classificado como Cfa segundo Koppen, clima temperado úmido. Na Tabela 2.2 são apresentados os dados das médias históricas de temperatura média, máxima, mínima, e precipitação e umidade do ar das duas áreas de plantio. Podem ser observados que em Itatinga as temperaturas são inferiores e a precipitação e umidade do ar são maiores em relação a Anhembi.

TABELA 2.2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA, ALTITUDE, TEMPERATURAS, PRECIPITAÇÃO E UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DOS LOCAIS DE INSTALAÇÃO DO TESTE DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*.

| Característica | Local | |
|-------------------------------|---------|----------|
| | Anhembi | Itatinga |
| Latitude (°S) | 22°47' | 23°06' |
| Longitude (°O) | 48°07' | 48°36' |
| Altitude (m) | 472 | 845 |
| Temperatura Mínima (°C) | 15,4 | 13,8 |
| Temperatura Média (°C) | 22,4 | 19,5 |
| Temperatura Máxima (°C) | 29,3 | 27,2 |
| Precipitação média anual (mm) | 1.336,8 | 1.433,4 |
| Umidade do ar média (%) | 83,4 | 77,6 |

FONTE: SEE (2017).

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DO TESTE DE PROGÊNIES

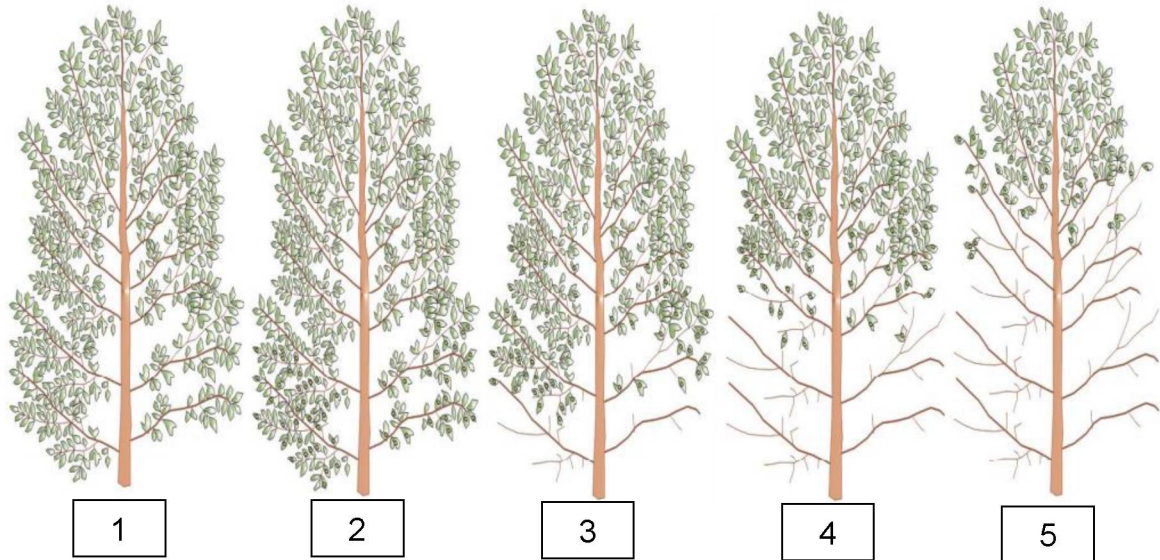
O delineamento experimental utilizado nos testes foi o de blocos ao acaso, com 176 tratamentos (famílias/progênies), três testemunhas, e uma planta por parcela. Em Itatinga foram 30 repetições, enquanto em Anhembi 28. O plantio foi realizado em espaçamento 3 m x 2 m, com duas linhas de bordadura externa.

2.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Foram realizadas três avaliações no período de agosto/2015 a janeiro/2017. A primeira avaliação foi realizada em agosto/2015, quando as plantas de *E. grandis* se encontravam com 12 meses de idade em Anhembi e 15 meses em Itatinga. A segunda foi realizada em agosto/2016 com as plantas de *E. grandis* com 24 meses de idade em Anhembi e 27 meses em Itatinga. A terceira avaliação foi realizada em janeiro/2017, quando as plantas de *E. grandis* se encontravam com 29 meses de idade em Anhembi e 32 meses em Itatinga. A variável cancro foi avaliada nas três avaliações, a mancha foliar somente nas duas primeiras e a sobrevivência apenas na última avaliação, em cada local. A quantificação da severidade se baseou em uma escala de avaliação visual feita por Schultz (2011) para *Eucalyptus benthamii*

Maiden, na qual são atribuídas notas de 1 a 5 de acordo com a intensidade de desfolha (FIGURA 2.2), das plantas vivas.

FIGURA 2.2 - ESCALA DE AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE MANCHAS FOLIARES EM EUCALIPTO.



NOTA: Escala de notas: 1 (plantas saudias), 2 (ausência de desfolha e presença de manchas foliares nos galhos inferiores), 3 (desfolha até 1/3 da árvore), 4 (desfolha até 1/2 da árvore), 5 (desfolha até 2/3 da árvore).

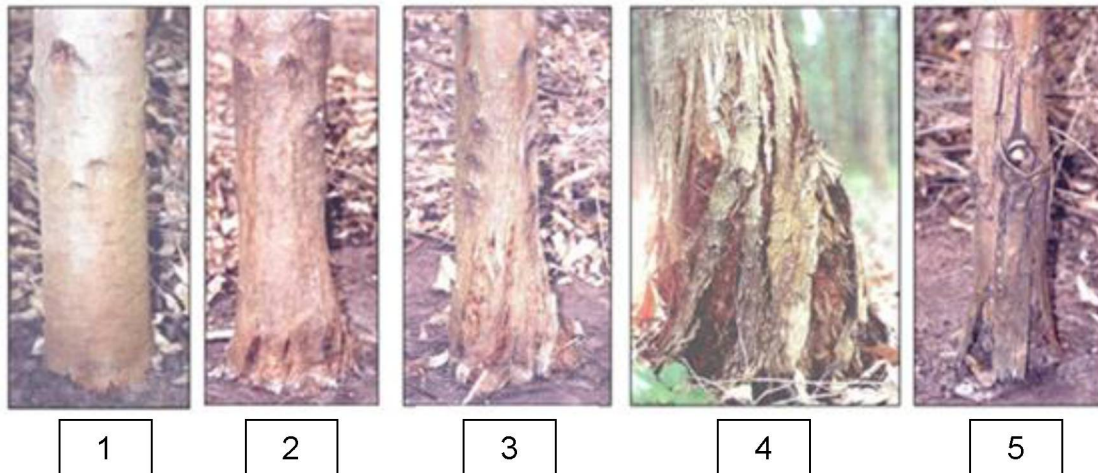
FONTE: SCHULTZ, 2011.

Para a avaliação da severidade dos danos causados pelo cancro foram atribuídas notas de 1 a 5 de acordo com os sintomas observados nas plantas de *E. grandis*, de acordo com Souza (2008) e Oliveira e Furtado (2000), para os sintomas observados nas plantas (FIGURA 2.3).

Foi atribuída nota zero para as árvores mortas por qualquer outro fator, excluindo as mesmas na composição da média do experimento e nas estimativas dos parâmetros genéticos.

Para atender as análises das estimativas de parâmetros genéticos, as notas da escala de severidade de mancha foliar e cancro foram invertidas, a nota 5 passou a ser o valor de menor severidade, e a nota 1 o maior valor. Deste modo, o aumento da severidade da doença ocorre com a diminuição do valor da nota de severidade.

FIGURA 2.3 - ESCALA DE AVALIAÇÃO DE SEVERIDADE DO CANCRO EM EUCALIPTO.



NOTA: Escala de Notas: 1 (Árvores saudias), 2 (Árvores com cancrios superficiais, sem o comprometimento significativo da região cambial), 3 (Árvores com danos mais pronunciados, mostrando algum comprometimento da região cambial), 4 (Árvores com danos severos, comprometimento acentuado da região cambial e do lenho), 5 (Árvore morta pelo cancro).

FONTE: SOUZA, 2007; OLIVEIRA e FURTADO, 2000.

2.5 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS GENÉTICOS PARA RESISTÊNCIA

Para análise genética das variáveis dos indivíduos do teste de progênies, foi utilizado o software para análise genética SELEGEN REML/BLUP® (RESENDE, 2002). Este software estima os parâmetros genéticos via REML, além dos valores genotípicos ou médias genotípicas ajustadas de progênies. O SELEGEN por meio do procedimento BLUP estima os valores genéticos aditivos e genotípicos individuais. De acordo com Resende (2006) na avaliação de indivíduos em progênies de meios-irmãos, no delineamento em blocos ao acaso, com uma planta por parcela, em um local sem medida repetida, recomenda-se o uso do seguinte modelo linear misto:

$$y = Xr + Za + e.$$

Foram estimados utilizando este modelo os seguintes componentes de variância (REML Individual):

σ_a^2 : variância genética aditiva.

σ_e^2 : variância residual.

σ_f^2 : variância fenotípica individual.

h_a^2 = herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos.

h_{mp}^2 : herdabilidade da média de progênies

r_{aa} : acurácia da seleção de progênies.

h^2_{ad} : herdabilidade aditiva dentro de progênies.

$CV_{gi}\%$: coeficiente de variação genética aditiva individual.

$CV_{gp}\%$: coeficiente de variação genética entre progênies.

$CV_e\%$: coeficiente de variação residual.

Média geral do experimento.

As estimativas de herdabilidade obtidas foram classificadas de acordo com o que recomenda Resende (2015) (TABELA 2.3). Os valores de acurácia considerados altos de acordo com Resende (2007) são os maiores que 0,70. Este valor indica a semelhança entre os valores genéticos estimados e os valores verdadeiros.

TABELA 2.3 – CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE HERDABILIDADE.

| Valor da herdabilidade | Classificação |
|------------------------|---------------|
| $h^2 > 0,50$ | Alta |
| $0,15 < h^2 < 0,50$ | Moderada |
| $h^2 < 0,15$ | Baixa |

FONTE: RESENDE (2015).

Os efeitos dos modelos utilizados nas estimativas foram testados seguindo a metodologia descrita por Resende (2002), por meio do teste da razão de verossimilhança (LRT).

A análise do crescimento foi baseada no trabalho de Oliveira (2017) que considerou DAP aos 22 meses de idade como a variável mais representativa do crescimento no teste de progênies, por isso não foram estimados os parâmetros genéticos para DAP, os dados desta variável só foram utilizados para estimar as correlações genéticas.

2.6 CORRELAÇÕES GENÉTICAS

Para estimar as correlações genéticas foi utilizado o software SELEGEN REML/BLUP® e como critério para classificação dos valores de correlação genética, padrões adotados por Resende (2015), conforme Tabela 2.4.

TABELA 2.4 – CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE CORRELAÇÃO GENÉTICA.

| Correlação genética | Classificação |
|---------------------|---------------|
| 0,67 a 1 | Alta |
| 0,34 a 0,66 | Média |
| < 0,33 | Baixa |

FONTE: RESENDE (2015)

2.7 INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE

Foi utilizado o modelo linear misto 22 do software SELEGEN REML/BLUP® para estimar e analisar a interação genótipo x ambiente, segue o modelo utilizado:

$$y = Xr + Za + Wi + e$$

Foram estimados os seguintes componentes da variância:

σ^2_a : variância genética aditiva.

σ^2_{int} : variância da interação genótipo x ambiente.

σ^2_e : variância residual.

σ^2_f : variância fenotípica individual.

h^2_a = herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos.

c^2_{int} = coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente.

r_{gloc} : correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes.

Média geral do experimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DA RESISTÊNCIA AO CANCRO E MANCHA FOLIAR, E SOBREVIVÊNCIA

3.1.1 Teste de Progênes de Anhembi

A partir das estimativas de parâmetros genéticos, podem ser observados baixos valores de herdabilidade média individual e de progênes para todas as variáveis analisadas, exceto para mancha foliar aos 12 meses que apresentou 0,43

de valor de herdabilidade média de progênies e 0,10 de herdabilidade individual (TABELA 2.5).

Ao analisar as estimativas de herdabilidade obtidas no teste de Anhembi, para todas as características observa-se baixo potencial para seleção de indivíduos e de famílias neste local. O sucesso de um programa de melhoramento depende muito do potencial que a população tem em transmitir essa característica favorável para os seus descendentes, quanto maior o valor estimado da herdabilidade, maiores as chances de ganhos com a seleção genética. Quando o valor de herdabilidade é baixo, não é indicada a seleção baseada na característica devido ao baixo controle genético. Silva (2008) não recomendou a seleção baseada na variável bifurcação em progênies de *E. benthamii* selecionadas para a resistência a geada devido aos baixos valores de herdabilidade encontrados, variando de 0,03% a 6%.

Tomando por base os valores de herdabilidade, que possibilitem fazer a seleção baseada outras variáveis no melhoramento de eucalipto, tais valores foram sempre superiores aos obtidos em Anhembi, como para DAP (MIRANDA et al., 2013). Valores maiores de herdabilidade também foram relatados por Silva et al., (2013), na seleção para resistência a ferrugem de *Puccinia psidii* Winter em *E. grandis*.

Conforme discutido por Majidi et al. (2009), os valores estimados de herdabilidade demonstram a resposta esperada durante o processo de seleção de populações que segregam, e ressaltam que quanto mais alto o valor da herdabilidade maiores serão os ganhos obtidos com a seleção.

Os valores de acurácia obtidos em Anhembi foram todos considerados baixos de acordo com Resende (2015), exceto para a variável mancha foliar aos 12 meses que apresentou valor alto de acurácia com 0,66 (TABELA 2.6). A acurácia é um parâmetro genético que associa a precisão do processo de seleção, sendo um dos fatores mais relevantes para a potencialização dos ganhos genéticos (RESENDE, 2002). Valores maiores de acurácia permitem possibilidades de ganhos mais elevados com a seleção (RESENDE, 2007).

TABELA 2.5 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA AS VARIÁVEIS RESISTÊNCIA AO CANCRO, MANCHA FOLIAR, E SOBREVIVÊNCIA DAS PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, EM DIFERENTES IDADES, NO MUNICÍPIO DE ANHEMBI-SP.

| Parâmetro | Variável | | | | | |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Cancro | | | Mancha foliar | | Sobrevivência |
| | 12 meses | 24 meses | 29 meses | 12 meses | 24 meses | 29 meses |
| σ_a^2 | 0,002 | 0,005 | 0,009 | 0,086 | 0,001 | 0,001 |
| σ_e^2 | 0,404 | 1,909 | 2,520 | 0,717 | 0,444 | 0,168 |
| σ_f^2 | 0,406 | 1,914 | 2,530 | 0,804 | 0,446 | 0,169 |
| h_a^2 | 0,005 ± 0,006 | 0,002 ± 0,004 | 0,003 ± 0,005 | 0,108 ± 0,026 | 0,003 ± 0,005 | 0,005 ± 0,006 |
| h_{mp}^2 | 0,037 | 0,019 | 0,026 | 0,437 | 0,022 | 0,037 |
| h_{ad}^2 | 0,004 | 0,002 | 0,002 | 0,083 | 0,002 | 0,004 |
| r_{aa} | 0,193 | 0,141 | 0,163 | 0,661 | 0,151 | 0,192 |
| CV _{gi} % | 0,972 | 1,72 | 2,637 | 9,492 | 1,914 | 3,961 |
| CV _{gp} % | 0,486 | 0,861 | 1,318 | 4,746 | 0,957 | 1,980 |
| CV _e % | 13,052 | 31,968 | 42,222 | 28,487 | 33,116 | 53,347 |
| Média geral | 4,880 | 4,326 | 3,765 | 3,105 | 2,016 | 0,771 |

σ_a^2 = variância genética aditiva; σ_e^2 = variância residual; σ_f^2 = variância fenotípica individual; h_a^2 = herdabilidade individual no sentido restrito; h_{mp}^2 = herdabilidade da média de progênie; r_{aa} = acurácia da seleção de progênie; h_{ad}^2 = herdabilidade aditiva dentro de progênie; CV_{gi}% = coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp}% = coeficiente de variação genética entre progênies; CV_e% = coeficiente de variação residual.

FONTE: O autor (2018).

Estimativas de parâmetros genéticos específicos para o emprego de seleção para mancha foliar não são encontrados na literatura, porém existem estudos sobre a resistência de espécies de eucalipto a esta doença por meio de outros procedimentos, como nos estudos de genes causadores da resistência a mancha foliar de *Cylindrocladium pteridis* em famílias de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., realizados por Zarpelon (2011). A variabilidade genética para a resistência a mancha foliar também é observada entre espécies e progênes de *Eucalyptus* spp. em testes com observações em campo e com inoculações do patógeno (FONSECA et al., 2010).

Para o cancro, são poucos os resultados divulgados na literatura, como o estudo feito por Borges e Brune (1981) com resistência de *E. grandis* ao cancro de *Diaporthe cubensis* Bruner (= *Chrysosporthe cubensis*), os autores verificaram valores de herdabilidade entre 0,65 e 0,77. Estes resultados são superiores aos encontrados em Anhembi neste trabalho, possivelmente porque naquela época o material genético estudado pelos autores possuía uma maior variabilidade genética.

Os resultados do teste de razão da verossimilhança confirmam os resultados obtidos nas estimativas dos parâmetros genéticos para Anhembi, uma vez que foi verificado efeito genético significativo para as progênes, apenas para a variável mancha foliar aos 12 meses de idade (TABELA 2.6).

TABELA 2.6 - TESTE DA RAZÃO DA MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA PARA AS VARIÁVEIS: RESISTÊNCIA AO CANCRO, MANCHA FOLIAR E SOBREVIVÊNCIA EM ANHEMBI.

| Variável | LTR (Qui-quadrado*) |
|------------------------|---------------------|
| Cancro 12 meses | 0,11 ^{ns} |
| Cancro 24 meses | 0,03 ^{ns} |
| Cancro 29 meses | 0,04 ^{ns} |
| Mancha foliar 12 meses | 31,61** |
| Mancha foliar 24 meses | 0,03 ^{ns} |
| Sobrevivência 29 meses | 0,11 ^{ns} |

*Valor do teste de Qui-quadrado com 1 grau de liberdade a 5% = 3,84 e a 1% = 6,63.

FONTE: O autor (2018).

Os resultados demonstram que não houve diferenças significativas entre as progênes no teste de Anhembi, fato que talvez possa ser explicado pelas variações ambientais que ocorreram no teste. Desta maneira, os diferentes níveis de

severidade das doenças verificadas foram mais influenciados por variações do ambiente.

3.1.2 Teste de Progênes de Itatinga

As estimativas de herdabilidade média de progênes estimadas foram consideradas altas e variaram de 0,60 a 0,68, exceto para a variável mancha foliar aos 27 meses, que apresentou herdabilidade moderada de 0,42 (TABELA 2.7).

Os valores de herdabilidade individuais encontrados para todas as variáveis foram considerados moderados variando de 0,19 a 0,27, exceto para a variável mancha foliar aos 27 meses onde foi observado baixo valor de herdabilidade baixa com o valor de 0,09 (TABELA 2.7). Borges e Brune, (1981) testando resistência de *E. grandis* ao cancro por *D. cubensis* também encontraram maiores valores de herdabilidade variando de 0,65 a 0,77. Martins et al. (2006) encontraram valor de herdabilidade média de progênes de 0,59 para resistência ao cancro em progênes de *E. grandis*.

