



**EFICIÊNCIA DOS EXPERIMENTOS COM CLONES NA  
CULTURA DO EUCALIPTO**

**HÉLDER BOLOGNANI ANDRADE**

**2002**

**HÉLDER BOLOGNANI ANDRADE**

**EFICIÊNCIA DOS EXPERIMENTOS COM CLONES NA  
CULTURA DO EUCALIPTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Doutor".

**Prof. Magno Antônio Patto Ramalho  
UFLA  
(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

**Andrade, Hélder Bolognani**

**Eficiência dos experimentos com clones na cultura do eucalipto / Hélder  
Bolognani Andrade. – Lavras : UFLA, 2002.**

**162 p. : il.**

**Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho.**

**Tese (Doutorado) – UFLA.**

**Bibliografia.**

**1. Eucalipto. 2. Clonagem. 3. Tamanho de parcela. 4. Efeito da falha. 5.  
Replanteio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

**CDD-634.97342**

**HÉLDER BOLOGNANI ANDRADE**

**EFICIÊNCIA DOS EXPERIMENTOS COM CLONES NA  
CULTURA DO EUCALIPTO**

**Tese apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do Curso  
de Doutorado em Agronomia, área de  
concentração em Genética e Melhoramento  
de Plantas, para obtenção do título de  
“Doutor”.**

**APROVADA em 14 de novembro de 2002**

**Prof. Júlio Sílvio de Souza Bueno Filho – UFLA**

**Prof. José Roberto Soares Scolforo - UFLA**

**Prof. Aloísio Xavier - UFV**

**Pesquisador Marcos Deon Vilela de Resende – EMBRAPA/CNPQ**



**Prof. Magno Antônio Patto Ramalho  
UFLA  
(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

**Aos meus pais Teodoro e Silvia, que com amor e  
humildade sempre compartilharam os momentos  
mais importantes de minha vida.**

**A minha irmã Jaqueline,  
pelo seu companheirismo e amizade.**

**A minha esposa Vanessa,  
pela paciência e amor.**

**Aos meus filhos Vivian e Vinícius  
pela alegria e pelo prazer de viver.**

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

**A Deus pela proteção em todos os dias de minha vida.**

**A meus pais, irmã, esposa e filhos, pelo amor, compreensão, apoio, estímulo e incentivo em todos os momentos de minha vida.**

**À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Biologia, pela oportunidade concedida de realizar este curso e pela acolhida durante a realização do mesmo.**

**À V & M Florestal Ltda. na pessoa do Dr. Marco Antônio Castelo Branco, pelo apoio e oportunidade concedida para a realização deste trabalho.**

**Ao Engenheiro Antonio Claret de Oliveira, pelo convívio, compreensão, apoio e incentivo em todos os momentos da minha formação profissional. Em especial pela amizade e confiança em mim depositada.**

**Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho, pela orientação segura, disponibilidade, apoio, estímulo e simplicidade ao transmitir conhecimentos, que sempre foram para mim motivo de grande amizade.**

**Ao professor Júlio Sílvio de Souza Bueno Filho, pela co-orientação, sugestões, discussões e conhecimentos transmitidos.**

**Ao professor José Roberto Soares Scolforo pela revisão crítica e objetiva, que contribuiu na melhoria da qualidade deste trabalho.**

**Ao pesquisador Marcos Deon Vilela de Resende, pela amizade, sugestões e críticas construtivas ao presente trabalho.**

**Ao professor Aloísio Xavier, pela amizade e importantes sugestões apresentadas para a melhoria deste trabalho.**

**Aos companheiros da V & M Florestal, pelo apoio na condução e coleta de dados, como pelos incentivos e divisão de responsabilidades, que muito ajudaram na conclusão deste trabalho.**

**Aos professores do curso de pós graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pela disponibilidade e conhecimento transmitidos.**

**Aos colegas de curso, pelo companheirismo, e auxílio na realização deste trabalho.**

## SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Melhoramento do Eucalipto.....	3
2.2 Princípios Básicos da Experimentação.....	7
2.3 Fatores que Afetam a Precisão Experimental.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
CAPÍTULO I – TAMANHO E FORMA DE PARCELAS PARA AVALIAÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO.....	34
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1 INTRODUÇÃO.....	37
2 MATERIAL E MÉTODO.....	39
2.1 Locais.....	39
2.2 Material Experimental.....	39
2.3 Instalação e Condução dos Ensaios.....	39
2.4 Simulação do Tamanho da Parcela.....	41
2.5 Caracteres Avaliados.....	42
2.6 Análises Estatísticas.....	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
CAPÍTULO 2 – ALTERNATIVAS PARA ATENUAR A DIFERENÇA DE ESTANDE NOS EXPERIMENTOS DE AVALIAÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO.....	73
RESUMO.....	74
ABSTRACT.....	75
1 INTRODUÇÃO.....	76
2 MATERIAL E MÉTODO.....	77
2.1 Locais.....	77
2.2 Material Experimental.....	77
2.3 Instalação e Condução dos Ensaios.....	78
2.4 Caracteres Avaliados.....	79
2.5 Análises Estatísticas.....	80

<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>84</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>97</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>98</b>
<b>CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO REPLANTIO COMO ALTERNATIVA PARA A CORREÇÃO DO NÚMERO DE PLANTAS POR PARCELA NA AVALIAÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO.....</b>	<b>100</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>101</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>102</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>103</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>104</b>
<b>2.1 Local.....</b>	<b>104</b>
<b>2.2 Material Experimental.....</b>	<b>104</b>
<b>2.3 Instalação e Condução dos Ensaios.....</b>	<b>104</b>
<b>2.4 Caracteres Avaliados.....</b>	<b>106</b>
<b>2.5 Análises Estatísticas.....</b>	<b>106</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>108</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>124</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>126</b>

## LISTA DE TABELAS

	Pág
TABELA 1- Valores do quociente amplitude/desvio padrão, para tamanho de amostras de 20 a 1000.....	06
TABELA 2 – Estimativas da relação entre o ganho esperado com a seleção quando se utilizam j (2, 3... r) repetições e a utilização de apenas uma repetição na avaliação de famílias (GS <sub>j</sub> /GS <sub>1</sub> ). Considerou-se N parcelas sendo avaliadas e um número n constante de famílias sendo selecionadas.....	11
TABELA 3 – Percentagem de discriminação entre o melhor tratamento e a testemunha, considerando experimentos com diferentes números de repetições e coeficientes de variação.....	12
TABELA 4 – Informações sobre estratégias de avaliação de clones nas empresas florestais brasileiras.....	14
TABELA 5 – Resumo da análise de variância para a característica DAP considerando as áreas total e útil dos dois experimentos.....	23
TABELA 6 – Resumo da análise de variância dos experimentos de avaliação de clones de eucalipto, utilizado para verificar o efeito das linhas de plantio nas parcelas.....	23
TABELA 7 - Características edafoclimáticas e localização geográfica dos locais de instalação dos testes.....	40
TABELA 8 - Relação dos clones utilizados no teste de efeito de falha no estande.....	40
TABELA 9 - Arranjo das diferentes combinações para estudo do tamanho de parcela.....	41
TABELA 10 - Modelo da análise de variância para o efeito de linhas de plantio.....	45
TABELA 11 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m <sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D) obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Paraopeba(MG), 2001....	48

<b>TABELA 12 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D) obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Paraopeba(MG), 2001....</b>	<b>48</b>
<b>TABELA 13 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D) obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Bocaiúva(MG), 2001....</b>	<b>49</b>
<b>TABELA 14 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D) obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Bocaiúva (MG), 2001....</b>	<b>49</b>
<b>TABELA 15 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare), obtido aos 27 meses nos ensaios de avaliação de clones, conduzidos com 20 e 100 plantas por parcela – Bocaiúva e Paraopeba(MG), 2001.....</b>	<b>53</b>
<b>TABELA 16 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare), obtido aos 37 meses nos ensaios de avaliação de clones, conduzidos com 20 e 100 plantas por parcela – Bocaiúva e Paraopeba(MG), 2002.....</b>	<b>54</b>
<b>TABELA 17 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones conduzidos com 20 plantas/parcela, para uma e duas linhas – Paraopeba (MG), 2001.....</b>	<b>56</b>

<p><b>TABELA 18 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/parcela, para uma e duas linhas. Paraobepa (MG), 2002.....</b></p>	57
<p><b>TABELA 19 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/ parcela, para uma e duas linhas. Bocaiúva (MG), 2001.....</b></p>	58
<p><b>TABELA 20 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/parcela, para uma e duas linhas. Bocaiúva (MG), 2002.....</b></p>	59
<p><b>TABELA 21 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para uma e duas linhas. Paraopeba (MG), 2001.....</b></p>	60
<p><b>TABELA 22 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 77 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para uma e duas linhas. Paraopeba (MG), 2002.....</b></p>	61
<p><b>TABELA 23 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para uma e duas linhas. Bocaiúva (MG), 2001.....</b></p>	62

<b>TABELA 24 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para uma e duas linhas. Bocaiúva (MG), 2002.....</b>	<b>63</b>
<b>TABELA 25 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 e 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/parcela, para todas as plantas, centrais e bordadura.. Paraopeba e Bocaiúva (MG), 2001/02.....</b>	<b>64</b>
<b>TABELA 26 -</b>	<b>Resumo das análises de variância do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 e 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para todas as plantas, centrais e bordadura.. Paraopeba e Bocaiúva (MG), 2001/02.....</b>	<b>65</b>
<b>TABELA 27 -</b>	<b>Coefficientes de variação experimental (CV) e coeficientes de determinação (<math>R^2</math>), erro padrão da diferença entre duas médias (SED), obtidos nos experimentos com parcelas de mesmo tamanho e diferentes números de linhas. Paraopeba e Bocaiúva (MG), 2001/02.....</b>	<b>66</b>
<b>TABELA 28 -</b>	<b>Características edafoclimáticas e localização geográfica dos locais de instalação dos testes.....</b>	<b>78</b>
<b>TABELA 29 -</b>	<b>Relação dos clones utilizados no teste de efeito de falha no estande.....</b>	<b>78</b>
<b>TABELA 30 -</b>	<b>Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/ha), utilizando os dados médios por planta, obtidos em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes e locais, avaliado aos 14, 26 e 37 meses de idade.....</b>	<b>86</b>
<b>TABELA 31 -</b>	<b>Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (<math>m^3</math> sólido/ha), utilizando os dados de total de parcela, obtidos em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes e locais, avaliado aos 14, 26 e 37 meses de idade.....</b>	<b>87</b>

TABELA 32 – Produção de madeira obtida ao nível de média de plantas (m <sup>3</sup> sólido/ha.), para os diferentes clones nas idades de 14, 26 e 37 meses, em Paraopeba e Bocaiúva.....	88
TABELA 33 – Produção de madeira obtida ao nível de total de parcela (m <sup>3</sup> sólido/ha.), para os diferentes clones nas idades de 14, 26 e 37 meses, em Paraopeba e Bocaiúva.....	89
TABELA 34 - Estimativas dos coeficientes de regressão (b), coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ) e percentual de crescimento volumétrico em relação à média (A), obtidos para estande, clones e locais, com os dados em nível de média de planta, avaliados nas idades de 14, 26 e 37 meses.....	93
TABELA 35 - Estimativas dos coeficientes de regressão (b), coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ) e percentual de crescimento volumétrico em relação à média (A), obtidos para estande, clones e locais, com os dados em nível de total de parcela, avaliados nas idades de 14, 26 e 37 meses.....	94
TABELA 36 – Características edafoclimáticas e localização geográfica do local de instalação dos testes.....	105
TABELA 37 - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m <sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média e total de parcela, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses .....	110
TABELA 38 - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m <sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média de planta replantada, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.....	114
TABELA 39 - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m <sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média de parcela, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.....	119
TABELA 40 - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m <sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de total de parcela, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.....	120

<b>TABELA 41 - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média da parcela, sem o valor da planta replantada, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.....</b>	<b>121</b>
<b>TABELA 42 - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média de planta vizinha ao replantio, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.....</b>	<b>123</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
<b>FIGURA 1</b> - Representação esquemática da unidade experimental básica para o teste com 20 plantas por parcela. As células escuras representam as plantas avaliadas.	42
<b>FIGURA 2</b> - Representação esquemática da unidade experimental básica para o teste com 100 plantas por parcela. As células escuras representam as plantas avaliadas.	42
<b>FIGURA 3</b> - Equação de regressão entre o volume total ( $m^3$ sólido/há) de madeira por parcela (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x). Obtido para estande, avaliado em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.	111
<b>FIGURA 4</b> - Equação de regressão entre o volume médio ( $m^3$ sol./há) de madeira por parcela (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x). Obtido para o clone MN 463, avaliado em Bocaiúva, aos 26 e 37 meses.	111
<b>FIGURA 5</b> - Equação de regressão entre o volume total ( $m^3$ sólido/há) de madeira por parcela (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x). Obtido para o clone MN 445, avaliado em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.	113
<b>FIGURA 6</b> - Equação de regressão entre o volume médio ( $m^3$ sólido/ha) de madeira por planta replantada (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x). Obtido para estande, avaliado em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.	115
<b>FIGURA 7</b> - Equação de regressão entre o volume médio ( $m^3$ sólido/ha) de madeira por planta (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x), obtido para os clones MN 249 (A), MN 463 (B) e MN 445 (C), avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.	117

## RESUMO

**ANDRADE, Hélder Bolognani. Eficiência dos experimentos com clones na cultura do eucalipto. 2002. 162p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\***

Nos programas de melhoramento de eucalipto, a etapa de avaliação dos clones é a mais demorada e que demanda mais recursos, por isso os experimentos devem ser o mais eficientes possíveis. Objetivando fornecer informações que possibilitem ao melhorista ter maior confiabilidade na seleção e recomendação dos clones foi realizado o presente trabalho envolvendo três atividades distintas: o primeiro trabalho teve como objetivo verificar o efeito do número de plantas por parcela na avaliação de clones de eucalipto, em dois municípios da região noroeste do Estado de Minas Gerais. Para isso, 10 clones de eucalipto foram avaliados em quatro experimentos distintos, com variação no tamanho e forma das parcelas. Um dos experimentos foi constituído de uma planta por parcela e 15 repetições, os demais experimentos com parcelas de 5, 20 e 100 plantas com três repetições. Nos testes com 20 e 100 plantas por parcela, além de avaliar todas as plantas, a parcela foi subdividida em unidades básicas constituídas de grupos de uma linha, duas linhas, plantas centrais e bordadura. Esses experimentos foram implantados em dezembro de 1998 e avaliados aos 26 e 37 meses de idade. A característica considerada foi o volume de madeira ( $m^3$  sólido/ha). Com base nos resultados das análises de variância, constatou-se que: - considerando o mesmo número de plantas por tratamento, reduzir o tamanho das parcelas não altera a eficiência dos experimentos; - a avaliação de todas as plantas da parcela em detrimento das presentes na área útil, apresenta uma maior precisão experimental; - o arranjo das linhas na parcela não alterou o desempenho relativo dos clones. Ficou evidenciado que nas avaliações iniciais dos clones, quando se dispõe de um grande número deles, pode-se utilizar parcelas menores. Já na etapa posterior, quando o número de clones é reduzido, as parcelas maiores deverão ser utilizadas para maior segurança na recomendação. O segundo foi conduzido com o objetivo de verificar se a eficiência das avaliações de clones de eucalipto é afetada por diferenças no estande, se há compensação das plantas vizinhas às falhas e se essa compensação varia com o clone, a idade de avaliação e as condições

