

“UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
DEP. DE PRODUÇÃO VEGETAL

**VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS
DE *Eucalyptus dunnii* MAIDEN PARA RESISTÊNCIA A FERRUGEM
(*Puccinia psidii* WINTER) EM DIFERENTES AMBIENTES**

CLEBER DA SILVA PINTO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP -
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU - SP
SETEMBRO - 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
DEP. DE PRODUÇÃO VEGETAL

**VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS
DE *Eucalyptus dunnii* MAIDEN PARA RESISTÊNCIA A FERRUGEM
(*Puccinia psidii* WINTER) EM DIFERENTES AMBIENTES**

CLEBER DA SILVA PINTO

Orientador: Prof. Dr. Edson Seizo Mori

Co-orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Furtado

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP -
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU - SP
SETEMBRO - 2010

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

P659v Pinto, Cleber da Silva, 1981-
Variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus dunii* Maiden para resistência a ferrugem (*Puccinia psidii* Winter) em diferentes ambientes / Cleber da Silva Pinto. - Botucatu : [s.n.], 2010.
ix, 48 f. : il. color., gráfs., tabs., fotos color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2010
Orientador: Edson Seizo Mori
Co-orientador: Edson Luiz Furtado
Inclui bibliografia.

1. Eucalipto. 2. Fungo. 3. Parâmetros genéticos. 4. Teste de progênies. I. Mori, Edson Seizo. II. Furtado, Edson Luiz. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS DE
Eucalyptus dunnii MAIDEN PARA RESISTÊNCIA A FERRUGEM (*puccinia*
psidii WINTER) EM DIFERENTES AMBIENTES


ALUNO: CLEBER DA SILVA PINTO

ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON SEIZO MORI


Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. EDSON SEIZO MORI



PROF. DR. CELSO LUIZ MARINO



DR. LÉO ZIMBACK

Data da Realização: 29 de setembro de 2010.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar tantas alegrias;

A minha mãe, que sempre me apoiou em todas minhas decisões;

A minha noiva, minha eterna companheira;

Ao meu mestre, orientador e grande amigo, professor Edson Seizo Mori;

Ao co-orientador Edson Luiz Furtado, pela grande contribuição dada neste trabalho;

À banca examinadora, formada pelos Drs. Celso Luiz Marino, Léo Zimback, pelas sugestões e correções apresentadas;

As amigas Cris e Martha, por toda ajuda e paciência nos trabalhos desenvolvidos no Laboratório de Patologia Florestal da FCA- UNESP;

Aos amigos da XVI Turma de Engenharia Florestal, Jurema, ½ Kg, Zé butina e Medusa, por toda ajuda, em mais uma etapa de minha formação;

A Faculdade de Ciências Agronômicas, pela oportunidade de realização desse mestrado;

A Empresa Suzano Papel e Celulose pelo fornecimento do material genético e apoio na execução das atividades deste trabalho;

Ao amigo Edson Diniz, pela grande apoio nas atividades de campo.

A Empresa Lwarcel Celulose, por acreditar no meu potencial e apoio na conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VII
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. O <i>Eucalyptus dunnii</i>	13
2.2. Ferrugem <i>Puccinia psidii</i>	14
2.3. Interação planta patógeno.....	14
2.4. Teste de progênie.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Preparo das mudas.....	18
3.2. Teste de progênie em campo.....	20
3.3. Preparo do inoculo.....	22
3.4. Teste de progênie em ambiente controlado.....	22
3.5. Avaliações.....	23
3.6. Estimativas dos parâmetros genéticos.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Teste de progênie.....	28
4.2. Estimativa dos parâmetros genético Individuais.....	31
4.3. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas.....	38
4.4. Estimativa dos parâmetros genéticos: análise conjunta.....	39
5. CONCLUSÕES.....	42
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	43

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Resistência ou suscetibilidade como resultado de combinação entre genótipos do hospedeiro e do patógeno segunda a teoria gene-a-gene.....	15
Figura 2. Seta, reação de hipersensibilidade em folha de <i>Eucalyptus dunnii</i>	16
Figura 3. Detalhe da população base de <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden, pertencente a empresa Suzano Papel e Celulose.....	19
Figura 4. Semeadura do material.....	20
Figura 5. Material semeado.....	20
Figura 6. Plantio do teste de progênie de <i>Eucalyptus dunnii</i> na região de Itapetininga/SP.....	20
Figura 7. Preparo do delineamento experimental.....	20
Figura 8. Plantio do teste de progênie de <i>Eucalyptus dunnii</i> na região de Itatinga/SP.....	21
Figura 9. Detalhe da muda de <i>Eucalyptus dunnii</i>	21
Figura 10. Croqui do teste de progênie implantado na região de Itapetininga/SP, Fazenda Início.....	21
Figura 11. Croqui do teste de Progênie implantado na região de Itatinga/SP, Fazenda Entre Rios.....	21
Figura 12. Fonte de inóculo: Urediniósporos em plantas de jambeiro com infecção espontânea.....	22
Figura 13. Solução de inóculo.....	22
Figura 14. Câmara de inoculação.....	23
Figura 15. Teste de progênie de <i>Eucalyptus dunnii</i> em ambiente controlado, câmara de inoculação.....	23
Figura 16. Compressor de ar.....	23
Figura 17. Aplicação da solução de inóculo.....	23
Figura 18. Escala de nota utilizada para avaliação dos níveis de resistência a <i>Puccinia psidii</i> em <i>Eucalyptus dunnii</i>	24

	VI
Figura 19. Pústulas de urediniósporos de <i>Puccinia psidii</i> em plantas de <i>Eucalyptus dunnii</i>	28
Figura 20. Teliósporos de <i>Puccinia psidii</i> em plantas de <i>Eucalyptus dunnii</i>	28
Figura 21. Progênieis de <i>Eucalyptus dunnii</i> com nota 1 na escala de severidade.....	29
Figura 22. Progênieis de <i>Eucalyptus dunnii</i> com nota 2 na escala de severidade.....	29
Figura 23. Porcentagem dos níveis de severidade encontrados nos três ambientes.....	29
Figura 24. Detalhe do teste de Itapetininga/SP.....	31
Figura 25. Detalhe do teste de Itatinga/SP.....	31

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Esquema da estrutura da análise de variância.....	25
Tabela 2. Esquema da estrutura da análise de variância conjunta.....	26
Tabela 3. Análise de variância para resistência a Ferrugem (<i>Puccinia psidii</i>) de famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden.....	30
Tabela 4. Análise de variância para altura de plantas, nos dois testes de campo em progênies de meios-irmãos de <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden.....	31
Tabela 5. Estimativas de parâmetros genéticos para características de suscetibilidade a ferrugem, em progênies de <i>Eucalyptus dunnii</i> , em três ambientes.....	34
Tabela 6. Estimativas de parâmetros genéticos, para características de altura em progênies de <i>Eucalyptus dunnii</i> , em dois ambientes.....	37
Tabela 7. Estimativas das correlações genóticas (r_g) e fenotípicas (r_f), entre as características de altura e suscetibilidade a ferrugem, nos três ambientes, para progênies de meio irmãos de <i>Eucalyptus dunnii</i>	39
Tabela 8. Parâmetros genéticos para análise conjunta para resistência a ferrugem e altura das plantas nos três ambientes, em progênies de meios-irmãos de <i>Eucalyptus dunnii</i>	41

VIII

VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS DE *Eucalyptus dunnii* MAIDEN PARA RESISTÊNCIA A FERRUGEM (*Puccinia psidii* WINTER) EM DIFERENTES AMBIENTES

RESUMO

A ferrugem causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter é uma das doenças mais limitantes no estabelecimento de novos plantios e na condução de brotações de algumas espécies e procedências de *Eucalyptus*. O método de controle mais eficiente é o plantio de populações de *Eucalyptus* resistentes à doença. O presente trabalho tem como objetivo estudar a variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus dunnii* Maiden para resistência à ferrugem causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter. Foram instalados dois testes de progênies de *Eucalyptus dunnii* no campo, em áreas com histórico de observação de ocorrência da ferrugem pertencentes à empresa Suzano Papel e Celulose, plantados em espaçamento 3x2m, e um teste de progênies em ambiente controlado (câmara de inoculação), conduzido no Departamento de Produção Vegetal. Os experimentos foram instalados em blocos casualizados, o primeiro com 60 progênies, na região de Itapetininga/SP, o outro com 48 progênies de *Eucalyptus dunnii*, ambos com oito plantas por parcela e repetidos em seis blocos. Foram feitas medições de altura de planta, avaliação da severidade de ataque do fungo. A estimativa da variabilidade genética foi determinada utilizando o programa computacional SELEGEN. As progênies de *Eucalyptus dunnii* apresentaram uma boa variabilidade genética para resistência a ferrugem e altura das plantas; não houve correlação entre progênies atacada e redução no crescimento em altura.

Palavras chaves: Parâmetros genético, Teste de Progênies, Eucalipto, Fungo.

IX

GENETIC VARIABILITY OF HALF-SIB *Eucalyptus dunnii* MAIDEN IN PROGENIES FOR RUST RESISTANT (*Puccinia psidii* WINTER) IN DIFFERENT ENVIRONMENTS

ABSTRACT

Rust caused by *Puccinia psidii* Winter fungus is a limiting factor to establish new plantings and to conduct sprouting of some *Eucalyptus* species and its origin. The more efficient control method is *Eucalyptus* population planting resistant to the disease. This work has as an objective to study the genetic viability in *Eucalyptus dunnii* Maiden progenies resistant to Rust caused by *Puccinia psidii* Winter. It was installed two *Eucalyptus dunnii* progenies tests in the field, at Suzano Paper and Cellulose Company areas where rust was observed in the past, spacing 3x2m, and one progeny test in controlled environment (inoculation chamber), conducted at Plant Production Department. Both were installed in randomized blocks, the first with 60 progenies, in Itapetininga/SP Region, and the other with 48 progenies of *Eucalyptus dunnii*. Both with eight plants per plot and repeated in six blocks. The high of the plants were measured and evaluated the fungus attack. Genetic variability estimates was determinate thought SELEGEN (a computer program). The *Eucalyptus dunnii* progenies presented a good genetic variability for rust resistance and plants high; there was no correlation between infected progenies and decrease in high development.