As estimativas de herdabilidade em nível de famílias e individual foram maiores em Itatinga em comparação com Anhembi, fato que pode ter ocorrido devido a influência do ambiente na população, proporcionando resultados diferentes de herdabilidade para o mesmo material genético. A estimativa de herdabilidade é um parâmetro de população e ao mudar o material genético, o ambiente e o tempo os valores de herdabilidade tendem a ser diferentes.

Os valores de acurácia variaram de 0,77 a 0,83 em Itatinga, sempre superiores a 0,70, demonstrando boa confiabilidade dos dados, exceto para a variável mancha foliar aos 27 meses que apresentou acurácia seletiva de 0,64 (TABELA 2.7).

Os valores de herdabilidade e acurácia obtidos indicam que em Itatinga é possível fazer seleção genética de famílias e de indivíduos, para todas as variáveis, com possibilidades de bons ganhos genéticos com a seleção individual e entre famílias para as variáveis: cancro, mancha foliar e sobrevivência.

TABELA 2.7 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA AS VARIÁVEIS: RESISTÊNCIA AO CANCRO, MANCHA FOLIAR, E SOBREVIVÊNCIA DAS PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, E SUAS IDADES DE AVALIAÇÃO, NO MUNICÍPIO DE ITATINGA-SP.

| Parâmetro | Variável | | | | | |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Cancro | | | Mancha foliar | | Sobrevivência |
| | 15 meses | 27 meses | 32 meses | 15 meses | 27 meses | 32 meses |
| σ_a^2 | 0,136 | 0,565 | 0,509 | 0,073 | 0,037 | 0,041 |
| σ_e^2 | 0,488 | 1,509 | 1,882 | 0,307 | 0,359 | 0,108 |
| σ_f^2 | 0,624 | 2,075 | 2,392 | 0,381 | 0,396 | 0,149 |
| h^2_a | 0,217 ± 0,038 | 0,272 ± 0,042 | 0,212 ± 0,037 | 0,194 ± 0,036 | 0,094 ± 0,036 | 0,276 ± 0,042 |
| h^2_{mp} | 0,633 | 0,687 | 0,627 | 0,604 | 0,421 | 0,689 |
| h^2_{ad} | 0,172 | 0,219 | 0,168 | 0,153 | 0,072 | 0,222 |
| r_{aa} | 0,795 | 0,828 | 0,792 | 0,777 | 0,649 | 0,830 |
| CV _{gi} % | 7,656 | 17,482 | 18,820 | 11,728 | 11,239 | 24,874 |
| CV _{gp} % | 3,828 | 8,741 | 9,410 | 5,864 | 5,619 | 12,437 |
| CV _e % | 15,957 | 32,313 | 39,681 | 25,964 | 36,069 | 45,669 |
| Média geral | 4,816 | 4,303 | 3,792 | 2,319 | 1,725 | 0,816 |

σ_a^2 = variância genética aditiva; σ_e^2 = variância residual; σ_f^2 = variância fenotípica individual; h^2_a = herdabilidade individual no sentido restrito; h^2_{mp} = herdabilidade da média de progênie; r_{aa} = acurácia da seleção de progênie; h^2_{ad} = herdabilidade aditiva dentro de progênie; CV_{gi}% = coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp}% = coeficiente de variação genética entre progênies; CV_e% = coeficiente de variação residual.

FONTE: O autor (2018).

No teste de razão da máxima verossimilhança (LTR) foram confirmados os resultados obtidos nas estimativas dos parâmetros genéticos para Itatinga, uma vez que foi verificado efeito significativo para as progênies para todas as variáveis em todas as avaliações (TABELA 2.8).

TABELA 2.8 - TESTE DA RAZÃO DA MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA PARA AS VARIÁVEIS: RESISTÊNCIA AO CANCRO, MANCHA FOLIAR E SOBREVIVÊNCIA EM ITATINGA.

| Variável | LTR (Qui-quadrado) |
|------------------------|--------------------|
| Cancro 15 Meses | 105,88** |
| Cancro 27 Meses | 143,12** |
| Cancro 32 Meses | 93,86** |
| Mancha foliar 15 Meses | 80,14** |
| Mancha foliar 27 Meses | 19,78** |
| Sobrevivência | 151,86** |

Nota: Valor do teste de Qui-quadrado com 1 grau de liberdade a 5% = 3,84 e a 1% = 6,63.
 FONTE: O autor (2018).

3.2 CORRELAÇÕES GENÉTICAS

3.2.1 Teste de Progênies de Anhembi

Analisando as correlações obtidas entre as idades de avaliação para o cancro (TABELA 2.9), observa-se correlação de média magnitude entre as avaliações aos 24 e 29 meses com valor de 0,68. Para a mancha foliar, a correlação entre as idades é baixa. Como não foi verificado controle genético das variáveis nas estimativas dos parâmetros genéticos e no teste de Qui-quadrado em Anhembi, a seleção não ocorrerá neste local, por isso as correlações entre as variáveis e as diferentes idades de avaliação neste local não serão consideradas na tomada de decisão na seleção.

3.2.2 Teste de Progênies de Itatinga

Em relação à correlação entre as diferentes variáveis (TABELA 2.10), pode ser observado que as variáveis, resistência ao cancro e sobrevivência apresentaram correlação de média magnitude aos 15 meses (0,56) e alta aos 27 e 32 meses (0,93 e 0,82). Estes valores indicam que o cancro está afetando a sobrevivência das árvores, fato de fácil visualização, pois a principal causa de mortalidade de plantas no teste é devido aos efeitos desta doença.

TABELA 2.9 – CORRELAÇÕES GENÉTICAS EM NÍVEL DE PLANTAS INDIVIDUAIS DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis* ENTRE AS VARIÁVEIS: CANCRO, MANCHA FOLIAR, SOBREVIVÊNCIA E DAP, E SUAS IDADES DE AVALIAÇÃO EM ANHEMBI-SP.

| VARIÁVEL | Sobrevivência 32 meses | Cancro 12 meses | Cancro 24 meses | Cancro 29 meses | Mancha 12 meses | Mancha 24 meses |
|------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| DAP 22 meses | 0,066 | 0,119 | 0,084 | 0,168 | -0,033 | -0,089 |
| Sobrevivência 32 meses | 1 | 0,219 | 0,655 | 0,790 | 0,072 | -0,159 |
| Cancro 12 meses | - | 1 | 0,327 | 0,301 | 0,073 | -0,096 |
| Cancro 24 meses | - | - | 1 | 0,682 | 0,078 | -0,185 |
| Cancro 29 meses | - | - | - | 1 | 0,002 | -0,220 |
| Mancha 12 meses | - | - | - | - | 1 | 0,141 |
| Mancha 24 meses | - | - | - | - | - | 1 |

FONTE: O autor (2018).

TABELA 2.10 – CORRELAÇÕES GENÉTICAS EM NÍVEL DE PLANTAS INDIVIDUAIS DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis* ENTRE AS VARIÁVEIS: CANCRO, MANCHA FOLIAR, SOBREVIVÊNCIA E DAP E SUAS IDADES DE AVALIAÇÃO, EM ITATINGA-SP.

| VARIÁVEL | Sobrevivência 32 meses | Cancro 15 meses | Cancro 27 meses | Cancro 32 meses | Mancha 15 meses | Mancha 27 meses |
|------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| DAP 22 meses | 0,482 | 0,191 | 0,474 | 0,302 | -0,395 | 0,264 |
| Sobrevivência 32 meses | 1 | 0,563 | 0,939 | 0,825 | -0,524 | -0,028 |
| Cancro 15 meses | - | 1 | 0,673 | 0,642 | -0,186 | -0,068 |
| Cancro 27 meses | - | - | 1 | 0,866 | -0,494 | -0,029 |
| Cancro 32 meses | - | - | - | 1 | -0,403 | -0,027 |
| Mancha 15 meses | - | - | - | - | 1 | 0,204 |
| Mancha 27 meses | - | - | - | - | - | 1 |

FONTE: O autor (2018).

A variável cancro será a variável utilizada para a seleção indireta também para sobrevivência. Além de causar mortalidade da planta, a ocorrência do cancro também danifica a sua madeira, como pode ser observado na escala de avaliação utilizada neste trabalho (FIGURA 2.3), assim as plantas que não morreram devido aos efeitos desta doença terão sua madeira danificada.

A avaliação de cancro permite a contabilização das plantas cuja madeira foi afetada, se a variável sobrevivência fosse a selecionada para seleção indireta de cancro, seriam contabilizadas somente as plantas que morreram pela ação do cancro, aquelas que a sua madeira sofreu injúrias pela ação da doença seriam ignoradas.

As injúrias causadas na madeira pela ação do cancro podem ser desde danos na casca até o comprometimento acentuado da região cambial e do lenho. Além disso, esta doença causa escurecimento na madeira, devido à mortalidade das partes do tronco afetadas pelo fungo, diminuindo o valor econômico do produto (OLIVEIRA; FURTADO, 2000). Tumura (2015) relatou que o cancro de *C. cubensis* em *Eucalyptus* spp. ocasiona redução da densidade básica da madeira e tortuosidade de fuste.

A correlação entre a resistência ao cancro, DAP e resistência à mancha foliar são de um modo geral de baixa magnitude seja positiva ou negativa (TABELA 2.10). Balmelli et al. (2014) encontraram correlações negativas baixas (-0,40 a -0,20) entre a severidade de mancha foliar de *Mycosphaerella* e o crescimento de plantas de *E. globulus*, e entre a sobrevivência e a severidade da doença (-0,51 a -0,28). Oliveira (2017) também encontrou correlações de baixa a média entre as variáveis grau de infecção a ferrugem e DAP em progênies de *E. grandis*.

Correlações baixas de DAP com outras variáveis são comuns de ser relatadas, como no trabalho de Macedo et al. (2013) que observaram correlação baixa entre DAP e forma do fuste com *Eucalyptus tereticornis* Smith, e Kageyama (1980) para as variáveis DAP e forma do fuste em plantas de *E. grandis* (-0,33 a 0,28).

Estes resultados demonstram, de modo geral, que as características resistência ao cancro e sobrevivência, a seleção para uma característica pode resultar na melhoria da outra, devido à alta correlação entre as variáveis, e o cancro será a variável utilizada para seleção. Porém as variáveis resistência ao cancro, DAP e a mancha foliar são independentes, e a seleção genética para uma

característica, não implica em uma melhoria nas outras, pois os valores de correlação genética são sempre baixos e próximos de zero, ou valores negativos.

De acordo com Pires et al. (2011), quando o objetivo do melhoramento envolve mais de uma característica, que não pode ser melhorada indiretamente pela seleção direta de outra, a seleção deve ser feita adotando sistemas que permitam conseguir ganhos genéticos para todos os caracteres, estes sistemas de seleção podem ser: Seleção em Tandem; Níveis independentes e Índices de seleção.

Ao se analisar a correlação entre as diferentes idades de avaliação observa-se que para o cancro a correlação é média entre avaliação aos 15 meses e as avaliações aos 27 e 32 meses, já a correlação entre as avaliações aos 27 e 32 meses foi considerada alta com valor de 0,86.

Estes resultados indicam que para o cancro a melhor idade de avaliação para seleção é 27 meses de idade em Itatinga, uma vez que o controle genético apresentado nessa avaliação também foi melhor, fato observado pelo maior valor de herdabilidade obtido, além disto, a correlação desta avaliação com as outras avaliações foi alta. Com isso pode ser feita seleção precoce de progênies, permitindo ganho de tempo no processo de seleção em relação a avaliações em idades mais avançadas.

Fonseca et al. (2000) citaram que em uma primeira etapa de um programa de melhoramento genético, como no caso deste trabalho, a seleção precoce tem sido eficiente para características silviculturais em teste de progênies de famílias de meio-irmãos. Ainda de acordo com os mesmos autores, a idade de dois anos pode ser considerada segura para a seleção precoce, devido ao fato de a incidência da ferrugem, manchas foliares, cancro e outros possíveis fatores de stress para as árvores acontecer neste período.

A seleção precoce para as características densidade básica e rendimento de celulose foi recomendada por Resende et al. (1994) para a seleção de clones de eucalipto, com correlação de 0,90 entre as avaliações aos 36 meses e aos 84 meses de idade. Massaro et al. (2010) indicaram a seleção precoce para a variável DAP na seleção de clones de *Eucalyptus* spp. avaliados aos 25, 50 e 72 meses de idade.

Em relação às diferentes idades de avaliação de mancha foliar, a correlação entre elas foi positiva, porém baixa, com valor de 0,20, indicando que a primeira avaliação aos 15 meses é a mais indicada para ser usada no processo de seleção, uma vez que nessa avaliação foi verificado melhor controle genético desta variável,

devido ao seu maior valor de herdabilidade, permitindo assim como para o cancro um tempo menor de avaliação para fazer a seleção, garantindo a seleção precoce.

No melhoramento de espécies florestais, a melhor idade para a seleção é no final do ciclo da cultura, determinado pela idade de corte comercial para que se objetiva, garantindo maior segurança na seleção dos genótipos mais produtivos, adaptados e resistentes às doenças. Contudo, este processo para *E. grandis* visando disponibilizar madeira para serraria com resistência ao cancro e a mancha foliar é longo e de alto custo. Com a seleção precoce para estas características é permitido um ganho de tempo e uma diminuição dos custos da estratégia de melhoramento.

A época certa para a seleção precoce em espécies florestais é a idade onde é possível obter os melhores ganhos genéticos por unidade de tempo, de maneira que os resultados devem ser os mais acurados possíveis (MCKEAND, 1988). Deste modo, a identificação da idade ótima de seleção é uma importante ferramenta para os programas de melhoramento (LEKSONO et al., 2006). Pavan (2009) definiu que a idade em torno de 3 anos a mais recomendada para a seleção precoce de árvores e famílias de *E. grandis* e híbridos desta espécie com *E. urophylla*, para as características crescimento em altura, o diâmetro à altura do peito e o volume comercial de madeira com casca.

A seleção para DAP será feita utilizando a idade de avaliação de 22 meses, já pré-definida no trabalho de Oliveira, (2017) como a idade mais eficiente para seleção desta característica no teste de progênies. Os valores das estimativas dos parâmetros genéticos por esse autor foram: herdabilidade individual 0,26; herdabilidade média de progênies 0,68; acurácia 0,82.

3.3 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

Não foi observada interação genótipo ambiente significativa, devido ao fato de os valores de correlação genotípica entre o desempenho das progênies nos vários ambientes serem considerados baixas de acordo com os valores referenciados por Resende (2007) variando de 0,05 a 0,51. O autor mencionou que valores de correlação maiores de 0,67 entre diferentes locais, demonstram um potencial para a utilização de uma única zona de melhoramento. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Oliveira (2017) que observou correlação de 0,61 a 0,54 para

sobrevivência e forma do fuste, porém o mesmo autor identificou interação genótipo ambiente alta para as variáveis: grau de infecção a ferrugem, DAP e bifurcação, em progênies de *E. grandis*. Miranda et al. (2013) também encontrou altos valores (>0,90) de interação entre diferentes locais para a resistência a ferrugem em *E. grandis*.

Quando não ocorre a interação genótipo-ambiente a indicação é que deve haver duas zonas de melhoramento, pois as melhores progênies em um local não são as melhores no outro local, porém como no teste de progênies de Anhembi não foi possível detectar variação genética significativa, devido aos baixos valores de herdabilidade encontrados e ao teste de qui-quadrado não ter sido significativo, como foi observado no item 3.1 deste capítulo, a seleção deverá ser feita com base no teste de progênies de Itatinga.

Portanto a seleção deverá ser feita somente em Itatinga utilizando as idades onde as variáveis apresentaram melhor controle e variabilidade genética, expressa pelos maiores valores de herdabilidade, e utilizando as idades de avaliação que possibilitem a seleção precoce das plantas: DAP aos 22 meses; Cancro aos 27 meses; Mancha foliar aos 15 meses.

TABELA 2.11 – PARÂMETROS GENÉTICOS DA INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE PARA AS VARIÁVEIS: CANCRO, MANCHA FOLIAR E SOBREVIVÊNCIA, DO TESTE DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis* EM ANHEMBI-SP E ITATINGA-SP.

| Parâmetros | Variáveis | | | | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------|
| | Cancro 1º Avaliação | Cancro 2º Avaliação | Cancro 3º Avaliação | Mancha 1º Avaliação | Mancha 2º Avaliação | Sobrevivência |
| σ^2_{int} | 0,008 | 0,013 | 0,041 | 0,031 | 0,002 | 0,004 |
| σ^2_e | 0,001 | 0,011 | 0,044 | 0,008 | 0,009 | 0,003 |
| σ^2_a | 1,134 | 1,399 | 2,350 | 0,910 | 0,484 | 0,182 |
| σ^2_f | 1,144 | 1,424 | 2,435 | 0,950 | 0,496 | 0,190 |
| h^2_a | 0,007 ± 0,005 | 0,009 ± 0,005 | 0,016 ± 0,007 | 0,032 ± 0,010 | 0,004 ± 0,004 | 0,022 ± 0,008 |
| c^2_{Int} | 0,001 | 0,007 | 0,018 | 0,009 | 0,019 | 0,016 |
| r_{gloc} | 0,515 | 0,231 | 0,189 | 0,474 | 0,055 | 0,255 |
| Média geral | 4,621 | 4,512 | 3,830 | 2,715 | 1,962 | 0,731 |

σ^2_{int} = variância genética aditiva; σ^2_e = variância da interação genótipo x ambiente; σ^2_a = variância residual; σ^2_f = variância fenotípica individual; h^2_a = herdabilidade individual no sentido restrito; c^2_{int} = coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente; r_{gloc} = correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes.

FONTE: O autor (2018).

4 CONCLUSÕES

Todas as variáveis apresentam valores de parâmetros genéticos com potencial para obtenção de ganhos com a seleção somente no teste plantado em Itatinga.

É recomendada seleção precoce para resistência ao cancro e mancha foliar, utilizando as avaliações de cancro aos 27 meses e mancha foliar aos 15 meses.

A variável sobrevivência pode ser selecionada indiretamente pela seleção para cancro, porém as demais variáveis são independentes, para fazer a seleção de todas em um mesmo ciclo é recomendado à utilização de um sistema de seleção que possibilite ganhos distribuídos entre todas as características.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, T. F.; Melhoramento genético de *Eucalyptus*: desafios e perspectivas. In: **Bases para a Tomada de Decisões na Silvicultura**. 3º Encontro Brasileiro de Silvicultura, Campinas, 2014. p. 127-148.
- ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Hibridação e clonagem de *Eucalyptus*. In: BORÉM, A, **Biotecnologia Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2007. p. 93-121.
- BALMELLI, G. et al. Genetic variation for resistance to *Mycosphaerella* leaf disease and *Eucalyptus* rust on *Eucalyptus globulus* in Uruguay. **Australasian Plant Pathology**, v. 43, n. 1, p. 97-107, 2014.
- BORGES, R. C. G.; BRUNE, A. Estudo quanto a resistência a *Diaporthe cubensis* Bruner em *Eucalyptus grandis* W Hill ex. Maiden. **Revista árvore**, v. 5, n. 1, p. 115-120, 1981.
- BRIDGWATER, F. E. In: FINS, L.; FRIEDMAN, S. T.; ROTSCHOL, J. V. **Handbook of quantitative forest genetics**. Boston Kluwer. Academic Pub.,. 1992. p. 69-95.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. v. 2. 585 p.
- DARROW, W. K.; Breeding the super tree: do we know what we want? **South African Forestry Journal**, v. 129: p. 17-20, 1984.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1987. 279 p.

FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa. Editora UFV, 2010. 200 p.