\* Comitê Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Orientador), Júlio Sílvio de Souza Bueno Filho - UFLA (Co-Orientador)

edafoclimáticas. Os experimentos foram implantados em 1998, em dois municípios da região noroeste do Estado de Minas Gerais. Foram avaliados 7 clones e simuladas perdas de 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50% das plantas, o delineamento adotado foi o de blocos ao acaso no esquema de parcela subdividida com três repetições, sendo o tratamento das parcelas os clones e das sub-parcelas a percentagem de falha. Cada sub-parcela era constituída de uma linha com 10 plantas. Aos 14, 26 e 37 meses de idade, foi avaliado o volume da madeira. Foram efetuadas análises de variância por idade e local e posteriormente a análise conjunta dos locais, em ambos os casos envolvendo os dados com a produção média por planta e total de parcela ( $m^3$  sólido/ha). Procedeu-se, também, de modo análogo, à análise de variância, envolvendo apenas as sub-parcelas sem perdas de plantas. Procurou-se ajustar uma equação de regressão considerando como variável independente (x) a percentagem de falhas e dependente o volume sólido de madeira (y). Também foram realizadas análises de covariância considerando o ajuste para o estande médio e para o estande ideal. Para essas análises foram simuladas as falhas de forma aleatória, tomando-se ao acaso uma das subparcelas, para representar a parcela. Observou-se que a capacidade de compensação diferiu entre clones, condições edafoclimáticas e com a idade de avaliação, entretanto, para a maioria dos clones não se observou que as plantas vizinhas às falhas tinham se beneficiado significativamente da ausência de competição, indicando que na análise efetuada com os dados médios por planta o efeito da diferença do estande não foi muito expressivo. Na avaliação com totais, a análise de covariância ou utilizando a correção do estande por meio do coeficiente de regressão estimado por local e idade de avaliação, independente do clone, propiciou resultados muito semelhantes aos obtidos quando foram efetuadas as análises sem diferença no estande. O terceiro trabalho realizado visou à avaliação da eficiência do replantio como medida para atenuar as perdas de plantas que ocorrem nos experimentos de avaliação de clones de eucalipto. Para isso foram avaliados três clones em Bocaiúva, noroeste do Estado de Minas, com diferentes capacidades de crescimento e realizado o replantio das plantas na parcela com intervalo de 15 dias após o plantio até 75 dias. Cada clone foi avaliado em um experimento distinto, contíguos, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e 6 tratamentos, ou seja, sem replantio, parcela sem perda de plantas e replantados com 15, 30, 45, 60 e 75 dias. As parcelas foram constituídas de uma linha com cinco plantas sem replantio e quatro plantas nas demais, para posteriormente serem replantadas. Foi avaliada a produção de madeira ( $m^3$  sólido/ha), aos 15, 26 e 37 meses de idade. Foram efetuadas análises de variância por clone em cada idade e a análise conjunta dos três clones, também em cada idade. Posteriormente, foram realizadas análises considerando apenas os valores dos indivíduos replantados e das demais plantas. Procedeu-se, também, a análises de

variância do desempenho médio das duas plantas vizinhas à replantada. Procurou-se ajustar uma equação linear ou quadrática para o efeito da idade de replantio, para cada clone e média dos três, em cada idade. Constatou-se que: - as plantas replantadas têm o seu crescimento reduzido à medida que a operação é postergada, e essa redução varia com o clone e a idade de avaliação; as plantas vizinhas à replantada não beneficiaram do seu menor desempenho; assim, nos experimentos que se avaliam, a produção por planta, não há vantagem de se proceder ao replantio; o volume de madeira das plantas replantadas só foi expressivo quando o replantio foi realizado até os 30 dias após o plantio. Após essa data, o replantio não compensa a planta perdida, o suficiente para melhorar a performance de experimentos, em que é avaliado o volume total de madeira.

## ABSTRACT

ANDRADE, Hélder Bolognani. **Efficiency of experiments with eucalyptus clones.** 2002. 162p. Thesis (Doctor Genetics and Plant Breeding) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

Clone assessment is the longest and most expensive stage in eucalyptus breeding programs and, therefore, test experiments should be as efficient as possible. The present study involved three different assessments to supply information and improve reliability of clone selection and recommendation. The first assessment aimed at investigating the effect of the number of plants per plot in eucalyptus clone trials in two northwestern Minas Gerais state counties. Ten eucalyptus clones were evaluated in four different experiments, with different plot sizes and shapes. One of the experiments consisted of one plant per plot and 15 replications, the other consisted of plots of 5, 20 and 100 plants with three replications. In the tests with 20 and 100 plants per plot, the total number of plants and plot subdivisions in basic units of one row, two rows, central and border plants were assessed. These experiments were set up in December 1998 and assessed after 26 and 37 months for the wood volume trait (solid m<sup>3</sup>/ha). Based on the analyses of variance results it was concluded that: a) taking the same number of plants per treatment, reducing the plot size did not change the experiment efficiency; b) the assessment of all plot plants instead of only those in the useful area always presented greater experimental accuracy; c) the arrangement of the rows in the plot did not change the relative clone performance. It was clear that in the initial phase of clone assessment, when the breeder is dealing with large numbers, smaller plots can be used. At the later stages, when the number of clones is smaller, larger plots should be used for greater accuracy in recommendation. The second assessment was carried out to investigate whether the efficiency of the eucalyptus clone trials is affected by stand differences, whether plants adjacent to failed plants are able to partially or completely compensate the absent plants and whether this compensation depends on clone, clone age and edaphic-climatic conditions. The experiments were set up in 1998, in two northwestern Minas Gerais counties. Seven clones and simulated plant losses of 0%, 10%, 20% 30%, 40% and 50% were assessed in a split plot randomized complete block design with three replications. Clones were allocated to plots and percentage of plant loss to split plots, which were

---

\* Guidance Committee: Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Major Professor), Júlio Sívio de Souza Bueno Filho - UFLA.

formed by a single row with 10 plants. The clone wood volume (solid  $\text{m}^3/\text{ha}$ ) was assessed at the 14, 26 and 37 months of age at the plant mean and plot total levels. The data was submitted to individual analyses of variance according to age and location, followed by joint analyses involving both locations. Similarly, an analysis of variance involving only the split plots without plant loss was performed. A regression equation of solid wood volume (dependent y variable) was fitted on the failed plant percentage (independent x variable). An analyses of covariance adjusting the stand to the mean and ideal plant numbers was also performed. For these analyses the failed plants were arbitrarily chosen by randomly taking one of the subplots to represent the plot. It was observed that the compensation capacity differed among clones, edaphic-climatic conditions and age at assessment. However, for most clones, plants neighboring failed plants did not significantly benefit from the absence of competition, indicating that the effect of the stand was not very expressive the in the analysis performed on plant means. In the plot total assessment, stand corrections using the analysis of covariance or the regression coefficients estimated per location and age at assessment, regardless of the clone, provided similar results to those of analyses without stand differences. The third assessment involved evaluation of replanting efficiency to minimize plant loss effects on eucalyptus clone trials. Three clones of different growth capacities were assessed in Bocaiúva, northwestern Minas Gerais. Plants were replanted in the plots at 15-day intervals up to 75 days after the initial planting. Each clone was assessed in a different contiguous experiment a randomized complete block design, with four replications. The six treatments were no replanting, in plots without plant loss, and replanting of a single plant per plot at 15, 30, 45, 60 and 75 days. Plots were formed by a single row with five plants in no replanting treatments and with four plants in the others for later replanting. Wood production (solid  $\text{m}^3/\text{ha}$ ) was assessed at 15, 26 and 37 months. Individual analyses of variance performed per clone at each age were followed by joint analyses of the three clones, also by age. Analyses considering the mean performance of the replanted and non-replanted plants and of the two neighbor plants to the replanted individual were also performed. A linear or quadratic equation was fitted to investigate the age at replanting effect for each individual clone and mean of the three clones. It was found that: a) the replanted plants had their growth reduced as the operation was delayed, and this reduction varied with clone and age at assessment; b) plants neighboring replanted plants did not benefit from their poorer performance, thus in the experiments where yield per plant was evaluated there was no advantage in replanting; c) the volume of wood of the replanted plants was expressive when the replanting was done until 30 days after planting. The replanting did not fully compensate the lost plant to improve the experimental accuracy when total wood volume was assessed.

# 1 INTRODUÇÃO

O grande sucesso da cultura do eucalipto no Brasil, nos últimos anos, foi devido ao emprego de plantios clonais. Com essa estratégia foi possível perpetuar as melhores combinações genotípicas e obter plantios muito mais uniformes. O progresso genético obtido, até então, foi muito grande (Ramalho & Vencovsky, 2000). Contudo, a necessidade por madeira é crescente para atender a demanda de celulose, carvão e outras inúmeras finalidades, exigindo que se continue tendo progresso genético.

Para se obter progresso genético adicional no melhoramento do eucalipto, faz-se necessário intensificar a seleção de clones superiores aos disponíveis atualmente. Para isso, novas combinações genotípicas devem ser obtidas, sobretudo, por meio de métodos de seleção recorrente recíproca. Adicionalmente, deve-se implementar estratégias para tornar mais eficiente os programas de seleção clonal, haja vista que as diferenças a serem detectadas no futuro serão cada vez menores. Nesse cenário é evidente que o número de clones a serem avaliados deverão ser cada vez maiores (Gonçalves et al., 2001).

Os fatores expostos anteriormente apontam que os experimentos de avaliação clonal deverão ter a maior precisão experimental possível. Entretanto, há escassez de informações de fatores que possam melhorar a eficácia desses experimentos. Os poucos dados disponíveis, na sua maioria, foram obtidos com plantios por meio de sementes florestal (Simplicio et al., 1996; Castro et al., 1993; Pereira, 1996). Considerando, por exemplo, o grande número de clones que devem ser avaliados, qual o número mínimo de plantas nas parcelas, para tornar exequível os experimentos? Um outro questionamento que é realizado é se o desempenho dos clones obtidos a partir de um pequeno número de indivíduos poderá ser extrapolado para áreas mais extensas.

Nos experimentos é frequentemente constatada a presença de falhas, perdas de plantas, por não terem vingado ou devido a danos mecânicos ou outras causas. A influência dessas falhas no comportamento dos clones é uma indagação constante. Esse tipo de informação é disponível apenas para as culturas anuais (Fernandes et al., 1989; Veronesi et al., 1995), contudo, a sua importância pode ser ainda maior em plantas perenes. Sendo detectadas as falhas logo no início do plantio, seria possível solucionar o problema por meio de replantio? Em caso afirmativo, até quando ele deve ser realizado? Essas são indagações frequentes, sendo que as respostas não estão disponíveis na literatura.

Do exposto, foi realizado o presente trabalho para buscar alternativas que melhorem a eficiência dos testes clonais, por meio da identificação do tamanho mínimo das parcelas experimentais, verificar o efeito das falhas e propor ações mitigadoras, tais como expressões para compensar as plantas ausentes, ou verificar se o replantio sendo viável até quando ele pode ser efetuado.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Melhoramento do Eucalipto**

As primeiras introduções de espécies e procedências de eucalipto ocorreram no Brasil, logo nos primeiros anos do século XX, sendo que o maior impulso se deu a partir dos anos sessenta. Isso se deveu aos incentivos fiscais que estimularam o plantio dessa cultura em diversas regiões do País. Para suprir a necessidade de germoplasmas mais adaptados às diferentes condições ecológicas foram realizadas introduções maciças de material genético, principalmente da Austrália, por empresas privadas e, posteriormente, pela EMBRAPA, fazendo com que o Brasil possua o maior acervo genético de eucaliptos, fora da Austrália e Indonésia (Ferreira, 1992).

Neste contexto, foram realizadas introduções de várias espécies, sendo amostrado um grande número de procedências dentro de cada uma. A primeira etapa do programa foi proceder à avaliação de espécies e procedências visando à identificação das mais promissoras (Andrade et al., 1994). Posteriormente, o trabalho se concentrou por meio da seleção massal, nas áreas de coleta de sementes ou até mesmo em pomares de sementes por mudas ou clonais. Ênfase também foi dada na seleção recorrente intrapopulacional com famílias de meios irmãos em várias espécies (Kageyama, 1980; Oda et al., 1989; Castro et al., 1993; Xavier, 1993; Marques Júnior, 1995; Pereira, 1996). Estes trabalhos tiveram contribuição expressiva na sustentabilidade dos povoamentos florestais implantados com o decorrer dos anos, possibilitando um aumento expressivo na produtividade de madeira.

Uma outra estratégia de melhoramento que forneceu excelente progresso genético foi a utilização de clones, que permite por meio da multiplicação por

via assexuada a perpetuação de boas combinações híbridas. Paralelamente ao sucesso da seleção foram desenvolvidas técnicas de propagação vegetativa que tomaram viável a obtenção de milhões de indivíduos de uma mesma planta e, assim, atender a demanda de todas as empresas florestais (Campinhos & Ikemori, 1983; Wendling et al., 2000).

Qualquer clone corresponde a um híbrido simples, isto porque qualquer indivíduo na população segregante é oriundo da união de dois gametas, os quais se duplicados correspondem a duas linhagens parentais. Assim, a propagação vegetativa permite a perpetuação das melhores combinações híbridas, sem a necessidade de se obter linhagens como ocorre em outras espécies cultivadas.

Os clones até então obtidos foram provenientes de seleções realizadas especialmente entre os milhões de plantas existentes nos plantios comerciais, utilizando a variabilidade natural. Vale salientar também que as árvores superiores são, em sua maioria, identificadas como híbridos naturais interespecíficos. Isto se deve, porque a ocorrência de hibridação entre parentais geneticamente divergentes é possível em várias espécies do gênero *Eucalyptus* (Oda et al., 1989). Assim, como estas espécies foram plantadas próximas umas das outras, ocorreram cruzamentos resultando em combinações naturais. Desta forma, os clones de maior sucesso até então, ao que tudo indica são híbridos naturais.

Esse procedimento forneceu excelentes resultados como já comentado. Contudo, novas seleções nestes povoamentos dificilmente irão proporcionar ganhos adicionais. Nesse contexto, os comentários realizados por Comstock (1964) para os programas de obtenção de linhagens de milho são pertinentes. Ele argumentou que se amostras sucessivas, de igual tamanho, são retiradas de uma mesma população, a possibilidade de se obter indivíduos mais extremos é a mesma para todas as amostras. Este fato é comprovado utilizando as propriedades da distribuição normal, que mostra a amplitude de variação na

expressão do caráter em função do número de desvios padrões. A Tabela 1 apresentada por Steel et al.(1997), ilustra este fato.

Para exemplificar o exposto acima, suponha-se que o volume de madeira de uma população de eucalipto, cuja média estimada foi de  $m = 47,8$  esteres por hectare (st/ha) e o desvio padrão de  $s = 13,8$  st/ha; se nesta população for retirada uma amostra de apenas 20 indivíduos, que era comum nas primeiras seleções clonais realizadas no Brasil, a amplitude  $A$  seria de 3,7 vezes o desvio padrão, ou seja,  $A = 51,06$  st/ha. Assim, o limite inferior de produtividade seria  $47,8 - \frac{1}{2} 51,06 = 22,3$  st/ha e o limite superior  $47,8 + \frac{1}{2} 51,06 = 73,3$  st/ha. Nota-se que se um maior número de clones, por exemplo 1000, forem amostrados, a amplitude passa a ser de  $A = 89,7$  st/ha, sendo o limite inferior de 2,95 st/ha e o limite superior de 92,65 st/ha. Portanto, a chance de obter genótipos superiores por amostragem sucessivas na mesma população aumenta à medida que aumenta o tamanho da amostra. Ou seja, a repetição da seleção na mesma população com amostras de menor ou igual magnitude não terá o mesmo efeito. Deste modo, se o objetivo for ampliar o limite, a única opção é aumentando o tamanho da amostra.

Esse fato foi bem compreendido pelos melhoristas das empresas florestais, pois no início eram selecionados um pequeno número de clones para avaliação, contudo este número cresceu de forma significativa, visando à obtenção de clones superiores aos anteriormente existentes. Essa constatação ficou bem evidente no trabalho realizado por Gonçalves et al., (2001) em que demonstraram que o sucesso na seleção clonal, ao longo do tempo, só se tornou possível devido à avaliação de um número cada vez maior de clones.