Keyword: genetic parameters, progenies test, Eucalipto, fungus.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui, atualmente, a segunda maior área reflorestada com o gênero de *Eucalyptus* do mundo (ALFENAS et al., 2004). A importância desse gênero para o Brasil pode ser avaliada pela participação do setor florestal na economia do país. O setor responde atualmente por cerca de 4,5% do PIB nacional (R\$ 22 bilhões), com geração de 6,5 milhões de empregos (MEDRADO et al., 2008).

O avanço das áreas reflorestadas para regiões mais quentes e úmidas, o plantio de espécies mais suscetíveis ou de materiais clonais sem diversidade genética, e a utilização repetitiva de uma mesma área para o plantio criaram condições favoráveis a ocorrências de doenças (ALFENAS et al., 2004; GLEN et al., 2007). Dentre elas, a ferrugem causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter é uma das doenças mais limitantes no estabelecimento de novos plantios e na condução de brotações de algumas espécies e procedências de *Eucalyptus* (RUIZ et al., 1987; FERREIRA, 1989).

A ferrugem do eucalipto foi relatada pela primeira vez no Brasil, por Gonçalves (1929), e formalmente descrita por Joffily (1944). Atualmente, constitui uma das mais importantes doenças do eucalipto no país. Incide tanto em mudas no viveiro quanto em plantas jovens no campo (FERREIRA, 1989), aproximadamente nos dois primeiros anos de plantio, em brotações após o corte raso e em jardins e mini jardins clonais.

Problemas econômicos que resultam da ferrugem encontram-se relacionados aos plantios em campo, onde o tratamento com fungicidas é mais complicado. Plantas de *Eucalyptus grandis* infectadas com este fungo patogênico, sem tratamento, podem apresentar uma redução no desenvolvimento de cerca de 28% até 35%, se comparado a plantas que não sofreram o ataque (PRINCIPAIS..., 2001).

O controle da doença vem sendo realizado de várias formas, tais como: utilização de fungicidas, colheita de árvores para aproveitamento da rebrota em épocas desfavoráveis à ferrugem e a utilização de plantas resistentes. O uso de plantas resistentes é mais aconselhável por várias razões, como baixo custo, praticidade e menor impacto ambiental em decorrência da redução do uso de fungicidas (ALFENAS, et al 1989; CARVALHO et al., 1998, ALFENAS et al., 2004).

Testes de progênies são utilizados em programas de melhoramento, com o objetivo de conservação genética de populações, determinação da estrutura genética de populações, produção de sementes melhoradas, determinação do valor genético de matrizes selecionadas e determinação de parâmetros genéticos (SHIMIZU et al., 1982; KAGEYAMA et al., 1977), inclusive para resistência a doenças.

Segundo Kageyama (1980), os programas de melhoramento genético de *Eucalyptus* no Brasil baseiam-se principalmente na seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, fundamentando-se em medidas fenotípicas como médias de famílias e desvio do valor individual. Uma seleção mais efetiva pode ser realizada ponderando-se os valores individuais e das respectivas famílias dos indivíduos candidatos à seleção, com base em características genéticas e não exclusivamente fenotípicas (LUSH, 1945, 1947). Segundo o mesmo autor, os valores genéticos são estimados utilizando informações disponíveis a respeito do indivíduo, de modo que estas características são auxiliares no melhoramento do caráter de interesse, neste caso, a resistência à ferrugem.

Mori et al., (2004) estimaram parâmetros genéticos para resistência a ferrugem em plantios, no campo, de progênies de *Eucalyptus grandis*. Teste em campo, sem muita disponibilidade de inóculo e condições desfavoráveis do ambientes, podem ocorrer escape da doença, mascarando os dados levantados. Desta forma, estimar parâmetros genéticos em ambientes controlados, pode ser uma alternativa para evitar esse tipo de problema.

A seleção de progênies ou clones resistentes pode ser realizada a partir de infecções naturais no campo, em áreas onde a doença é severa ou endêmica ou ainda por meio de uma infecção artificial em condições controladas (CARVALHO et al., 1998). A seleção destas progênies é importantíssima para os programas de melhoramento genético. No entanto, pouco se sabe sobre a genética de interação deste patógeno (*Puccinia psidii*) e a espécie *Eucalyptus dunnii*.

Muitos estudos sobre a ferrugem causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter foram realizados para o *Eucalyptus grandis*, espécie comercial mais plantada no país, suscetível a ferrugem. No entanto, não se encontra em literatura relatos sobre a doença na espécie *Eucalyptus dunnii*, apesar de se observar um intenso ataque da doença em campo na espécie.

Contudo o presente trabalho tem com objetivo o estudo da variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus dunnii* Maiden para resistência à ferrugem causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *O Eucalyptus dunnii*

A espécie tem distribuição restrita à região nordeste de New South Wales e sudeste de Queensland, Austrália, a 300-800m de altitude, com clima quente e úmido, com temperatura máxima de 27-30°C, com 20-60 geadas por ano, de baixa intensidade. As árvores atingem 50m de altura e 1-1,5m até 2,5 de DAP, com fuste limpo de 30-35m (HILL e BROWN, 1984).

No Brasil as árvores são plantadas, principalmente, no sul do país pela resistência a geada. Sua madeira é utilizada em serraria, laminação, movelaria, construções, carvão, chapas particulares, chapas duras, caixotaria, mourões, lenha e celulose e papel (LOPES E TOMAZELLO FILHO, 2006). Segundo Assis e Mafia (2007), o *Eucalyptus dunnii* apresenta características que são muito úteis em programas de hibridização visando à produção de celulose. Cruzamentos de *E. dunnii* x *E. urophylla* produzam indivíduos superiores quanto à qualidade de madeira na produção de celulose e com maiores possibilidades de adaptação nos ambientes de plantio no Brasil.

As características florestais da espécie *Eucalyptus dunnii* vêm mostrando-se promissora para o cultivo de eucaliptos na metade sul do Rio Grande do Sul, devido esta espécie suportar áreas com geadas intensas e severas, e também por apresentar baixo potencial de bio-invasão, pois produz poucas sementes o que dificulta sua propagação aleatória (BILLARD e LALLANA, 2005). A característica de produzir poucas sementes praticamente dificulta seu cultivo, pelo custo oneroso na obtenção de sementes e propagação da espécie. A

limitação na produção de sementes no *Eucalyptus dunnii* também foi descrita por Graça (1987).

2.2. Ferrugem *Puccinia psidii*

O fungo *Puccinia psidii*, pertencente à ordem Uredinales, agente causal da ferrugem, é um patógeno biotrófico que infecta varias espécies da família Myrtaceae (COUTINHO et al., 1998), sendo um dos fatores mais limitantes no estabelecimento de novos plantios de espécies de *Eucalyptus* no país. As hifas especializadas destes, chamadas de haustórios, podem realizar interações estáveis com os hospedeiros, que podem durar até meses (MENDGEN e HAHN, 2002).

Agentes causais de ferrugens podem desenvolver em seu ciclo vital até 5 tipos de esporos diferentes, estas são denominadas ferrugens macrocíclicas. Esses esporos são normalmente identificados por uma combinação de algarismos arábicos e romanos que vão de 0 a IV, tais como: espermácias - 0; eciosporo - I; urediniósporo - II; teliósporo - III e basidiósporo - IV. Qualquer ferrugem que produza apenas teliósporos (III) ou espermogônios e teliosporos (0, III) são denominadas microcíclicas (FIGUEIREDO e PASSADOR, 2008).

Para as inoculações realizadas neste estudo, foram utilizados somente esporos produzidos na fase II (urediniósporos). Os urediniósporos são muitas vezes capazes de germinar sem que haja qualquer período de repouso, desde que as condições ambientais sejam favoráveis (APARECIDO et al, 2003), isto ocorre com urediniósporos de *P. psidii*.

2.3. Interação planta patógeno

Os patógenos produzem uma diversidade de sinais potenciais, e, de uma maneira análoga à produção de antígenos pelos patógenos de mamíferos, alguns destes são detectáveis por algumas plantas (BENT, 1996). No patógeno, um gene é chamado de gene de avirulência se sua expressão determina a produção de sinais que provocam uma forte resposta na planta com o apropriado gene de resistência (KEEN, 1990). No entanto, a expressão do gene de avirulência não impede o patógeno de ser virulento para hospedeiros que não tenham o correspondente gene de resistência.

Flor (1956) demonstrou a complementaridade dos sistemas gênicos do hospedeiro e do patógeno. Após investigar exaustivamente as interações entre vários genótipos de linho e do fungo *Melampsora lini*, ele propôs o modelo de relação gene-a-gene. Segundo ele, a incompatibilidade acontece quando uma planta possui um gene dominante de resistência que corresponde a um gene de avirulência em um determinado patógeno (Figura 1). Uma única planta pode ter muitos genes de resistência, assim como o patógeno também pode ter vários genes de avirulência. A resposta de defesa, que evita a infecção, se dá a partir do momento em que a planta “reconhece” um particular produto do patógeno controlado pelo gene de avirulência. Conforme Lindsay et al. (1993), estes produtos do gene de avirulência implicados na percepção do ataque pela planta abrangem um grupo de moléculas coletivamente chamadas elicitor.