KAGEYAMA, P. Y. **Varição genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. Piracicaba. 125 p. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

LEKSONO, B.; KURINOBU, S.; IDE, Y. Optimum age for selection based on a time trend of genetic parameters related to diameter growth in seedling seed orchards of *Eucalyptus pellita* in Indonesia. **Journal of Forest Research**, v. 1, n. 11, p. 359-364, 2006.

MACEDO, H. R.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; ZANATA, M.; SEBEN, A. M. **Varição, herdabilidade e ganhos genéticos em progênies de *Eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade em Batatais-SP**. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 100, p. 533-540, 2013.

MAJIDI, M. M.; MIRLOHI, A.; AMINI, F. Genetic variation heritability and correlation of agro-morphological traits in tall fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.). **Euphytica**, v. 167, n. 3, p. 323-331, 2009.

MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C.; PINHO, D. Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 287-291. 2006.

MASSARO, R. A. M.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 597-609, 2010.

MIRANDA, A. C.; MORAES, M. L. T.; TAMBARUSSI, E. V.; FURTADO, E. L.; MORI, E. S.; SILVA, P. H. M.; SEBENN, A. M. Heritability for resistance to *Puccinia psidii* Winter rust in *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden in Southwestern Brazil. **Tree Genetics & Genomes**, v. 9, n. 2, p. 321-329, 2013.

MCKEAND, S. E. Optimum age for family selection for growth in genetic tests of loblollypine. **Forest Science**, v. 34, n. 2, p. 400-411, 1988.

OLIVEIRA, R. R.; FURTADO, E. L. Escala diagramática com categorias de severidade de ataque para o cancro basal do Eucalipto. **Resumos**: Seminário de Iniciação Científica FCA/UNESP. 2000.

OLIVEIRA, T. W. B. **Seleção simultânea para crescimento, grau de infecção à ferrugem e qualidade da madeira no melhoramento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 2017. 180p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP.

PAVAN, B. E. **Competição em testes de progênes de eucalipto e suas implicações na seleção e no melhoramento**. 2009. 121p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP.

RESENDE, M. D. V. Melhoramento de espécies perenes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 321-357.

RESENDE, M.D.V.; **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília: 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V.; **Software Selegen–REML/BLUP. Manual do Usuário**. Embrapa, Campo Grande, 2006. 305 p.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 561 p.

RESENDE, M. D. V. **Genética quantitativa e de populações**. Viçosa- MG: Suprema. 2015. 463 p.

SERVIÇO DE ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS. Universidade de São Paulo: Escola Superior de Ensino Luiz de Queiros; 2017. Disponível em: de <http://www.esalq.usp.br/svee/>.

SILVA, L. D. **Melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage visando a produção de madeira serrada em áreas de ocorrência de geadas severas**. Tese Doutorado. 256 p. Universidade Federal do Paraná- UFPR, 2008.

SILVA, P. H. M.; MIRANDA, A. C.; MORAES, M. L.; FURTADO, E. L.; STAPEE, J. L.; ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; MORI, E. S.; SEBEN, A. M. Selecting for rust (*Puccinia psidii*) resistance in *Eucalyptus grandis* in Sao Paulo State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 303, p. 91-97, 2013.

TUMURA, K. G. **Dinâmica espaço-temporal, quantificação de danos e perdas e influência do cancro (*Chrysosporthe cubensis*) no acúmulo de biomassa e fixação de carbono em seis genótipos de *Eucalyptus spp***. Botucatu: Tese - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista; 2015, 74 p.

**CAPÍTULO 3 - SELEÇÃO SIMULTÂNEA PARA CARACTERÍSTICAS NÃO
CORRELACIONADAS EM PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE
*Eucalyptus grandis***

RESUMO

A seleção simultânea para várias características é uma alternativa para redução no tempo gasto no melhoramento de espécies florestais. Diante disto, o objetivo deste estudo foi definir o método de seleção mais eficiente com base nos ganhos genéticos obtidos com a seleção simultânea das melhores famílias para as variáveis: DAP, resistência ao cancro e a mancha foliar, em um teste progênies de *E. grandis* plantado em Itatinga. Foi testada a seleção das 60 melhores famílias a partir das 176 inicialmente analisadas, utilizando diferentes métodos de seleção: Seleção direta para DAP, cancro e mancha foliar; Índices de seleção: Smith e Hazel, Mulamba ranking, Multiplicativo; e Seleção em níveis independentes. Os ganhos obtidos por cada método de seleção foram comparados visando à otimização da distribuição dos ganhos entre todas as variáveis. A performance relativa também foi calculada para as progênies selecionadas obtiveram em relação as testemunhas do teste de progênies. Foi definida como estratégia de melhoramento a instalação de um novo teste de progênies utilizando cinco repetições e seis plantas por parcela linear. Este novo teste de progênies deverá ser transformado em um PSM por meio de um novo processo de seleção. O índice de seleção de Smith e Hazel utilizando pesos iguais para todas as variáveis é o mais adequado para a seleção das 60 melhores famílias no teste de progênies de Itatinga. Este índice proporcionou ganhos genéticos superiores às médias obtidas no teste pelas testemunhas para todas as variáveis.

Palavras-chave: Índice, ganhos genéticos, otimização, peso econômico.

SIMULTANEOUS SELECTION FOR UNCORRELATED TRAITS IN OPEN POLLINATION *Eucalyptus grandis* PROGENIES

ABSTRACT

Simultaneous selection to many traits is an alternative to reduce time spent in improvement of forest species. The aim of this study was to determine the best selection method to be adopted in the *E. grandis* progenies test, planted in Itatinga, based on selection of the best families for the following variables: DBH and resistance to canker and leaf spot. The selection of the 60 best families was tested from the initially 176, using different selection methods: Direct selection for DBH, canker and leaf spot; Selection index: Smith and Hazel, Mulamba ranking, Multiplicative; and Selection at independent levels. Gains obtained by each selection method were compared aiming to optimize gains distribution among all variables. The relative performance was also calculated for the selected progenies obtained in relation to the progeny test. As an improvement strategy, the planting of a new progenies test with five blocks and six plants per linear block was defined. This new progeny test must be turned into a SOS by a new selection process. Smith and Hazel selection index using the same weight for all variables is the most suitable for the selection of 60 best families in the progenies test in Itatinga. This index provided genetic gains higher than the average of those obtained by the control treatments for all variables.

Key-words: Index, economic values, optimization, genetic gains.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo do melhoramento florestal é aumentar a produtividade e a qualidade da madeira a cada ciclo de seleção, sem com isso comprometer a variabilidade genética da população base, e resistência das plantas selecionadas contra doenças ao longo do ciclo da cultura (MARTINS et al., 2006).

Verifica-se nas espécies do gênero *Eucalyptus*, que há grande variabilidade genética, tanto intraespecífica quanto interespecífica, em relação à produtividade e a resistência contra doenças. Essa variabilidade é importante para proporcionar a

geração de novos materiais genéticos, altamente produtivos e minimizar os problemas de doenças, de acordo com o objetivo de seleção (ASSIS, 2014). O método de seleção é requisito fundamental nos programas de melhoramento florestal, pois ordena os indivíduos e famílias segundo as características avaliadas (RESENDE, 2015).

As estratégias de melhoramento devem ser embasadas nas estimativas dos parâmetros genéticos, na comparação entre diferentes métodos de seleção e a estimativa dos ganhos com a seleção. Por isso, torna-se necessário que os experimentos de campo/testes de progênies sejam bem delineados, a fim de se obter estimativas confiáveis, e permite com que as decisões tomadas no processo de seleção sejam adequadas. Para *Eucalyptus grandis*, planta perene, esta etapa é de extrema importância devido ao longo ciclo que a cultura possui (BISON, 2004).

Levando em conta o ciclo longo da cultura, a seleção de várias características ao mesmo tempo, ou seleção simultânea, pode permitir um ganho maior para cada variável, quando se compara o tempo gasto com o processo de seleção, para uma característica a cada ciclo (RESENDE, 2015). Três tipos de métodos de seleção podem ser utilizados para a obtenção de ganhos genéticos simultâneos para várias características de interesse em um programa de melhoramento que não são correlacionadas: seleção em Tandem, seleção em níveis independentes, seleção com índices de seleção (PIRES et al., 2011).

Os índices de seleção permitem combinar as informações genéticas de várias variáveis e selecionar materiais que tenham bons resultados em testes experimentais, para todas as variáveis analisadas, em um único ciclo (MARTINS et al., 2006). Alguns trabalhos têm apresentado resultados onde o uso do índice de seleção é recomendado para seleção simultânea de várias características (PAULA, 1997; MARTINS et al., 2003). No método de seleção por níveis independentes, são selecionados famílias e indivíduos que se encontram acima de níveis mínimos estabelecidos para cada característica a ser selecionada (RESENDE, 2015).

A seleção direta é utilizada para seleção de uma determinada característica sem levar em conta o efeito desta seleção sobre as demais variáveis, porém este tipo de seleção limita que o ganho seja distribuído entre todas as características. Desta maneira, as características que são selecionadas indiretamente podem perder alelos importantes para o produto final (AZEVEDO et al., 2015).

Diante disto o objetivo deste estudo foi definir o método de seleção mais eficiente, com base nos ganhos genéticos obtidos com a seleção simultânea das 60 melhores famílias, para as variáveis não correlacionadas: DAP, resistência ao cancro e a mancha foliar, em um teste progênes de *E. grandis* plantado em Itatinga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL GENÉTICO

As informações relacionadas às estimativas dos parâmetros genéticos das variáveis utilizadas na estratégia de melhoramento: resistência ao cancro e a mancha foliar foram apresentadas no item 3.1 do capítulo 2, e as informações de DAP referenciadas pelo trabalho de Oliveira (2017).

Os cálculos dos ganhos genéticos foram estimados no teste de progênes implantado em Itatinga, em função de não ser possível detectar variação genética significativa no teste em Anhembi, conforme demonstrado no item 3.1 do capítulo 2.

2.2 ÍNDICES DE SELEÇÃO

Para seleção das melhores famílias foram utilizados índices de seleção, levando em conta as variáveis DAP, resistência ao cancro e a mancha foliar no teste de progênes em Itatinga, cujo índices utilizados foram: Smith (1936) e Hazel (1943), Mulamba Ranking e Multiplicativo.

2.2.1 Índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943)

Este índice foi baseado na equação do índice proposta por Smith (1936) e Hazel (1943):

$$b = P^{-1} Gw$$

onde:

b = vetor de coeficientes de ponderação do índice clássico;

P^{-1} = inversa da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas entre as variáveis;

G = matriz de covariâncias e covariâncias genéticas entre as variáveis;

w = vetor de pesos econômicos previamente estabelecidos.

O vetor de peso econômico (w) foi calculado com base na multiplicação do peso previamente estabelecido para cada variável pelo valor da herdabilidade média de progênies. O valor obtido foi multiplicado pelo inverso do desvio padrão fenotípico, de acordo com o que sugere Pires et al. (2011), para equiparar os valores das diferentes variáveis.

Em relação aos pesos econômicos nota-se duas situações. Na primeira foram atribuídos pesos iguais para todas as variáveis e na segunda foram estabelecidos pesos econômicos diferentes com base na importância econômica, a interferência da variável nos ganhos genéticos que serão estimados.

Também foi realizada uma versão do índice de Smith e Hazel sem a multiplicação por pesos econômicos e/ou pela herdabilidade, utilizando na fórmula do índice somente o valor do inverso do desvio padrão fenotípico, método denominado de igual ênfase por Pires et al. (2011).

As covariâncias genéticas e fenotípicas utilizadas no cálculo do índice entre as variáveis DAP, Mancha foliar e cancro, foram estimadas utilizando-se o software SELEGEN REML/BLUP® (RESENDE, 2007).

2.2.2 Índice de seleção Mulamba Ranking

Neste índice, as progênies foram classificadas pelo ordenamento do valor genético, em relação a cada uma das características: DAP, cancro e mancha foliar. A média obtida entre a posição no ranking de cada genótipo, para cada variável, representou o valor obtido por ele no ranking do índice, quanto menor esse o valor dessa média, melhor colocado ficou o genótipo no ranking (CRUZ et al., 2012).

2.2.3 Índice de seleção Multiplicativo

Neste índice, foi realizada a multiplicação dos valores genéticos obtidos pelas progênies para cada variável e em seguida fez-se o reordenamento das progênies pelo valor obtido desta multiplicação. Quanto maior esse valor, melhor colocada fica a progênie no ranking (Subandi et al., 1973). O índice foi obtido pela seguinte expressão:

$$I = Y_x * Y_w * Y_z$$

onde:

I = valor do índice

$Y_x; Y_w; Y_z$ = valor genético de cada variável.

2.3 SELEÇÃO USANDO NÍVEIS INDEPENDENTES

Na seleção em níveis independentes, foi realizada primeiramente a seleção das melhores famílias para a variável cancro, em sequência selecionadas as melhores famílias no ranking de DAP, e por último as melhores famílias para a variável mancha foliar.

2.4 SELEÇÃO DIRETA

A seleção direta foi feita pela seleção das famílias que possuíam os maiores valores genéticos aditivos para a variável selecionada:

- Direta para cancro e indireta para DAP e mancha foliar;
- Direta para DAP e indireta para cancro e mancha foliar;
- Direta para mancha foliar e indireta para DAP e cancro.

2.5 PERFORMANCE RELATIVA EM RELAÇÃO AS TESTEMUNHAS

A performance relativa comparou os ganhos obtidos da seleção com os valores médios obtidos pelas testemunhas, expresso pela porcentagem de ganho que ocorreu com a seleção em relação à média obtida pela testemunha, e calculada pela fórmula:

$$Pr(\%) = \frac{\bar{a} * 100}{\bar{y}}$$

onde:

$Pr(\%)$ = Performance relativa em relação as testemunhas;

\bar{a} = Média do valor genético aditivo das famílias selecionadas;

\bar{y} = Média da testemunha.

2.6 ESTRATÉGIA DE MELHORAMENTO

A estratégia de melhoramento foi escolhida pela seleção em nível de famílias, das melhores progênies, no teste em Itatinga. Foram selecionadas as 60 melhores famílias em todos os nove métodos de seleção, cada família com 30 indivíduos. A seleção foi realizada somente entre famílias, devido ao programa de melhoramento estar em sua fase inicial com grande número de progênies e delineamento experimental de uma planta por parcela.

Outra razão para que se fazer a seleção somente em nível de família é que não foram feitas inoculações dos patógenos causadores das doenças, cancro e mancha foliar, nas árvores do teste de progênies. Porém, com o delineamento de uma planta por parcela e a elevada intensidade das doenças no teste, conforme se observou nos itens 3.1 e 3.2 do capítulo 1, diminuem o risco de ser selecionado plantas escapes, localizadas em locais onde não havia a presença do patógeno.

Foram utilizados nove diferentes métodos de seleção das 60 melhores famílias, para formação do novo teste de progênies:

Método 1 – Seleção direta pelo ordenamento do valor genético aditivo para DAP e indireta para cancro e mancha foliar.

Método 2 – Seleção direta pelo ordenamento do valor genético aditivo para Cancro e indireta para DAP e mancha foliar.

Método 3 – Seleção direta pelo ordenamento do valor genético aditivo para Mancha foliar e indireta para cancro e DAP.

Método 4 – Seleção pelo ordenamento do valor genético aditivo feito pelo índice de seleção Smith e Hazel com igual ênfase.

Método 5 – Seleção pelo ordenamento do valor genético aditivo feito pelo índice de seleção Smith e Hazel com pesos econômicos iguais para todas as variáveis.

Método 6 – Seleção pelo ordenamento do valor genético aditivo feito pelo índice de seleção Smith e Hazel com pesos econômicos diferentes para as variáveis.

Método 7 – Seleção pelo ordenamento do valor genético aditivo feito pelo índice de seleção Mulamba ranking.

Método 8 – Seleção pelo ordenamento do valor genético aditivo feito pelo índice de seleção Multiplicativo.

Método 9 – Seleção entre famílias por níveis independentes. Para a seleção foram eliminadas 55 famílias em relação a variável cancro; em seguida foram retiradas as 40 piores famílias no ranking da variável DAP, e por último as 21 piores famílias em relação a variável mancha foliar.

A seleção foi realizada considerando o tamanho efetivo populacional (N_e), visando manter a variabilidade genética para as futuras seleções, tendo em vista a fase inicial deste programa de melhoramento. O N_e das famílias selecionada foi o mesmo para todos os métodos, pois foram selecionadas as 60 melhores famílias, com base na expressão abaixo (RESENDE, 2015):

$$N_e = 4 \times N_f$$

onde:

N_e = Tamanho efetivo populacional;

N_f = Número de famílias selecionadas;

Os ganhos genéticos foram estimados com base nas médias dos valores genéticos aditivos das famílias selecionadas por cada método, de acordo com a fórmula de Resende (2015).

$$GS(\%) = \frac{\bar{a} * 100}{\bar{x}}$$

onde:

$GS(\%)$ = Ganho genético;

\bar{a} = Média do valor genético aditivo das famílias selecionadas;

\bar{x} = Média do geral do teste.

As 60 melhores famílias selecionadas pelo método de seleção que permite a melhor otimização dos ganhos genéticos para todas as variáveis, serão projetadas em um delineamento experimental de um novo teste de progênies. O teste de progênies será projetado para a formação de um PSM, para fornecimento de

sementes com um grau de melhoramento mais elevado em comparação com essa primeira etapa. Portanto, durante esta primeira etapa da estratégia de melhoramento, a seleção priorizará um N_e alto, menor intensidade de seleção, e seleção somente entre famílias, tendo em vista que durante o início de um programa de melhoramento, quando se trabalha com uma grande quantidade de famílias e com uma planta por parcela, a seleção para mais de uma característica deve ser de menor intensidade e priorizar a manutenção da variabilidade genética para as futuras etapas do melhoramento (PIRES et al., 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ESTIMATIVAS DE GANHOS GENÉTICOS

Para a seleção das melhores famílias, além de uma equilibrada distribuição dos ganhos entre as variáveis, buscou-se a manutenção da variabilidade genética baseada no tamanho efetivo populacional (N_e). O N_e calculado foi de 240 para todos os métodos de seleção, garantindo uma boa variabilidade genética de acordo com Resende (2015), que cita que com um N_e de 50 é suficiente minimizar os efeitos da perda de variabilidade por endogamia.

No índice de Smith e Hazel com pesos diferentes, tendo em vista que o objetivo final deste programa de melhoramento é a produção de madeira para serraria, o cancro foi considerado a variável mais importante, pois esta doença além de poder levar à planta a morte, também pode danificar diretamente o tronco da árvore, afetando a qualidade da madeira colhida, principalmente a primeira tora, conseqüentemente reduzido o valor do produto final.

A variável mancha foliar foi a segunda que obteve maior peso econômico, tendo em vista as correlações próximas a zero que esta característica obteve em relação à DAP e cancro. Com um valor maior de peso econômico para mancha foliar objetiva-se diminuir as perdas de genes favoráveis para essa variável à medida que ocorrer o ganho para as demais variáveis, cancro e DAP, que tem correlações positivas e são consideradas mais importantes quando o objetivo é produção de madeira. A variável DAP foi a terceira selecionada, e está diretamente relacionada ao volume total de madeira colhido, conseqüentemente aos materiais genéticos mais

produtivos, porém a ela foi atribuído menor peso visando equilibrar o ganho entre todas as variáveis (TABELA 3.1).