**TABELA 1 - Valores do quociente amplitude/desvio padrão, para tamanho de amostras de 20 a 1000.**

<b>Tamanho da amostra</b>	<b>Amplitude/desvio padrão</b>	<b>Tamanho da amostra</b>	<b>Amplitude/desvio padrão</b>
20	3,7	200	5,5
30	4,1	300	5,8
50	4,5	400	5,9
70	4,8	500	6,1
100	5,0	700	6,3
150	5,3	1000	6,5

Fonte: Steel et al. (1997)

Partindo-se do exposto, que a variabilidade natural já foi explorada, não adianta amostrar mais as áreas comerciais, sobretudo, pelo fato de que a intensificação dos plantios clonais vem reduzindo a diversidade. Fica evidente que, para se obter indivíduos superiores (híbridos simples), é necessária a condução de programas de melhoramento visando à obtenção de novas combinações. A preocupação com a condução deste tipo de seleção já vem sendo citado na literatura (Zobel & Talbert, 1984; Zobel et al., 1987; Souvannavong, 1992; Zobel, 1993).

Considerando que o cruzamento entre determinadas espécies tem grande vigor híbrido, é possível inferir que o sucesso na obtenção de novos clones superiores deve ser esperado em programas de seleção recorrente recíproca, ou seja, processos cíclicos de melhoramento que visam à melhoria de uma população em cruzamento com outra (Hallauer & Miranda Filho, 1983; Souza Júnior, 2001). Desse modo, espera-se que, com os sucessivos ciclos seletivos, a capacidade de combinação das duas populações seja ampliada e incrementada a chance de extração de híbridos superiores.

Na área florestal a seleção recorrente recíproca vem sendo utilizada em vários programas de melhoramento tanto no exterior (Souvannavong, 1992; Denison & Kietzka, 1993) como no Brasil (Ferreira, 1992; Andrade et al., 2001). A evolução nos estudos de fenologia e o desenvolvimento das técnicas de polinização controlada têm tornado a produção de híbridos controlados mais eficiente, o que tem permitido um grande avanço nos programas de seleção recorrente recíproca em eucalipto, (Pereira, 2001).

Outro fato que foi realçado é a necessidade de avaliar um número crescente de clones. Fica claro também que as diferenças a serem detectadas serão cada vez menores, exigindo para se ter sucesso, experimentos bem delineados e conduzidos, isto é, com a maior precisão experimental possível.

## **2.2 Princípios Básicos da Experimentação**

Na condução de experimentos que visem à seleção de famílias e/ou clones superiores devem ser empregados todos os princípios básicos da experimentação agrícola, que foram propostos por Fisher, no início do século XX, ou seja: casualização, repetição e controle local.

A casualização é importante para que os erros sejam independentes, segundo Cochran & Cox (1957) “a casualização é algo como um seguro, uma precaução contra um distúrbio que pode ou não ocorrer, e que pode ser ou não sério, se porventura ocorrer.” A casualização pode ser facilmente obtida em vários programas disponíveis atualmente. Especialmente na área florestal, quando os experimentos são conduzidos em vários locais, é importante que seja realizada uma casualização para cada situação.

A repetição dos tratamentos é indispensável para se proceder aos testes das hipóteses, pois sem ela não é estimado o erro experimental. Quando se efetua um experimento, a principal meta é obter o desempenho médio dos clones e /ou famílias com a menor variância possível, para se ter confiabilidade nos

dados obtidos. A variância das médias é obtida pela expressão:  $s^2/r$ , em que  $s^2$  é a variância do erro e  $r$  é o número de repetições. Em princípio, quanto maior o número de repetições menor é a variância das médias e mais verossímeis são as médias obtidas. Contudo, há vários fatores que devem ser ponderados para se escolher o número de repetições a serem utilizadas, entre eles os seguintes:

i) Número de tratamentos. Como já mencionado, futuros progressos no melhoramento irão demandar a avaliação de um número crescente de clones e/ou famílias. Como sempre há limitação de recursos na condução de experimentos, é impraticável utilizar-se de número elevado de repetições. Alguns trabalhos já foram realizados visando à identificação do melhor número de repetições e tratamentos para se ter maior sucesso seletivo (Wricke & Weber, 1986; Castro et al., 1993; Bos & Caligari, 1995; entre outros).

A maioria dos trabalhos visando à escolha do melhor número de repetições para uma dada situação, são realizados por meio de simulação. Em um destes trabalhos Bos & Caligari (1995) apresentam a expressão que fornece o ganho esperado quando se utiliza  $j$  repetições em relação ao ganho que seria obtido com apenas uma repetição. Na Tabela 2, descrita por Bos & Caligari (1995), são apresentadas algumas das situações simuladas pelos referidos autores, a partir de um número fixo de parcelas. Observa-se que a seleção utilizando apenas uma repetição só é viável se a herdabilidade for superior a 50%. Considerando que as diferenças a serem detectadas no futuro serão cada vez menores, a possibilidade de se trabalhar com caráter de herdabilidade superior a 50% é restrita, implicando que deverão ser conduzidas avaliações utilizando mais de uma repetição em detrimento de um maior número de famílias e/ou clones. Contudo, fica também evidente que, mesmo para condições de herdabilidade relativamente baixa, o número de repetições não é necessariamente grande.

Outro trabalho foi conduzido com *Eucalyptus camaldulensis* nas condições do noroeste do estado de Minas Gerais por Castro et al. (1993). Para isto, partiram de uma avaliação de famílias de meios-irmãos, conduzida em três locais e com oito repetições. Com os componentes genéticos e fenotípicos estimados a partir das análises de variância foi possível simular qual a melhor combinação de número de famílias, locais e repetições para se ter a maior eficiência seletiva. De um modo geral, ficou evidenciado que os maiores ganhos foram obtidos com menor número de repetições. Isto porque, com o número total de parcelas fixas, com menor número de repetições há condições de se avaliar um maior número de famílias e aplicar maior intensidade de seleção.

ii) Disponibilidade de material experimental. Especialmente no caso da avaliação clonal, nas etapas iniciais, é praticamente impossível obter um grande número de mudas. Assim, mesmo que o melhorista tenha interesse, o número de repetições não pode ser grande.

Uma alternativa seria a utilização de parcelas de menor dimensão. Este aspecto será discutido com mais detalhe posteriormente. Entretanto, já há evidências em algumas espécies cultivadas de se utilizar microparcelsas sem sérios prejuízos para a eficiência seletiva (Bertolucci et al., 1991; Castro et al., 1993; Camacho, 1998; Viana, 1999).

iii) Porcentagem desejada de discriminação dos tratamentos. Como já enfatizado, a variância das médias é função direta do número de repetições. Assim, para se detectar a maior porcentagem de diferenças significativas entre os tratamentos, deve-se utilizar um número de repetições apropriados. Trabalhos de simulação a esse respeito foram realizados por Conagin & Zimmermann (1990). Eles simularam o número de repetições necessário para se detectar diferenças de 25% entre o melhor tratamento e a testemunha. Na Tabela 3, verifica-se que se o experimento tem alto valor do coeficiente de variação, com 3 repetições seriam

detectados apenas 2% das significâncias existentes pelo teste de Tukey. Já com 12 repetições e coeficiente de variação de 15%, esse valor passaria para 74%.

No setor florestal a principal dificuldade na condução dos experimentos é a área ocupada por cada planta, exigindo áreas extensas sobretudo quando o número de tratamentos é grande. Nessa situação é praticamente impossível obter homogeneidade em toda a extensão do experimento, sendo imperativa a adoção de procedimentos que, na maior magnitude possível, diminuam e quantifiquem o erro experimental. O emprego de delineamentos mais apropriados na distribuição dos tratamentos, é um modo de atenuar os problemas já mencionados de heterogeneidade ambiental. Há algumas opções de delineamentos que são discutidos nos compêndios de experimentação agrícola e não serão detalhados aqui (Gomes, 1987; Steel et al., 1997; Ramalho et al., 2000) e trabalhos específicos para experimentos na área florestal (Zobel & Talbert, 1984; Magnussen, 1993).

Em consulta feita junto a melhoristas de várias empresas do setor florestal brasileiro, foi possível verificar que, durante a etapa de avaliação de clones, ocorrem grandes diferenças em termos de delineamentos utilizados (Tabela 4). No passado o delineamento mais empregado foi o de blocos casualizados, mas a tendência, com o aumento do número de tratamentos a serem avaliados, é de se utilizar blocos incompletos, especialmente os blocos aumentados e os látices.

**TABELA 2 - Estimativas da relação entre o ganho esperado com a seleção quando se utilizam  $j$  (2, 3 ...  $r$ ) repetições e a utilização de apenas uma repetição na avaliação de famílias (GS $_j$ /GS $_1$ ). Considerou-se  $N$  parcelas sendo avaliadas e um número  $n$  constante de famílias sendo selecionadas.**

S	$s_j$	r	$h^2$				
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0,005	0,01	2	1,244	1,192	1,145	1,103	1,066
0,005	0,015	3	1,380	1,278	1,195	1,127	1,069
0,005	0,02	4	1,568	1,323	1,214	1,128	1,059
0,01	0,02	2	1,223	1,171	1,125	1,084	1,048
0,01	0,03	3	1,344	1,244	1,164	1,097	1,041
0,01	0,04	4	1,425	1,276	1,171	1,088	1,021
0,02	0,04	2	1,200	1,149	1,104	1,064	1,028
0,02	0,06	3	1,296	1,200	1,123	1,059	1,005
0,02	0,08	4	1,347	1,214	1,114	1,035	0,972
0,03	0,06	2	1,180	1,130	1,085	1,046	1,011
0,03	0,09	3	1,258	1,165	1,090	1,028	0,975
0,03	0,12	4	1,289	1,162	1,066	0,991	0,930
0,04	0,08	2	1,163	1,114	1,070	1,031	0,997
0,04	0,12	3	1,224	1,133	1,066	0,999	0,948
0,04	0,16	4	1,240	1,118	1,026	0,953	0,894
0,05	0,10	2	1,146	1,097	1,054	1,016	0,982
0,05	0,15	3	1,192	1,104	1,032	0,973	0,942
0,05	0,20	4	1,191	1,073	0,985	0,915	0,859
0,06	0,12	2	1,132	1,084	1,042	1,004	0,970
0,06	0,18	3	1,162	1,076	1,006	0,949	0,900
0,06	0,24	4	1,145	1,032	0,948	0,880	0,826

Sendo:  $s$ : proporção selecionada com uma repetição;  $s_j$ : proporção selecionada com  $j$  repetições;  $h^2$ : herdabilidade

Fonte: Bos & Caligari (1995)

**TABELA 3 - Percentagem de discriminação entre o melhor tratamento e a testemunha, considerando experimentos com diferentes números de repetições e coeficientes de variação.**

Teste estatístico utilizado	Número de repetições	Coeficiente de variação (%)	
		15	25
T		72	19
Tukey	3	5	2
T		88	47
Tukey	6	15	2
T		100	82
Tukey	12	74	13

Adaptado: Conagin & Zimmermann (1990)

Comparações entre delineamentos não são frequentes na literatura. Uma das poucas referências encontradas foi um trabalho realizado no Brasil, avaliando famílias de eucalipto (Souza, 1997). A autora comparou os delineamentos de blocos aumentados, blocos completos casualizados e látice. Comparou também algumas alternativas de análises espacial, as quais não serão comentadas aqui. Ela verificou que o delineamento de blocos aumentados pode ser útil nas etapas iniciais de um programa de melhoramento de plantas por permitir a avaliação de um grande número de genótipos, utilizando menor área e quantidade de insumos, conferindo maior facilidade de planejamento e condução, e sem ter a análise afetada pela perda de tratamentos regulares. Apesar de ter obtido a menor precisão das estimativas, não chega a comprometer o seu emprego, principalmente se na seleção for aplicada baixa intensidade de seleção.

O emprego do delineamento de látice deve ser estimulado, pois em quase todas as situações, em várias espécies cultivadas, ele tem se mostrado mais eficiente que o delineamento de blocos completos casualizados (Marques Júnior,

1997; Souza, 1997). Deve ser enfatizado que a diferença entre estes dois delineamentos é apenas no sorteio. No látice há restrição no arranjo dos tratamentos dentro de cada repetição. Se o látice não for eficiente, pode-se proceder à análise em blocos casualizados sem nenhum problema. Assim, o emprego do látice é um seguro contra uma possível heterogeneidade que possa ocorrer dentro das repetições, que a priori não se tem condições de verificar.

### **2.3 Fatores que Afetam a Precisão Experimental**

Os experimentos de campo, como comentado anteriormente, visam avaliar de forma comparativa os materiais genéticos, podendo estes serem oriundos de estágios iniciais de melhoramento ou tratar-se de materiais em fase de liberação para plantio comercial. Para se obter uma melhor acurácia na seleção destes materiais é necessário conseguir uma boa precisão experimental (Bertolucci et al., 1991; Viana, 1999; Ramalho et al., 2000).

Quando se fala em precisão, refere-se em obter a menor estimativa possível do quadrado médio do erro experimental. Assim, deve-se conhecer as principais fontes de erro experimental. Nestas estão envolvidos fatores, dos quais podem-se citar a heterogeneidade do material experimental, a heterogeneidade do solo, o tamanho e a forma de parcela, o número de repetições e desuniformidade de estande, além das possíveis interações entre os genótipos e os ambientes aos quais eles estão submetidos. Depreende-se que todos os fatores que afetam o erro devem ser observados pelos melhoristas, visando à ampliação da eficiência do processo seletivo. A literatura trata com detalhes alguns desses fatores (Fehr, 1987; Petersen, 1994; Kempton, 1997; Steel et al., 1997; Ramalho et al., 2000), os quais serão comentados aqui, com ênfase no contexto do melhoramento florestal.

**TABELA 4 - Informações sobre estratégias de avaliação de clones nas empresas florestais brasileiras.**

Empresa	Delineamento	Número		Tamanho da Parcela	Problemas Experimentais	Presença de ... - como analisa	Replanteio	Início da Pesquisa
		Clones	Repetições					
1 (Gerdau)	Blocos Casualizados	63 + 1 controle	4	5 plantas em linha	Falha	Análise visual, repete tratamento no próximo ano	Até 30 dias, marca no croqui	1992
2 (Cenibra)	Blocos Casualizados	200	5	5 plantas em linha	Ventos	Testes implantados sem falha (< 1%)	Até 30 dias	1977
3 (Aracruz)	Alpha Látice	200 a 400	30 a 40	1 planta	Bifurcação causada por insetos, controle de mato	BLUP para sobrevivência	Até 90 dias	1986
4 (Celpav)	Blocos Casualizados	25	6	10 plantas em linha	Falha	Utilizando médias de parcela	Até 30 dias	1990
5 (Bahia Sul)	Blocos Casualizados (BC), Blocos Aumentados (BA)	+ de 50/teste não tem limite	BC = 5 BA = 3	5 plantas em linha	Controle de mato	Desbalanceado, utiliza o SAS	Até 10 dias	1989
6 (Veracel)	Blocos Casualizados	50 a 300	4 a 5	6 a 10 plantas	Falta de mudas para repetir em vários ambientes	No momento não analisa	Até 40 dias	1988
7 (Riocell)	Blocos Casualizados	Até 100, Acima de 100	10	6 plantas, 1 planta	Idade de mudas	Utilizando médias de parcela	Até 30 dias	1985
8 (International Paper)	Blocos Casualizados	50 a 100	6	5 plantas em linha	Falha	Utilizando média de parcela	25 a 35 dias	1983
9 (V & M Florestal)	Blocos Aumentados (BA), Látice Balanceado / trat. Comuns	BA = 400 Látice = 25	BA = 20 Látice = 6	BA = 5 plantas em linha; Látice = 4 linhas de 5 plantas	Falha	Utilizando médias de parcela	Até 30 dias	1985

i) Heterogeneidade do material experimental. Como já salientado, a estimativa do erro experimental corresponde ao quadrado médio da fonte de variação do erro nas análises da variância. A esperança matemática dessa fonte de variação mostra que ela contém dois componentes, isto é:  $E(QM_{\text{erro}}) = \sigma_d^2 + k\sigma_e^2$  (Vencovsky, 1987), em que  $\sigma_d^2$  corresponde a variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas e por ser fenotípica, dependendo da situação pode conter uma fração genética ( $\sigma_{gd}^2$ ) e outra ambiental ( $\sigma_w^2$ ), isto é,  $\sigma_d^2 = \sigma_{gd}^2 + \sigma_w^2$ . Esse  $\sigma_w^2$  corresponde à variação ambiental entre plantas dentro da parcela, e, portanto, sempre está presente. Entretanto ela pode ser reduzida procedendo-se a um bom manejo, sobretudo nas adubações, escolha de mudas o mais uniforme possível, controle da mata competição e outras práticas que devem ser bem homogêneas.