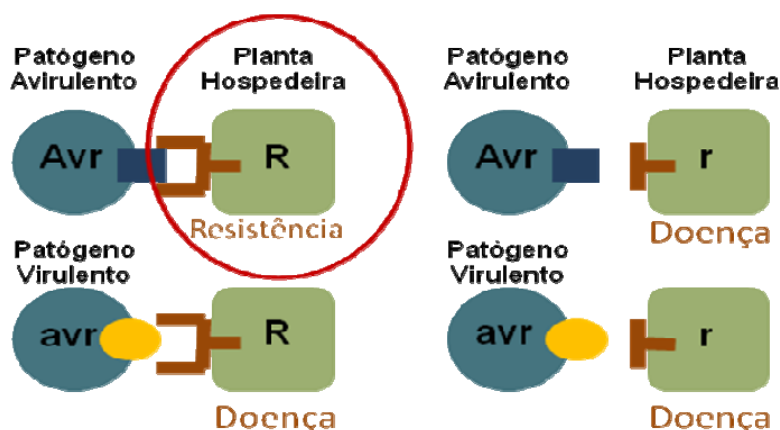


Figura 1. Resistência ou suscetibilidade como resultado de combinação entre genótipos do hospedeiro e do patógeno segunda a teoria gene-a-gene. Fonte: modificado de Lau et al. 2007.

Esse tipo de resistência é expresso por uma necrose localizada no sítio primário de infecção (Figura 2), o resultado da morte rápida de células em contato direto com o patógeno ou adjacentes a ele é denominado de reação de hipersensibilidade (DANGL e JONES, 2001). A proteína codificada pelo gene R desencadeia a reação de Hipersensibilidade, como resultado do reconhecimento da proteína codificada pelo gene Avr do patógeno (MARTIN et al. 2003). Após o reconhecimento, ocorre uma cadeia de transdução de sinais que resulta na ativação de respostas locais e sistêmicas (NIMCHUK et al., 2003).

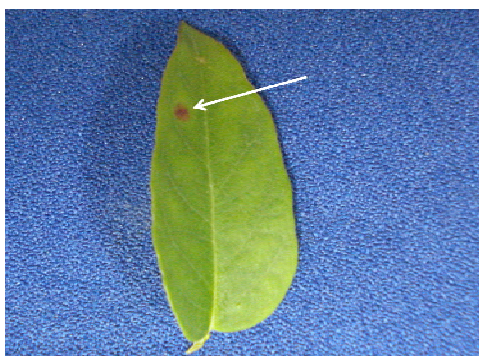


Figura 2. Seta, reação de hipersensibilidade em folha de *Eucalyptus dunnii*.

2.4. Teste de Progênes

Testes de progênes são utilizados em programas de melhoramento, com o objetivo de conservação genética de populações, determinação da estrutura genética de populações, produção de sementes melhoradas, determinação do valor genético de matrizes selecionadas e determinação de parâmetros genéticos (ROCHA et al., 2006). Os testes de progênes possibilitam a conservação *ex situ*, ou seja, segundo Lleras (1992), a manutenção de amostras representativas de populações que, depois de caracterizadas geneticamente, podem estar disponíveis para o melhoramento genético. Grande parte dos recursos genéticos florestais se enquadra neste caso, pois a variabilidade genética adequada de muitas espécies somente poderá ser garantida desta forma. Eles são instalados para analisar quais as melhores progênes, de acordo com a associação entre o seu genótipo e a resposta aos estímulos ambientais.

A utilização das árvores selecionadas em testes de progênes tem sido importante para a determinação do seu valor reprodutivo na estimativa de parâmetros genéticos, para a seleção de novos indivíduos superiores e também como fonte de produção de sementes, mediante sua transformação em pomar de sementes por mudas (KAGEYAMA, 1980).

Em programas de melhoramento florestal, os testes de progênes são amplamente empregados. Nos experimentos genéticos florestais, os testes de polinização livre são os mais utilizados para estimar parâmetros genéticos. Suas vantagens em comparação em

comparação aos de polinização controlada são os menores custos, além de atenderem aos objetivos de determinação da capacidade geral de combinação (SHIMIZU et al., 1982, SAMPAIO et al., 2000).

Os testes de progênies são partes integrantes dos programas de melhoramento florestal, reunindo grupos de diferentes entidades genéticas (espécies, raças, famílias ou clones) na forma experimental, em um ou mais ambientes (XAVIER, 1996).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com sementes fornecidas pela empresa Suzano Papel e Celulose, sementes estas, oriunda de uma população base de *Eucalyptus dunnii*, originária da Austrália, procedência Kangaroo R.S.F. Esta população foi introduzida em 1989, com cerca de 975 árvores instalada em espaçamento 2,28 x 2,52m, na Fazenda São Roque, localizada no município de São Miguel Arcanjo SP (Figura 3). Em 2008, foram colhidas sementes de 80 matrizes, uma parte desse material foi utilizado para execução desse estudo.

O experimento foi conduzido no departamento de Produção Vegetal nos Setores de Defesa Fitossanitária Melhoramento de Plantas. Já os testes de campo foram montados em área florestal da empresa Suzano Papel e Celulose com histórico de ocorrência de ferrugem.



Figura 3. Detalhe da população base de *Eucalyptus dunnii* Maiden, pertencente a empresa Suzano Papel e Celulose.

3.1. Preparo das mudas

A produção das mudas foi realizada no viveiro da empresa Suzano Papel e Celulose (Figuras 4 e 5). Foi observada uma baixa porcentagem de germinação, das 80 famílias de *Eucalyptus dunnii* semeadas, só foi possível conseguir material para execução de três testes de progênies, um em câmara de inoculação, com 53 progênies e dois testes em campo, um com 48 progênies de *E. dunnii* e 6 testemunhas suscetíveis, o outro com 60 progênies de *E. dunnii* e 4 testemunhas suscetíveis. Segundo Graça (1987) e Billard e Lallana, (2005) relatam que um dos fatores limitantes para o estabelecimento de novos plantios dessa espécie em estudo seria a baixa produção de sementes.



Figura 4. Semeadura do material.



Figura 5. Material semeado.

3.2. Teste de progênie em campo

Foram montados dois testes de progênies com *Eucalyptus dunnii*, no campo, plantados em julho de 2009, com espaçamento 3x2m, em áreas com histórico de observação de ocorrência da ferrugem, área 1, o teste foi instalado na região de Itapetininga/SP (Figuras 6 e 7) e área 2, na região de Itatinga/SP (Figura 8 e 9). Os experimentos foram instalados em blocos casualizados, o primeiro com 60 progênies (Figura 10) e o segundo com 48 progênies (Figura 11) de *Eucalyptus dunnii* (fornecidas pela empresa Suzano Papel e Celulose), oito plantas por parcela e repetidos em seis blocos.



Figura 6. Plantio do teste de progênie de *Eucalyptus dunnii* na região de Itapetininga/SP.



Figura 7. Preparo do delineamento experimental.



Figura 8. Plantio do teste de progênes de *Eucalyptus dumonii* na região de Itatinga/SP. **Figura 9.** Detalhe da muda de *Eucalyptus dumonii*.

Blocos	Linhas																																			
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36
Bloco_6	54	16	8	72	13	19	12	2	60	21	11	3	67	1	45	70	66	35	15	29	6	33	63	34	39	61	5	4	18	22	48	53	42	26	49	62
	27	46	52	41	58	69	36	51	20	24	40	25	31	55	44	17	56	23	50	28	43	68	37	30	59	7	32	71	57	65	10	47	9	14	38	64
Bloco_5	25	12	32	35	61	43	48	24	6	70	14	29	22	46	55	52	51	27	63	69	62	13	10	40	64	2	9	36	20	54	56	8	3	44	19	26
	66	47	4	33	58	41	53	31	16	18	65	34	42	50	39	68	11	38	72	7	23	15	71	45	28	59	60	30	67	17	21	5	57	1	37	49
Bloco_4	47	71	15	45	4	41	19	23	11	39	68	12	52	27	72	31	37	17	26	60	35	32	56	66	55	5	44	30	53	65	36	28	69	16	14	57
	34	2	20	1	64	7	61	50	22	58	25	40	42	9	54	3	59	21	43	24	18	10	49	38	46	33	70	63	62	29	51	48	8	13	67	6
Bloco_3	39	16	10	2	13	35	49	57	25	42	7	67	24	18	63	40	48	59	31	66	37	15	11	17	3	41	44	70	26	33	22	53	36	21	9	1
	14	52	50	23	20	71	27	19	12	32	58	47	69	8	60	34	30	61	51	6	54	68	56	28	64	43	5	65	46	38	45	4	72	55	29	62
Bloco_2	60	69	34	38	65	32	56	58	67	53	68	46	14	26	9	13	51	66	7	61	23	47	37	4	24	29	52	8	48	35	62	42	39	36	30	21
	12	18	43	1	55	3	11	28	17	22	72	63	20	16	10	15	64	70	27	40	45	57	31	2	33	49	50	59	6	44	71	19	54	41	25	5
Bloco_1	49	2	27	22	29	19	15	67	25	36	50	39	18	3	41	54	68	37	60	56	58	21	32	34	24	64	16	35	26	6	47	5	17	61	30	66
	71	63	65	42	14	40	7	43	12	70	8	45	10	69	9	52	51	1	53	72	23	31	62	57	44	4	59	11	38	55	46	28	48	20	33	13

Figura 10. Croqui do teste de progênie implantado na região de Itapetininga/SP, Fazenda Início.