TABELA 3.1 – HERDABILIDADE MÉDIAS DE PROGÊNIES, DESVIOS PADRÕES FENOTÍPICOS ESTIMADOS E PESOS ECONÔMICOS PARA O VETOR DE PESOS ECONÔMICOS (W) DA FÓRMULA DO ÍNDICE DE SMITH (1993) E HAZEL (1943).

| Variável | h^2_{mp} | σ_f | Peso (%) | |
|---------------|------------|------------|----------|------|
| DAP | 0,68 | 2,91 | 25 | 33,3 |
| Cancro | 0,68 | 0,61 | 40 | 33,3 |
| Mancha foliar | 0,60 | 1,44 | 35 | 33,4 |

Nota: h^2_{mp} = herdabilidade média de progênies; σ_f = desvio padrão fenotípico.

FONTE: O autor (2018).

Os maiores valores de ganhos genéticos para todas as variáveis foram observados quando foi efetuada a seleção direta na variável de interesse. As variáveis DAP, resistência ao cancro e a mancha foliar quando selecionadas diretamente apresentaram ganhos de 14,03%, 13,88% e 9,56% respectivamente (TABELA 3.2). Porém, a seleção direta não foi eficiente, pois a seleção direta para uma característica reduziu o ganho genético obtido pelas demais variáveis selecionadas indiretamente.

TABELA 3.2 – GANHOS GENÉTICOS NA SELEÇÃO DE 60 FAMÍLIAS DE *E. grandis* NO TESTE DE PROGÊNIES EM ITATINGA-SP, DE ACORDO COM OS DIFERENTES MÉTODOS DE SELEÇÃO.

| Nº | Métodos de Seleção | Ganhos (%) | | | |
|----|--------------------------------|------------|--------|--------|-------|
| | | DAP | Cancro | Mancha | Total |
| 1 | DAP | 14,03 | 8,23 | -3,21 | 19,05 |
| 2 | Cancro | 7,43 | 13,88 | -4,34 | 16,97 |
| 3 | Mancha | -5,79 | -5,88 | 9,56 | -2,11 |
| 4 | Smith e Hazel Igual ênfase | 12,08 | 6,24 | 0,32 | 18,64 |
| 5 | Smith e Hazel pesos iguais | 12,35 | 6,55 | 0,11 | 19,01 |
| 6 | Smith e Hazel pesos diferentes | 11,43 | 5,63 | 0,86 | 17,92 |
| 7 | Mulamba Ranking | 11,78 | 10,25 | -0,68 | 21,35 |
| 8 | Multiplicativo | 12,46 | 11,28 | -1,96 | 21,78 |
| 9 | Níveis Independentes | 11,37 | 8,43 | -0,90 | 18,90 |

FONTE: O autor (2018).

Este fato pode ser explicado pelas correlações genéticas de baixas magnitudes obtidas pelas variáveis e apresentadas no item 3.2 do capítulo 2, resultados que corroboram com Resende (2015) e Pires et al. (2011) que relataram que a seleção indireta não é eficiente na presença de correlações genéticas baixas,

devido ao fato de os melhores indivíduos selecionados para uma variável, não serem os mesmos para outra.

É possível observar na Tabela 3.2 que para a seleção utilizando níveis independentes e os índices Mulamba ranking e multiplicativo não foram eficientes. Os ganhos para DAP e cancro ficaram bem distribuídos, porém com o uso destes métodos ocorreu redução no progresso genético para a variável mancha foliar. Para DAP e cancro, os ganhos foram superiores a 11% e 8% respectivamente, mas os ganhos para mancha foliar foram negativos, para todos os três métodos de seleção.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Martins et al. (2006) que verificaram bons ganhos na seleção simultânea para as variáveis circunferência à altura do peito, altura, número de árvores com ferrugem, número de árvores com cancro e ganhos negativos para número de árvores/ parcela, na seleção de população de *E. grandis* utilizando variações dos índices de Smith e Hazel, e Pesek e Baker.

Na Tabela 3.2, observa-se que nas variações do índice de Smith e Hazel, os ganhos para mancha foliar foram positivos, sendo sempre inferiores a 1%. Para a variável DAP, foram obtidos bons ganhos para todas as variações deste índice, variando de 11,43% a 12,35%. Em relação a variável cancro, os ganhos ficaram entre 5,63% e 6,55%.

Sendo assim na escolha do método de seleção da Tabela 3.2, que obteve melhor otimização na distribuição dos ganhos genéticos, foi ponderado que o método de seleção não deveria apresentar ganhos negativos para nenhuma das variáveis. As variações do índice de Smith e Hazel foram as únicas que proporcionaram ganhos positivos para todas as variáveis, sendo então os melhores métodos de seleção para todas as variáveis simultaneamente.

Utilizando as variações do índice de Smith e Hazel será possível conseguir bons ganhos para DAP e resistência ao cancro, e para a variável mancha foliar não ocorrerá perda no avanço genético da característica. Como o N_e das famílias selecionadas é elevado, existe ainda variabilidade genética em relação a resistência a mancha foliar para ser explorada, em futuras etapas do programa de melhoramento.

Os índices de seleção proporcionaram ganhos melhor distribuídos na seleção simultânea de DAP, cancro e mancha foliar, em comparação com a seleção direta. Estes resultados concordam com os encontrados por Missio et al. (2004), que

também definiram o uso de índices como mais eficiente em relação a seleção direta, na seleção simultânea de progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* para DAP, altura, forma do fuste e volume. Martins et al. (2003) definiram como mais eficientes o uso de índices de seleção em relação a seleção direta, na seleção simultânea em uma população de *E. grandis* para as características: circunferência à altura do peito, altura, número de árvores com ferrugem, número de árvores com cancro.

Na Tabela 3.3 são apresentadas as médias das testemunhas nas idades utilizadas nos índices (DAP 22 meses, cancro 27 meses e mancha foliar 15 meses) do teste de progênies de Itatinga. Pode ser observado em relação às três variáveis analisadas (DAP, cancro e mancha foliar) que o clone I144 obteve os maiores valores.

TABELA 3.3 – MÉDIAS DAS TESTEMUNHAS DO TESTE DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis* EM ITATINGA-SP, PARA AS VARIÁVEIS: DAP 22 MESES, CANCRO 27 MESES E MANCHA FOLIAR 15 MESES.

| Testemunha | Variável | | |
|-----------------------------|----------|--------|--------|
| | DAP | Cancro | Mancha |
| Clone I 144 | 12,16 | 4,90 | 2,80 |
| <i>E. grandis</i> /Anhembí | 9,02 | 3,50 | 2,40 |
| <i>E. grandis</i> /Itatinga | 8,11 | 4,47 | 2,40 |

FONTE: O autor (2018).

As progênies selecionadas apresentaram potencial para obter ganhos que superam os valores médios obtidos pelas testemunhas, fato observado na Tabela 3.4, onde a performance relativa que as famílias selecionadas obtiveram em relação as testemunhas, demonstrou quanto os ganhos genéticos obtidos em cada método de seleção, são melhores ou piores que as médias obtidas pelas testemunhas no teste de progênies em Itatinga.

Na Tabela 3.4, é possível observar que para a maioria dos índices testados, o desempenho é negativo das progênies selecionadas em relação às testemunhas, para a variável mancha foliar, para a maioria dos métodos, exceto para a seleção direta para mancha foliar e quando foi utilizado o índice de Smith e Hazel. Para as variáveis DAP e cancro foram obtidos ganhos genéticos em todos os métodos de seleção, com exceção da seleção direta para mancha foliar, onde os ganhos obtidos comparados com as médias das testemunhas para estas variáveis foram negativos.

A distribuição dos ganhos entre as variáveis quando comparados com as médias das testemunhas foram melhores com o uso dos métodos de seleção das variações do índice de seleção de Smith e Hazel, métodos quatro, cinco e seis. Por meio destes métodos de seleção é possível obter ganhos para DAP e cancro, bem superiores às médias das testemunhas, e o ganho com a mancha foliar será positivo.

Estes métodos de seleção simultânea apresentaram médias da população melhorada superiores às testemunhas seminais de *E. grandis*, de Itatinga-SP e de Anhembi, indicando o grande potencial de uso destas progênies, que tem como local de origem na Austrália, Atherton, em uma área onde as testemunhas seminais, com procedência de Coff's Harbour, são plantadas.

TABELA 3.4 - PERFORMANCE RELATIVA DAS 60 FAMÍLIAS DE *Eucalyptus grandis* SELECIONADAS EM RELAÇÃO AS TESTEMUNHAS DE ACORDO COM CADA MÉTODO DE SELEÇÃO, NO TESTE DE PROGÊNIES DE ITATINGA- SP.

| Testemunha | Variável (%) | | | Testemunha | Variável (%) | | |
|-----------------------------------|--------------|--------|--------|---------------------------------------|--------------|--------|--------|
| | DAP | Cancro | Mancha | | DAP | Cancro | Mancha |
| Seleção Direta DAP | | | | Smith e Hazel Pesos Diferentes | | | |
| Lote Anhembi | 15,41 | 7,93 | -3,11 | Lote Anhembi | 13,21 | 5,43 | 0,84 |
| Clone I144 | 10,14 | 7,23 | -2,66 | Clone I144 | 8,26 | 4,95 | 0,72 |
| Lote Itatinga | 13,49 | 10,12 | -3,11 | Lote Itatinga | 11,88 | 6,93 | 0,84 |
| Seleção Direta Cancro | | | | Mulamba Ranking | | | |
| Lote Anhembi | 7,95 | 13,37 | -4,19 | Lote Anhembi | 12,60 | 9,88 | -0,66 |
| Clone I144 | 5,37 | 12,19 | -3,59 | Clone I144 | 8,52 | 9,01 | -0,56 |
| Lote Itatinga | 7,14 | 17,07 | -4,19 | Lote Itatinga | 11,30 | 12,61 | -0,66 |
| Seleção Direta Mancha | | | | Multiplicativo | | | |
| Lote Anhembi | -6,20 | -5,66 | 9,24 | Lote Anhembi | 13,33 | 10,88 | -1,89 |
| Clone I144 | -4,19 | -5,16 | 7,92 | Clone I144 | 9,01 | 9,91 | -1,62 |
| Lote Itatinga | -5,57 | -7,23 | 9,24 | Lote Itatinga | 11,98 | 13,88 | -1,89 |
| Smith e Hazel Igual ênfase | | | | Níveis Independentes | | | |
| Lote Anhembi | 12,92 | 6,01 | 0,31 | Lote Anhembi | 12,16 | 8,12 | -0,87 |
| Clone I144 | 8,73 | 5,48 | 0,27 | Clone I144 | 8,21 | 7,40 | -0,75 |
| Lote Itatinga | 11,91 | 7,67 | 0,31 | Lote Itatinga | 10,94 | 10,37 | -0,87 |
| Smith e Hazel Pesos Iguais | | | | | | | |
| Lote Anhembi | 34,29 | 6,31 | 0,11 | | | | |
| Clone I144 | 8,93 | 5,75 | 0,10 | | | | |
| Lote Itatinga | 75,63 | 8,06 | 0,11 | | | | |

FONTE: O autor (2018).

Em relação ao clone comercial de *E. urophylla* (de uso intensivo na silvicultura brasileira), os métodos de seleção utilizando as variações do índice de Smith e

Hazel, apresentaram valores superiores a essa testemunha para todas as variáveis. Isso indica o potencial de ganho com a seleção das progênies, pois obteve médias inferiores em relação às famílias de *E. grandis* selecionada por estes índices.

Na Tabela 3.5 está apresentada a classificação das 60 melhores famílias de *E. grandis* selecionadas no teste de progênies de Itatinga, segundo o método de seleção.

TABELA 3.5 – CLASSIFICAÇÃO DAS 60 MELHORES FAMÍLIAS DE *Eucalyptus grandis* DO TESTE DE PROGÊNIES DE ITATINGA-SP, DE ACORDO COM CADA MÉTODO DE SELEÇÃO PARA AS VARIÁVEIS: DAP, RESISTÊNCIA AO CANCRO E A MANCHA FOLIAR.

continua...

| Ordem | Método de seleção | | | | | | | | |
|-------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 165 | 165 | 23 | 50 | 165 | 50 | 134 | 134 | 50 |
| 2 | 112 | 149 | 8 | 117 | 50 | 165 | 102 | 165 | 102 |
| 3 | 175 | 28 | 80 | 165 | 117 | 117 | 29 | 112 | 134 |
| 4 | 117 | 86 | 19 | 134 | 175 | 134 | 50 | 50 | 135 |
| 5 | 74 | 37 | 60 | 112 | 112 | 175 | 143 | 117 | 72 |
| 6 | 28 | 134 | 89 | 175 | 134 | 112 | 117 | 102 | 75 |
| 7 | 156 | 132 | 94 | 107 | 107 | 82 | 107 | 107 | 117 |
| 8 | 16 | 74 | 76 | 82 | 82 | 107 | 112 | 29 | 143 |
| 9 | 50 | 178 | 158 | 81 | 81 | 81 | 132 | 143 | 29 |
| 10 | 138 | 168 | 38 | 138 | 138 | 138 | 82 | 113 | 132 |
| 11 | 107 | 9 | 50 | 143 | 143 | 143 | 75 | 82 | 20 |
| 12 | 134 | 71 | 62 | 102 | 156 | 102 | 113 | 74 | 82 |
| 13 | 113 | 133 | 137 | 113 | 16 | 29 | 135 | 26 | 99 |
| 14 | 131 | 159 | 102 | 156 | 113 | 113 | 165 | 178 | 90 |
| 15 | 33 | 142 | 30 | 16 | 102 | 156 | 26 | 132 | 181 |
| 16 | 27 | 26 | 134 | 29 | 74 | 31 | 178 | 138 | 86 |
| 17 | 81 | 29 | 32 | 31 | 155 | 26 | 86 | 75 | 112 |
| 18 | 85 | 107 | 136 | 155 | 31 | 155 | 20 | 86 | 77 |
| 19 | 17 | 128 | 98 | 26 | 29 | 16 | 142 | 175 | 31 |
| 20 | 82 | 33 | 58 | 74 | 26 | 178 | 90 | 135 | 180 |
| 21 | 178 | 66 | 103 | 178 | 178 | 74 | 180 | 33 | 81 |
| 22 | 67 | 177 | 135 | 75 | 28 | 75 | 96 | 156 | 79 |
| 23 | 26 | 102 | 72 | 27 | 33 | 135 | 172 | 142 | 56 |
| 24 | 31 | 172 | 7 | 33 | 27 | 33 | 74 | 84 | 115 |
| 25 | 155 | 143 | 182 | 28 | 75 | 27 | 84 | 28 | 107 |
| 26 | 73 | 96 | 122 | 84 | 84 | 84 | 28 | 27 | 113 |
| 27 | 143 | 41 | 171 | 135 | 135 | 52 | 138 | 180 | 96 |
| 28 | 84 | 130 | 44 | 52 | 161 | 161 | 81 | 172 | 70 |
| 29 | 180 | 147 | 169 | 161 | 172 | 28 | 33 | 20 | 129 |
| 30 | 93 | 138 | 110 | 172 | 131 | 132 | 44 | 16 | 153 |

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 31 | 44 | 36 | 75 | 182 | 52 | 172 | 99 | 96 | 41 |
| 32 | 29 | 113 | 151 | 132 | 132 | 41 | 27 | 81 | 172 |
| 33 | 133 | 13 | 118 | 131 | 121 | 142 | 77 | 90 | 142 |
| 34 | 71 | 27 | 167 | 121 | 87 | 121 | 120 | 128 | 26 |
| 35 | 66 | 87 | 101 | 20 | 180 | 182 | 41 | 41 | 123 |
| 36 | 54 | 59 | 52 | 180 | 20 | 76 | 128 | 99 | 84 |
| 37 | 51 | 35 | 117 | 142 | 182 | 20 | 31 | 54 | 161 |
| 38 | 20 | 127 | 21 | 76 | 142 | 86 | 130 | 130 | 155 |
| 39 | 121 | 54 | 95 | 41 | 41 | 62 | 156 | 77 | 131 |
| 40 | 124 | 129 | 143 | 89 | 77 | 131 | 54 | 149 | 93 |
| 41 | 102 | 84 | 29 | 87 | 76 | 77 | 133 | 31 | 85 |
| 42 | 179 | 49 | 141 | 44 | 73 | 87 | 66 | 131 | 128 |
| 43 | 88 | 6 | 144 | 73 | 67 | 89 | 71 | 66 | 178 |
| 44 | 87 | 75 | 65 | 77 | 44 | 180 | 87 | 73 | 73 |
| 45 | 35 | 99 | 14 | 86 | 96 | 96 | 118 | 120 | 124 |
| 46 | 100 | 114 | 132 | 96 | 86 | 120 | 175 | 133 | 156 |
| 47 | 130 | 169 | 170 | 62 | 62 | 151 | 73 | 87 | 175 |
| 48 | 105 | 120 | 20 | 67 | 89 | 44 | 16 | 161 | 130 |
| 49 | 142 | 24 | 97 | 151 | 151 | 73 | 62 | 44 | 109 |
| 50 | 172 | 90 | 120 | 120 | 36 | 67 | 49 | 67 | 54 |
| 51 | 104 | 112 | 104 | 150 | 120 | 36 | 161 | 85 | 45 |
| 52 | 119 | 67 | 53 | 36 | 133 | 99 | 72 | 159 | 17 |
| 53 | 126 | 119 | 5 | 100 | 150 | 150 | 182 | 51 | 51 |
| 54 | 96 | 161 | 82 | 133 | 51 | 133 | 149 | 71 | 27 |
| 55 | 75 | 12 | 100 | 90 | 100 | 100 | 123 | 123 | 87 |
| 56 | 123 | 135 | 127 | 51 | 17 | 72 | 131 | 36 | 105 |
| 57 | 161 | 82 | 24 | 99 | 99 | 95 | 159 | 129 | 139 |
| 58 | 77 | 51 | 99 | 39 | 124 | 51 | 100 | 181 | 165 |
| 59 | 182 | 126 | 90 | 57 | 90 | 38 | 181 | 153 | 16 |
| 60 | 159 | 179 | 150 | 17 | 93 | 39 | 129 | 49 | 138 |

NOTA: Método 1 – Seleção direta DAP; Método 2 – Seleção direta Cancro; Método 3 – Seleção direta Mancha foliar; Método 4 – Smith e Hazel com igual ênfase; Método 5 – Smith e Hazel com pesos econômicos iguais; Método 6 – Smith e Hazel com pesos econômicos diferentes; Método 7 – Mulamba ranking; Método 8 – Multiplicativo; Método 9 – Níveis independentes.

FONTE: O autor (2018).

Na Tabela 3.5, pode ser observado o grande potencial da progênie 165, que ficou sempre nas primeiras posições dos rankings, exceto para a seleção direta para mancha foliar e no uso de níveis independentes. Esta família foi a melhor para a seleção pelos métodos um, dois e cinco. A progênie 50 também esteve entre as melhores em quase todos os métodos de seleção, sendo a primeira colocada nos métodos de seleção quatro, seis e nove.

Os métodos de seleção constituídos das variações do índice de Smith e Hazel apresentaram grande semelhança entre as famílias selecionadas. A seleção

utilizando o método quatro obteve 95% e 98,3% das famílias iguais, a seleção utilizando o método cinco e seis, respectivamente. Na comparação entre os métodos cinco e seis, 95% das famílias selecionadas foram as mesmas. Este fato reforça os resultados de que as variações do índice de Smith e Hazel foram os métodos de seleção mais eficientes na seleção das 60 melhores famílias. A grande semelhança entre as famílias nos rankings obtidas por esses métodos demonstra confiabilidade dos resultados, pois sempre as mesmas famílias estão sendo consideradas as melhores.