O componente  $\sigma_{gd}^2$ , em avaliações clonais é nulo, já que não há variações genéticas entre indivíduos do mesmo clone. Para outros tipos de famílias há variação genética e, portanto, dependendo do tipo de tratamento que está sendo avaliado, a heterogeneidade do material experimental contribuirá para ampliar a estimativa do erro. Veja que esta variação não tem como ser atenuada, é inerente ao material experimental.

A variação ambiental entre parcelas ( $\sigma_e^2$ ), outro componente do erro, é também possível de ser controlado, dentro de certos limites, pelos pesquisadores. O componente  $k$  refere-se ao número de plantas dentro das parcelas.

ii) Heterogeneidade do solo. Como já salientado os experimentos da área florestal ocupam áreas extensas. Além do mais, em alguns casos são áreas novas, recém desbravadas que apresentam heterogeneidade na distribuição dos restos culturais. O mesmo fato é observado em áreas de reforma, em que a distribuição dos restos culturais também é heterogênea, inclusive com diferença na movimentação do solo, ocasionada pela retirada de lenha e, em alguns casos,

também devido à eliminação dos tocos. Todos estes fatores contribuem para o aumento do erro experimental, por isso, alternativas devem ser utilizadas para atenuar o seu efeito.

A principal alternativa utilizada é a escolha do delineamento experimental, como já enfatizado. O controle local, pelo delineamento, visa reduzir a heterogeneidade do solo, pela divisão da distribuição dos tratamentos em blocos de menor dimensão, onde se espera que a homogeneidade seja a maior possível. Por isso, o delineamento de blocos casualizados foi e é amplamente utilizado no setor florestal brasileiro (Tabela 4). Mais recentemente, outras opções têm sido empregadas, especialmente os blocos incompletos do tipo látice. Neste ponto, também é imprescindível comentar a necessidade do rigor da homogeneidade das atividades a serem realizadas durante a implantação e condução dos experimentos.

Com as facilidades computacionais, outras opções certamente passarão a ser adotadas, especialmente aquelas que visam reduzir a heterogeneidade do solo como o delineamento alpha látice e métodos de análises espaciais, como descrito por Vivaldi (1990); Magnussen (1993); Gleeson (1997) e Portmann & Ketata (1997).

iii) Tamanho e forma de parcela. Esse aspecto é tratado com detalhe em várias publicações, mas tem significado mais expressivo na área florestal, pelas razões já comentadas anteriormente. O tamanho das parcelas utilizadas em ensaios de competição, variam com a cultura, a característica a ser avaliada, o número de sementes ou propágulos disponíveis, fase do programa de pesquisa, heterogeneidade do solo, o valor do erro experimental que é considerado aceitável, o delineamento experimental e também os custos envolvidos. O fato de se adotar mais de uma linha, deve-se principalmente à necessidade de minimizar ou evitar a competição entre parcelas (Fehr, 1987; Petersen, 1994; Portmann & Ketata, 1997).

A identificação do tamanho ideal das parcelas vem sendo realizada predominantemente por meio dos denominados ensaios em branco. Nesse caso, é plantada uma área relativamente grande com um único clone, ou uma única população oriunda de sementes. O que se espera é não só verificar a heterogeneidade do solo, como também identificar o número ideal de plantas por parcela para reduzir o erro. É estimado, por exemplo, o índice de heterogeneidade do solo ( $b$ ) por meio do relacionamento entre o tamanho da parcela e a variância por parcela (Smith, 1938). Sendo obtido pela expressão  $V_x = V/X^b$ , em que  $V$  é a variância por unidade básica (parcela);  $V_x$  é a variância das parcelas formadas da união de  $X$  unidades básicas e  $b$  como já salientado é o índice da variabilidade do solo, o qual varia de 0 a 1. Ele será 1 quando as parcelas forem não correlacionadas, isto ocorre quando o solo é altamente heterogêneo. O contrário ocorre quando o  $b$  tende para zero. Assim, quanto menor a estimativa do  $b$  mais uniforme é a área experimental.

A esta expressão pode ser associada também o fator custo. Neste caso, sendo  $k_1$  a parte do custo que é proporcional ao número de parcelas por tratamento e  $k_2$  a parte proporcional à área total por tratamento, o tamanho ótimo de parcela é estimado por:

$$X = \frac{b k_1}{(1-b) k_2}$$

A partir desses experimentos várias metodologias vêm sendo utilizadas visando à identificação do tamanho ótimo das parcelas (Bertolucci et al., 1991 e Viana, 1999). Um dos primeiros métodos utilizados foi o método da máxima curvatura, descrito por Federer (1955). Objetivando resolver problemas de tendenciosidade, foi proposto por Lessman & Atkins (1963) o aperfeiçoamento do método da máxima curvatura, chamado de Método da Máxima Curvatura Modificado. Outros métodos existentes são o Método de Papadakis (1937), o Método da Informação Relativa (Keller, 1949), o Método de Hatheway e

Williams (1958), o Método de Hatheway (1961), o Método de Otimização (Pablo e Castilho, 1966).

Os ensaios em branco têm sido relatados na área florestal. Um destes trabalhos foi o realizado por Wright & Freeland Jr. (1959), nos quais foram conduzidos dois testes; o primeiro foi constituído de 50 linhas com sete plantas em cada; neste caso, foram simulados tamanhos de parcela variando de uma a 35 plantas (5 linhas com 7 plantas cada). No segundo teste o tamanho da parcela variou de uma a 64 plantas (8 linhas de 8 plantas cada). Ambos os testes foram conduzidos utilizando-se sementes comerciais. Para cada arranjo de parcelas foi estimada a variância entre parcelas por meio da expressão:

$$V = \frac{\frac{\sum X^2}{n} - \frac{(\sum X)^2}{nr}}{r}$$

em que: V: variância entre parcelas; X: média da parcela; n: número de árvores por parcela; e r: número de repetições.

Para calcular a eficiência estatística relativa das parcelas contendo n plantas em relação às parcelas com uma planta, foi utilizada a seguinte expressão:  $V_1/V_n =$  eficiência, onde  $V_1$  e  $V_n$  são respectivamente a soma das variâncias para parcelas com uma e n plantas.

O número de repetições necessárias para detectar diferença significativa entre médias foi obtido pela seguinte expressão:

$$t = \frac{d}{\sqrt{V_2/r}}, \text{ em que } t: \text{ t de Student e } d: \text{ diferença mínima detectada;}$$

podendo ser simplificada para  $r = \frac{8V}{d^2}$ , se: t de Student for igual a 2.

Em ambos os testes ocorreu decréscimo na eficiência estatística com o aumento no tamanho da parcela. Por exemplo, no primeiro teste, as parcelas

compostas de 35 plantas necessitaram de 23 repetições (805 plantas) para ter a mesma precisão estatística quando comparada a uma planta por parcela com 100 repetições (100 plantas). As parcelas com 35 árvores tiveram uma eficiência de apenas 12% quando comparado com parcelas de uma planta. Conforme Wright & Freeland Jr. (1959), o emprego de parcelas grandes geralmente resulta em eficiência estatística mais baixa e aumento nos custos, sem melhoria no nível da informação.

No Brasil, o trabalho de Simplicio et al. (1996), empregando o método de Hatheway e Willians para *Eucalyptus grandis*, concluíram que, para ensaio homogêneo ( $CV < 10\%$ ) e com mais de 5 tratamentos (clones), as parcelas com 8 plantas úteis (2 linhas de 4 plantas) representam um tamanho razoável em ensaio de blocos casualizados e com 4 repetições. Outro trabalho nesta área foi o desenvolvido por Silva (2001), o qual avaliou quatro testes clonais, implantados no delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições e parcelas quadradas de 25 plantas (5 x 5). Foram simulados diferentes tamanhos de parcela, variando de 2, 3, 4, 5, 9, 10, 15, 20 e 25 plantas. Utilizando estas simulações foram determinados o tamanho ótimo das parcelas pelos métodos da máxima curvatura modificada, coeficiente de correlação intraclasse e pela análise visual. Os resultados mostram que o emprego de 5 a 10 plantas na parcela apresentam boa precisão experimental, sendo recomendada em situações com limitações de mudas, teste de um grande número de clones e seleção precoce. Apesar dos resultados com parcelas menores terem apresentado boa eficiência, o autor enfatiza que, para uma melhor definição do clone a ser recomendado ao plantio comercial, parcelas quadradas maiores e/ou plantios piloto, são os mais indicados.

Embora os resultados obtidos em ensaios em branco forneçam informações vitais, a generalização dos resultados é muito limitada. Isto porque a informação é válida para um local específico. Como na área florestal, os

experimentos acompanham a rotina dos plantios realizados anualmente, isto é, não há uma área experimental específica, os resultados dos ensaios em branco são limitados. Por isto, outras alternativas têm sido empregadas. A maioria delas partindo de experimentos já implantados. Uma delas é o emprego da metodologia proposta por Pimentel Gomes (1984), citado por Gomes & Couto (1985), em que utiliza o coeficiente de correlação intraclasses relativo às árvores dentro de cada parcela e define como tamanho ótimo o número  $k$  de árvores úteis que minimize a variância da média de um tratamento para um número total de árvores  $N$ , considerado fixo. Isto equivale a minimizar a variância da média para uma área fixa do ensaio, ou, ao contrário, tornar mínima a área do experimento, para obter uma variância dada para a média de cada tratamento.

Outra metodologia de análise é apresentada por Lee (1983), em que são realizadas várias análises de variância em função da interação entre o tamanho da parcela, o número de repetições e de materiais genéticos avaliados. Para cada análise de variância é obtido o erro padrão, sendo este parâmetro utilizado para determinar a eficiência da amostra.

Uma outra estratégia é, a partir das estimativas das variâncias fenotípica e genética, simular a resposta esperada com a seleção, por meio de diferentes números de plantas por parcela. Um estudo desta natureza foi realizado por Castro et al., (1993), com 100 famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*, oito repetições e seis plantas por parcela, implantado em três locais. Nestes testes, fixou-se o número de plantas em 4800 e, a partir deste valor, simularam-se diferentes números de plantas na parcela, repetições e famílias, visando verificar o ganho com a seleção. Os resultados mostraram que, excetuando as avaliações com duas repetições, em todos os outros casos, houve redução no ganho esperado com o aumento no número de plantas na parcela. O principal motivo é a redução no número de famílias a serem avaliadas, isto é, para quatro repetições e duas plantas por parcela é possível avaliar 600 famílias,

ao passo que com dez plantas por parcela, e o mesmo número de repetições o número de famílias passa a ser de apenas 120, promovendo uma redução na intensidade de seleção.

Embora este assunto seja amplamente pesquisado não foram encontrados relatos em que os mesmos genótipos fossem avaliados em experimentos distintos com diferente número de plantas por parcela. Essa é uma situação ideal, pois quando se efetuam sub-amostras dentro de uma mesma área, quase nunca há completa independência das amostras vizinhas.

Quando se discute o tamanho das parcelas, além do número de plantas propriamente dito, há outros aspectos importantes, tais como o formato da parcela e a necessidade de bordadura. Há inúmeros trabalhos realizados com plantas anuais que mostram, a partir de um número constante de planta por parcela, a vantagem do emprego de mais de uma linha de plantas na parcela (Bertolucci et al., 1991; Camacho, 1998, Viana, 1999). Comentando a este respeito, Fehr (1987) diz que isto ocorre porque há diminuição no erro experimental devido à redução na competição intergenotípica. Essa redução é estimada pela seguinte expressão:

$$\text{Redução na competição intergenotípica} = \frac{(\text{número de linhas por parcela} \times 2) - 2 \text{ lados}}{\text{número de linhas por parcela} \times 2}$$

assim,

com 2 linhas por parcela a competição é reduzida em 50% ou seja:

$$\frac{2 \times 2 - 2}{2 \times 2} = \frac{1}{2}$$

Já com 3 linhas a redução na competição é de 66,6%, isto é:

$$\frac{3 \times 2 - 2}{3 \times 2} = \frac{2}{3}$$

A questão da necessidade de bordadura nas parcelas é bem polêmica, contudo, a grande maioria dos trabalhos até então realizados evidenciam que não

há grande vantagem em se utilizar bordadura, mas sim o emprego de parcelas com forma tendendo mais para quadrada (Bertolucci et al., 1991; Portmann & Ketata, 1997; Kempton, 1997).

Utilizando dados de teste clonal, conduzidos no estado de São Paulo, Andrade et al., (1997) evidenciaram este fato. A parcela experimental adotada continha cinco linhas de cinco plantas, sendo consideradas como úteis as nove centrais, sendo avaliados 25 clones em um experimento e 12 em outro aos 64 meses de idade. Os experimentos foram implantados em locais distintos. Procedeu-se inicialmente à análise de variância considerando apenas a área útil e a área total. Observe pelos dados apresentados na Tabela 5 que os resultados foram praticamente o mesmo para as duas situações, nos dois ambientes. Além do mais, as análises utilizando todas as plantas da parcela apresentaram sempre menor estimativa do coeficiente de variação, portanto, maior precisão do que aquelas envolvendo apenas a área útil.

Utilizando os mesmos dados procurou-se identificar o efeito da linha de plantio e uma possível interação linhas x clones (Tabela 6). Neste caso, não ocorreram diferenças significativas para nenhuma das situações, ou seja, este arranjo não alterou o desempenho relativo dos clones, mostrando também que a utilização de bordadura interna para evitar a competição entre os clones é desnecessária. Complementando esta informação foi estimado o coeficiente de correlação de Spearman. As altas estimativas encontradas indicaram que a classificação dos clones considerando a área total ou a área útil foi praticamente a mesma, permitindo concluir que mesmo se a parcela fosse constituída de apenas uma linha, o resultado seria o mesmo.

TABELA 5 - Resumo da análise de variância para a característica DAP considerando as áreas total e útil dos dois experimentos.

Experimento		QM Clones	Média	CV (%) <sup>1/</sup>
1	Área total	7,258**	13,36	4,19
	Área útil	5,158**	13,36	5,31
2	Área total	6,977**	12,37	4,56
	Área útil	4,502**	12,37	6,59

\*\* : teste de F significativo a 1% de probabilidade

<sup>1/</sup> coeficiente de variação experimental

TABELA 6 - Resumo da análise de variância dos experimentos de avaliação de clones de eucalipto, utilizado para verificar o efeito das linhas de plantio nas parcelas.

FV	Experimentos			
	1		2	
	GL	QM	GL	QM
Blocos	4	11,676	4	2,811
Clones (C)	22	36,221**	11	34,588**
Erro (a)	88	1,589	44	1,597
Linhas (L)	4	0,250	4	0,112
Erro (b)	16	1,194	16	0,530
C x L	88	0,941	44	1,492
Erro (c)	352	0,828	176	1,363
CV (%)		6,80		9,43
Média		13,36		12,37

\*\* : teste de F significativo a 1% de probabilidade

Conforme Andrade et al., (1997), do total de plantas da parcela, somente de 24% a 36% das plantas são efetivamente utilizadas nas análises, sendo as demais utilizadas como bordadura. Isto é um fator limitante para a avaliação de um grande número de clones, devido à necessidade de um grande número de

mudas e também ao tamanho da área experimental. Estas parcelas podem variar em tamanho, desde uma planta a várias plantas por parcela, sendo a parcela formada por uma ou mais linhas de plantio, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Uma observação importante, especialmente na área florestal é se os resultados de experimentos obtidos utilizando parcelas pequenas podem ser extrapolados para condições de cultivo extensivos. Especialmente os profissionais que trabalham com manejo, levantam dúvida sobre esta possibilidade. Inclusive é comum na área florestal o emprego dos denominados plantios piloto dos clones, em fase de recomendação. Nesse caso, eles são plantados em áreas mais extensas. Segundo relatos de pesquisadores brasileiros, esta estratégia de plantios piloto é até mais eficiente para a indicação de novos clones para plantio em escala comercial.