Blocos	Linhas																										
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27
Bloco 6	49	21	3	32	10	11	26	5	41	17	52	20	13	45	31	18	6	29	28	48	12	46	24	22	39	19	7
	54	44	37	50	36	35	14	47	34	4	51	9	25	1	8	40	23	16	30	43	2	53	38	42	27	33	15
Bloco 5	37	25	13	47	14	6	22	43	39	33	15	18	24	42	7	30	54	10	19	34	8	2	52	45	40	5	28
	1	41	11	4	12	48	51	16	20	23	35	9	17	32	27	50	3	29	36	49	53	26	21	31	44	46	38
Bloco 4	3	22	48	24	5	25	19	50	46	11	36	43	21	14	34	53	29	45	1	40	44	30	33	7	47	17	16
	31	52	13	10	9	54	35	42	23	2	28	20	39	41	26	4	12	18	32	8	49	27	37	38	51	15	6
Bloco 3	45	19	54	32	35	41	16	25	44	37	8	17	43	50	13	28	52	11	24	29	53	7	36	38	9	33	23
	20	18	51	4	10	31	6	15	2	12	48	30	39	40	49	47	22	42	26	14	5	34	21	1	3	27	46
Bloco 2	41	43	2	13	17	3	26	37	29	12	32	35	23	14	10	4	28	48	52	16	25	8	21	1	38	53	49
	47	22	18	9	31	54	19	20	33	27	39	36	51	34	46	30	11	45	24	6	7	44	5	50	42	15	40
Bloco 1	49	1	53	18	13	2	26	44	52	38	36	24	46	20	29	7	37	23	47	15	16	40	22	19	39	32	54
	33	14	9	41	11	48	3	27	28	21	12	43	17	45	34	6	51	8	42	4	35	25	5	30	31	10	50

Figura 11. Croqui do teste de Progênie implantado na região de Itatinga/SP, Fazenda Entre Rios.

3.3. Preparo do inóculo

Os uredósporos de *Puccinia psidii* foram retirados de retirados de plantas de jambeiro com infecção espontânea (Figura 12). Os esporos foram desprendidos das folhas com auxílio de um estilete e suspensos em água destilada acrescida de Tween 20%. A concentração utilizada foi de 9×10^4 esporos/mL (Figura 13). Utilizou-se dessa metodologia, tanto para o preparo para a inoculação na câmara para teste de progênie em ambiente controlado, quanto na determinação do estágio foliar ideal para a inoculação do fungo no método de discos foliares.



Figura 12. Fonte de inóculo: Urediniósporos em plantas de jambeiro com infecção espontânea.



Figura 13. Solução de inóculo.

3.4. Teste de progênes em ambiente controlado

O teste de progênes que foi realizado em uma câmara de inoculação (Figuras 14 e 15) . O delineamento utilizado foi blocos casualizados com 6 repetições, 53 progênes e 8 plantas por parcela. A suspensão foi aspergida com o auxílio de compressor de ar (CHIAPERINI® 2,3pcm, Modelo E48C), conforme Figura 16, para garantir que todas as plantas recebessem a suspensão de esporos (Figura 17). O teste foi mantido na temperatura de 22°C, umidade relativa média de 80% e fotoperíodo de 12 horas, por um período de 15 dias, até o início das avaliações.



Figura 14. Câmara de inoculação.



Figura 15. Teste de progênie de *Eucalyptus dunnii* em ambiente controlado, câmara de inoculação.



Figura 16. Compressor de ar.



Figura 17. Aplicação da solução de inóculo.

3.5. Avaliações

Nos testes de progênies em campo foram feitas medições de altura e severidade de ataque do fungo, com objetivo de correlacionar intensidade de ataque com desenvolvimento das progênies. foi feita uma avaliação a cada 3 meses de severidade, totalizando 4, e uma cada 6 meses de altura, totalizando 2 avaliações.

- Avaliação da ferrugem em campo

Os dados de severidade de ataque de ferrugem serão levantados em campo, adotando-se o critério de notas de 0 a 4, sendo que:

- 0 – planta imune
- 1 – poucas e esparsas esporulações;
- 2 – esporulações generalizadas, mas sem danos aparentes à planta;

- 3 – esporulações generalizadas em folhas e ramos, causando danos importantes;
- 4 – doença em estágio avançado, com perda da dominância apical.

- Avaliação da ferrugem em ambiente controlado

Para determinar níveis de resistência nas famílias de *Eucalyptus dunnii* foi utilizada uma escala de nota adaptada de Aparecido et al. (2003), conforme Figura 18. Os dados encontrados foram transformados para $\sqrt{x+0,5}$ (PIMENTEL GOMES, 1990).

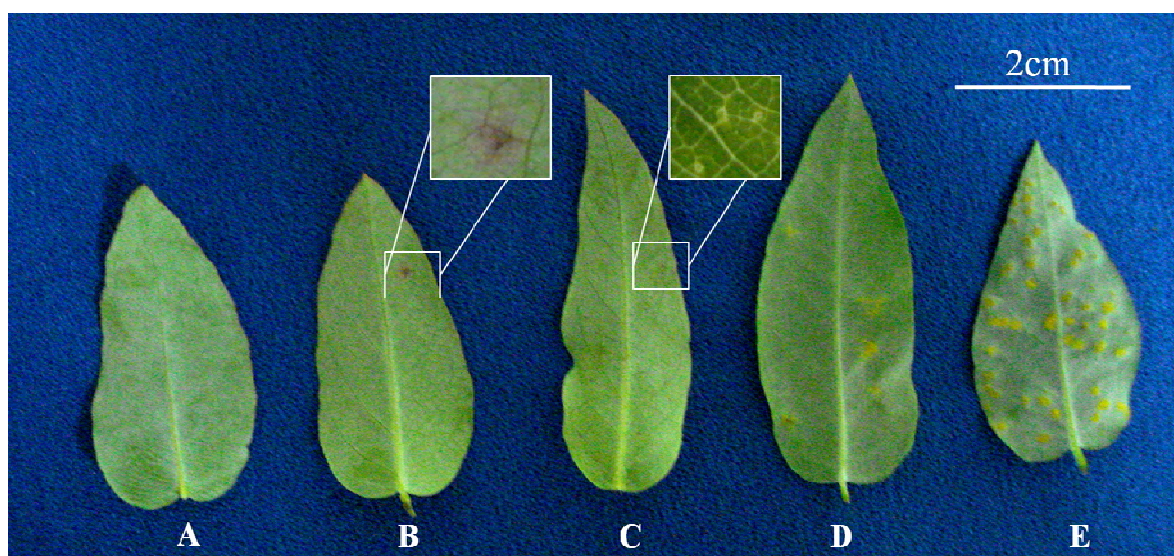


Figura 18. Escala de nota utilizada para avaliação dos níveis de resistência a *Puccinia psidii* em *Eucalyptus dunnii*. A = Plantas imunes (nota 0); B = Reação hipersensibilizadora (nota 1); C = Lesões não apresentando pústula (nota 2); D = Lesões pouco esporulantes (nota 3) e E = Lesões apresentando pústula altamente esporulantes (nota 4). Adaptado de Aparecido et al. (2003).

3.6. Estimativa dos Parâmetros Genéticos Quantitativos

As estimativas de componentes de variância e parâmetros foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita e melhor predição linear não viciada (REML/BLUP), a partir dos dados de altura e severidade de ataque do fungo, empregando-se

o programa genético-estatístico SELEGEM-REML/BLUP, desenvolvido por Resende (2007). Para avaliação individual foi utilizado delineamento em blocos casualizados, em progênes de meios irmãos, varias plantas por parcela.

- Analise de variância individual

Blocos ao acaso, progênes de meios-irmãos, varias plantas por parcela.

A estrutura da análise de variância individual utilizada pelo programa computacional para obtenção das estimativas das variâncias, ao nível de média de parcelas, será conforme Tabela 1, para as análises do experimento em delineamento em blocos casualizados. O modelo matemático utilizado será:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

Tabela 1. Esquema da estrutura da análise de variância.

Fator de Variação	G.L.	SQ	QM	E (QM)
Blocos	r - 1	SQb	SQ b / (r - 1)	-----
Progênes	t - 1	SQp	SQp / (t - 1) =	$(1/n)\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$
Erro	(r-1) (t-1)	SQe	SQe / (r-1) (t-1) =	$(1/n)\sigma_d^2 + \sigma_e^2$
TOTAL	(r t) - 1	SQ total	-----	-----
Dentro			$\sum \text{variâncias} / (r n) = \sigma_d^2$	

- Correlações genéticas e fenotípicas

Para obtenção das estimativas de correlações genéticas e fenotípicas foram utilizados os arquivos de resultados já processados pelas análises individuais, blocos casualizados, progênes de meios irmãos, varias plantas por parcela.

- Análise de variância conjunta

Blocos completos, vários locais

A estrutura da análise conjunta para altura de plantas, severidade de ataque do fungo e ambiente será conforme Tabela 2, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$\bar{Y}_{ijm} = u + t_i + a_k + (ta)_{ik} + \bar{e}_{ijk} + \bar{d}_{ijkm}$$

Tabela 2. Esquema da estrutura da análise de variância conjunta (adaptado de Kageyama, (1983).

Fator de Variação	G.L.	QM	E (QM)
Ambientes	s - 1	Q ₁	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_{p1}^2 + p\sigma_b^2 + rp\sigma_1^2$
Progênes	p - 1	Q ₂	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + rs\sigma_p^2$
Progênes x ambient	(p-1) (s-1)	Q ₃	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_{p1}^2$
Erro médio	r(r - 1) (p - 1)	Q ₄	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$
Dentro de progênes	$\sum_{i=1}^{80} (n - 1)$	Q ₅	σ_d^2

Com base nos valores das médias e das variâncias é possível obter estimativas de parâmetros genéticos úteis para avaliação da potencialidade de populações para fins de melhoramento, bem como estabelecer estratégia eficazes de seleção (CRUZ, 2005).

- Variâncias

$$\text{Variância Fenotípica } (\hat{\sigma}_f^2) = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2$$

$$\text{Variância Aditiva } (\hat{\sigma}_a^2) = 4 \cdot \hat{\sigma}_p^2$$

- Coeficientes de Variação

$$\text{Coeficiente de Variação Experimental } (CV_{\text{exp}}) = \frac{\sqrt{Q_{\text{Merro}}}}{\bar{X}} \cdot 100$$

Coefficiente de Variação Genética aditiva individual $(CV_{gi}) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_f^2}}{\bar{X}} \cdot 100$

Coefficiente de Variação genotípica entre progênies $(CV_{gp}) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{\bar{X}} \cdot 100$

Coefficiente de Variação relativa $(CV_r) = \frac{CV_{gp}}{CV_{exp}} 100$

- Herdabilidades

A herdabilidade corresponde à proporção da variabilidade total, que é de natureza genética, indicando o grau de dificuldade para se melhorar determinado caráter através da seleção, definida como o quociente entre a variância genética e a variância total (VENCOVSKY, 1969; FALCONER, 1987).