A semelhança entre as famílias selecionadas pelas variações do índice de Smith e Hazel e seleção direta para cada variável foi de menores proporções. Na seleção, utilizando o método quatro 68,3%, 50% e 31,66% das famílias foram iguais à seleção direta para DAP, cancro e mancha foliar, respectivamente. Com o uso do método cinco 76%, 48,33 e 30% das famílias foram semelhantes à seleção direta para DAP, cancro e mancha foliar, respectivamente. E no uso do método seis 66,7% das famílias foram iguais a da seleção direta para DAP, 50% para cancro e 38,3% para mancha foliar. O método que apresentou as maiores diferenças nas famílias formadoras dos rankings foi a seleção direta para DAP e mancha foliar, onde apenas 13,3% das famílias foram semelhantes.

4 CONCLUSÕES

As variações do índice de seleção de Smith e Hazel (igual ênfase, pesos iguais e pesos diferentes) são os métodos de seleção mais adequados para a seleção das 60 melhores famílias no teste de progênies de Itatinga, proporcionando ganhos genéticos superiores às médias obtidas pelas testemunhas, para todas as variáveis.

A estratégia de melhoramento recomendada é a seleção entre famílias objetivando a instalação de um novo teste de progênies, baseado no uso de sementes remanescentes.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, T. F.; Melhoramento genético de *Eucalyptus*: desafios e perspectivas. IN: **Bases para a Tomada de Decisões na Silvicultura**. 3º Encontro Brasileiro de Silvicultura, Campinas, 2014, p. 127-148.
- AZEVEDO, L. P. A.; COSTA, R. B.; MARTINEZ, D. T.; TSUKAMOTO, A. A.; BRONDANII, G. E.; BARETTAI, M. C.; AJALA, W. V. Genetic selection in *Eucalyptus camaldulensis* progenies in savanna area of Mato Grosso State, Brazil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 2001-2006, 2015.
- BISON, O. **Melhoramento de *Eucalyptus* visando à obtenção de clones para a indústria de celulose**. Lavras. 169 p. Tese. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal de Lavras. 2004.
- CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J., CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4 ed. Viçosa: Editora UFV. 2012. 514 p.
- MARTINS, I. S.; CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; PIRES, I. E. Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 327-333, 2003.
- MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C.; PINHO, D. Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 287-291. 2006.
- MISSIO, R. F.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T. de; PAULA, R. C. de. Seleção simultânea de caracteres em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 161-168, 2004.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v. 7, p. 40-51, 1978.
- PAULA, R. C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal**. Viçosa. 74 p. Tese. Doutorado em Ciências Florestais - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- PIRES, I. E.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, R. L.; RESENDE JUNIOR, M. F. R. **Genética e Melhoramento florestal**. Viçosa: Arka, 2011. 318 p.
- RESENDE, M.D.V.; **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília: 2002. 975 p.
- RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo. Embrapa Florestas, 2007. 362 p.
- RESENDE, M. D. V. **Genética quantitativa e de populações**. Viçosa- MG: Suprema. 2015. 463 p.

SCARPINATI, E. A. PERECIN, D.; PAULA, R. C de.; 4 , BONINE, A. V.; PAVAN, B. E.; CANDIDO, L. S. Influência do modelo de análise estatística e da forma das parcelas experimentais na seleção de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 769-776, 2009.

SUBANDI, W.; COMPTON, A.; EMPIG, L. T. Comparison of the efficiencies of selection indices for three traits in two variety crosses of corn. **Crop Science**, v. 13, p. 184-186, 1973.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este programa de melhoramento pertencente as estações experimentais da ESALQ/USP está em seu estágio inicial e para obter maior confiabilidade nos resultados de resistência das progênies as doenças, cancro e mancha foliar, foi recomendado a seleção entre famílias e a instalação de um novo teste de progênies utilizando a seleção feita neste primeiro teste. Com base em uma estratégia de sementes remanescentes, conforme já estava previsto no projeto de melhoramento, as famílias selecionadas serão novamente plantadas em um delineamento que possibilitará novas etapas de seleção e a recombinação do material genético.

O novo teste de progênies a ser instalado, utilizando as sementes das famílias selecionadas que foram armazenadas, necessita de um delineamento que possa permitir sua futura transformação em área produtora de sementes - PSM (Pomar de Sementes por Mudas). Para isso, é necessário um número maior de plantas por parcela, para que seja realizada a seleção entre e dentro de família.

Uma recomendação também nesta nova etapa seriam as inoculações dos patógenos em todos os indivíduos neste novo teste, evitando que não ocorra escape a doença. O novo teste contará com um número menor de famílias deste modo as atividades relacionadas à inoculação como: isolamento, cultivo dos fungos, inoculações, e avaliação de campo, se tornem viáveis de serem executadas.

O novo teste será instalado com delineamento em blocos ao acaso com 6 plantas por parcelas e 5 repetições (FIGURA 3.1), pois nesta etapa ocorrerá também a seleção dentro de famílias, para a formação do PSM. Silva et al. (2003) recomendam parcelas com cinco a dez plantas em experimentos para seleção de clones, no espaçamento 3 m x 2 m.

FIGURA 3.1 – CROQUI DO NOVO TESTE DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis* QUE SERÁ INSTALADO EM ITATINGA-SP.

| | | | | | | | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Bloco 1 | 1 | 6 | 12 | 45 | 33 | 5 | ... | 3 | 7 |
| Bloco 2 | 4 | 3 | 7 | 6 | 2 | 28 | ... | 53 | 5 |
| Bloco 3 | 2 | 5 | 18 | 60 | 1 | 6 | ... | 4 | 3 |
| Bloco 4 | 41 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ... | 7 | 52 |
| Bloco 5 | 21 | 17 | 23 | 13 | 8 | 10 | ... | 3 | 60 |

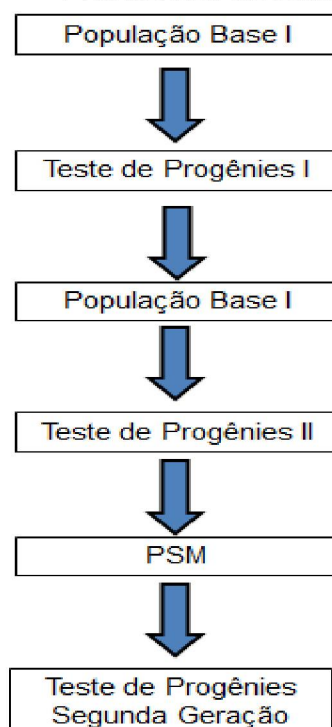
FONTE: O autor (2018).

As parcelas terão formato retangular, pois Scarpinati et al. (2009) definiram as parcelas retangulares como superiores em relação a parcelas lineares em testes com *Eucalyptus*, pois estas diminuem as variâncias entre e dentro de parcelas.

A estratégia de melhoramento para esta população de *E. grandis* será baseada na seleção recorrente recíproca, seguindo as premissas de alguns autores que definem estratégias que podem ser adotadas neste tipo de processo de melhoramento (RESENDE, 2002; PIRES et al., 2011; RESENDE, 2015). Desta maneira, a estratégia de melhoramento seguirá os passos citados na Figura 3.2.

A estratégia de melhoramento pertencente as estações experimentais da ESALQ/USP teve início com a seleção das matrizes no Pomar Clonal de Sementes (PCS) em Itapeva-SP, formando então a população base I. Foram colhidas sementes destas árvores selecionadas, para produção de mudas e instalação do Teste de progênes I, para verificar o potencial de exploração da variabilidade genética destas progênes em relação às variáveis testadas.

FIGURA 3.2– FLUXOGRAMA DA ESTRATÉGIA DE MELHORAMENTO NO TESTE DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*



NOTA: População Base I: Pomar Clonal de Sementes Itapeva-SP. Teste de Progênes I: Teste de Progênes com uma planta por parcela. Teste de Progênes II: Novo teste de progênes com as famílias selecionadas no primeiro. PSM: Pomar de Sementes por mudas. Teste de Progênes de segunda geração: Teste de progênes com as sementes dos cruzamentos naturais ocorridos no PSM.
FONTE: O autor (2018).

Com base na seleção realizada neste primeiro teste de progênies, as sementes remanescentes das famílias selecionadas na população base I serão resgatadas, para a produção de mudas e instalação de um novo teste de progênies, o teste de progênies II, com um novo delineamento experimental. Depois de um novo processo de seleção, entre e dentro de família, esse novo teste de progênies deverá se transformar em um PSM.

A seleção e transformação do teste de progênies II, em PSM permitirá a formação de uma unidade de produção de sementes, além de possibilitar que a recombinação das árvores selecionadas, seja testada em um teste de progênies de segunda geração.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C.; Isolamento de Fungos Fitopatogênicos In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**. 1º Ed, Viçosa: MG; 2007. p. 53-90.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2ª Edição: Viçosa, MG, 2009. 500 p.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. **Fenologia, patometria e quantificação de danos**. In: AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; J. A. M., REZENDE. (4 Eds.) Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011. p. 517- 540.
- ASSIS, T. F.; Melhoramento genético de *Eucalyptus*: desafios e perspectivas. In: **Bases para a Tomada de Decisões na Silvicultura**. 3º Encontro Brasileiro de Silvicultura, Campinas, 2014. p. 127-148.
- ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Hibridação e clonagem de *Eucalyptus*. In: BORÉM, A, **Biotecnologia Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2007. p. 93-121.
- ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 189, p. 32-51, 1996.
- AUER, C. G.; SANTOS, A. F dos; FURTADO, E. L. Doenças do eucalipto. In: AMORIM, L, REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia**. 5ª ed. Ouro Fino: Editora Agronômica Ceres Ltda; 2016. v. 2. p. 359-372.
- AZEVEDO, L. P. D. A.; COSTA, R. B.; MARTINEZ, D. T.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.; BRONDANI, G. E.; BARETTA, M. C.; AJALA, W. V. Genetic selection in *Eucalyptus camaldulensis* progenies in savanna area of Mato Grosso State, Brazil. **Ciencia Rural**, v. 45, n. 11, p. 2001- 2006, 2015.
- BALMELLI, G. et al. Genetic variation for resistance to *Mycosphaerella* leaf disease and *Eucalyptus* rust on *Eucalyptus globulus* in Uruguay. **Australasian Plant Pathology**, v. 43, n. 1, p. 97-107, 2014.
- BARRY, K. M.; PINKARD, E. A. Growth and photosynthetic responses following defoliation and bud removal in eucalypts. **Forest Ecology and Management**, n. 293, p. 9–16. 2013.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3.ed. New York: MacMillan, 1972. 241 p.
- BISON, O. **Melhoramento de *Eucalyptus* visando à obtenção de clones para a indústria de celulose**. Lavras. 169 p. Tese. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal de Lavras. 2004.

BORGES, R. C. G.; BRUNE, A. Estudo quanto a resistência a *Diaporthe cubensis* Bruner em *Eucalyptus grandis* W Hill ex. Maiden. **Revista árvore**, v. 5, n. 1, p. 115-120, 1981.

BRIDGWATER, F. E. In: FINS, L.; FRIEDMAN, S. T.; ROTSCHOL, J. V. **Handbook of quantitative forest genetics**. Boston Kluwer. Academic Pub., 1992. p. 69-95.

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

CAMARGO, L. E. A. **O cancro do eucalipto causado por *Cryphonectria cubensis*: sua dinâmica, quantificação e perdas avaliadas em um plantio de *Eucalyptus grandis***. Piracicaba: Dissertação - Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; 1989. 98 p.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. v. 2. 585 p.

DARROW, W. K.; Breeding the super tree: do we know what we want? **South African Forestry Journal**, v. 129: p. 17-20, 1984.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C.; Van WYK, G. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford University Press, Inc., New York. 1993. 288 p.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: Ed. Roland Press, 1976. 365 p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1987. 279 p.

FERRARI, M. P.; COUTO, H. T. Z. Avaliação de perdas em rendimento de madeiras devido ao cancro do *Eucalyptus* causado por *Chryphonectria cubensis* (Bruner) Hodges. **Revista IPEF**: v. 27, p. 9-15, 1984.

FERREIRA, F. A. **Patologia Florestal. principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa, MG, Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.

FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa. Editora UFV, 2010. 200 p.

FREITAS, S.; BERTI FILHO, E. Efeito da desfolha parcial e total na produção de biomassa de *Eucalyptus grandis* em Mogi Guaçu, São Paulo. **IPEF**, n. 47, p. 29-35, 1994.

GRAÇA, R. N. **Penetração e condições favoráveis para penetração de *Cylindrocladium pteridis***. Viçosa: Dissertação: Universidade Federal de Viçosa; 2007. 38 p.

HORNBURG U. K. F.; ELEOTÉRIO J. R.; BAGATTOLI T. R.; NICOLETTI A. L. Qualidade das toras e da madeira serrada de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 463-471, 2012.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – Ibá. **Relatório IBÁ**, 2017, 77 p.

JACOBS, M. R. **Eucalyptus for planting**. Italy: FAO - Forestry Series, 1979.

KAGEYAMA, P. Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. Piracicaba. 125 p. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

KRUGNER, T. L.; CANEVA, R. A.; CARDOSO, C. O. N. Nota sobre a ocorrência do cancro do tronco em eucalipto. **Revista IPEF**: v. 6, p. 61-67, 1973.

KRUGNER, T. L.; GUERRINI, I. A.; AUER, C. G. Surto epidêmico da mancha foliar causada por *Cylindrocladium* sp. e sua relação com o crescimento de espécies/procedências de *Eucalyptus* na região de Tucuruí, PA. **Revista IPEF**: v. 43/44: p. 74-78, 1990.

LEKSONO, B.; KURINOBU, S.; IDE, Y. Optimum age for selection based on a time trend of genetic parameters related to diameter growth in seedling seed orchards of *Eucalyptus pellita* in Indonesia. **Journal of Forest Research**, v. 1, n. 11, p. 359-364, 2006.

LIPPERT, D. B. **Resposta espectral de folhas de *Eucalyptus globulus* (Labill.) atacadas por *Mycosphaerella* sp.** Santa Maria: Dissertação - Centro de Ciências Rurais: Universidade Federal de Santa Maria; 2011.

LUNDQUIST, J. E.; PURNELL, R. C. Effects of *Mycosphaerella* leaf spot on growth of *Eucalyptus nitens*. **Plant Disease**, v. 71, n. 3, p. 1025-1029, 1987.

MACEDO, H. R.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; ZANATA, M.; SEBEN, A. M. Variação, herdabilidade e ganhos genéticos em progênies de *Eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade em Batatais-SP. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 100, p. 533-540, 2013.

MCKEAND, S. E. Optimum age for family selection for growth in genetic tests of loblollypine. **Forest Science**, v. 34, n. 2, p. 400-411, 1988.

MAJIDI, M. M.; MIRLOHI, A.; AMINI, F. Genetic variation heritability and correlation of agro-morphological traits in tall fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.). **Euphytica**, v. 167, n. 3, p. 323-331, 2009.

MARTINEZ, D. T. **Avaliação genética sob heterogeneidade de variância residual dentro de tratamentos.** Tese (doutorado). 64 p. Universidade Federal do Paraná, 2010.

MARTINS, I. S.; CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; PIRES, I. E. Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 327-333, 2003.

MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C.; PINHO, D. Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 287-291. 2006.

MASSARO, R. A. M.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 597-609, 2010.

MIRANDA, A. C.; MORAES, M. L. T.; TAMBARUSSI, E. V.; FURTADO, E. L.; MORI, E. S.; SILVA, P. H. M.; SEBBENN, A. M. Heritability for resistance to *Puccinia psidii* Winter rust in *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden in Southwestern Brazil. **Tree Genetics & Genomes**, v. 9, n. 2, p. 321-329, 2013.

MISSIO, R. F.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T. de; PAULA, R. C. de. Seleção simultânea de caracteres em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 161-168, 2004.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v. 7, p. 40-51, 1978.

OLIVEIRA, R. R.; FURTADO, E. L. Escala diagramática com categorias de severidade de ataque para o cancro basal do Eucalipto. **Resumos**: Seminário de Iniciação Científica FCA/UNESP. 2000.

OLIVEIRA, T. W. B. **Seleção simultânea para crescimento, grau de infecção à ferrugem e qualidade da madeira no melhoramento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.** 2017. 180p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP.

PASSADOR, M. M.; LIMA, P.R.; DE PIERI, C.; HARAKAVA, R.; FURTADO, E.L. *Teratosphaeria nubilosa* em plantações comerciais de *Eucalyptus globulus* nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 11-16, 2012.

PAULA, R. C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal.** Viçosa. 74 p. Tese. Doutorado em Ciências Florestais - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

PAVAN, B. E. **Competição em testes de progênies de eucalipto e suas implicações na seleção e no melhoramento.** 2009. 121p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP.

PIRES, I. E.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, R. L.; RESENDE JUNIOR, M. F. R. **Genética e melhoramento florestal**. Viçosa: Arka, 2011. 318 p.

PREVEDELLO, J.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; VOGELMANN, E. S.; FONTANELA, E.; REICHERT, J. M. Manejo do solo e crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em Argissolo. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 129-138, 2013.

PRYOR, L. D. **A classification of the eucalypts**. Canberra, Australian National University, 1971, 102 p.

RAWLINGS, J. O. Present status of research on long and short-term recurrent selection in finite populations: choice of populations size. MEETING OF WORKING GROUP ON QUANTITATIVE GENETICS, 2, 1970, New Orleans. **Proceedings...USDA/SFES**, p. 1-15.

RESENDE, M. D. V. Melhoramento de espécies perenes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 321-357.

RESENDE, M.D.V.; **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília: 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas - Documentos, 2004. 57 p.

RESENDE, M. D. V. Melhoramento de essências florestais. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 2005, p. 717-780.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEM-REML/BLUP**. Documentos EMBRAPA Campo Grande – 2006.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 561 p.

RESENDE, M. D. V. **Genética quantitativa e de populações**. Viçosa- MG: Suprema. 2015, 463 p.

SANTOS, A. F dos.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI Jr A. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: Identificação e controle**. Circular Técnica; Embrapa Florestas: 45; 2001. 20 p.

SCARPINATI, E. A. PERECIN, D.; PAULA, R. C de.; 4, BONINE, A. V.; PAVAN, B. E.; CANDIDO, L. S. Influência do modelo de análise estatística e da forma das parcelas experimentais na seleção de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 769-776, 2009.

SCHULTZ, B. **Levantamento de doenças bióticas e abióticas em *Eucalyptus benthamii* Maiden nos estados do Paraná e Santa Catarina**. Curitiba: Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná; 2011. 101 p.

SCHULTZ, B.; SBRAVATTI JUNIOR, J. A.; AUER, C. G.; SANTOS, A. F. Impacto da mancha foliar causada por *Cylindrocladium candelabrum* em plantios jovens de *Eucalyptus benthamii* em Rio Negrinho-SC. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 307-316, 2015.

SERVIÇO DE ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS. (SEE). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Ensino Luiz de Queiroz; 2017. Disponível em: de <http://www.esalq.usp.br/sveel/>.

SILVA, P. H. M.; MIRANDA, A. C.; MORAES, M. L.; FURTADO, E. L.; STAPEE, J. L.; ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; MORI, E. S.; SEBEN, A. M. Selecting for rust (*Puccinia psidii*) resistance in *Eucalyptus grandis* in Sao Paulo State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 303, p. 91-97, 2013.

SOUZA, H.G. **Resistência do eucalipto ao cancro de *Chrysosporthe cubensis* E *Botryosphaeria* sp.** 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008, 105 p.