Há escassez de informações a esse respeito. Na área florestal, por exemplo, não foi encontrado nenhum relato comparando desempenho de clones em experimentos e posteriormente em plantios comerciais. Contudo, em trigo, Yan et al. (2002) comparam o desempenho de cultivares de trigo em parcelas experimentais pequenas com os obtidos pelos mesmos cultivares, em nível de propriedade rural. Verificaram que a concordância foi muito boa. Concluíram que os experimentos conduzidos com parcelas pequenas forneceram dados úteis para a recomendação de cultivares.

iv) Desuniformidade de estande. Quando se conduz um experimento, uma das premissas é que todas as parcelas terão o mesmo número de indivíduos, ou seja, o mesmo estande. Infelizmente isto nunca ocorre. Vários fatores contribuem para que algumas plantas não sobrevivam. A desuniformidade de estande é, portanto, um problema comum a todos os experimentos de campo e por isso mesmo tem sido objeto de pesquisa em várias espécies cultivadas (Fernandes et al., 1989; Veronesi et al., 1995, Schmildt, 2000). Em quase todos

os casos os experimentos foram conduzidos com espécies anuais. Mesmo nesta situação o efeito da diferença de estande, entre espécies, é pronunciado. Nas culturas do feijão e arroz, por exemplo, o problema não é muito sério, pois as plantas vizinhas às falhas, na maioria dos casos, apresentam produtividade maior o suficiente para compensar as falhas (Gomez & Gomez, 1984; Fernandes et al., 1989).

Em outras espécies como o milho, a compensação não é total e, portanto, é necessária a utilização de alternativas que possam atenuar o seu efeito (Vivaldi, 1990; Vencovsky & Barriga, 1992; Veronesi et al., 1995). No caso do milho, um dos procedimentos mais antigos é o emprego da expressão de Zuber (1942), ou seja:

$$Y_{cij} = \frac{Y_{ij} [N - a(N - X_{ij})]}{X_{ij}}$$

em que:

$Y_{cij}$  : produtividade corrigida da ij-ésima parcela

$Y_{ij}$  : produtividade observada da ij-ésima parcela

$N$  : número ideal de plantas na parcela

$X_{ij}$  : número de plantas observado na ij-ésima parcela

$a$  : coeficiente de compensação por ausência de competição.

A expressão de Zuber (1942) tem como principal restrição a utilização do fator de compensação constante. Visando corrigir este problema, Vencovsky & Cruz (1991) propuseram uma modificação na expressão de Zuber (1942), substituindo o fator de compensação constante por um coeficiente ( $a$ ) estimável a partir dos dados experimentais de regressão residual da variável  $Y_{ij}$  corrigida por regra de três, em função do número de falhas nas parcelas e  $\bar{k}$  a produtividade média por planta, ou seja  $\bar{Y} = Y_{..} / X_{..}$ .

Uma outra proposição recomendada é o emprego de covariância (Vencovsky & Barriga, 1992). Neste caso, é efetuada a análise de covariância considerando o número de plantas por parcela como sendo a variável independente (X) e a produtividade ou outro caráter sob avaliação, como variável dependente (Y). O ajuste pode ser realizado em função do estande médio, o que é mais comum e existem programas de computação que já fazem este ajuste, ou o estande ideal. Neste último caso, é estimado o coeficiente de regressão linear, e empregando este coeficiente é realizado o ajuste por parcela considerando o número ideal de plantas. Esse procedimento é preferível quando serão realizadas análises conjuntas, para que os ajustes do estande de todos os experimentos sejam efetuados com o mesmo número de plantas por parcela.

No caso de plantas perenes, a variação entre plantas individuais contribuem mais para o erro experimental do que a variação posicional na área experimental. Isto se deve em virtude do experimento se estender por vários anos, podendo ser afetados por perda de plantas antes do teste ter sido concluído. Isto significa que muitos cuidados devem ser tomados na escolha do delineamento, uma vez que as perdas de plantas não podem afetar de forma significativa a análise dos dados das plantas remanescentes (Petersen, 1994). Quando a perda de plantas ocorre no início do teste, uma alternativa para a solução é a adoção do replantio. Entretanto se esta falha ocorre após o período adequado para o replantio, a melhor alternativa é ajustar os resultados para o efeito da desuniformidade de estande.

Algumas considerações, conforme Petersen (1994), podem ser feitas com relação à perda de plantas na parcela. Se a parcela é de uma planta, a perda da planta equivale à perda da parcela, e procedimentos de parcela perdida podem ser usados para a análise dos dados. Por outro lado, a perda de poucas plantas em uma parcela, contendo um grande número de plantas, causa um pequeno efeito se o número de plantas remanescentes fornecer uma medida razoável da

produtividade da parcela. Com parcelas de tamanho médio algumas situações podem ocorrer devido à perda de plantas: 1- considerar todas as parcelas com muitas falhas como perdidas, procedendo-se à análise; 2- coletar os dados apenas das plantas competitivas.

Não foi encontrado relato de efeito de perdas de plantas nas parcelas em experimentos com eucalipto, conduzidos no Brasil, bem como se o replantio é uma estratégia viável para atenuar o efeito de perdas de plantas que ocorram nos primeiros dias após a implantação dos experimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, H. B.; SOARES, A. R.; RAMALHO, M. A. P.; DAVID, A. C. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* L' Hérítier (Myrtaceae) nas regiões norte e noroeste do Estado de Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 215-229, set./dez. 1994.
- ANDRADE, H. B.; MARQUES JUNIOR, O. G.; RAMALHO, M. A. P. Avaliação da eficiência de utilização de bordaduras internas em testes clonais. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. Anais... Salvador, 1997. v. 1, p. 91-94.
- ANDRADE, H. B.; ALTHOFF, P.; OLIVEIRA, A. C.; RAMALHO, M. A. P. Contribuição da área de pesquisa e desenvolvimento no aumento da produção de biomassa na V&M Florestal. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE USO DA BIOMASSA PLANTADA PARA PRODUÇÃO DE METAIS E GERAÇÃO DE ELETRICIDADE, 1., 2001, Belo Horizonte. Anais. . . Belo Horizonte, 2001.
- BERTOLUCCI, F. L. G.; RAMALHO, M. A. P.; DUARTE, G. S. Alternativas de tamanho e forma da parcela para avaliação de progênies do feijoeiro. (*Phaseolus vulgaris* L. ) *Ciência e Prática*, Lavras, v. 15, n. 3. p. 295-305, out./dez. 1991.
- BOS, I.; CALIGARI, P. *Selection methods in plant breeding*. London: Chapman & Hall, 1995. 347 p.
- CAMACHO, P. E. Tamanho da amostra para avaliação de famílias de meio-irmãos de milho. 1998. 89 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CAMPINHOS Jr., E.; IKEMORI, Y. K. Produção massal de *Eucalyptus spp* através de estaquia. *Silvicultura*, São Paulo, v. 8, n. 32, p. 770-75, set./out. 1983.
- CASTRO, N. H. A.; ANDRADE, H. B.; RAMALHO, M. A. P. Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 213-223, maio/ago. 1993.
- COCHRAN, N. G.; COX, G. M. *Experimental designs*. 2. ed. New York: John Wiley, 1957. 611 p.

CONAGIN, A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Seleção de materiais nos trabalhos de melhoramento de plantas. II. Poder discriminativo de diferentes testes estatísticos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 10, p. 1415-1428, out. 1990.

COMSTOCK, R. E. Selection procedures in corn improvement. In: ANNUAL HYBRID CORN INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 19., 1964, Washington. *Proceedings....* Washington, 1964. n. 19, p. 87-94.

DENISON, N. P.; KIETZKA, J. E. The use and importance of hybrid intensive forestry in South Africa. *South Africa Forestry Journal*, Pretória, n. 165, p. 55-60, 1993.

FEHR, W. R. Field-plot techniques. In: \_\_\_\_\_. *Principles of cultivar development*. New York: Mac Millan Publishing Company, 1987. p. 261-86.

FERNANDES, M. I. P. S.; RAMALHO, M. A. P.; LIMA, P. C. Comparação de métodos de correção em estandes de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 8, p. 997-1002, ago. 1989.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. *IPEF*, Piracicaba, v. 45, p. 22-30, 1992.

GLEESON, A. C. Spatial analysis. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). *Statistical methods for plant variety evaluation*. London: Chapman & Hall, 1997. p. 68-83.

GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467 p.

GOMES, F. P.; COUTO, H. T. Z. O tamanho ótimo de parcela experimental para ensaios com eucalipto. *IPEF*, Piracicaba, v. 31, p. 75-77, 1985.

GOMEZ, K. A.; GOMEZ, A. A. *Statistical procedures for agricultural research*. 2. ed. New York: John Wiley, 1984. 680 p.

GONÇALVES, F.; REZENDE, G. D. S. P.; BERTOLUCCI, F. L. G.; RAMALHO, M. A. P. Progresso genético por meio de seleção de clones de eucalipto em plantios comerciais. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 295-301, maio/jun. 2001.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 1983. 468 p.

**KAGEYAMA, P. Y. Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. 1980. 125 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.**

**KEMPTON, R. A. Interference between plots. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). *Statistical methods for plant variety evaluation*. London: Chapman & Hall, 1997. p. 101-116.**

**LEE, C. H. Statistical efficiency varies with plot size, number of replications and seedlots sampled. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 32, n. 1/2, p. 49-52, 1983.**

**LESSMAN, K. L.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. *Crop Science*, Madson, v. 3, n. 6. p. 477-481, Nov./Dec. 1963.**

**MAGNUSSEN, S. Design and analysis of tree genetic trials. *Canadian Journal Forest Research*, Ottawa, v. 23, n. 7, p. 1144-1149, July 1993.**

**MARQUES JÚNIOR, O. G. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e avaliação da eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. 1995. 69 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**

**MARQUES JÚNIOR, O. G. Eficiência de experimentos com a cultura do feijão. Lavras: UFLA, 1997. 80 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**

**ODA, S.; MENCK, A. L. de S.; VENCOSKY, R. Problemas no melhoramento clássico do eucalipto em função da alta intensidade de seleção. *IPEF*, Piracicaba, v. 41/42, p. 8-14, 1989.**

**PEREIRA, A. B. Avaliação da eficiência da seleção precoce em famílias de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Na região nordeste do Estado de Minas Gerais. 1996. 68 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**

**PEREIRA, R. C. Alternativas para melhorar a eficiência dos cruzamentos em programas de melhoramento de *Eucalyptus*. 2001. 41 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**

**PETERSEN, R. G. Agricultural field experiments: design and analysis. New York: Marcel Dekker, 1994. 409 p.**

**PORTMANN, P.; KETATA, H. Field plot technique. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). Statistical methods for plant variety evaluation. London: Chapman & Hall, 1997. p. 9-18.**

**RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. Experimentação em genética e melhoramento de plantas. Lavras: UFLA, 2000. 303 p.**

**SCHMILDT, E. R. Correção de rendimento de parcelas, estratificação ambiental e adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho. 2000. 110 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.**

**SILVA, R. L. Influência do tamanho da parcela experimental em testes clonais de eucalipto. 2001. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.**

**SIMPLÍCIO, E.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. de; SOARES, A. R. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. I. Parcelas Retangulares. Cerne, Lavras, v. 2, n. 1, p. 53-65, 1996**

**SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yield of agricultural crops. The Journal of Agricultural Science, Cambridge, v. 28, n. 1, p. 1-23, Jan. 1938.**

**SOUVANNAVONG, O. Development of high-yielding clonal plantations of *Eucalyptus* hybrids in the Congo. In: BAKER, F. W. G. (Ed). Rapid propagation of fast-growing wood species. Wallingford: CAB International, 1992. p. 109-113.**

**SOUZA, E. A. Alternativas experimentais na avaliação de progênies em programas de melhoramento genético vegetal. 1997. 122 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.**

**SOUZA Jr, C. L. Melhoramento de espécies alógamas. In. NASS, L. L.;**

VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos & melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 159-200.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics; a biometrical approach**, 3. ed. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1997. 666 p.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: \_\_\_\_\_. **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VENCOVSKY, R.; CRUZ, C. D. Comparação de métodos de correção de rendimento de parcelas com estandes variados. I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 169-174, fev. 1991.

VERONESI, J. A.; CRUZ, C. D.; CORREA, L. A.; SCAPIM, C. A. Comparação de métodos de ajuste do rendimento de parcelas com estandes variados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 169-174, fev. 1995.

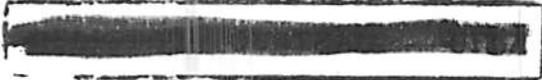
VIANA, A. E. S. **Estimativas do tamanho e forma de parcelas e características do material de plantio em experimentos com mandioca (*Manihot esculenta Crantz*)**. 1999. 132 p. Tese (Doutorado em) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VIVALDI, L. J. Comparação entre métodos de análise espacial de experimentos de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 77-84, jan. 1990.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J. M.; PIRES, I. E.; ANDRADE, H. B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus spp* por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 181-186, mar./abr. 2000.

WRICKE, G.; WEBER, W. E. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. Berlin: Walter of gruyter, 1986. 406 p.

WRIGHT, J. W.; FREELAND, J. R. F. D. Plot size in forest genetic research. **Paper of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters**, Michigan, v. 44, p. 177-182, 1959.



XAVIER, A. Variabilidade genética de óleo essencial e de crescimento em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus citriodora* Hook. 1993. 72 p. (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, viçosa, MG

YAN, W.; HUNT, L. A.; JOHNSON, P.; STEWART, G.; LU, X. On-farm strip trials vs. replicated performance trial for cultivar evaluation. *Crop Science*, Madson, v. 42, n. 2, p. 385-393, Mar./Apr. 2002.

ZOBEL, B. J. Clonal forestry in the eucalypts. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. (Ed.). *Clonal forestry II: conservation and application*. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 139-48.

ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. *Applied forest tree improvement*. New York: John Willy, 1984. 505 p.

ZOBEL, B. J.; VAN WYK, G.; STAHL, P. *Growing exotic forests*. New York: John Willy & Sons, 1987. 508 p.

ZUBER, M. S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniform trial data. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, v. 34, n. 1, p. 34-47, Jan. 1942.

# **CAPÍTULO 1**

## **TAMANHO E FORMA DE PARCELAS PARA AVALIAÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO**

## RESUMO

**ANDRADE, Hélder Bolognani. Tamanho e forma de parcelas para avaliação de clones de eucalipto. 2002. 35p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.**

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do número de plantas por parcela na avaliação de clones de eucalipto, em dois municípios da região noroeste do Estado de Minas Gerais. Para isso, 10 clones de eucalipto foram avaliados em quatro experimentos distintos, com variação no tamanho e forma das parcelas. Um dos experimentos foi constituído de uma planta por parcela e 15 repetições, os demais experimentos com parcelas de 5, 20 e 100 plantas com três repetições. Nos testes com 20 e 100 plantas por parcela, além de avaliar todas as plantas, a parcela foi subdividida em unidades básicas constituídas de grupos de uma linha, duas linhas, plantas centrais e bordadura. Esses experimentos foram implantados em dezembro de 1998 e avaliados aos 26 e 37 meses de idade. A característica considerada foi o volume de madeira ( $m^3$  sólidos/ha). Com base nos resultados das análises de variância, constatou-se que: - considerando o mesmo número de plantas por tratamento, reduzir o tamanho das parcelas não alterou a eficiência dos experimentos; - a avaliação de todas as plantas da parcela em detrimento das presentes na área útil, apresenta sempre uma maior precisão experimental; - o arranjo das linhas na parcela não alterou o desempenho relativo dos clones; e o teste inicial de seleção de clones pode ser implantado em parcelas menores, procedendo à seleção precoce, sendo seguida de nova avaliação dos clones em parcelas maiores, permitindo uma maior segurança na seleção final dos clones.