O conhecimento genético da variabilidade fenotípica resultado da ação conjunta dos efeitos genéticos e de ambiente, é de grande importância para o melhorista na escolha dos métodos de melhoramento, dos locais para condução dos testes de rendimentos e número de repetições, e na predição de ganhos genéticos. Quanto maior for a proporção da variabilidade decorrente do ambiente em relação à variabilidade total, mais difícil será selecionar genótipos de forma efetiva (BOREM e MIRANDA, 2005).

As herdabilidades serão estimadas através das seguintes fórmulas:

- Herdabilidade no sentido restrito (sementes): em nível de plantas $(\hat{h}^2) = \hat{\sigma}_a^2 / \hat{\sigma}_f^2$

- Herdabilidade entre médias de famílias de meios-irmãos $(\hat{h}_m^2) = \frac{1}{4} \hat{\sigma}_a^2 / \hat{\sigma}_f^2$

- Herdabilidade dentro de famílias de meios irmãos $(\hat{h}_{ad}^2) = \frac{3}{4} \hat{\sigma}_a^2 / \hat{\sigma}_d^2$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teste de progênies

Durante o processo de avaliação, que decorreu num período de 15 dias após a inoculação na câmara, foi observado em algumas plantas que o processo de infestação ocorreu de forma gradativa entre e dentro das progênies, ou seja, enquanto algumas plantas apresentavam sintomas de início da doença, e outras já estavam em fase avançada (Figura 19 e 20). Essas diferenças podem ser em função da variabilidade de genética das famílias de *Eucalyptus dunnii* estudada.



Figura 19. Pústulas de urediniósporos de *Puccinia psidii* em plantas de *Eucalyptus dunnii*.



Figura 20. Teliósporos de *Puccinia psidii* em plantas de *Eucalyptus dunnii*.



Figura 21. Progênes de *Eucalyptus dunnii* com nota 1 na escala de severidade.



Figura 22. Progênes de *Eucalyptus dunnii* com nota 2 na escala de severidade.

No teste de campo, a ocorrência de ferrugem foi observada a partir do 4º mês de idade, e de maneira geral, os níveis de severidade encontrados no campo foram muito baixos (Figuras 21, 22 e 23), ou seja, cerca de 70% das progênes testadas obtiveram nota 0 (plantas imunes) e a nota 3 foi o nível mais alto encontrado nos teste de campo. Já no teste da câmara, apesar do número alto de plantas resistentes (nota 0), foi observado níveis mais severos de suscetibilidade, com plantas com nota 3 (14,64%) e nota 4 (11,12), conforme Figura 21. Isso pode ter ocorrido em virtude da alta quantidade de inoculo aplicada nas plantas e as condições ambientais ótimas, para o desenvolvimento do fungo.

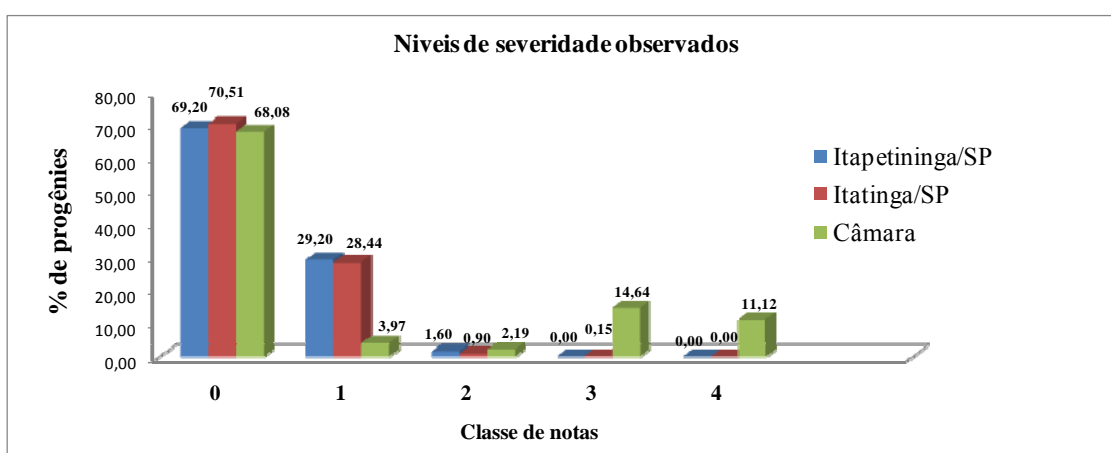


Figura 23. Porcentagem dos níveis de severidade encontrados nos três ambientes.

As análises de variância revelaram valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F para o efeito de resistência a ferrugem entre progênies no teste da câmara de inoculação e no teste de campo instalado em Itapetininga SP. (Tabela 3). Essas diferenças demonstram que existe uma alta variabilidade genética para o caráter em estudo, sendo uma população potencial para ganhos por seleção. Já o teste de campo instalado em Itatinga SP não houve significância pelo teste F , isso pode ter sido influenciado pela distribuição da fonte de inóculo no experimento.

Tabela 3. Análise de variância para resistência a Ferrugem (*Puccinia psidii*) de famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus dunnii* Maiden.

FV	GL	QM Ferrugem		
		Câmara	Itapetininga SP	Itatinga SP
Bloco	5	0,307 **	0,146 **	0,022 ns
Progênie	46	0,267 **	0,052 **	0,027 ns
Resíduo	230	0,042	0,018	0,026

** Significativo a 1% de probabilidade ; ns: não significativo (PIMENTEL GOMES,1990).

Já para o característica de altura a análise de variância mostrou que existem diferenças significativas entre as progênies nos teste de Itapetininga SP (Figura 24) e Itatinga SP (Figura 25) ao 6 meses de idade. No entanto aos 12 meses de idade os efeitos significativos de acordo com o teste F só foram observados no experimento de Itatinga SP, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Análise de variância para altura de plantas, nos dois testes de campo em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus dunnii* Maiden.

FV	GL	QM Altura			
		Itapetininga SP 6 meses	Itatinga SP 6 meses	Itapetininga SP 12 meses	Itatinga SP 12 meses
Bloco	5	10943,533 **	16279,765 **	51294,421 **	42947,688 **
Progênie	46	2176,703 *	7431,438 **	4853,691 ns	14789,308 **
Resíduo	230	1485,69	1321,636	3714,349	2683,456

** Significativo a 1% de probabilidade ; * significativo a 5% de probabilidade; ns: não significativo (PIMENTEL GOMES,1990).



Figura 24. Detalhe do teste de Itapetininga/SP.



Figura 25. Detalhe do teste de Itatinga/SP.

4.2. Estimativa dos parâmetros genético Individuais

Ferrugem

Os resultados referentes aos parâmetros genéticos para resistência a ferrugem para progênies de meios irmãos de *Eucalyptus dunnii* estão descritos na Tabela 5.

O coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) para resistência a ferrugem, apesar das transformações dos dados, apresentou valores de 19,18%, 15,66% e 18,89%, para o teste na câmara de inoculação, Itapetininga SP e Itatinga SP, respectivamente, valores estes considerados alto, mas ainda dentro dos padrões encontrados para *Eucalyptus spp.*

As estimativas das herdabilidade individual, no sentido restrito (0,48 e 0,37) e herdabilidade média de progênies (0,84 e 0,64), respectivamente para o teste na câmara de inoculação e Itapetininga SP, segundo proposto por Resende (1995), foram de magnitude

mediana a alta, mostrando haver pouca influencia do meio na característica avaliada. Os valores encontrados são semelhantes aos valores encontrados Mori et al. (2004) para resistência a ferrugem em progênies de *Eucalyptus grandis* avaliadas em campo.

Já no teste de Itatinga SP, as herdabilidades, de maneira geral, foram de baixa magnitude, evidenciando que, possíveis fatores ambientais estão influenciando na expressão da característica, que no caso da avaliação de resistência a ferrugem, isso pode estar sendo influenciada pela baixa disponibilidade de inóculo no ambiente.

A herdabilidade corresponde à proporção da variabilidade total, que é de natureza genética ou à fração do diferencial de seleção, retida na descendência. Sendo o quociente entre as variâncias genótípicas e fenotípicas, sendo que por meio dela pode-se medir a eficiência esperada da seleção, no aproveitamento da variabilidade genética. O coeficiente de herdabilidade pode se no sentido restrito e amplo, este expressa à proporção de variância genética em relação à variância fenotípica total observada, utilizado no melhoramento florestal quando se está testando material propagado vegetativamente. A herdabilidade no sentido restrito tem a finalidade de orientar o geneticista sobre a quantidade relativa da variância genética que é utilizada no melhoramento. As estimativas de herdabilidade referente aos efeitos de parcela em relação às herdabilidades entre e dentro de famílias adquirem uma importância maior quando se aumenta o número de indivíduos por parcelas nos testes de progênies (ALLARD, 1971; FONCECA, 1979; VENCOVSKY, 1969; RESENDE e FERNANDES 1999; RESENDE e HIGA, 1993).

De modo geral, as estimativas do coeficiente de variação genética individual (CV_{gi}) foram maiores que genético de progênies (CV_{gp}), para resistência a ferrugem. Os menores valores de CV_{gi} (2,05%) e de CV_{gp} (1,02%) foram observados para avaliação de ferrugem no experimento de Itatinga SP, e o maiores valores de CV_{gi} (36,07%) e CV_{gp} (18,04%) foram encontrados no teste de progênie realizado na câmara de inoculação. Os valores altos no CV_{gi} mostram potencialidades para a seleção em programas de melhoramento. A seleção com base em valores genéticos proporciona vantagens práticas que vão desde a concepção dos experimentos até a seleção propriamente dita, pois possibilita selecionar indivíduos e progênies em diferentes testes de mesma idade, ou em experimentos com progênies pertencentes a várias procedências (populações) (RESENDE e HIGA, 1994), além de permitir a comparação direta e eficiente entre todos os indivíduos de uma mesma progênie

em todo o experimento, uma vez que a seleção é baseada em desvios ponderados (MORI et al., 1988).