SOUZA, S. E.; SANSIGOLO, C.A.; FURTADO, E.L.; JESUS JUNIOR, W. C.; OLIVEIRA, R. R. Influência do cancro basal em *Eucalyptus grandis* nas propriedades da madeira e polpação kraft. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 88, p. 547-557, 2010.

SUBANDI, W.; COMPTON, A.; EMPIG, L. T. Comparison of the efficiencies of selection indices for three traits in two variety crosses of corn. **Crop Science**, v. 13, p. 184-186, 1973.

TAOLE, M. M.; BURGESS, T. I.; GRYZENHOUT, M.; WINGFIELD, B. D.; WINGFIELD, M. J. DNA sequence incongruence and inconsistent morphology obscure species boundaries in the *Teratosphaeria suttonii* species complex. **Mycoscience**, v. 53: p. 270–283, 2012.

TEJEDOR, C.; PÉREZ, S.; RENEDO, C. J.; ORTIZ, A.; MAÑANA, M.; SILIÓ, D. Energy implications of the *Mycosphaerella* sp. in *Eucalyptus globulus* stands. In: **International Conference on Renewable Energy and Power Quality 2008**; 505 p.

TUMURA, K. G. **Dinâmica espaço-temporal, quantificação de danos e perdas e influência do cancro (*Chrysosporthe cubensis*) no acúmulo de biomassa e fixação de carbono em seis genótipos de *Eucalyptus* spp.** Botucatu: Tese de Doutorado. 74 p. Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista; 2015.

VENCOVSKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamas. **IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 35, p. 79-84, 1987.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.**
Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

ANEXOS

ANEXO 1 – RANKING DE CLASSIFICAÇÃO DAS PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, DE ACORDO COM A SEVERIDADE MÉDIA DE MANCHA FOLIAR, NO TESTE DE PROGÊNIES EM ANHEMBI-SP, AOS 12 E 24 MESES DE IDADE.

| Classificação | Mancha 12 meses | | Mancha 24 meses | |
|---------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | Progênies | Média | Progênies | Média |
| 1 | 122 | 3,64 | 103 | 2,21 |
| 2 | 40 | 3,64 | 104 | 2,11 |
| 3 | 70 | 3,54 | 172 | 2,07 |
| 4 | 172 | 3,50 | 31 | 2,07 |
| 5 | 41 | 3,50 | 58 | 2,07 |
| 6 | 120 | 3,43 | 119 | 2,07 |
| 7 | 140 | 3,39 | 122 | 2,04 |
| 8 | 19 | 3,39 | 121 | 1,96 |
| 9 | 34 | 3,39 | 94 | 1,93 |
| 10 | 182 | 3,39 | 20 | 1,93 |
| 11 | 96 | 3,37 | 127 | 1,93 |
| 12 | 169 | 3,33 | 133 | 1,93 |
| 13 | 117 | 3,32 | 65 | 1,90 |
| 14 | 53 | 3,32 | 40 | 1,89 |
| 15 | 86 | 3,32 | 140 | 1,89 |
| 16 | 51 | 3,32 | 38 | 1,89 |
| 17 | 123 | 3,32 | 43 | 1,89 |
| 18 | 121 | 3,29 | 111 | 1,89 |
| 19 | 128 | 3,29 | 113 | 1,89 |
| 20 | 143 | 3,29 | 88 | 1,89 |
| 21 | 158 | 3,29 | 77 | 1,89 |
| 22 | 29 | 3,28 | 12 | 1,86 |
| 23 | 74 | 3,25 | 34 | 1,86 |
| 24 | 37 | 3,25 | 86 | 1,86 |
| 25 | 142 | 3,25 | 134 | 1,86 |
| 26 | 103 | 3,25 | 83 | 1,86 |
| 27 | 18 | 3,25 | 136 | 1,86 |
| 28 | 104 | 3,25 | 176 | 1,86 |
| 29 | 201 | 3,25 | 148 | 1,86 |
| 30 | 129 | 3,25 | 171 | 1,86 |
| 31 | 95 | 3,24 | 46 | 1,86 |
| 32 | 56 | 3,21 | 124 | 1,86 |
| 33 | 134 | 3,21 | 109 | 1,86 |
| 34 | 90 | 3,21 | 45 | 1,85 |
| 35 | 155 | 3,21 | 29 | 1,83 |
| 36 | 146 | 3,21 | 105 | 1,83 |
| 37 | 49 | 3,21 | 53 | 1,82 |
| 38 | 1 | 3,21 | 37 | 1,82 |
| 39 | 75 | 3,21 | 90 | 1,82 |
| 40 | 50 | 3,18 | 101 | 1,82 |
| 41 | 83 | 3,18 | 138 | 1,82 |
| 42 | 136 | 3,18 | 150 | 1,82 |

| | | | | |
|----|-------------------|------|-------------------|------|
| 43 | 147 | 3,18 | 98 | 1,82 |
| 44 | 38 | 3,18 | 145 | 1,82 |
| 45 | 43 | 3,18 | 137 | 1,82 |
| 46 | 183 | 3,18 | 106 | 1,81 |
| 47 | 32 | 3,18 | 185 | 1,79 |
| 48 | 42 | 3,18 | <u>201</u> | 1,79 |
| 49 | 48 | 3,18 | 129 | 1,79 |
| 50 | 5 | 3,18 | 56 | 1,79 |
| 51 | 161 | 3,15 | 146 | 1,79 |
| 52 | 9 | 3,14 | 49 | 1,79 |
| 53 | 23 | 3,14 | 168 | 1,79 |
| 54 | 178 | 3,14 | 116 | 1,79 |
| 55 | 14 | 3,14 | 181 | 1,79 |
| 56 | 82 | 3,14 | 159 | 1,79 |
| 57 | 119 | 3,14 | 41 | 1,75 |
| 58 | 105 | 3,14 | 182 | 1,75 |
| 59 | 102 | 3,12 | 128 | 1,75 |
| 60 | 176 | 3,11 | 74 | 1,75 |
| 61 | 101 | 3,11 | 50 | 1,75 |
| 62 | <u>200</u> | 3,11 | 147 | 1,75 |
| 63 | 20 | 3,11 | 48 | 1,75 |
| 64 | 6 | 3,11 | 141 | 1,75 |
| 65 | 81 | 3,11 | 163 | 1,75 |
| 66 | 72 | 3,11 | 8 | 1,75 |
| 67 | 168 | 3,11 | 179 | 1,75 |
| 68 | 148 | 3,11 | 144 | 1,75 |
| 69 | 111 | 3,11 | 16 | 1,75 |
| 70 | 118 | 3,07 | 26 | 1,75 |
| 71 | 171 | 3,07 | 71 | 1,75 |
| 72 | 31 | 3,07 | 27 | 1,75 |
| 73 | 141 | 3,07 | 30 | 1,75 |
| 74 | 138 | 3,07 | 175 | 1,75 |
| 75 | 150 | 3,07 | 169 | 1,74 |
| 76 | 47 | 3,07 | 68 | 1,74 |
| 77 | 116 | 3,07 | 13 | 1,74 |
| 78 | 28 | 3,07 | 95 | 1,72 |
| 79 | 100 | 3,07 | 142 | 1,71 |
| 80 | 106 | 3,04 | 155 | 1,71 |
| 81 | 149 | 3,04 | 47 | 1,71 |
| 82 | 163 | 3,04 | 149 | 1,71 |
| 83 | 115 | 3,04 | 59 | 1,71 |
| 84 | 21 | 3,04 | 55 | 1,71 |
| 85 | 59 | 3,04 | 132 | 1,71 |
| 86 | 8 | 3,04 | 17 | 1,71 |
| 87 | 156 | 3,04 | 157 | 1,71 |
| 88 | 33 | 3,00 | 125 | 1,71 |

| | | | | |
|-----|-------------------|------|-------------------|------|
| 89 | 127 | 3,00 | 96 | 1,70 |
| 90 | 181 | 3,00 | 161 | 1,70 |
| 91 | 107 | 3,00 | 75 | 1,69 |
| 92 | 98 | 3,00 | 70 | 1,68 |
| 93 | 11 | 3,00 | 120 | 1,68 |
| 94 | 84 | 3,00 | 51 | 1,68 |
| 95 | 99 | 3,00 | 32 | 1,68 |
| 96 | 65 | 2,97 | 23 | 1,68 |
| 97 | 133 | 2,96 | 178 | 1,68 |
| 98 | 112 | 2,96 | 14 | 1,68 |
| 99 | 4 | 2,96 | 82 | 1,68 |
| 100 | 145 | 2,96 | <u>200</u> | 1,68 |
| 101 | 137 | 2,96 | 72 | 1,68 |
| 102 | 46 | 2,96 | 28 | 1,68 |
| 103 | 89 | 2,96 | 112 | 1,68 |
| 104 | 173 | 2,96 | 80 | 1,68 |
| 105 | 54 | 2,96 | 108 | 1,68 |
| 106 | 97 | 2,96 | 36 | 1,68 |
| 107 | 55 | 2,96 | 130 | 1,68 |
| 108 | 79 | 2,96 | 60 | 1,68 |
| 109 | 68 | 2,96 | 184 | 1,68 |
| 110 | 114 | 2,96 | 153 | 1,68 |
| 111 | 113 | 2,93 | 165 | 1,68 |
| 112 | 179 | 2,93 | 123 | 1,64 |
| 113 | 152 | 2,93 | 158 | 1,64 |
| 114 | 80 | 2,93 | 18 | 1,64 |
| 115 | 69 | 2,93 | 81 | 1,64 |
| 116 | 108 | 2,93 | 62 | 1,64 |
| 117 | 67 | 2,93 | 76 | 1,64 |
| 118 | 44 | 2,89 | 63 | 1,64 |
| 119 | 88 | 2,89 | 85 | 1,64 |
| 120 | 62 | 2,89 | 7 | 1,64 |
| 121 | 144 | 2,89 | 177 | 1,64 |
| 122 | 52 | 2,89 | 114 | 1,63 |
| 123 | 160 | 2,89 | 102 | 1,62 |
| 124 | 93 | 2,89 | 135 | 1,62 |
| 125 | 64 | 2,89 | 117 | 1,61 |
| 126 | 185 | 2,86 | 183 | 1,61 |
| 127 | 61 | 2,86 | 9 | 1,61 |
| 128 | 94 | 2,86 | 156 | 1,61 |
| 129 | 73 | 2,86 | 11 | 1,61 |
| 130 | <u>202</u> | 2,86 | 4 | 1,61 |
| 131 | 66 | 2,86 | 173 | 1,61 |
| 132 | 16 | 2,86 | 54 | 1,61 |
| 133 | 126 | 2,86 | 93 | 1,61 |
| 134 | 13 | 2,85 | 64 | 1,61 |

| | | | | |
|-----|-----|------|------------|------|
| 135 | 36 | 2,82 | 10 | 1,61 |
| 136 | 76 | 2,82 | 25 | 1,61 |
| 137 | 10 | 2,82 | 87 | 1,61 |
| 138 | 35 | 2,82 | 139 | 1,61 |
| 139 | 45 | 2,81 | 78 | 1,61 |
| 140 | 58 | 2,79 | 180 | 1,61 |
| 141 | 25 | 2,79 | 79 | 1,59 |
| 142 | 92 | 2,79 | 6 | 1,57 |
| 143 | 130 | 2,79 | 152 | 1,57 |
| 144 | 135 | 2,77 | 69 | 1,57 |
| 145 | 26 | 2,75 | 57 | 1,57 |
| 146 | 60 | 2,75 | 24 | 1,57 |
| 147 | 71 | 2,75 | 110 | 1,57 |
| 148 | 151 | 2,75 | 118 | 1,56 |
| 149 | 184 | 2,75 | 100 | 1,55 |
| 150 | 87 | 2,75 | 61 | 1,55 |
| 151 | 153 | 2,71 | 73 | 1,55 |
| 152 | 165 | 2,71 | 19 | 1,54 |
| 153 | 124 | 2,71 | 1 | 1,54 |
| 154 | 63 | 2,71 | 21 | 1,54 |
| 155 | 85 | 2,71 | 84 | 1,54 |
| 156 | 7 | 2,71 | 44 | 1,54 |
| 157 | 57 | 2,71 | 52 | 1,54 |
| 158 | 139 | 2,71 | 92 | 1,54 |
| 159 | 12 | 2,69 | 91 | 1,54 |
| 160 | 132 | 2,68 | 39 | 1,52 |
| 161 | 109 | 2,68 | 107 | 1,52 |
| 162 | 17 | 2,68 | 143 | 1,50 |
| 163 | 159 | 2,68 | 42 | 1,50 |
| 164 | 24 | 2,68 | 115 | 1,50 |
| 165 | 78 | 2,68 | 67 | 1,50 |
| 166 | 27 | 2,68 | 151 | 1,50 |
| 167 | 157 | 2,68 | 170 | 1,50 |
| 168 | 39 | 2,67 | 131 | 1,50 |
| 169 | 30 | 2,64 | 99 | 1,48 |
| 170 | 91 | 2,64 | 33 | 1,46 |
| 171 | 77 | 2,61 | 89 | 1,46 |
| 172 | 177 | 2,57 | 160 | 1,46 |
| 173 | 180 | 2,57 | 35 | 1,46 |
| 174 | 170 | 2,57 | 97 | 1,43 |
| 175 | 175 | 2,50 | 66 | 1,43 |
| 176 | 110 | 2,50 | 5 | 1,39 |
| 177 | 131 | 2,43 | 202 | 1,39 |
| 178 | 167 | 2,39 | 126 | 1,39 |
| 179 | 125 | 2,36 | 167 | 1,39 |

NOTA: As testemunhas são: Sementes *E. grandis* /Itatinga = 200; Clone I 144 = 201; Sementes *E. grandis*/Anhembi = 202. FONTE: O autor (2018).

ANEXO 2 – RANKING DE CLASSIFICAÇÃO DAS PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, DE ACORDO COM A SEVERIDADE MÉDIA DE MANCHA FOLIAR, NO TESTE DE PROGÊNIES EM ITATINGA-SP, AOS 15 E 27 MESES DE IDADE.

| Classificação | Mancha 15 meses | | Mancha 27 meses | |
|---------------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| | Progênies | Média | Progênies | Média |
| 1 | <u>201</u> | 2,80 | <u>201</u> | 1,97 |
| 2 | 23 | 2,77 | 102 | 1,97 |
| 3 | 19 | 2,67 | 134 | 1,93 |
| 4 | 89 | 2,63 | 86 | 1,93 |
| 5 | 60 | 2,60 | 178 | 1,90 |
| 6 | 158 | 2,60 | 165 | 1,90 |
| 7 | 102 | 2,57 | 90 | 1,87 |
| 8 | 32 | 2,53 | 138 | 1,83 |
| 9 | 103 | 2,53 | 153 | 1,83 |
| 10 | 134 | 2,53 | <u>200</u> | 1,83 |
| 11 | 137 | 2,50 | 59 | 1,80 |
| 12 | 62 | 2,50 | 99 | 1,80 |
| 13 | 72 | 2,50 | 75 | 1,80 |
| 14 | 50 | 2,50 | 130 | 1,77 |
| 15 | 135 | 2,50 | 142 | 1,77 |
| 16 | 30 | 2,47 | 81 | 1,77 |
| 17 | 94 | 2,47 | 96 | 1,73 |
| 18 | 167 | 2,47 | 33 | 1,73 |
| 19 | 101 | 2,47 | 16 | 1,73 |
| 20 | 118 | 2,47 | 175 | 1,73 |
| 21 | 52 | 2,45 | 131 | 1,73 |
| 22 | 144 | 2,43 | 73 | 1,73 |
| 23 | 14 | 2,43 | 123 | 1,70 |
| 24 | 65 | 2,43 | 50 | 1,70 |
| 25 | 141 | 2,43 | 44 | 1,70 |
| 26 | 136 | 2,43 | 143 | 1,67 |
| 27 | 29 | 2,43 | 9 | 1,67 |
| 28 | 143 | 2,43 | 172 | 1,67 |
| 29 | 80 | 2,40 | 113 | 1,67 |
| 30 | 44 | 2,40 | 103 | 1,67 |
| 31 | 171 | 2,40 | 147 | 1,67 |
| 32 | 110 | 2,40 | 180 | 1,67 |
| 33 | <u>202</u> | 2,40 | 46 | 1,65 |
| 34 | 100 | 2,40 | 177 | 1,63 |
| 35 | 53 | 2,40 | 119 | 1,63 |
| 36 | <u>200</u> | 2,40 | 107 | 1,63 |
| 37 | 82 | 2,40 | 117 | 1,63 |
| 38 | 75 | 2,40 | 112 | 1,63 |
| 39 | 24 | 2,40 | 17 | 1,63 |
| 40 | 169 | 2,40 | 28 | 1,60 |
| 41 | 122 | 2,40 | 26 | 1,60 |
| 42 | 5 | 2,40 | 129 | 1,60 |

| | | | | |
|----|-----|------|-----|------|
| 43 | 127 | 2,40 | 128 | 1,60 |
| 44 | 150 | 2,38 | 20 | 1,60 |
| 45 | 58 | 2,37 | 159 | 1,58 |
| 46 | 125 | 2,37 | 54 | 1,57 |
| 47 | 181 | 2,37 | 12 | 1,57 |
| 48 | 117 | 2,37 | 118 | 1,57 |
| 49 | 148 | 2,37 | 120 | 1,57 |
| 50 | 49 | 2,37 | 71 | 1,57 |
| 51 | 170 | 2,34 | 141 | 1,57 |
| 52 | 77 | 2,34 | 135 | 1,57 |
| 53 | 97 | 2,33 | 19 | 1,57 |
| 54 | 38 | 2,33 | 40 | 1,57 |
| 55 | 182 | 2,33 | 85 | 1,55 |
| 56 | 86 | 2,33 | 27 | 1,53 |
| 57 | 180 | 2,33 | 41 | 1,53 |
| 58 | 184 | 2,33 | 29 | 1,53 |
| 59 | 34 | 2,33 | 36 | 1,53 |
| 60 | 120 | 2,33 | 6 | 1,53 |
| 61 | 57 | 2,31 | 34 | 1,53 |
| 62 | 145 | 2,30 | 156 | 1,53 |
| 63 | 173 | 2,30 | 132 | 1,53 |
| 64 | 107 | 2,30 | 82 | 1,53 |
| 65 | 152 | 2,30 | 101 | 1,53 |
| 66 | 70 | 2,30 | 126 | 1,53 |
| 67 | 129 | 2,30 | 39 | 1,53 |
| 68 | 113 | 2,30 | 105 | 1,53 |
| 69 | 90 | 2,30 | 47 | 1,53 |
| 70 | 96 | 2,30 | 62 | 1,53 |
| 71 | 69 | 2,29 | 182 | 1,53 |
| 72 | 79 | 2,28 | 92 | 1,52 |
| 73 | 56 | 2,28 | 146 | 1,50 |
| 74 | 21 | 2,27 | 114 | 1,50 |
| 75 | 104 | 2,27 | 56 | 1,50 |
| 76 | 76 | 2,27 | 24 | 1,50 |
| 77 | 40 | 2,27 | 31 | 1,50 |
| 78 | 20 | 2,27 | 181 | 1,50 |
| 79 | 112 | 2,27 | 89 | 1,50 |
| 80 | 39 | 2,27 | 91 | 1,50 |
| 81 | 83 | 2,27 | 52 | 1,48 |
| 82 | 31 | 2,27 | 68 | 1,47 |
| 83 | 132 | 2,27 | 37 | 1,47 |
| 84 | 123 | 2,27 | 66 | 1,47 |
| 85 | 161 | 2,27 | 84 | 1,47 |
| 86 | 146 | 2,27 | 74 | 1,47 |
| 87 | 26 | 2,27 | 67 | 1,47 |
| 88 | 8 | 2,23 | 5 | 1,47 |