---

\* Comitê Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Orientador), Júlio Sílvio de Souza Bueno Filho - UFLA (Co-Orientador)

## ABSTRACT

**ANDRADE, Hélder Bolognani. Plot size and shape for eucalyptus clone assessment. 2002. 35p. Thesis (Doctor in Genetics and Plant Breeding) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.**

This study evaluated the effect of the number of trees per plot in the assessment of eucalyptus clones in two northwest Minas Gerais counties. Ten eucalyptus clones were assessed in four different experiments where the size and shape of the plots was varied. One of the experiments consisted of one plant per plot and 15 replications, the other consisted of plots of 5, 20 and 100 plants with three replications. In the tests with 20 and 100 plants per plot, the total number of plants and plot subdivisions in basic units of one row, two rows, central and border plants were assessed. These experiments were set up in December 1998 and assessed after 26 and 37 months for the wood volume trait (solid m<sup>3</sup>/ha). Based on the analyses of variance results it was concluded that: a) taking the same number of plants per treatment, reducing the plot size did not change the experiment efficiency; b) the assessment of all plot plants instead of only those present in the useful area always presented greater experimental accuracy; c) the arrangement of the rows in the plot did not alter the relative performance of the clones; d) and initial clone selection to allow early screening can be applied in smaller plots. Further evaluation of the clones in larger plots should follow to permit greater accuracy in the final selection.

---

\* Guidance Committee: Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Major Professor), Júlio Sílvio de Souza Bueno Filho - UFLA.

# 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os programas de melhoramento genético florestal tem direcionado seus objetivos para a geração de híbridos interespecíficos, visando à produção de árvores superiores para o programa de clonagem. Para se obter uma maior eficiência nestes programas, é necessário aliar à geração de novas combinações genotípicas superiores, a avaliação de um grande número de clones em testes e com a maior precisão experimental possível. Adicionalmente, deve-se implementar estratégias para tornar mais eficientes os programas de seleção clonal, haja vista, que as diferenças a serem detectadas no futuro serão cada vez menores (Gonçalves et al., 2001).

A principal limitação na avaliação de um grande número de clones é o tamanho da parcela que tem sido normalmente empregado, sobretudo devido à adoção de bordaduras internas, visando à redução de uma possível competição entre os clones nos testes (Andrade et al., 1997). Esse fato faz com que a demanda por mudas de cada clone seja grande, o mesmo ocorrendo com a necessidade de área, o que muitas vezes limita o número de clones a serem avaliados.

Esta competição intergenotípica, conforme Frampton & Foster (1993), pode favorecer as plantas que apresentam um crescimento inicial mais rápido, particularmente, durante e após o fechamento das copas, tendendo a perpetuar, e ser cada vez mais expressiva, fazendo com que o erro resultante do efeito de parcelas vizinhas tenha uma influência sistemática nos efeitos dos genótipos, persistindo durante a condução dos teste, em contraste com os erros advindos de variação no solo, os quais podem ser minimizados pela repetição e aleatorização (Kempton, 1997).

Para prevenir estes problemas é recomendado o emprego de parcelas com forma retangular ou quadrada. Contudo, o aumento no tamanho da parcela resulta em um decréscimo no número de repetições, principalmente devido à falta de material experimental, com reflexo direto na precisão experimental. Uma alternativa para minimizar estes problemas seria a utilização de parcelas menores. Um questionamento que surge é se os resultados de experimentos obtidos utilizando parcelas pequenas podem ser extrapolados para condições de cultivo extensivo. Especialmente os profissionais que trabalham na área de manejo, levantam dúvidas sobre esta possibilidade, sendo mais comum na área florestal o emprego dos denominados plantios piloto dos clones que estão em fase de recomendação. Porém, em trabalhos com trigo, Yan et al. (2002) concluíram que os experimentos conduzidos com parcelas pequenas forneceram dados úteis para a recomendação de cultivares. Considerando que esta prática tem sido pouco empregada para a cultura do eucalipto, foi realizado o presente trabalho com o objetivo de verificar o efeito do tamanho e forma de parcela na eficiência da seleção de clones de eucalipto.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Locais**

Os testes foram implantados em fazendas pertencentes à V&M Florestal, localizadas em dois municípios do Estado de Minas Gerais. Estas duas propriedades apresentam características edafoclimáticas contrastantes (TABELA 7), sendo selecionadas para a implantação dos testes por representarem os locais onde estão concentrados atualmente os plantios da empresa. Conforme o zoneamento ecológico realizado por Golfari (1975), são pertencentes à região bioclimática 7.

### **2.2 Material Experimental**

Para a condução deste teste foram selecionados 10 clones de *Eucalyptus* spp (TABELA 8), que foram ou são utilizados para plantio na região noroeste do Estado de Minas Gerais.

### **2.3 Instalação e Condução dos Ensaios**

Para este estudo foram implantados quatro experimentos distintos, com variação no tamanho e forma das parcelas, e no número de repetições (TABELA 9). Esses experimentos foram instalados em dezembro de 1998, nos dois locais, sendo adotado o delineamento de blocos ao acaso.

**TABELA 7 - Características edafoclimáticas e localização geográfica dos locais de instalação dos testes.**

Características	Locais	
	Paraopeba	Bocaiúva
Latitude (S)	17° 20'	19° 17'
Longitude (W)	43° 20'	44° 29'
Altitude (m)	700	850
Precipitação (mm)	1350	850
Déficit Hídrico (mm)	40-100	90-210
Solo (%)	Areia	4,7
	Silte	19,2
	Argila	76,1

**TABELA 8 - Relação dos clones utilizados no teste de efeito de falha no estande.**

Clones	Identificação	Clones	Identificação
MN 463	1	MN 445	6
MN 035	2	MN 1288	7
MN 249	3	MN 1270	8
MN 089	4	MN 102	9
MN 400	5	MN 1265	10

As mudas foram produzidas em tubetes, sendo que as mesmas apresentavam idade entre 90 e 110 dias. O preparo do solo foi realizado com grade bedding em nível. O espaçamento adotado foi de 3,0 metros entre linhas x 3,0 metros entre plantas. A adubação de plantio foi realizada com 200 kg/ha de super simples mais 1% de boro, aplicado em sulco na linha de plantio. Aos 3, 15 e 27 meses após o plantio foi realizada a aplicação de 2 gramas de boro por planta. Com 10 meses de idade foram aplicadas a lanço calcário e cloreto de potássio. A dosagem dos fertilizantes aplicados, em cada local, seguiram os resultados das análises de solo.

**TABELA 9 - Arranjo das diferentes combinações para estudo do tamanho de parcela.**

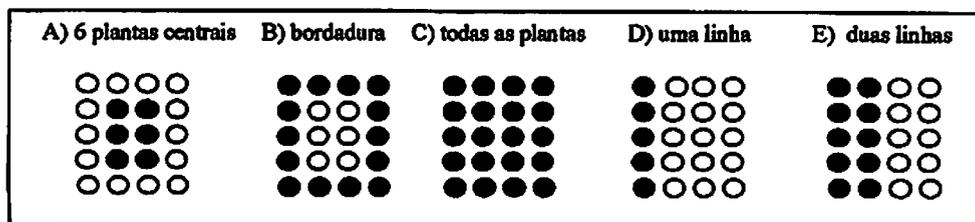
<b>Experimento</b>	<b>Número de plantas na parcela</b>	<b>Forma da parcela</b>	<b>Número de repetições</b>	<b>Total de plantas</b>
1	100	10 linhas c/ 10 plantas	3	300
2	20	4 linhas c/ 5 plantas	3	60
3	5	Linear	3	15
4	1	1 planta	15	15

Durante a implantação e condução dos testes foram tomados todos os cuidados necessários ao bom desenvolvimento das plantas, ressaltando a não formação e queima de resíduos, o controle rigoroso de formigas e matocompetição, seguindo os procedimentos operacionais adotados pela empresa para o plantio de florestas.

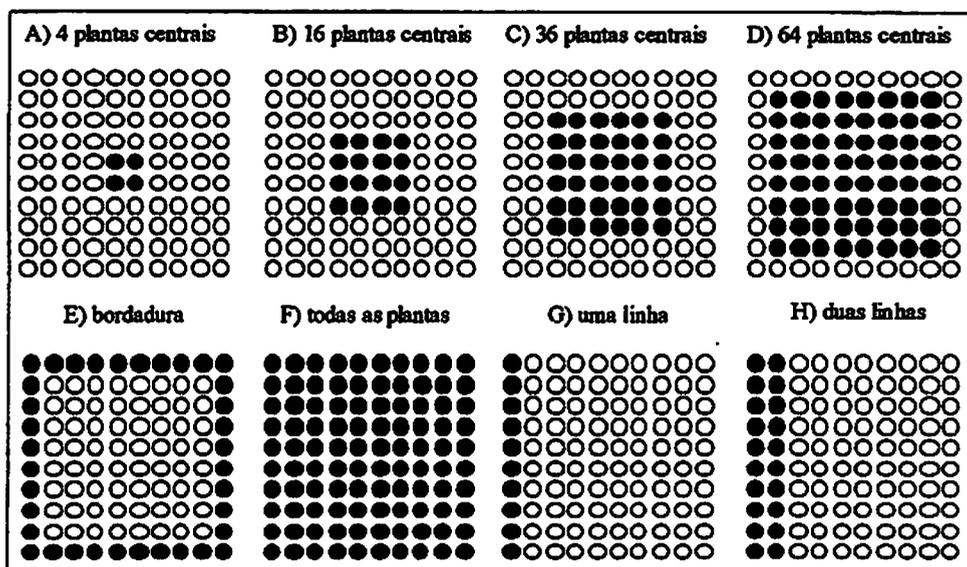
## **2.4 Simulação do Tamanho de Parcela**

Nos testes com parcelas de 20 e 100 plantas, foi feita uma simulação subdividindo a parcela em unidades básicas, apresentando diferentes números de plantas e formas de parcelas. Para o teste com 20 plantas foram obtidos cinco tamanhos de parcelas, permitindo constituir 10 sub-parcelas: todas as plantas, as seis centrais, linha de bordadura, uma linha de cinco plantas (4 sub-parcelas) e duas linhas de 5 plantas (3 sub-parcelas), conforme apresentado na Figura 1.

No caso do teste de 100 plantas foram obtidos oito diferentes tamanhos de parcela, constituindo 25 sub-parcelas: todas as plantas, 4 centrais, 16 centrais, 36 centrais, 64 centrais, linha de bordadura, uma linha de 10 plantas (10 sub-parcelas) e duas linhas de 10 plantas (9 sub-parcelas), como apresentado na Figura 2



**FIGURA 1 -** Representação esquemática da unidade experimental básica para o teste com 20 plantas por parcela. As células escuras representam as plantas avaliadas.



**FIGURA 2 -** Representação esquemática da unidade experimental básica para o teste com 100 plantas por parcela. As células escuras representam as plantas avaliadas.

## 2.5 Caracteres Avaliados

Nos dois experimentos foram tomados dados ao nível de planta por parcela para as características altura total (m) e circunferência a altura do peito – CAP (cm), aos 26 e 37 meses de idade. Para o cálculo do volume de madeira

(m<sup>3</sup> sólido/ha), foram cubadas de metro em metro, três árvores por repetição, para cada um dos clones. Com o resultados desta cubagem, foram estimadas equações de regressão para volume sólido em função do CAP e da altura total. Empregando-se as equações estimadas para cada clone e local, em função dos dados de CAP e altura mensurados para todas as plantas, foram estimados os volumes em metros cúbicos sólidos por hectare para cada parcela.

## 2.6 Análises Estatísticas

Foram realizadas análises de variância para a característica volume de madeira com dados de média de parcela. As análises envolvendo todas as plantas, linhas individuais ou grupo de linhas, foram realizadas conforme o modelo estatístico:

$$y_{ij} = m + t_i + b_j + \bar{e}_{ij}$$

em que:

$y_{ij}$ : valor observado do tratamento  $i$  dentro do bloco  $j$ ;

$m$ : média geral;

$t_i$ : efeito fixo do  $i$ -ésimo tratamento;  $i = 1, 2, \dots, n$

$b_j$ : efeito do bloco  $j$ ;  $j = 1, 2, \dots, r$

$e_{ij}$ : erro experimental, sendo  $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ .

Para estudar o efeito das linhas internas e de bordaduras sobre a produtividade da parcela experimental, foram realizadas novas análises de variância, considerando os dados de média de parcela, conforme o modelo estatístico:

$$y_{ijk} = m + t_i + b_j + (tb)_{ij} + l_k + (lb)_{kj} + (tl)_{ik} + \bar{e}_{ijk}$$

em que:

$y_{ijk}$ : valor observado do tratamento  $i$ , no bloco  $j$ , na linha  $k$ ;

$m$ : média geral;

$t_i$ : efeito fixo do  $i$ -ésimo tratamento;  $i = 1, 2, \dots, n$   
 $b_j$ : efeito aleatório do  $j$ -ésimo bloco;  $j = 1, 2, \dots, r$   
 $(tb)_{ij}$ : efeito da interação entre os tratamentos  $i$  com os blocos  $j$ ;  
 $l_k$ : efeito aleatório da  $k$ -ésima linha;  $k = 1, 2, \dots, l$   
 $(lb)_{kj}$ : efeito da interação entre as linhas  $k$  com os blocos  $j$ ;  
 $(tl)_{ik}$ : efeito da interação entre os tratamentos  $i$  com as linhas  $k$ ;  
 $e_{ijk}$ : erro experimental, sendo  $e_{ijk} \cap N(0, \sigma^2)$ .

O esquema da análise de variância com os respectivos graus de liberdade estão apresentados na tabela 10.

Posteriormente, foram realizadas as análises conjunta de locais, para cada experimento, envolvendo novamente os dados ao nível de média de parcela, adotando-se o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijq} = m + t_i + b_{j(q)} + a_q + (ta)_{iq} + \bar{e}_{ijq}$$

em que:

$y_{ijq}$ : valor observado do tratamento  $i$ , no bloco  $j$ , no local  $q$ ;  
 $m$ : média geral;  
 $t_i$ : efeito fixo do  $i$ -ésimo tratamento;  $i = 1, 2, \dots, n$   
 $b_{j(q)}$ : efeito do bloco  $j$  dentro do local  $q$ ;  $j = 1, 2, \dots, r$   
 $a_q$ : efeito do local  $q$ ;  $q = 1, 2$   
 $(ta)_{iq}$ : efeito da interação entre os tratamentos  $i$  com os locais  $q$ ;  
 $e_{ijq}$ : erro experimental, sendo  $e_{ijq} \cap N(0, \sigma^2)$ .

Para cada experimento foram estimados o erro padrão da diferença entre duas médias conforme Mead (1997). Para comparação das médias foi aplicado o teste de Scott-Knott.

**TABELA 10 - Modelo da análise de variância para o efeito de linhas de plantio**

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>
<b>Blocos (B)</b>	<b>r-1</b>
<b>Tratamentos (T)</b>	<b>n-1</b>
<b>B x T (Erro a)</b>	<b>(r-1)(n-1)</b>
<b>Linhas (L)</b>	<b>k-1</b>
<b>L x B (Erro b)</b>	<b>(l-1)(r-1)</b>
<b>T x L</b>	<b>(n-1)(l-1)</b>
<b>T x B x L (Erro c)</b>	<b>(n-1)(r-1)(l-1)</b>
<b>Total</b>	<b>nrl-1</b>

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A avaliação do tamanho de parcela na área florestal tem sido realizada predominantemente por meio de ensaios em branco (Simplicio et al., 1996; Zanon & Storck, 2000; Silva, 2001). Essa estratégia, embora forneça algumas informações úteis, tem como restrição o fato de não poder ser generalizada para outros locais e para outros clones ou progênies. Assim, a realização de experimentos distintos, com diferentes tamanhos de parcela, que foi a estratégia utilizada no presente caso, ao que tudo indica é a mais informativa.

Os resumos das análises da variância conjunta dos locais aos 27 e 37 meses são apresentadas nas Tabelas 1A e 2A. O fato mais expressivo destas análises conjuntas é a interação clones x locais. Como em todos os casos, exceto a análise do experimento com 20 plantas aos 27 meses, o teste de F foi significativo, optou-se por apresentar os resultados por locais.