Em relação aos coeficientes de variação relativa (CV_r), os valores encontrados foram de baixa, média e alta magnitude, para os testes de Itatinga SP, Itapetininga e câmara de inoculação, respectivamente. De acordo com Vencovsky e Barriga (1992), quanto maior o valor CV_r , o controle dos caracteres é alto e pouco influenciado por fatores ambientais.

As acurácias (\hat{r}_{aa}) obtidas nos experimentos foram altas, exceto para o teste de Itatinga SP, onde foi observado o menor valor. Os valores altos de acurácia foram próximos aos valores encontrados por Rocha et al. (2006), para características de DAP (diâmetro altura do peito) em *Eucalyptus urophylla*. Segundo Resende (1995), quanto maior a acurácia, maior a precisão da seleção e, conseqüentemente, maior o ganho genético.

O valor do coeficiente de determinação dos efeitos de parcela (\hat{c}_p) mais baixo foi encontrado para o teste na câmara, inferindo que o delineamento experimental empregado foi ótimo, proporcionou homogeneidade ambiental. Esse resultado era esperado visto que o teste foi conduzido em ambiente controlado. Nos testes de campo esses valores foram maiores, isso pode ter sido influenciado pela baixa disponibilidade de inoculo no campo.

Tabela 5. Estimativas de parâmetros genéticos para características de suscetibilidade a ferrugem, em progênies de *Eucalyptus dunnii*, em três ambientes.

Parâmetros	Câmara	Itapetininga SP	Itatinga SP
$\hat{\sigma}_a^2$	0,1503	0,0225	0,0003
$\hat{\sigma}_c^2$	0,0097	0,0133	0,0217
$\hat{\sigma}_e^2$	0,1492	0,0249	0,0384
$\hat{\sigma}_f^2$	0,3093	0,0608	0,0604
\hat{h}^2	0,485 ± 0,083	0,370 ± 0,074	0,005 ± 0,009
\hat{h}_m^2	0,841	0,645	0,017
\hat{h}_{ad}^2	0,430	0,404	0,006
\hat{c}_p^2	0,032	0,219	0,359
\hat{r}_{aa}	0,917	0,803	0,132
$CV_{gi}(\%)$	36,079	17,246	2,056
$CV_{gp}(\%)$	18,040	8,623	1,028
$CV_{exp}(\%)$	19,184	15,664	18,893
CV_r	0,940	0,550	0,054
Média geral	1.07	0,87	0,86

$\hat{\sigma}_a^2$: variância genética entre progênies; $\hat{\sigma}_c^2$: variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$: variância residual; $\hat{\sigma}_f^2$: variância fenotípica individual; $CV_{exp}(\%)$: coeficiente de variação experimental; $CV_{gi}(\%)$: coeficiente de variação genética individual; $CV_{gp}(\%)$: coeficiente de variação genética de progênies; $CV_r(\%)$: coeficiente de variação relativa; \hat{c}_p^2 : coeficiente de determinação dos efeitos de parcela; \hat{h}^2 : herdabilidade individual no sentido restrito; \hat{h}_m^2 : herdabilidade média de progênies; \hat{h}_{ad}^2 : herdabilidade aditiva dentro de parcela; \hat{r}_{aa} : acurácia da seleção de progênies; Média geral: média do nível de severidade.

Altura de plantas

Os resultados referentes aos parâmetros genéticos para altura das progênes de meios irmãos de *Eucalyptus dunnii* estão descritos na Tabela 6.

O coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) para altura das plantas, avaliadas aos 6 e 12 meses, nos dois teste de campo (Itapetininga/SP e Itatinga/SP) apresentaram valores altos, assim como os valores encontrados para resistência a ferrugem. Os maiores valores de CV_{exp} foram encontrados no testes de Itapetininga/SP (18,96% aos 6 meses e 21,67% aos 12 meses). Já no teste de Itatinga/SP, os valores foram mais baixos (15,18% aos 6 meses e 14,28% aos 12 meses) e são próximos aos encontrados por Moraes et al. (2008) para altura em *Eucalpytus urophylla*.

As herdabilidade individual, no sentido restrito (h^2), de acordo com Resende (1995), foram de baixa magnitude para altura de plantas, no teste de Itapetininga/SP (variando de $0,10 \pm 0,04$, aos 6 meses e $0,07 \pm 0,03$, aos 12 meses de idade) e de alta magnitude para o teste de Itatinga/SP (variando de $0,60 \pm 0,09$, aos 6 meses e $0,58 \pm 0,09$, aos 12 meses de idade), o que pode indicar que, cerca de 90%, no teste de Itapetininga/SP, e 40%, no teste de Itatinga SP, da expressão fenotípica da característica avaliada, pode estar sendo influenciada pelo ambiente. Os valores de \hat{h}^2 encontrados no teste de Itatinga/SP, nas duas idades avaliadas, para altura de plantas em *E. dunnii*, foram superiores aos valores encontrados por Rocha et al. (2007), Moraes et al. (2008) e Rosado et al. (2009), em seus estudos com *Eucalyptus urophylla*. Para herdabilidade média de progênie (\hat{h}_m^2), os maiores valores, também foram encontrados no teste de Itatinga/SP. Os valores altos encontrados mostram que o ambiente teve pouca influencia na expressão fenotípica da característica avaliada.

O coeficiente de variação genética individual (CV_{gi}) foram maiores que genético de progênes (CV_{gp}) nos dois teste avaliados e em todas as idades. O CV_{gi} obtidos nos teste variou de 9,8%, para o teste de Itapetininga/SP, aos 12 meses de idade, a 26,66%, para o teste de Itatinga/SP, as 6 meses de idade. A mesma tendência foi encontrada para o CV_{gp} . Os resultados mostram que, existe variabilidade genética mediana para característica de altura para espécie *E. dunnii*, nas condições experimentis do presente trabalho.

O coeficiente de variação relativa (CV_r) foram altos no teste de Itatinga/SP, com valor aproximado de 0,87, em ambas as idades. Já no teste de Itapetininga/SP, os valores estiveram próximos a 0,27 (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Os baixos valores de CV_r ,

indica que o controle genético da característica é baixo e muito influenciado pelo ambiente. Segundo Vencovsky (1978) é recomendável que CV_r , apresente estimativas próximas a 1.

As acurácias (\hat{r}_{aa}) obtidas nos experimentos foram altas, exceto para o teste de Itapetininga/SP, onde foi observado o menor valor. Os valores de \hat{r}_{aa} encontrados nos este de Itapetininga/SP apesar de baixos, foram maiores que os valores encontrados por Moraes et al. (2008) para características de crescimento em *Eucalyptus urophylla*. Os valores altos de acurácia foram próximos aos valores encontrados por Rocha et al. (2006), para características de DAP (diâmetro altura do peito) em *Eucalyptus urophylla*. Segundo Resende (1995), quanto maior a acurácia, maior a precisão da seleção e, conseqüentemente, maior o ganho genético.

O valor do coeficiente de determinação dos efeitos de parcela (\hat{c}_p) mais baixo foi encontrado no teste de Itatinga/SP, inferindo que o delineamento experimental empregado foi ótimo, e proporcionou homogeneidade ambiental.

Tabela 6. Estimativas de parâmetros genéticos, para características de altura em progênies de *Eucalyptus dunnii*, em dois ambientes.

Parâmetros	Campo Itapetininga SP		Campo Itatinga SP	
	Altura 6 meses	Altura 12 meses	Altura 6 meses	Altura 12 meses
$\hat{\sigma}_a^2$	460,675	759,561	4073,201	8070,568
$\hat{\sigma}_c^2$	1104,173	2830,974	700,097	1377,008
$\hat{\sigma}_e^2$	2706,636	6497,336	1917,416	4398,665
$\hat{\sigma}_f^2$	4271,484	10087,870	6690,716	13846,241
\hat{h}^2	0,108 ± 0,040	0,075 ± 0,033	0,608 ± 0,098	0,583 ± 0,096
\hat{h}_m^2	0,317	0,235	0,822	0,819
\hat{h}_{ad}^2	0,113	0,081	0,614	0,579
\hat{c}_p^2	0,258	0,281	0,105	0,099
\hat{r}_{aa}	0,563	0,484	0,907	0,905
$CV_{gi}(\%)$	10,560	9,800	26,660	24,780
$CV_{gp}(\%)$	5,280	4,900	13,330	12,390
$CV_{exp}(\%)$	18,964	21,672	15,186	14,289
CV_r	0,278	0,226	0,878	0,867
Média geral (cm)	203,250	281,210	239,390	362,530

$\hat{\sigma}_a^2$: variância genética entre progênies; $\hat{\sigma}_c^2$: variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$: variância residual; $\hat{\sigma}_f^2$: variância fenotípica individual; $CV_{exp}(\%)$: coeficiente de variação experimental; $CV_{gi}(\%)$: coeficiente de variação genética individual; $CV_{gp}(\%)$: coeficiente de variação genética de progênies; $CV_r(\%)$: coeficiente de variação relativa; \hat{c}_p^2 : coeficiente de determinação dos efeitos de parcela; \hat{h}^2 : herdabilidade individual no sentido restrito; \hat{h}_m^2 : herdabilidade média de progênies; \hat{h}_{ad}^2 : herdabilidade aditiva dentro de parcela; \hat{r}_{aa} : acurácia da seleção de progênies; Média geral: altura das plantas (cm).

4.3. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas

As estimativas das correlações genéticas e fenotípicas estão discriminadas na Tabela 7.