| | | | | |
|-----|-----|------|-----|------|
| 89 | 91 | 2,23 | 136 | 1,47 |
| 90 | 128 | 2,23 | 161 | 1,47 |
| 91 | 115 | 2,23 | 70 | 1,47 |
| 92 | 81 | 2,23 | 13 | 1,47 |
| 93 | 99 | 2,23 | 63 | 1,47 |
| 94 | 61 | 2,23 | 4 | 1,47 |
| 95 | 178 | 2,23 | 167 | 1,47 |
| 96 | 185 | 2,21 | 51 | 1,47 |
| 97 | 98 | 2,20 | 45 | 1,47 |
| 98 | 108 | 2,20 | 168 | 1,46 |
| 99 | 109 | 2,20 | 79 | 1,44 |
| 100 | 18 | 2,20 | 57 | 1,44 |
| 101 | 147 | 2,20 | 149 | 1,43 |
| 102 | 4 | 2,20 | 133 | 1,43 |
| 103 | 142 | 2,20 | 122 | 1,43 |
| 104 | 156 | 2,20 | 115 | 1,43 |
| 105 | 130 | 2,20 | 18 | 1,43 |
| 106 | 172 | 2,20 | 137 | 1,43 |
| 107 | 84 | 2,20 | 176 | 1,43 |
| 108 | 41 | 2,20 | 48 | 1,41 |
| 109 | 46 | 2,19 | 77 | 1,41 |
| 110 | 54 | 2,18 | 139 | 1,40 |
| 111 | 157 | 2,17 | 49 | 1,40 |
| 112 | 7 | 2,17 | 65 | 1,40 |
| 113 | 131 | 2,17 | 155 | 1,40 |
| 114 | 93 | 2,17 | 106 | 1,40 |
| 115 | 16 | 2,17 | 43 | 1,40 |
| 116 | 138 | 2,17 | 170 | 1,38 |
| 117 | 36 | 2,17 | 109 | 1,37 |
| 118 | 165 | 2,17 | 87 | 1,33 |
| 119 | 85 | 2,16 | 169 | 1,33 |
| 120 | 95 | 2,13 | 121 | 1,33 |
| 121 | 151 | 2,13 | 124 | 1,33 |
| 122 | 73 | 2,13 | 160 | 1,33 |
| 123 | 43 | 2,13 | 76 | 1,33 |
| 124 | 63 | 2,13 | 140 | 1,33 |
| 125 | 153 | 2,13 | 179 | 1,32 |
| 126 | 13 | 2,13 | 61 | 1,32 |
| 127 | 149 | 2,13 | 127 | 1,30 |
| 128 | 168 | 2,12 | 152 | 1,30 |
| 129 | 92 | 2,10 | 173 | 1,30 |
| 130 | 17 | 2,10 | 11 | 1,30 |
| 131 | 51 | 2,10 | 100 | 1,30 |
| 132 | 121 | 2,10 | 171 | 1,30 |
| 133 | 66 | 2,10 | 64 | 1,30 |
| 134 | 179 | 2,10 | 69 | 1,29 |

| | | | | |
|-----|-----|------|------------|------|
| 135 | 55 | 2,07 | 35 | 1,27 |
| 136 | 48 | 2,07 | 184 | 1,27 |
| 137 | 47 | 2,07 | 42 | 1,27 |
| 138 | 105 | 2,07 | 158 | 1,27 |
| 139 | 175 | 2,07 | 93 | 1,27 |
| 140 | 124 | 2,07 | 148 | 1,27 |
| 141 | 177 | 2,07 | 53 | 1,27 |
| 142 | 139 | 2,07 | 83 | 1,27 |
| 143 | 6 | 2,07 | 125 | 1,27 |
| 144 | 33 | 2,07 | 72 | 1,27 |
| 145 | 87 | 2,07 | 88 | 1,27 |
| 146 | 27 | 2,07 | 14 | 1,27 |
| 147 | 159 | 2,06 | 58 | 1,27 |
| 148 | 68 | 2,06 | 108 | 1,27 |
| 149 | 45 | 2,03 | 30 | 1,27 |
| 150 | 155 | 2,03 | 157 | 1,24 |
| 151 | 71 | 2,03 | 202 | 1,23 |
| 152 | 67 | 2,03 | 104 | 1,23 |
| 153 | 74 | 2,03 | 38 | 1,23 |
| 154 | 9 | 2,03 | 163 | 1,23 |
| 155 | 111 | 2,00 | 185 | 1,21 |
| 156 | 183 | 2,00 | 25 | 1,20 |
| 157 | 88 | 2,00 | 10 | 1,17 |
| 158 | 12 | 2,00 | 32 | 1,17 |
| 159 | 133 | 2,00 | 21 | 1,13 |
| 160 | 59 | 2,00 | 78 | 1,10 |
| 161 | 11 | 1,97 | 55 | 1,07 |
| 162 | 28 | 1,97 | 150 | 1,07 |
| 163 | 126 | 1,93 | 7 | 1,07 |
| 164 | 119 | 1,93 | 110 | 1,07 |
| 165 | 42 | 1,93 | 144 | 1,07 |
| 166 | 114 | 1,93 | 183 | 1,07 |
| 167 | 37 | 1,93 | 97 | 1,07 |
| 168 | 116 | 1,90 | 111 | 1,07 |
| 169 | 160 | 1,90 | 95 | 1,07 |
| 170 | 106 | 1,90 | 116 | 1,03 |
| 171 | 176 | 1,87 | 145 | 1,00 |
| 172 | 140 | 1,87 | 151 | 1,00 |
| 173 | 35 | 1,87 | 94 | 0,97 |
| 174 | 64 | 1,83 | 98 | 0,93 |
| 175 | 25 | 1,80 | 60 | 0,87 |
| 176 | 163 | 1,73 | 1 | 0,87 |
| 177 | 78 | 1,73 | 80 | 0,77 |
| 178 | 1 | 1,67 | 8 | 0,67 |
| 179 | 10 | 1,67 | 23 | 0,63 |

NOTA: As testemunhas são: Sementes *E. grandis* /Itatinga = 200; Clone I 144 = 201; Sementes *E. grandis*/Anhembi = 202. FONTE: O autor (2018).

ANEXO 3 – RANKING DE CLASSIFICAÇÃO DAS PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, DE ACORDO COM A SEVERIDADE MÉDIA DE CANCRO, NO TESTE DE PROGÊNIES EM ANHEMBI-SP, AOS 12, 24 E 29 MESES DE IDADE.

| Classificação | 12 meses | | 24 meses | | 29 meses | |
|---------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Progênies | Média | Progênies | Média | Progênies | Média |
| 1 | 4 | 5 | 121 | 4,86 | 121 | 4,43 |
| 2 | 5 | 5 | 133 | 4,75 | 176 | 4,29 |
| 3 | 9 | 5 | 142 | 4,71 | 171 | 4,29 |
| 4 | 18 | 5 | 45 | 4,70 | 161 | 4,26 |
| 5 | 20 | 5 | 175 | 4,68 | 175 | 4,25 |
| 6 | 26 | 5 | 50 | 4,68 | 13 | 4,15 |
| 7 | 28 | 5 | 172 | 4,64 | 50 | 4,11 |
| 8 | 37 | 5 | 137 | 4,64 | 132 | 4,11 |
| 9 | 38 | 5 | 38 | 4,61 | 172 | 4,07 |
| 10 | 47 | 5 | 96 | 4,59 | 74 | 4,07 |
| 11 | 53 | 5 | 103 | 4,57 | 149 | 4,07 |
| 12 | 56 | 5 | 113 | 4,57 | 58 | 4,07 |
| 13 | 67 | 5 | 168 | 4,57 | 83 | 4,07 |
| 14 | 70 | 5 | 31 | 4,57 | 96 | 4,04 |
| 15 | 74 | 5 | 13 | 4,56 | 133 | 4,04 |
| 16 | 75 | 5 | 56 | 4,54 | 113 | 4,04 |
| 17 | 77 | 5 | 176 | 4,54 | 37 | 4,04 |
| 18 | 83 | 5 | 161 | 4,52 | 109 | 4,04 |
| 19 | 84 | 5 | 119 | 4,52 | 33 | 4,04 |
| 20 | 95 | 5 | 74 | 4,50 | 56 | 4,00 |
| 21 | 96 | 5 | 40 | 4,50 | 122 | 4,00 |
| 22 | 101 | 5 | 149 | 4,50 | 70 | 4,00 |
| 23 | 103 | 5 | 136 | 4,50 | 117 | 4,00 |
| 24 | 105 | 5 | 171 | 4,50 | 39 | 4,00 |
| 25 | 107 | 5 | 46 | 4,46 | 142 | 3,96 |
| 26 | 110 | 5 | 127 | 4,46 | 101 | 3,96 |
| 27 | 112 | 5 | 58 | 4,46 | 112 | 3,96 |
| 28 | 114 | 5 | 18 | 4,43 | 53 | 3,96 |
| 29 | 117 | 5 | 77 | 4,43 | 103 | 3,93 |
| 30 | 121 | 5 | 83 | 4,43 | 31 | 3,93 |
| 31 | 129 | 5 | 153 | 4,43 | 127 | 3,93 |
| 32 | 132 | 5 | 179 | 4,43 | 179 | 3,93 |
| 33 | 138 | 5 | 122 | 4,43 | 4 | 3,93 |
| 34 | 141 | 5 | 88 | 4,43 | 153 | 3,89 |
| 35 | 142 | 5 | 148 | 4,43 | 181 | 3,89 |
| 36 | 144 | 5 | 4 | 4,39 | 152 | 3,89 |
| 37 | 146 | 5 | 37 | 4,39 | 80 | 3,89 |
| 38 | 147 | 5 | 70 | 4,39 | 26 | 3,89 |
| 39 | 153 | 5 | 101 | 4,39 | 18 | 3,86 |
| 40 | 155 | 5 | 112 | 4,39 | 134 | 3,86 |
| 41 | 161 | 5 | 141 | 4,39 | 44 | 3,86 |
| 42 | 172 | 5 | 155 | 4,39 | 90 | 3,86 |

| | | | | | | |
|----|------------|------|------------|------|------------|------|
| 43 | 176 | 5 | 200 | 4,39 | 165 | 3,86 |
| 44 | 178 | 5 | 17 | 4,39 | 88 | 3,82 |
| 45 | 179 | 5 | 8 | 4,39 | 155 | 3,82 |
| 46 | 200 | 5 | 21 | 4,39 | 200 | 3,82 |
| 47 | 6 | 4,96 | 20 | 4,36 | 45 | 3,81 |
| 48 | 40 | 4,96 | 110 | 4,36 | 79 | 3,81 |
| 49 | 46 | 4,96 | 138 | 4,36 | 95 | 3,79 |
| 50 | 80 | 4,96 | 140 | 4,36 | 136 | 3,79 |
| 51 | 122 | 4,96 | 109 | 4,36 | 141 | 3,79 |
| 52 | 127 | 4,96 | 135 | 4,35 | 9 | 3,79 |
| 53 | 181 | 4,96 | 129 | 4,32 | 25 | 3,79 |
| 54 | 11 | 4,93 | 132 | 4,32 | 147 | 3,79 |
| 55 | 23 | 4,93 | 178 | 4,32 | 23 | 3,79 |
| 56 | 43 | 4,93 | 134 | 4,32 | 119 | 3,76 |
| 57 | 51 | 4,93 | 44 | 4,32 | 65 | 3,76 |
| 58 | 98 | 4,93 | 120 | 4,32 | 17 | 3,75 |
| 59 | 113 | 4,93 | 33 | 4,32 | 20 | 3,75 |
| 60 | 149 | 4,93 | 86 | 4,32 | 138 | 3,75 |
| 61 | 173 | 4,93 | 95 | 4,31 | 140 | 3,75 |
| 62 | 184 | 4,93 | 29 | 4,31 | 178 | 3,75 |
| 63 | 118 | 4,93 | 117 | 4,29 | 86 | 3,75 |
| 64 | 100 | 4,90 | 181 | 4,29 | 150 | 3,75 |
| 65 | 48 | 4,89 | 11 | 4,29 | 6 | 3,75 |
| 66 | 72 | 4,89 | 36 | 4,29 | 19 | 3,75 |
| 67 | 133 | 4,89 | 90 | 4,29 | 145 | 3,75 |
| 68 | 134 | 4,89 | 152 | 4,29 | 81 | 3,75 |
| 69 | 165 | 4,89 | 12 | 4,28 | 69 | 3,75 |
| 70 | 73 | 4,86 | 65 | 4,28 | 163 | 3,75 |
| 71 | 185 | 4,86 | 106 | 4,26 | 105 | 3,72 |
| 72 | 1 | 4,86 | 80 | 4,25 | 107 | 3,72 |
| 73 | 16 | 4,86 | 201 | 4,25 | 77 | 3,71 |
| 74 | 17 | 4,86 | 111 | 4,25 | 124 | 3,71 |
| 75 | 19 | 4,86 | 150 | 4,25 | 51 | 3,71 |
| 76 | 27 | 4,86 | 94 | 4,24 | 72 | 3,71 |
| 77 | 36 | 4,86 | 39 | 4,22 | 159 | 3,71 |
| 78 | 41 | 4,86 | 9 | 4,21 | 115 | 3,71 |
| 79 | 55 | 4,86 | 43 | 4,21 | 185 | 3,69 |
| 80 | 60 | 4,86 | 34 | 4,21 | 61 | 3,69 |
| 81 | 66 | 4,86 | 52 | 4,21 | 38 | 3,68 |
| 82 | 78 | 4,86 | 71 | 4,21 | 168 | 3,68 |
| 83 | 82 | 4,86 | 26 | 4,18 | 40 | 3,68 |
| 84 | 88 | 4,86 | 6 | 4,18 | 148 | 3,68 |
| 85 | 89 | 4,86 | 165 | 4,18 | 110 | 3,68 |
| 86 | 136 | 4,86 | 19 | 4,18 | 36 | 3,68 |
| 87 | 137 | 4,86 | 25 | 4,18 | 43 | 3,68 |
| 88 | 140 | 4,86 | 116 | 4,18 | 98 | 3,68 |

| | | | | | | |
|-----|-------------------|------|-----|------|-------------------|------|
| 89 | 156 | 4,86 | 124 | 4,18 | 128 | 3,68 |
| 90 | 159 | 4,86 | 75 | 4,17 | 14 | 3,68 |
| 91 | 168 | 4,86 | 98 | 4,14 | 169 | 3,67 |
| 92 | 171 | 4,86 | 143 | 4,14 | 29 | 3,66 |
| 93 | 175 | 4,86 | 104 | 4,14 | 137 | 3,64 |
| 94 | 79 | 4,85 | 145 | 4,14 | 41 | 3,64 |
| 95 | 106 | 4,85 | 105 | 4,14 | 63 | 3,64 |
| 96 | 169 | 4,85 | 146 | 4,11 | 62 | 3,64 |
| 97 | 29 | 4,83 | 147 | 4,11 | 11 | 3,61 |
| 98 | 94 | 4,83 | 51 | 4,11 | 143 | 3,61 |
| 99 | 99 | 4,83 | 72 | 4,11 | 104 | 3,61 |
| 100 | 119 | 4,83 | 16 | 4,11 | 144 | 3,61 |
| 101 | 8 | 4,82 | 81 | 4,11 | 177 | 3,61 |
| 102 | 21 | 4,82 | 170 | 4,11 | 135 | 3,58 |
| 103 | 31 | 4,82 | 79 | 4,07 | 24 | 3,57 |
| 104 | 42 | 4,82 | 41 | 4,07 | 85 | 3,57 |
| 105 | 50 | 4,82 | 24 | 4,07 | 30 | 3,57 |
| 106 | 58 | 4,82 | 85 | 4,07 | 180 | 3,57 |
| 107 | 76 | 4,82 | 59 | 4,07 | 183 | 3,57 |
| 108 | 108 | 4,82 | 63 | 4,07 | 92 | 3,57 |
| 109 | 123 | 4,82 | 128 | 4,07 | 7 | 3,57 |
| 110 | 130 | 4,82 | 69 | 4,07 | 84 | 3,57 |
| 111 | 143 | 4,82 | 185 | 4,07 | <u>202</u> | 3,57 |
| 112 | 151 | 4,82 | 169 | 4,04 | 21 | 3,54 |
| 113 | 158 | 4,82 | 68 | 4,04 | <u>201</u> | 3,54 |
| 114 | 182 | 4,82 | 67 | 4,04 | 52 | 3,54 |
| 115 | <u>201</u> | 4,82 | 27 | 4,04 | 170 | 3,54 |
| 116 | 39 | 4,81 | 14 | 4,04 | 12 | 3,52 |
| 117 | 102 | 4,81 | 125 | 4,04 | 46 | 3,50 |
| 118 | 14 | 4,79 | 30 | 4,04 | 34 | 3,50 |
| 119 | 25 | 4,79 | 62 | 4,04 | 125 | 3,50 |
| 120 | 90 | 4,79 | 180 | 4,04 | 108 | 3,50 |
| 121 | 148 | 4,79 | 53 | 4,00 | 123 | 3,50 |
| 122 | 152 | 4,79 | 144 | 4,00 | 130 | 3,50 |
| 123 | 24 | 4,75 | 23 | 4,00 | 60 | 3,50 |
| 124 | 34 | 4,75 | 173 | 4,00 | 76 | 3,50 |
| 125 | 81 | 4,75 | 184 | 4,00 | 78 | 3,46 |
| 126 | 85 | 4,75 | 73 | 4,00 | 131 | 3,46 |
| 127 | 104 | 4,75 | 78 | 4,00 | 66 | 3,46 |
| 128 | 109 | 4,75 | 156 | 4,00 | 160 | 3,46 |
| 129 | 111 | 4,75 | 159 | 4,00 | 106 | 3,44 |
| 130 | 61 | 4,72 | 177 | 4,00 | 68 | 3,44 |
| 131 | 10 | 4,71 | 49 | 4,00 | 16 | 3,43 |
| 132 | 44 | 4,71 | 163 | 4,00 | 59 | 3,43 |
| 133 | 59 | 4,71 | 48 | 3,96 | 89 | 3,43 |
| 134 | 63 | 4,71 | 183 | 3,96 | 146 | 3,39 |

| | | | | | | |
|-----|------------|------|------------|------|-----|------|
| 135 | 93 | 4,71 | 92 | 3,96 | 93 | 3,39 |
| 136 | 116 | 4,71 | 115 | 3,96 | 57 | 3,39 |
| 137 | 120 | 4,71 | 54 | 3,96 | 94 | 3,38 |
| 138 | 124 | 4,71 | 7 | 3,96 | 99 | 3,38 |
| 139 | 125 | 4,71 | 28 | 3,93 | 8 | 3,36 |
| 140 | 128 | 4,71 | 1 | 3,93 | 71 | 3,36 |
| 141 | 177 | 4,71 | 108 | 3,93 | 32 | 3,36 |
| 142 | 183 | 4,71 | 123 | 3,93 | 42 | 3,36 |
| 143 | 13 | 4,70 | 130 | 3,93 | 114 | 3,33 |
| 144 | 45 | 4,70 | 32 | 3,93 | 111 | 3,32 |
| 145 | 33 | 4,68 | 97 | 3,93 | 49 | 3,32 |
| 146 | 49 | 4,68 | 107 | 3,90 | 48 | 3,32 |
| 147 | 64 | 4,68 | 61 | 3,90 | 47 | 3,32 |
| 148 | 69 | 4,68 | 84 | 3,89 | 75 | 3,31 |
| 149 | 86 | 4,68 | 151 | 3,89 | 100 | 3,31 |
| 150 | 87 | 4,68 | 93 | 3,89 | 129 | 3,29 |
| 151 | 92 | 4,68 | 64 | 3,89 | 173 | 3,29 |
| 152 | 115 | 4,68 | 87 | 3,89 | 151 | 3,29 |
| 153 | 126 | 4,68 | 57 | 3,89 | 158 | 3,29 |
| 154 | 150 | 4,68 | 157 | 3,89 | 118 | 3,26 |
| 155 | 52 | 4,64 | 114 | 3,89 | 67 | 3,25 |
| 156 | 163 | 4,64 | 118 | 3,89 | 184 | 3,25 |
| 157 | 12 | 4,62 | 102 | 3,88 | 54 | 3,25 |
| 158 | 65 | 4,62 | 99 | 3,86 | 1 | 3,25 |
| 159 | 135 | 4,58 | 158 | 3,86 | 97 | 3,21 |
| 160 | 30 | 4,57 | 131 | 3,86 | 64 | 3,21 |
| 161 | 32 | 4,57 | 60 | 3,82 | 73 | 3,21 |
| 162 | 57 | 4,57 | 66 | 3,82 | 55 | 3,18 |
| 163 | 71 | 4,57 | 89 | 3,82 | 27 | 3,14 |
| 164 | 139 | 4,57 | 182 | 3,82 | 156 | 3,14 |
| 165 | 167 | 4,57 | 167 | 3,82 | 126 | 3,14 |
| 166 | 68 | 4,56 | 47 | 3,79 | 116 | 3,11 |
| 167 | 62 | 4,54 | 42 | 3,79 | 5 | 3,11 |
| 168 | 180 | 4,54 | 76 | 3,79 | 10 | 3,11 |
| 169 | 35 | 4,50 | 202 | 3,79 | 157 | 3,07 |
| 170 | 91 | 4,50 | 5 | 3,71 | 167 | 3,07 |
| 171 | 97 | 4,50 | 91 | 3,71 | 120 | 3,04 |
| 172 | 145 | 4,50 | 160 | 3,71 | 28 | 3,04 |
| 173 | 202 | 4,50 | 55 | 3,68 | 87 | 3,04 |
| 174 | 54 | 4,46 | 100 | 3,66 | 102 | 3,00 |
| 175 | 7 | 4,43 | 139 | 3,64 | 35 | 2,96 |
| 176 | 160 | 4,43 | 10 | 3,61 | 182 | 2,86 |
| 177 | 170 | 4,43 | 126 | 3,61 | 82 | 2,79 |
| 178 | 131 | 4,39 | 35 | 3,43 | 91 | 2,75 |
| 179 | 157 | 4,39 | 82 | 3,39 | 139 | 2,75 |