Os resumos das análises de variância dos diferentes experimentos conduzidos em Paraopeba aos 27 meses estão apresentados na Tabela 11, e aos 37 meses na Tabela 12. Já para Bocaiúva nas mesmas condições os resultados estão nas Tabelas 13 e 14. Vale ressaltar que a fonte de variação entre clones foi significativa em todos os experimentos nos dois locais, nas duas idades, exceto aos 37 meses em Bocaiúva quando a parcela era constituída de uma planta. Em princípio, isto evidencia a existência de diferença entre os clones, o que é fundamental em trabalho desta natureza e independentemente do número de plantas avaliadas por parcela foi possível detectar diferença entre os mesmos.

Embora tenha sido detectada diferença entre os clones para todos os tamanhos de parcela, ainda persiste o questionamento de qual a melhor opção para o melhorista. Há varias alternativas que podem ser utilizadas nessa decisão. A primeira delas é o coeficiente de variação, que é utilizado como medida da

precisão experimental (Bertolucci et al., 1991; Viana, 1999; Ramalho et al., 2000). Observa-se que ocorreu ampla variação nas estimativas obtidas. Os maiores valores sempre estiveram associados ao menor número de plantas por parcela. Esse fato tem sido freqüentemente relatado na literatura para algumas espécies como feijão (Bertolucci et al., 1991), eucalipto (Andrade et al., 1997; Zanon & Storck, 2000; Silva, 2001), milho (Camacho, 1998), mandioca (Viana, 1999).

Um dos argumentos contra o emprego do coeficiente de variação é que ele é muito influenciado pela média geral dos experimentos (Marques Júnior, 1997; Ramalho et al., 2000). Ao que tudo indica essa não foi a principal razão da diferença nas estimativas do C.V. Embora quando se utilizou apenas uma planta por parcela, a média geral foi sempre inferior e a estimativa do C.V., como já mencionado de maior magnitude. Contudo, nessa mesma situação a estimativa do QM do erro foi também sempre superior às demais, evidenciando que, quando se utiliza apenas uma planta por parcela, a precisão experimental foi menor. Comparando, por exemplo, os experimentos com uma planta por parcela e 15 repetições com os de cinco plantas por parcela e três repetições, ou seja, com o mesmo número total de plantas sendo avaliado, verifica-se que a estimativa do C.V. foi sempre superior com menor número de plantas por parcela.

Uma outra alternativa que pode ser empregada para se avaliar a eficiência dos experimentos é a proporção da variação total (SQ tratamentos + SQ erro) que é explicada pelos tratamentos ( $R^2$ ). É evidente que, quanto maior a estimativa de  $R^2$ , mais eficiente deve ser considerado o experimento. O emprego do  $R^2$  tem a vantagem de não ser influenciado pela média geral. Contudo o comportamento das estimativas de  $R^2$  são muito semelhantes ao do C.V., realçando o que já foi salientado, a média teve pequena influência nas estimativas do C.V..

**TABELA 11 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D) obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones, conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Paraopeba (MG), 2001.**

Parcela	Repetições	Média	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5%
			Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	15	31,0	866,36	0,0000	69,70	47,00	26,91	1 e 2	4 e 3	3,05	23,8	3
5	3	41,5	290,79	0,0022	60,16	70,70	18,68	8 e 6	3 e 7	6,33	32,6	2
20	3	43,1	112,53	0,0309	40,45	60,80	14,76	1 e 9	3 e 4	5,19	22,4	1
100	3	44,0	145,43	0,0001	16,58	81,40	9,26	1 e 6	7 e 4	3,33	22,5	4

48

**TABELA 12 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D) obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones, conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Paraopeba (MG), 2002.**

Parcela	Repetições	Média	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5%
			Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	15	75,4	6929,35	0,0000	444,60	52,68	27,95	1 e 2	3 e 4	7,70	68,4	4
5	3	90,8	1176,81	0,0006	195,27	75,08	15,39	8 e 1	3 e 7	11,41	72,2	2
20	3	94,8	682,07	0,0001	86,42	79,78	9,80	1 e 9	4 e 3	7,59	54,2	3
100	3	85,3	436,00	0,0000	42,80	83,59	7,67	1 e 6	4 e 3	5,34	43,5	3

**TABELA 13 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D) obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones, conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Bocaiúva (MG), 2001.**

Parcela	Repetições	Média	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5%
			Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	15	19,0	565,72	0,0000	48,47	45,50	36,59	1 e 9	7 e 10	2,54	21,5	3
5	3	22,7	164,77	0,0038	37,75	68,40	27,09	1 e 3	10 e 6	5,02	25,3	3
20	3	20,6	68,46	0,0001	8,75	79,60	14,39	1 e 3	10 e 7	2,42	17,8	2
100	3	23,2	169,16	0,0000	1,90	97,80	5,94	1 e 3	7 e 10	1,13	26,0	5

49

**TABELA 14 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D) obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones, conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Bocaiúva (MG), 2002.**

Parcela	Repetições	Média	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5%
			Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	15	28,6	191,73	0,5030	206,52	6,22	50,28	1 e 2	9 e 8	5,25	12,1	1
5	3	36,4	305,40	0,0067	78,09	66,17	24,27	1 e 5	10 e 6	7,22	34,7	2
20	3	33,4	207,79	0,0000	8,20	92,69	8,58	1 e 3	10 e 8	2,34	29,2	3
100	3	33,0	316,31	0,0000	4,29	97,36	6,28	1 e 3	4 e 10	1,69	35,0	3

O que se deseja com um experimento dessa natureza é classificar os clones de modo que os melhoristas possam identificar os mais promissores para os plantios comerciais. Assim, a classificação dos clones é uma outra alternativa que pode ser empregada para se comparar a eficácia de experimentos. Observe que, na identificação do melhor clone em Paraopeba aos 27 ou 37 meses (TABELAS 11 e 12), a coincidência foi relativamente boa, com destaque para o clone 1. Entretanto, quando se considera o segundo melhor, já não houve uma boa concordância. No caso da identificação dos dois piores, a coincidência foi melhor. Em Bocaiúva, nas mesmas condições (TABELAS 13 e 14), a concordância foi ainda melhor. Ressalta-se que o clone 1 foi o melhor em praticamente todos os experimentos em ambos os locais. Já o clone 3 esteve entre os dois melhores em Bocaiúva e entre os dois piores em Paraopeba. A presença de interação clones x locais, detectada na análise de variância (TABELAS 1A e 2A), é explicada pelo comportamento de alguns clones, como foi o caso do clone 3.

Na classificação dos clones o que se deseja é que as classes sejam identificadas em função de diferenças significativas e não devido a fatores aleatórios. Um dos testes de comparação de médias que tem sido muito utilizado é o de Scott-Knott, que utiliza a razão de verossimilhança para testar a significância de que os  $n$  tratamentos podem ser divididos em grupos que maximizem a soma de quadrados entre grupos, associado à facilidade de interpretação (Ramalho et al., 2000). Em princípio, quanto mais classes os clones forem agrupados mais eficiente foi o experimento, pois permitiu detectar o maior número de diferenças significativas. Utilizando essa inferência os experimentos com 100 plantas por parcela foram os mais eficientes. Observe-se, contudo, que não se constatou uma boa associação entre o número de classes identificadas e a estimativa do C.V. ou  $R^2$ , indicando que este procedimento deve ser empregado com alguma cautela.

Finalmente uma outra alternativa para identificar experimentos que foram eficientes é utilizar o procedimento apresentado por Mead (1997), que considera um bom experimento aqueles em que o erro padrão da diferença entre duas médias (SED) não seja maior do que a diferença (D) entre o clone de melhor desempenho e o de pior desempenho dividido por seis, isto é, SED não maior que D/6. Novamente o destaque são os experimentos conduzidos com 100 plantas/parcela que em todos os casos essa pressuposição foi aceita. Fato semelhante ocorreu nos demais experimentos, exceto para o com 20 plantas/parcela em Paraopeba aos 27 meses, uma planta em Bocaiúva aos 37 meses, e cinco plantas aos 27 e 37 meses em Bocaiúva e 27 meses em Paraopeba (TABELAS 11, 12, 13 e 14).

Nos experimentos contendo mais de uma linha por parcela, isto é, com 20 ou 100 plantas, possibilitam também verificar o efeito da posição da linha e assim inferir sobre a necessidade ou não de bordadura. Os resultados das análises de variância do efeito das linhas estão apresentadas nas Tabelas 15 e 16. Observe que novamente, como era esperado, foi detectada diferença significativa entre os clones em todos os casos. Chama atenção o teste de F para a fonte de variação linhas que apenas não foi significativo no experimento com 20 plantas em Bocaiúva. Isto indica que o desempenho das linhas varia dentro da parcela. Este resultado confirma as observações de campo em que plantas situadas nas linhas externas das parcelas ou do experimento, apresentam uma performance diferente das localizadas no centro da parcela. Existem algumas razões para este efeito. Plantas próximas de linhas mais largas ou exteriores ao experimento têm maior vantagem com relação ao uso de água, nutrientes e luz. Outro ponto é relativo ao hábito de crescimento das plantas, resultando em uma maior vantagem competitiva para as plantas com hábito de crescimento rápido, quando crescem próximas a plantas de hábito de crescimento lento. Conforme

Petersen (1994), estes efeitos são mais expressivos quando se trata de plantas perenes.

Nota-se, porém, que a interação clones x linhas não foi significativa em nenhum dos casos, evidenciando que, apesar das linhas apresentarem performance diferente, como detectado anteriormente, o comportamento dos clones foi coincidente nas diferentes linhas das parcelas. Esses resultados, em princípio, evidenciam que não há necessidade de bordadura nos experimentos de avaliação de clones. Resultados semelhantes a esse foram relatados por Andrade et al. (1997).

Visando à obtenção de informações mais conclusivas a esse respeito, procedeu-se à análise de variância, considerando que cada linha fosse uma unidade experimental distinta e, também, a união de duas linhas contíguas (TABELAS 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24). Foram efetuadas as análises de variância considerando apenas as plantas centrais, a bordadura e todas as plantas da parcela (TABELAS 25 e 26).

Considerando as parcelas com 20 plantas, verificou-se que o fato de se utilizar uma ou duas linhas tem um efeito considerável nas estimativas de C.V. e  $R^2$ , as quais foram anteriormente utilizadas para a comparação da eficiência dos tratamentos. No caso de Paraopeba, os C.V.s médios obtidos para uma linha foram 12,72% e 17,26% superiores aos valores encontrados para duas linhas, nas idades de 27 e 37 meses (TABELAS 17 e 18). Em Bocaiúva, considerando as mesmas idades, esta menor precisão de uma linha em relação a duas linhas foi de 28,59% e 40,43% (TABELAS 19 e 20). A mesma tendência foi conservada para os experimentos com 100 plantas nas parcelas. Em Paraopeba, considerando as duas idades de avaliação, a estimativa do C.V. médio para duas linhas foi 20,34% inferior ao obtido com uma linha (TABELAS 21 e 22). No caso de Bocaiúva, considerando os mesmos parâmetros, este valor foi superior, sendo de 27,26% (TABELAS 23 e 24).

**TABELA 15 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare), obtido aos 27 meses nos ensaios de avaliação de clones, conduzidos com 20 e 100 plantas por parcela – Bocaiúva e Paraopeba (MG), 2001.**

F. V.	20 plantas			100 plantas		
	GL	QM		GL	QM	
		Bocaiúva	Paraopeba		Bocaiúva	Paraopeba
Repetição	2	69,79	388,35	2	52,45	274,77
Tratamento (T)	9	269,99**	446,32*	9	1652,83**	1453,24**
Erro 1	18	33,43	159,35	18	42,72	169,24
Linha (L)	3	25,66 n.s.	173,98*	9	25,31*	135,17**
Erro 2	6	23,82	30,08	18	8,58	27,36
T x L	27	15,68 n.s.	34,05 n.s.	81	12,64 n.s.	53,46 n.s.
Erro 3	54	17,97	22,48	162	16,14	41,86
Média (m <sup>3</sup> sólido/ha)		20,28	42,78		22,70	43,41
C.V. (%)		24,50	17,80		19,80	18,98

TABELA 16 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare)., obtido aos 37 meses nos ensaios de avaliação de clones, conduzidos com 20 e 100 plantas por parcela – Bocaiúva e Paraopeba (MG), 2002.

F. V.	20 plantas			100 plantas		
	GL	QM		GL	QM	
		Bocaiúva	Paraopeba		Bocaiúva	Paraopeba
Repetição	2	354,57	384,46	2	56,72	399,77
Tratamento (T)	9	847,15**	2763,39**	9	3157,66**	4316,59**
Erro 1	18	42,39	467,95	18	82,38	432,7
Linha (L)	3	70,97 n.s.	700,54*	9	48,59**	469,13**
Erro 2	6	58,89	114,14	18	11,20	72,24
T x L	27	44,79 n.s.	118,66 n.s.	81	21,46 n.s.	140,77 n.s.
Erro 3	54	34,52	93,70	162	26,70	112,15
Média (m <sup>3</sup> sólido/ha)		32,95	92,94		32,56	85,31
C.V. (%)		20,28	15,07		18,00	15,58

Outra comparação expressiva é entre os resultados obtidos, quando se utilizaram todas as plantas com aqueles, envolvendo só as plantas do centro da parcela ou só a bordadura. Considerando, por exemplo, Paraopeba em ambas as idades de avaliação (TABELA 25), a estimativa do C.V. com todas as plantas (12,3%) foi 6,5% inferior à obtida quando se utilizaram apenas as plantas centrais (13,1%). No caso de Bocaiúva esta redução na estimativa do C.V. foi de 58,1%. Para bordadura, o C.V. médio foi semelhante ao obtido para as plantas centrais em Paraopeba e 35% inferior ao estimado em Bocaiúva. A mesma tendência é observada quando se consideram as estimativas de  $R^2$ . Estes resultados tornam-se mais evidentes quando se verificam os dados apresentados na Tabela 26, referente aos experimentos com 100 plantas na parcela. Novamente fica evidente que quanto maior o número de plantas avaliadas maior a precisão, menor C.V.. Destaque para o fato de que esses diferentes tamanhos de parcela tiveram eficácia semelhante ao classificar os melhores ou piores clones.

Uma comparação importante é verificar o efeito da distribuição das plantas em parcelas de mesmo tamanho. Observando os dados apresentados na Tabela 27, verifica-se que as estimativas do C.V. em parcelas com mais linhas sempre foram inferiores. A diferença se acentuou com a idade de avaliação. Os valores de SED apresentam comportamento semelhante ao do CV. No caso das estimativas do  $R^2$ , nas mesmas condições, os resultados não foram muito consistentes, embora nas avaliações realizadas aos 37 meses, valores mais expressivos foram obtidos para parcelas com mais linhas.

TABELA 17 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/parcela, para uma e duas linhas – Paraopeba (MG), 2001.

Linhas	Médias	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
		Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	39,8	107,00	0,1643	63,34	45,80	19,99	1 e 5	3 e 4	6,50	19,1	1
2	45,4	130,32	0,0195	41,98	60,80	14,28	1 e 9	3 e 10	5,29	23,0	1
3	42,0	181,24	0,0187	57,80	61,10	18,11	1 e 9	3 e 7	6,20	27,0	2
4	43,9	129,90	0,0945	63,65	50,50	18,16	1 e 8	3 e 4	6,51	21,7	1
1 e 2	42,6	103,38	0,0544	43,07	54,50	15,41	1 e 9	3 e 4	5,36	21,0	1
2 e 3	43,7	148,24	0,0112	42,23	63,70	14,88	1 e 9	3 e 10	5,31	24,9	2
3 e 4	43,0	136,72	0,0414	52,94	56,40	16,93	1 e 9	3 e 4	5,94	24,3	1

**TABELA 18 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/parcela, para uma e duas linhas – Paraopeba (MG), 2002.**

Linhas	Médias	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
		Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	86,6	778,81	0,0088	210,90	64,87	16,77	1 e 5	4 e 3	11,86	55,1	1
2	97,4	729,86	0,0008	125,85	74,36	11,52	1 e 7	4 e 6	9,16	56,1	2
3	91,9	735,99	0,0017	145,12	71,72	13,11	1 e 9	3 e 4	9,84	57,0	3
4	95,9	874,68	0,0154	267,19	62,07	17,05	1 e 2	4 e 3	13,35	56,8	1
1 e 2	92,0	690,51	0,0015	133,42	72,13	12,55	1 e 2	4 e 6	9,43	55,6	3
2 e 3	94,7	694,17	0,0004	105,90	76,62	10,87	1 e 9	4 e 3	8,40	51,4	3
3 e 4	93,9	740,29	0,0040	171,45	68,34	13,95	1 e 2	3 e 4	10,69	55,0	1

TABELA 19 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/parcela, para uma e duas linhas – Bocaiúva (MG), 2001.