As correlações de maneira geral foram de baixa magnitude. As maiores correlações foram encontradas para característica de altura, quando são correlacionados idades diferentes no mesmo ambiente. Os altos valores encontrados mostram que o desempenho dos materiais não varia com o aumento da idade. Esse comportamento é importante quando se deseja realizar uma seleção precoce.

Com relação ao teste de ferrugem a maior correlação foi encontrada entre o teste de Itapetinga/SP e câmara de inoculação, onde se encontrou uma correlação genética de 50%. No entanto, o mesmo não ocorreu na correlação fenotípica, onde se observou um valor 4%.

Quando correlacionados os desempenhos das progênies, crescimento em altura, e suscetibilidade a ferrugem os valores de foram muito baixos, evidenciando que o mau desempenho dos materiais genéticos não teve nenhuma influencia com o ataque da ferrugem. Isso pode ser em função da baixa suscetibilidade da espécie em relação à ferrugem, ou pela baixa disponibilidade de inoculo no local onde os testes de campo foram instalados.

Takahashi (2002) avaliou os danos da ferrugem do eucalipto e observou que existe uma diferença significativa entre plantas infectadas e plantas não infectadas. Na altura média, aos 11 meses de idade a diferença entre plantas sadias e plantas infectadas com o maior nível de severidade, a diferença foi de 35,81%. Em relação ao diâmetro à altura do peito, verificou-se que a diferença entre plantas sadias e plantas com o maior nível de severidade foi de 50,49%, também aos 11 meses de idade. Para o volume individual a diferença entre plantas sadias e plantas com o maior nível de severidade foi de 98% aos 11 meses de idade. Masson (2009) observou uma redução volumétrica em híbridos (*E. urograndis*), aos 19 meses de idade, de 23,53% e 27,08%, em plantas no campo com severidade máxima da doença.

De modo geral as correlações encontradas nesse estudo foram baixas, dificultando seleções indiretas dentro das características avaliadas.

Tabela 7. Estimativas das correlações genotípicas (r_g) e fenotípicas (r_f), entre as características de altura e suscetibilidade a ferrugem, nos três ambientes, para progênies de meio irmãos de *Eucalyptus dunnii*.

Caracteres	Correlação	Ferrugem Câmara	Ferrugem Itapetininga SP	Ferrugem Itatinga SP	Altura 6 meses itapetininga SP	Altura 12 meses itapetininga SP	Altura 6 meses Itatinga SP
Altura 12 meses Itatinga SP	r_g	-0,02	0,09	-0,07	0,28	0,26	0,95
	r_f	0,01	0,03	-0,04	0,08	0,07	0,90
Ferrugem Camara	r_g		0,50	-0,03	0,22	0,07	-0,03
	r_f		0,04	0,00	0,01	-0,02	0,01
Ferrugem itapetininga SP	r_g			-0,12	0,30	0,17	0,10
	r_f			0,03	0,04	0,03	-0,02
Ferrugem Itatinga SP	r_g				0,11	0,12	-0,08
	r_f				0,04	0,03	-0,04
Altura 6 meses Itapetininga SP	r_g					0,91	0,28
	r_f					0,90	0,09
Altura 12 meses itapetininga SP	r_g						0,24
	r_f						0,07

4.4. Estimativa dos parâmetros genéticos: análise conjunta

Na Tabela 8, estão descritas as estimativas dos parâmetros genéticos para a análise conjunta. Foram feitas análise conjunta, para ferrugem, com os três ambientes e uma análise dois a dois, câmara/Itapetininga, câmara/Itatinga e Itapetininga/Itatinga. Já para a altura das plantas, foram feitas análises conjuntas entre os dois teste de campo, nas mesma idade.

De maneira geral as herdabilidade, na análise conjunta, foram de média magnitude à a baixa. Os maiores valores foram encontrados para análise entre os testes da câmara de inoculação e Itapetininga. Já os menores valores foram observados na análise conjunta entre dos dois testes de campo para resistência a ferrugem, conforme Tabela 8.

Com relação à acurácia, na análise conjunta, os valores encontrados foram mais baixos que os encontrados na análise individual, o maior valor foi observado no teste da câmara/Itapetininga (0,73), O menor valor foi para análise conjunta entre os testes de Itapetininga e Itatinga.

As interações genótipo x ambiente observadas foram de alta magnitude, para análise de ferrugem nos três ambientes, entre o teste da câmara/Itapetininga e nas duas idade para altura das plantas. Isso revela a presença de interação genótipo x ambiente do tipo complexa (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Segundo Vencovsky e Barriga (1992), a quantificação dos fatores que compõem a interação é importante porque informa ao melhorista sobre o grau de dificuldade no momento da seleção ou recomendação de um material genético. Quando há predomínio da parte simples, o trabalho de seleção é facilitado, pois a classificação genotípica, nos diferentes ambientes, não se altera. A seleção pode ser feita na média dos ambientes. Já quando a parte complexa é mais expressiva, torna a decisão mais difícil, uma vez que neste caso existem genótipos adaptados a ambientes específicos.

Todavia, essa interação pode ser explorada de maneira positiva em programas de melhoramento, pois permite direcionar um determinado genótipo para uma região específica, maximizando a expressão fenotípica da característica nesse ambiente. No entanto, se o material é direcionado para outra região seu valor fenotípico pode ser reduzido.

A interação genótipo x ambiente indica que o comportamento das progênies não é consistente ao longo dos ambientes, revelando que as progênies têm comportamentos diferentes frente às variações ambientais.

Tabela 8. Parâmetros genéticos para análise conjunta para resistência a ferrugem e altura das plantas nos três ambientes, em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus dunnii*.

Parâmetros	Ferrugem				Altura (cm)	
	3 ambientes	Câmara/Itapetininga/SP	Câmara/Itatinga/SP	Itapetininga/SP/Itatinga/SP	6 meses	12 meses
$\hat{\sigma}_a^2$	0,012	0,040	0,002	0,000	764,823	1524,312
$\hat{\sigma}_c^2$	0,014	0,011	0,015	0,018	915,408	2128,779
$\hat{\sigma}_{int}^2$	0,011	0,012	0,018	0,003	373,091	715,235
$\hat{\sigma}_e^2$	0,110	0,125	0,191	0,040	3403,620	7552,274
$\hat{\sigma}_f^2$	0,147	0,188	0,191	0,061	5456,943	11931,139
\hat{h}^2	0,082 ± 0,021	0,214 ± 0,039	0,008 ± 0,001	0,004 ± 0,005	0,140 ± 0,033	0,128 ± 0,031
\hat{h}_m^2	0,359	0,547	0,033	0,019	0,386	0,378
\hat{h}_{ad}^2	0,077	0,195	0,008	0,005	0,144	0,132
\hat{c}_p^2	0,097	0,060	0,079	0,292	0,168	0,179
\hat{c}_{int}^2	0,077	0,062	0,096	0,042	0,068	0,060
\hat{r}_{aa}	0,599	0,739	0,181	0,138	0,621	0,615
\hat{r}_{gloc}	0,211	0,465	0,022	0,024	0,339	0,348
Média geral	0,94	0,97	0,97	0,87	221,33	321,87

$\hat{\sigma}_a^2$: variância genética entre progênies; $\hat{\sigma}_c^2$: variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{int}^2$: variância da interação genótipo x ambiente; $\hat{\sigma}_e^2$: variância residual; $\hat{\sigma}_f^2$: variância fenotípica individual; \hat{c}_p^2 : coeficiente de determinação dos efeitos de parcela; \hat{c}_{int}^2 : coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente; \hat{h}^2 : herdabilidade individual no sentido restrito; \hat{h}_m^2 : herdabilidade nédia de progênies; \hat{h}_{ad}^2 : herdabilidade aditiva dentro de parcela; \hat{r}_{aa} : acurácia da seleção de progênies; \hat{r}_{gloc} : correlação genotípica entre o desempenho das progênies nos vários ambientes.

5. CONCLUSÕES

Para resistência a ferrugem houve alta correlação genética (50%) entre o teste da câmara e o teste de campo instalado em Itapetininga/SP.

As progênies de *Eucalyptus dunnii* apresentaram alta resistência à ferrugem com cerca de 70% das progênies com nota 0 (plantas imunes).

O ataque de ferrugem no campo não interferiu no crescimento em altura das progênies no campo.

A população de *Eucalyptus dunnii* estudada mostrou ter boa variabilidade genética para resistência à ferrugem ($CV_{gi} = 36,07\%$) e crescimento em altura ($CV_{gi} = 26,66\%$). As herdabilidades para características foram altas para espécie, sendo uma população potencial para ganhos por seleção.

A utilização de ambiente controlado para a avaliação de progênies mostrou ser uma alternativa viável para se obter progresso genético na seleção de progênies de *Eucalyptus dunnii*, apesar de existir efeitos da interação genótipo x ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Trad BLUMENSCHNEIN, A.; PATENIANI, E.; GURGEL, J.T.A. ; VENCOSKY, R. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381p.

ALFENAS, A.C.; DEMUNER, N.L.; BARBOSA, M.M.A. Ferrugem e as opções de controle. **Correio Agrícola**, v.1, p.18-20, 1989

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442p.

APARECIDO, C.C.; FIGUEIRA, M.B.; FURTADO, E.L. Influência da temperatura sobre a infecção, formação de teliosporos e produção de basidiósporos por *Puccinia psidii*. **Summa Phytopatológica**, Botucatu, v.29, n.3, p.234-238, 2003.

ASSIS, T.F.; MAFIA, R.G. Hibridação e clonagem. In: BOREM, A. Biotecnologia Florestal. Viçosa MG: Ed. Viçosa, 2007. Cap. 5, p. 95 – 121.

BENT, A.F. Plant disease resistance genes: functions meets structure. **The Plant Cell**, Rockville, v. 8, p. 1757-1771,1996.

BOREM, A.; MIRANDA, G.V. Melhoramento de plantas. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, 2005, 525p.