NOTA: As testemunhas são: *E. grandis* /Itatinga = 200; Clone I144 = 201; *E. grandis*/Anhembí = 202.
 FONTE: O autor (2018).

ANEXO 4 – RANKING DE CLASSIFICAÇÃO DAS PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*, DE ACORDO COM A SEVERIDADE MÉDIA DE CANCRO, NO TESTE DE PROGÊNIES EM ITATINGA-SP, AOS 15, 27 E 32 MESES DE IDADE.

| Classificação | Cancro 15 meses | | Cancro 27 meses | | Cancro 32 meses | |
|---------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | Progênies | Média | Progênies | Média | Progênies | Média |
| 1 | 103 | 5,00 | 165 | 5 | 165 | 4,73 |
| 2 | 172 | 5,00 | 149 | 5 | 59 | 4,73 |
| 3 | 121 | 5,00 | 37 | 5 | 37 | 4,67 |
| 4 | 20 | 5,00 | 86 | 5 | 27 | 4,47 |
| 5 | 38 | 5,00 | 201 | 4,90 | 41 | 4,47 |
| 6 | 77 | 5,00 | 134 | 4,90 | 149 | 4,43 |
| 7 | 83 | 5,00 | 168 | 4,88 | 96 | 4,43 |
| 8 | 176 | 5,00 | 178 | 4,87 | 143 | 4,37 |
| 9 | 105 | 5,00 | 9 | 4,87 | 9 | 4,33 |
| 10 | 53 | 5,00 | 29 | 4,80 | 29 | 4,33 |
| 11 | 37 | 5,00 | 128 | 4,80 | 66 | 4,33 |
| 12 | 101 | 5,00 | 66 | 4,80 | 28 | 4,33 |
| 13 | 138 | 5,00 | 177 | 4,80 | 133 | 4,33 |
| 14 | 129 | 5,00 | 107 | 4,80 | 178 | 4,32 |
| 15 | 56 | 5,00 | 33 | 4,80 | 201 | 4,30 |
| 16 | 146 | 5,00 | 28 | 4,77 | 134 | 4,30 |
| 17 | 74 | 5,00 | 143 | 4,73 | 84 | 4,27 |
| 18 | 147 | 5,00 | 96 | 4,73 | 172 | 4,27 |
| 19 | 141 | 5,00 | 147 | 4,73 | 87 | 4,20 |
| 20 | 179 | 5,00 | 130 | 4,73 | 12 | 4,20 |
| 21 | 144 | 5,00 | 138 | 4,73 | 168 | 4,19 |
| 22 | 26 | 5,00 | 36 | 4,73 | 74 | 4,17 |
| 23 | 95 | 5,00 | 13 | 4,73 | 26 | 4,17 |
| 24 | 142 | 5,00 | 87 | 4,73 | 69 | 4,14 |
| 25 | 155 | 5,00 | 27 | 4,73 | 33 | 4,13 |
| 26 | 47 | 5,00 | 74 | 4,73 | 35 | 4,13 |
| 27 | 132 | 5,00 | 59 | 4,73 | 67 | 4,13 |
| 28 | 96 | 5,00 | 35 | 4,73 | 127 | 4,13 |
| 29 | 161 | 5,00 | 41 | 4,73 | 5 | 4,13 |
| 30 | 75 | 5,00 | 159 | 4,71 | 118 | 4,13 |
| 31 | 70 | 5,00 | 26 | 4,70 | 25 | 4,13 |
| 32 | 178 | 5,00 | 71 | 4,70 | 146 | 4,10 |
| 33 | 200 | 5,00 | 142 | 4,70 | 130 | 4,07 |
| 34 | 28 | 5,00 | 133 | 4,70 | 36 | 4,07 |
| 35 | 112 | 5,00 | 129 | 4,67 | 114 | 4,07 |
| 36 | 153 | 5,00 | 84 | 4,67 | 99 | 4,07 |
| 37 | 18 | 5,00 | 132 | 4,67 | 120 | 4,07 |
| 38 | 114 | 5,00 | 102 | 4,63 | 90 | 4,07 |
| 39 | 117 | 5,00 | 75 | 4,63 | 113 | 4,07 |
| 40 | 9 | 5,00 | 114 | 4,63 | 103 | 4,07 |
| 41 | 4 | 5,00 | 172 | 4,63 | 6 | 4,07 |
| 42 | 110 | 5,00 | 99 | 4,63 | 136 | 4,07 |

| | | | | | | |
|----|------------|------|------------|------|------------|------|
| 43 | 84 | 5,00 | 161 | 4,60 | 122 | 4,07 |
| 44 | 107 | 5,00 | 24 | 4,60 | 129 | 4,03 |
| 45 | 201 | 5,00 | 112 | 4,60 | 161 | 4,03 |
| 46 | 5 | 5,00 | 67 | 4,60 | 169 | 4,03 |
| 47 | 122 | 4,96 | 120 | 4,60 | 34 | 4,03 |
| 48 | 127 | 4,96 | 119 | 4,60 | 46 | 4,03 |
| 49 | 40 | 4,96 | 90 | 4,60 | 138 | 4,00 |
| 50 | 46 | 4,96 | 113 | 4,57 | 102 | 4,00 |
| 51 | 181 | 4,96 | 54 | 4,54 | 56 | 4,00 |
| 52 | 80 | 4,96 | 123 | 4,53 | 70 | 4,00 |
| 53 | 6 | 4,96 | 127 | 4,53 | 139 | 4,00 |
| 54 | 43 | 4,93 | 103 | 4,53 | 177 | 3,97 |
| 55 | 113 | 4,93 | 77 | 4,52 | 71 | 3,97 |
| 56 | 98 | 4,93 | 46 | 4,52 | 123 | 3,97 |
| 57 | 149 | 4,93 | 141 | 4,50 | 156 | 3,97 |
| 58 | 51 | 4,93 | 49 | 4,50 | 184 | 3,97 |
| 59 | 23 | 4,93 | 56 | 4,50 | 13 | 3,93 |
| 60 | 184 | 4,93 | 6 | 4,50 | 142 | 3,93 |
| 61 | 11 | 4,93 | 153 | 4,50 | 24 | 3,93 |
| 62 | 173 | 4,93 | 5 | 4,47 | 49 | 3,93 |
| 63 | 118 | 4,93 | 156 | 4,47 | 153 | 3,93 |
| 64 | 100 | 4,90 | 50 | 4,47 | 152 | 3,93 |
| 65 | 133 | 4,89 | 169 | 4,47 | 81 | 3,93 |
| 66 | 134 | 4,89 | 200 | 4,47 | 42 | 3,93 |
| 67 | 48 | 4,89 | 82 | 4,43 | 63 | 3,93 |
| 68 | 72 | 4,89 | 34 | 4,43 | 158 | 3,93 |
| 69 | 165 | 4,89 | 135 | 4,43 | 4 | 3,93 |
| 70 | 185 | 4,86 | 12 | 4,43 | 75 | 3,90 |
| 71 | 73 | 4,86 | 181 | 4,40 | 141 | 3,90 |
| 72 | 140 | 4,86 | 105 | 4,40 | 16 | 3,90 |
| 73 | 88 | 4,86 | 118 | 4,40 | 93 | 3,90 |
| 74 | 136 | 4,86 | 146 | 4,40 | 132 | 3,87 |
| 75 | 171 | 4,86 | 126 | 4,40 | 119 | 3,87 |
| 76 | 137 | 4,86 | 20 | 4,40 | 82 | 3,87 |
| 77 | 168 | 4,86 | 48 | 4,38 | 115 | 3,87 |
| 78 | 159 | 4,86 | 180 | 4,37 | 65 | 3,87 |
| 79 | 41 | 4,86 | 16 | 4,33 | 92 | 3,86 |
| 80 | 16 | 4,86 | 70 | 4,33 | 54 | 3,86 |
| 81 | 27 | 4,86 | 125 | 4,33 | 159 | 3,84 |
| 82 | 175 | 4,86 | 11 | 4,33 | 147 | 3,83 |
| 83 | 55 | 4,86 | 109 | 4,30 | 200 | 3,83 |
| 84 | 17 | 4,86 | 117 | 4,30 | 135 | 3,83 |
| 85 | 82 | 4,86 | 131 | 4,30 | 31 | 3,83 |
| 86 | 36 | 4,86 | 136 | 4,30 | 148 | 3,83 |
| 87 | 60 | 4,86 | 101 | 4,27 | 155 | 3,83 |
| 88 | 156 | 4,86 | 31 | 4,27 | 107 | 3,80 |

| | | | | | | |
|-----|-----|------|-----|------|-------------------|------|
| 89 | 78 | 4,86 | 122 | 4,27 | 101 | 3,80 |
| 90 | 19 | 4,86 | 51 | 4,27 | 167 | 3,80 |
| 91 | 1 | 4,86 | 124 | 4,27 | 121 | 3,80 |
| 92 | 89 | 4,86 | 179 | 4,26 | 124 | 3,77 |
| 93 | 66 | 4,86 | 92 | 4,24 | 173 | 3,77 |
| 94 | 106 | 4,85 | 152 | 4,23 | 175 | 3,73 |
| 95 | 169 | 4,85 | 148 | 4,23 | 106 | 3,73 |
| 96 | 79 | 4,85 | 81 | 4,23 | 19 | 3,73 |
| 97 | 119 | 4,83 | 17 | 4,23 | 185 | 3,72 |
| 98 | 94 | 4,83 | 185 | 4,21 | 52 | 3,71 |
| 99 | 29 | 4,83 | 184 | 4,20 | 50 | 3,70 |
| 100 | 99 | 4,83 | 139 | 4,20 | 126 | 3,70 |
| 101 | 31 | 4,82 | 25 | 4,20 | 131 | 3,70 |
| 102 | 58 | 4,82 | 93 | 4,20 | 128 | 3,67 |
| 103 | 67 | 4,82 | 175 | 4,20 | 43 | 3,67 |
| 104 | 182 | 4,82 | 155 | 4,20 | 53 | 3,67 |
| 105 | 50 | 4,82 | 42 | 4,20 | 83 | 3,67 |
| 106 | 8 | 4,82 | 115 | 4,17 | 39 | 3,67 |
| 107 | 108 | 4,82 | 63 | 4,17 | 48 | 3,66 |
| 108 | 130 | 4,82 | 45 | 4,17 | 180 | 3,63 |
| 109 | 123 | 4,82 | 85 | 4,16 | 117 | 3,63 |
| 110 | 158 | 4,82 | 69 | 4,14 | 77 | 3,62 |
| 111 | 76 | 4,82 | 73 | 4,13 | 179 | 3,61 |
| 112 | 21 | 4,82 | 43 | 4,13 | 86 | 3,60 |
| 113 | 143 | 4,82 | 167 | 4,10 | 112 | 3,60 |
| 114 | 42 | 4,82 | 18 | 4,10 | 181 | 3,60 |
| 115 | 151 | 4,82 | 157 | 4,07 | 105 | 3,60 |
| 116 | 39 | 4,81 | 108 | 4,07 | 125 | 3,60 |
| 117 | 102 | 4,81 | 88 | 4,07 | 11 | 3,60 |
| 118 | 148 | 4,79 | 158 | 4,07 | 72 | 3,60 |
| 119 | 90 | 4,79 | 173 | 4,07 | 51 | 3,57 |
| 120 | 14 | 4,79 | 106 | 4,07 | 88 | 3,53 |
| 121 | 25 | 4,79 | 47 | 4,07 | 18 | 3,50 |
| 122 | 152 | 4,79 | 160 | 4,07 | 100 | 3,50 |
| 123 | 104 | 4,75 | 79 | 4,06 | 61 | 3,48 |
| 124 | 111 | 4,75 | 170 | 4,03 | 20 | 3,47 |
| 125 | 34 | 4,75 | 65 | 4,03 | 47 | 3,47 |
| 126 | 109 | 4,75 | 52 | 4,00 | 40 | 3,43 |
| 127 | 81 | 4,75 | 137 | 4,00 | 62 | 3,43 |
| 128 | 85 | 4,75 | 40 | 4,00 | 145 | 3,43 |
| 129 | 24 | 4,75 | 121 | 4,00 | 89 | 3,43 |
| 130 | 61 | 4,72 | 19 | 3,97 | <u>202</u> | 3,43 |
| 131 | 124 | 4,71 | 62 | 3,97 | 73 | 3,40 |
| 132 | 116 | 4,71 | 182 | 3,97 | 160 | 3,40 |
| 133 | 128 | 4,71 | 104 | 3,97 | 91 | 3,40 |
| 134 | 59 | 4,71 | 53 | 3,93 | 157 | 3,38 |

| | | | | | | |
|-----|------------|------|------------|------|-----|------|
| 135 | 125 | 4,71 | 83 | 3,93 | 170 | 3,38 |
| 136 | 120 | 4,71 | 72 | 3,93 | 109 | 3,37 |
| 137 | 63 | 4,71 | 91 | 3,93 | 17 | 3,37 |
| 138 | 177 | 4,71 | 44 | 3,93 | 45 | 3,37 |
| 139 | 183 | 4,71 | 4 | 3,93 | 14 | 3,37 |
| 140 | 93 | 4,71 | 39 | 3,90 | 94 | 3,37 |
| 141 | 10 | 4,71 | 64 | 3,87 | 137 | 3,30 |
| 142 | 44 | 4,71 | 61 | 3,84 | 76 | 3,30 |
| 143 | 45 | 4,70 | 14 | 3,83 | 7 | 3,30 |
| 144 | 13 | 4,70 | 57 | 3,81 | 68 | 3,28 |
| 145 | 86 | 4,68 | 100 | 3,80 | 58 | 3,27 |
| 146 | 150 | 4,68 | 145 | 3,80 | 140 | 3,27 |
| 147 | 49 | 4,68 | 30 | 3,80 | 79 | 3,22 |
| 148 | 64 | 4,68 | 89 | 3,77 | 110 | 3,20 |
| 149 | 87 | 4,68 | 110 | 3,77 | 171 | 3,20 |
| 150 | 69 | 4,68 | 68 | 3,72 | 78 | 3,20 |
| 151 | 92 | 4,68 | 176 | 3,70 | 144 | 3,20 |
| 152 | 115 | 4,68 | 21 | 3,67 | 85 | 3,19 |
| 153 | 33 | 4,68 | 95 | 3,67 | 44 | 3,17 |
| 154 | 126 | 4,68 | 171 | 3,63 | 10 | 3,17 |
| 155 | 163 | 4,64 | 58 | 3,63 | 108 | 3,13 |
| 156 | 52 | 4,64 | 94 | 3,63 | 182 | 3,13 |
| 157 | 65 | 4,62 | 78 | 3,63 | 104 | 3,13 |
| 158 | 12 | 4,62 | 140 | 3,57 | 38 | 3,13 |
| 159 | 135 | 4,58 | 10 | 3,57 | 32 | 3,13 |
| 160 | 71 | 4,57 | 202 | 3,50 | 21 | 3,07 |
| 161 | 30 | 4,57 | 76 | 3,50 | 55 | 3,03 |
| 162 | 32 | 4,57 | 144 | 3,47 | 64 | 3,03 |
| 163 | 139 | 4,57 | 183 | 3,47 | 57 | 2,94 |
| 164 | 57 | 4,57 | 38 | 3,43 | 183 | 2,93 |
| 165 | 167 | 4,57 | 55 | 3,41 | 163 | 2,93 |
| 166 | 68 | 4,56 | 32 | 3,40 | 176 | 2,90 |
| 167 | 62 | 4,54 | 97 | 3,40 | 97 | 2,90 |
| 168 | 180 | 4,54 | 151 | 3,40 | 151 | 2,87 |
| 169 | 145 | 4,50 | 7 | 3,37 | 150 | 2,79 |
| 170 | 91 | 4,50 | 150 | 3,34 | 98 | 2,70 |
| 171 | 35 | 4,50 | 111 | 3,30 | 30 | 2,67 |
| 172 | 97 | 4,50 | 116 | 3,27 | 111 | 2,67 |
| 173 | 202 | 4,50 | 163 | 3,27 | 80 | 2,60 |
| 174 | 54 | 4,46 | 60 | 3,10 | 95 | 2,53 |
| 175 | 7 | 4,43 | 98 | 3,07 | 60 | 2,50 |
| 176 | 170 | 4,43 | 80 | 2,80 | 23 | 2,50 |
| 177 | 160 | 4,43 | 8 | 2,67 | 8 | 2,33 |
| 178 | 157 | 4,39 | 23 | 2,60 | 116 | 2,30 |
| 179 | 131 | 4,39 | 1 | 2,53 | 1 | 2,27 |

NOTA: As testemunhas são: Sementes *E. grandis* /Itatinga = 200; Clone I 144 = 201; Sementes *E. grandis*/Anhembi = 202. FONTE: O autor (2018).