CARVALHO, A. O.; ALFENAS, A.C.; MAFFIA, L.A.; CARMO, M.G.F. Resistance of *Eucalyptus* Species, Progenies and Provenances to *Puccinia psidii* Winter. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.33, n.2, p.139-147, 1998.

CRUZ, C.D. **Programa GENES – Estatística Experimental e Matrizes**. Editora UFV, Viçosa, 2006, 285p.

COUTINHO T.A.; WINGFIELD, M.J.; ALFENAS, A.C.; CROUS, P.W. Eucalyptus rust: a disease with the potential for serious international implications. **Plant Disease**, v.82, p. 819-825, 1998.

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

DANGL, J.L.; JONES, J.D. Plant pathogens and integrated defence responses to infection. **Nature**, 411: p 826-33, 2001.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 279p.

FERREIRA, F.A. **Patologia Florestal – Principais Doenças Florestais do Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigação Florestais, 1989. 570p.

FIGUEIREDO, M.B.; PASSADOR, M.M. Morfologia, funções dos soros e variações dos ciclos vitais das ferrugens **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.75, n.1, p.117-134, jan./mar., 2008.

FLOR, H.H. The complementary genic systems in flax and flax rusts. **Advance Genetic**, New York, v. 8, p. 29-54, 1956.

FONCECA, S.M. Estimativa e interpretação dos componentes da variação total em experimentos de melhoramento florestal. In: **Curso prático experimentais em silvicultura**. Piracicaba: IPEF, 1979

GLEN, M.; ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; WINGFIELD, M.J; MOHAMMED, C. Puccinia psidii: a threat to the Australian environment and economy – a review. **Australasian Plant Pathology**, v.36, p.1-16, 2007.

GONÇALVES, S. Lista preliminar das doenças das plantas do estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura. 1929. p.1-12.

GRAÇA, M.E.C. Avaliação do florescimento e do potencial de produção de sementes de *Eucalyptus dunnii* Maiden. no Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.14, p.1-11, 1987.

HILLS, W.E.; BROWN, A.G. Eucalypts for wood production. Melbourne: CSIRO, 1984, 2nd ed. Academic Press, 434p.

JOFFILY, J. Ferrugem do eucalipto. **Bragantia**, 4(8):475-487. 1944.

KAGEYAMA, P.Y. **Seleção precoce a diferentes idades em progênies de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. Piracicaba, 1983. 147p. Tese Livre-Docente - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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

KAGEYAMA, P. Y.; SPELTS, R.M.; SILVA, A.P., et al. Variação genética entre e dentro de progênies de *Pinus patula* Schiede e Deppe na região de Telêmaco Borba-PR. Boletim informativo, **Instituto de Pesquisa Florestal**, Piracicaba, n.15, p.21-39, 1977.

KEEN, N.T. Gene-for-gene complementarity in plant-pathogen interactions. **Annual Review Genetics**, Palo Alto, v. 24, p. 447-463, 1990.

LAU, D.; RODRÍGUEZ, M.A.D.; LAU, E.Y.; ALFENAS, A.C. **Resistência a Doenças: aplicações em patossistemas florestais**. In: BOREM, A. Biotecnologia Florestal. Viçosa MG: Ed. Viçosa, 2007. Cap. 7, p.143- 173.

LINDSAY, W.P.; LAMB, C.J.; DIXON, R. Microbial recognition and activation of plant defense systems. **Trends in Microbiology**, Amsterdam, v. 1, n.5, p. 181-186, 1993.

LOPES, C.S.D.; TOMAZELLO FILHO, M. Análise densitométrica da madeira de arvores de *Eucalyptus dunnii*, de 18 anos de idade. In: SIMPOSIO DE POS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA FLORESTAIS, 4., 2006, Piracicaba. Anais...Piracicaba: IPEF, 2006. 1 CD ROM.

LUSH, J.L. *Animal breeding plans*. 3. Ed. Ames: State College Press, 1945. 443p.

LUSH, J.L. Family merit and individual merit as bases for selection. *American Naturalist*, v.81, p.241–261, 1947.

LEITE, S.M.M.; BONINE, C.A.; MORI, E.S.; VALLE, C.F.; MARINO, C.L. Genetic Variability in a breeding population of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Silvae Genetica**, v. 51, n. 5-6, p. 253-256, 2002.

LLERAS, E. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. Anais... **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, 1992, n.4, p.1179-1184.

MARTIN, G.B.; BOGDANOVE, A.J.; SESSA, G. Understanding the function of plant disease resistance proteins. *Annul Review of Plant Biology* 54: p 23-61, 2003.

MEDRADO, M.J.S.; HOEFLICH, V.A.; CASTRO, A.W.V. 2005. Embrapa: evolução do setor florestal no século XXI. Disponível em: <http://www.celuloseonline.com.br/colunista/colunista.asp?IDAssuntoMateria=271&iditem=> Acesso em 10 de março de 2008.

MENDGEN, K; HAHN, M. Plant infection and the Establishment of Fungal Biotrophy. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v.7, n.8, p. 352-356, 2002.

NIMCHUK, Z.; EULGEM, T.; HOLT III, B.F.; DANGL, J.L. Recognition and response in plant immune system. **Annul Review Genetics** 37: p. 579-609, 2003.

MASSON, M.V. **Ferrugem do eucalipto: planejamento evasivo, estimativa de dano e análise da viabilidade do controle químico**. Botucatu, 2009, 167p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009.

MORAES, M.L.T.; MORI, E.S.; SILVA, A.M.; CANUTO, D.S.O.; SILVA, J.M.; GOMES, J.E.; AULER, D.S. Demonstração da utilização do software SELEGEN – “Seleção genética computadorizada” para o melhoramento de espécies perenes. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, n.12, p.1-22, 2008.

MORI, E. S. **Variabilidade genética isoenzimática em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetidas a diferentes intensidades de seleção**. Piracicaba, 1993. 119p. Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MORI, E.S., KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interação progênies X locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF**, n.39, p. 53-63, 1988.

MORI, E.S.; BERTONCINI, G.; ZIMBACK, L.; MELLO, E.J. Genetic variability of *Eucalyptus grandis* progenies for rust resistance using quantitative trait and population genetic parameters. **In:** International IUFRO Conference of the WP2.08.03 on Silviculture and Improvement of *Eucalyptus* - *Eucalyptus* in a Changing World, 2004, Aveiro - Portugal. Proceedings in RAIZ Instituto de Investigação de Floresta e Papel. Aveiro - Portugal : Published by RAIZ, 2004. v. V.1. p. 109-115.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 467p.

PRINCIPAIS doenças na cultura do *Eucalyptus*. **Informativo Agrônômico**, Piracicaba, n.93, p.26-32, 2001.

RESENDE, M.D.V. **Selegen-REML/BLUP**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007b. 359p.

RESENDE, M.D.V. Delineamento de experimentos de seleção para maximização da acurácia seletiva e do progresso genético. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.19, n.4, p.479-500, 1995.

RESENDE, M.D.V.; ARAÚJO, A.J.; SAMPAIO.; P.T.B.; WIECHETECK, M.S.S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e intervalos de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Floresta**, Curitiba, v.25, n.1-2, p.3-16, 1995.

RESENDE, M.D.V.; FERNANDES, J.S.C. Procedimento BLUP individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. **Revista de Matemática e Estatística**, Marília, v.17, p.87-109, 1999.

RESENDE, M.D.V.; HIGA, A.R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de *Eucalyptus* através da utilização de blocos de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, 1993

RESENDE, M.D.V.; HIGA, A.R. Estimação de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleção em um caráter com base em informações do indivíduo e de seus parentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.28-29, p.11-36, 1994a.

ROCHA, M. G. B.; PIRES, I. E.; ROCHA, R. B.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D. Avaliação genética de progênies de meio-irmãos de *Eucalyptus grandis* por meio dos procedimentos REML/BLUP e da ANOVA. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 71, p. 99-107, 2006.

ROCHA, M.G.B.; PIRES, I.E.; ROCHA, R.B.; XAVIER, A.; CRUZ, C.D. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.977-987, 2007.

ROCHA, M.D.B.; PIRES, I.E.; XAVIER, A.; CRUZ, C.D.; ROCHA, R.B. Avaliação genética de progênies de meio-irmãos de *Eucalyptus urophylla* utilizando os procedimentos REML/BLUP e E(QM). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.4, p. 369-379, 2006.

ROSADO, A.M.; ROSADO, T.B.; RESENDE JÚNIOR, M.F.; BHERING, L.L. CRUZ, C.D. Ganhos genéticos preditos por diferentes métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus urophylla*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.44, n.12, p.1653-1659, 2009.

RUIZ, R.A.R.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, F.A.; ZAMBOLIM, L. Fungicidas protetores e sistêmicos para o controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii*. **Revista Árvore**. Viçosa, v.11, p.56-65, 1987.

SAMPAIO, P.T.B.; RESENDE, M.D.V.; ARAÚJO, A.J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.11, p.2243-2253, 2000.

SILVA, E.A.R.; FURTADO, E.L.; RODELLA, R.A. Influência da maturação foliar do eucalipto na suscetibilidade à ferrugem. **In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 2003, Marília. **Anais**, Marília, 2003. CD-ROM.

SHIMIZU, J.Y.; KAGEYAMA, P. Y.; HIGA, A.R. **Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais** . (Documento11). Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1982. 33p.

STEEL, R. G. D., TORRIE, J. W. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 2 ed. S. 1.: McGraw-Hill Book Company, 1965. 633p.

TAKAHASHI, S.S. **Ferrugem do eucalipto: Índice de infecção, análise temporal e estimativas de danos relacionados à intensidade da doença no campo**. Botucatu, 2002, 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2002.

VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. **Melhoramento e genética**. São Paulo, Melhoramentos, 1969, p. 17-37.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Coord.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill. 1978. p.122-210.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de Eucalyptus. **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.9-16, 1996.