Linhas	Médias	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
		Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	20,3	127,77	0,0002	18,10	77,90	20,96	1 e 3	7 e 10	3,47	22,1	2
2	19,5	74,12	0,0021	15,15	71,00	19,93	1 e 3	10 e 4	3,18	17,7	3
3	21,6	83,01	0,0006	13,84	75,00	17,24	1 e 3	10 e 2	3,04	20,1	2
4	19,7	32,12	0,6232	40,26	28,50	32,19	1 e 2	10 e 9	5,18	11,5	1
1 e 2	19,9	96,11	0,0000	9,96	82,80	15,85	1 e 3	10 e 2	2,58	19,5	2
2 e 3	20,6	77,04	0,0002	10,82	78,10	16,00	1 e 3	10 e 2	2,69	18,9	2
3 e 4	20,6	47,36	0,0429	18,51	56,10	20,84	1 e 3	10 e 9	3,51	15,8	2

**TABELA 20** - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/parcela, para uma e duas linhas – Bocaiúva (MG), 2002.

Linhas	Médias	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
		Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	33,0	417,54	0,0001	46,83	81,68	20,76	1 e 3	7 e 10	5,59	40,9	2
2	32,1	213,40	0,0001	26,42	80,15	16,00	1 e 3	8 e 10	4,20	29,2	2
3	35,1	250,44	0,0000	20,89	85,70	13,02	1 e 9	10 e 4	3,73	32,5	3
4	31,6	100,14	0,1119	51,81	49,15	22,75	1 e 2	6 e 8	5,88	17,4	1
1 e 2	32,6	300,81	0,0000	19,99	88,27	13,74	1 e 3	10 e 7	3,65	33,4	3
2 e 3	33,6	225,73	0,0000	15,32	88,05	11,65	1 e 9	10 e 8	3,20	30,0	3
3 e 4	33,4	149,85	0,0001	19,80	79,10	13,34	1 e 2	10 e 4	3,63	24,5	3

TABELA 21 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para uma e duas linhas – Paraopeba (MG), 2001.

Linhas	Média	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
		Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	44,6	282,62	0,0107	79,69	63,90	20,01	1 e 9	3 e 7	7,29	31,1	2
2	45,5	288,94	0,0001	38,04	79,20	13,55	1 e 6	7 e 4	5,06	32,3	3
3	44,0	226,19	0,0007	38,25	74,70	14,05	1 e 5	3 e 7	5,05	29,0	2
4	44,5	300,65	0,0001	38,22	79,70	13,89	1 e 6	7 e 4	5,05	32,1	3
5	46,3	223,07	0,0010	39,93	73,60	13,66	1 e 5	4 e 3	5,16	26,1	2
6	43,5	136,50	0,1803	83,72	44,90	21,04	1 e 5	4 e 3	7,47	21,3	1
7	42,1	95,76	0,1103	49,31	49,30	16,69	5 e 6	2 e 4	5,73	19,4	1
8	43,0	169,36	0,0061	42,50	66,60	15,15	1 e 6	10 e 4	5,32	26,0	2
9	41,6	81,04	0,1124	41,98	49,10	15,60	1 e 6	7 e 3	5,29	14,8	2
10	39,0	130,29	0,2672	94,38	40,80	24,91	1 e 8	7 e 4	7,93	21,2	1
1 e 2	45,7	316,14	0,0004	49,35	76,20	15,36	1 e 5	7 e 3	5,74	30,2	2
2 e 3	44,4	227,05	0,0001	29,16	79,60	12,16	1 e 6	7 e 3	4,41	30,6	3
3 e 4	43,9	212,57	0,0001	24,04	81,60	11,17	1 e 6	7 e 4	4,00	28,2	4
4 e 5	45,1	218,54	0,0004	33,59	76,50	12,85	1 e 6	7 e 4	4,73	27,0	3
5 e 6	44,8	172,50	0,0180	54,53	61,30	16,50	1 e 5	4 e 3	6,03	23,8	2
6 e 7	42,7	94,54	0,1458	53,57	46,90	17,14	1 e 5	2 e 4	5,98	14,9	2
7 e 8	42,4	92,35	0,0318	33,44	58,00	13,64	1 e 6	2 e 10	4,72	16,1	2
8 e 9	42,2	103,88	0,0178	32,76	61,30	13,55	1 e 6	7 e 10	4,67	18,3	2
9 e 10	40,1	74,15	0,2460	51,73	41,70	17,95	1 e 6	7 e 4	5,87	18,1	1

TABELA 22 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para uma e duas linhas - Paraopeba (MG), 2002.

Linha	Média	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
		Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	87,8	606,87	0,0065	154,57	66,25	14,15	1 e 9	3 e 4	10,15	49,3	1
2	89,5	450,23	0,0045	106,42	67,90	11,52	1 e 6	4 e 7	8,42	40,9	2
3	85,0	497,46	0,0002	69,04	78,27	9,77	1 e 6	3 e 4	6,78	43,5	3
4	87,1	650,56	0,0013	123,20	72,53	12,74	1 e 6	4 e 8	9,06	48,1	2
5	91,1	634,64	0,0052	154,43	67,27	13,64	1 e 5	4 e 3	10,15	48,9	1
6	84,8	497,13	0,0732	225,35	52,45	17,69	1 e 6	4 e 3	12,26	40,8	1
7	82,3	397,62	0,0365	149,07	57,15	14,82	6 e 7	2 e 9	9,97	33,7	2
8	84,6	581,35	0,0003	87,57	76,85	11,06	1 e 6	4 e 10	7,64	49,8	2
9	83,3	639,62	0,0010	115,40	73,48	12,89	1 e 5	9 e 4	8,77	47,9	3
10	77,1	628,00	0,0510	257,00	54,99	20,77	1 e 8	4 e 9	13,09	50,3	1
1 e 2	88,6	473,43	0,0006	77,14	75,42	9,91	1 e 6	3 e 4	7,17	44,2	3
2 e 3	87,3	456,38	0,0000	49,13	82,28	8,03	1 e 6	4 e 3	5,72	41,2	3
3 e 4	86,0	512,74	0,0000	45,49	84,93	7,84	1 e 6	4 e 3	5,51	44,8	3
4 e 5	89,1	588,16	0,0024	123,57	70,41	12,47	1 e 6	4 e 3	9,08	48,5	3
5 e 6	87,9	556,36	0,0093	152,33	64,62	14,03	1 e 6	4 e 3	10,08	44,8	2
6 e 7	83,6	396,58	0,0310	142,66	58,16	14,28	1 e 6	2 e 4	9,75	31,1	2
7 e 8	83,4	363,02	0,0026	33,44	70,05	10,55	1 e 6	4 e 2	4,72	33,4	2
8 e 9	83,9	564,91	0,0003	81,17	77,68	10,73	1 e 5	4 e 9	7,36	48,8	2
9 e 10	80,3	527,64	0,0007	90,31	74,50	11,83	1 e 8	4 e 9	7,76	49,2	2

**TABELA 23 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para uma e duas linhas – Bocaiúva (MG), 2001.**

Linha	Média	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
		Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	23,7	249,49	0,0001	28,42	81,40	23,74	1 e 5	7 e 10	4,35	31,2	2
2	23,2	170,93	0,0000	15,96	84,30	17,18	1 e 5	10 e 8	3,26	26,3	3
3	21,7	184,83	0,0000	12,61	88,00	16,33	1 e 3	10 e 4	2,89	26,1	2
4	21,0	140,56	0,0005	22,72	75,60	22,67	1 e 3	4 e 10	3,89	22,4	3
5	22,7	151,04	0,0000	11,68	86,60	15,02	1 e 3	10 e 8	2,79	23,9	3
6	23,5	222,92	0,0000	15,98	87,50	16,96	1 e 5	7 e 10	3,26	34,6	3
7	23,8	188,70	0,0000	12,84	88,00	15,03	1 e 5	7 e 10	2,92	29,2	3
8	22,8	158,85	0,0000	12,51	86,40	15,48	1 e 3	7 e 10	2,88	25,5	2
9	22,6	107,44	0,0015	20,75	72,10	20,12	1 e 3	7 e 10	3,71	24,2	2
10	22,3	174,26	0,0001	20,15	81,20	20,10	1 e 5	7 e 4	3,66	40,3	2
1 e 2	23,5	207,60	0,0000	16,09	86,60	17,07	1 e 5	10 e 8	3,27	28,6	3
2 e 3	22,4	172,07	0,0000	9,70	89,90	13,85	1 e 3	10 e 8	2,54	26,1	2
3 e 4	21,3	153,55	0,0000	10,00	88,50	14,79	1 e 3	10 e 4	2,58	24,2	3
4 e 5	21,8	142,84	0,0000	11,95	85,70	15,80	1 e 3	10 e 4	2,82	23,1	3
5 e 6	23,1	180,47	0,0000	7,47	92,40	11,81	1 e 3	7 e 10	2,23	26,4	4
6 e 7	23,6	202,79	0,0000	6,83	93,70	11,03	1 e 5	7 e 10	2,13	29,4	4
7 e 8	23,3	170,42	0,0000	8,85	90,60	12,75	1 e 3	7 e 10	2,42	27,3	3
8 e 9	22,7	128,07	0,0000	12,05	83,90	15,39	1 e 3	7 e 10	2,83	24,9	2
9 e 10	22,4	135,27	0,0001	16,35	83,80	17,99	1 e 5	7 e 4	3,30	26,1	2

**TABELA 24 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para uma e duas linhas – Bocaiuva (MG), 2002.**

Linha	Média	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
		Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
1	33,8	464,64	0,0000	43,56	84,21	19,47	1 e 2	8 e 4	5,38	42,9	2
2	33,6	312,96	0,0000	17,81	89,78	12,56	1 e 3	8 e 4	3,44	35,2	3
3	31,8	307,90	0,0000	19,04	88,99	13,72	1 e 3	4 e 8	3,56	33,8	2
4	30,7	304,22	0,0000	24,48	86,14	16,11	1 e 3	4 e 8	4,04	34,3	3
5	33,1	272,06	0,0000	9,23	93,65	9,15	1 e 5	4 e 8	2,48	32,1	3
6	33,7	384,94	0,0000	11,41	94,40	10,00	1 e 2	4 e 10	2,75	38,0	3
7	34,1	364,76	0,0000	26,12	87,47	14,95	1 e 3	10 e 4	4,17	37,6	2
8	33,6	299,97	0,0000	23,38	86,51	14,38	1 e 2	10 e 4	3,94	34,8	2
9	33,0	235,88	0,0001	26,63	81,58	15,64	1 e 3	7 e 4	4,21	31,9	2
10	32,2	370,85	0,0000	24,71	88,24	15,42	1 e 2	4 e 7	4,05	37,9	3
1 e 2	33,7	379,02	0,0000	19,79	90,54	13,19	1 e 2	8 e 4	3,63	38,8	3
2 e 3	32,6	303,58	0,0000	12,46	92,41	10,80	1 e 3	8 e 4	2,88	34,5	2
3 e 4	31,2	298,38	0,0000	12,85	92,07	11,47	1 e 3	4 e 8	2,92	34,1	3
4 e 5	31,9	284,30	0,0000	12,48	91,93	11,05	1 e 3	4 e 8	2,88	33,3	3
5 e 6	33,4	320,26	0,0000	4,61	97,20	6,42	1 e 3	4 e 10	1,75	35,2	3
6 e 7	33,9	370,65	0,0000	5,90	96,91	7,16	1 e 2	4 e 10	1,98	37,5	3
7 e 8	33,8	327,34	0,0000	16,27	90,96	11,91	1 e 2	10 e 4	3,29	36,2	2
8 e 9	33,2	263,96	0,0000	18,84	87,51	13,05	1 e 3	7 e 4	3,54	32,0	2
9 e 10	32,5	296,80	0,0000	20,20	88,02	13,79	1 e 2	7 e 4	3,67	34,0	3

TABELA 25 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 e 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 20 plantas/parcela, para todas as plantas, centrais e bordadura – Paraopeba e Bocaiúva (MG), 2001/02.

Locais	Idades	Linha	Médias	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %
				Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores			
Paraopeba	27	6 centrais	43,5	127,41	0,0366	47,80	57,10	15,89	1 e 9	3 e 10	5,65	24,4	1
		Bordadura	42,9	115,23	0,0417	44,71	56,30	15,60	1 e 9	3 e 4	5,46	21,8	1
		Todas	43,1	112,53	0,0309	40,45	58,20	14,76	1 e 9	3 e 4	5,19	22,5	1
	37	6 centrais	94,1	528,53	0,0009	92,80	74,01	10,23	1 e 9	4 e 5	7,87	47,3	3
		Bordadura	95,1	804,46	0,0005	130,24	75,54	12,00	1 e 2	4 e 3	9,32	57,2	3
		Todas	94,8	682,07	0,0001	86,42	79,78	9,80	1 e 9	4 e 3	7,59	54,2	3
Bocaiúva	27	6 centrais	20,7	82,94	0,0014	15,83	72,40	19,24	1 e 3	10 e 2	3,25	19,3	2
		Bordadura	20,5	67,17	0,0005	10,63	76,00	15,91	1 e 3	10 e 7	2,66	17,2	2
		Todas	20,6	68,46	0,0001	8,75	79,60	14,39	1 e 3	10 e 7	2,42	17,8	2
	37	6 centrais	33,9	222,61	0,0003	33,58	76,82	17,12	1 e 9	8 e 10	4,73	29,3	2
		Bordadura	33,1	217,09	0,0000	12,95	89,34	10,86	1 e 2	10 e 6	2,94	29,4	3
		Todas	33,4	207,79	0,0000	8,20	92,69	8,58	1 e 3	10 e 8	2,34	29,2	3

TABELA 26 - Resumo das análises de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), coeficientes de variação experimental (CV), erro padrão da diferença entre duas médias (SED) e amplitude entre a melhor e a pior média (D), obtidos aos 27 e 37 meses em ensaios de avaliação de clones com 100 plantas/parcela, para todas as plantas, centrais e bordadura – Paraopeba e Bocaiúva (MG), 2001/02.

Locais	Idades	Linha	Médias	Quadrado Médio			R <sup>2</sup> (%)	CV (%)	Clones		SED	D	Scott-Knot 5 %	
				Tratamento	P	Erro			Melhores	Piores				
Paraopeba	27	4	45,7	186,42	0,0045	44,12	67,90	14,53	1 e 5	3 e 7	5,42	26,1	2	
		16	45,1	157,83	0,0048	37,83	67,60	13,65	1 e 6	4 e 7	5,02	21,5	2	
		36	44,7	159,65	0,0009	28,09	74,00	11,87	1 e 6	4 e 7	4,33	22,8	2	
		64	44,6	157,74	0,0004	23,92	76,70	10,98	1 e 6	7 e 4	3,99	21,8	2	
		100	44,0	145,42	0,0001	16,57	81,40	9,26	1 e 6	7 e 4	3,32	22,5	4	
		Bordadura	42,9	137,74	0,0000	9,69	87,70	7,25	1 e 6	7 e 4	2,54	23,6	3	
		37	4	88,0	704,86	0,0185	224,19	61,12	17,02	1 e 5	9 e 3	12,23	50,2	2
	16		86,3	464,64	0,0041	107,72	68,32	12,02	1 e 6	3 e 4	8,47	37,8	2	
	36		86,3	459,57	0,0025	97,53	70,20	11,45	1 e 6	4 e 3	8,06	41,4	3	
	64		86,4	448,47	0,0005	72,12	75,66	9,83	1 e 6	4 e 3	6,93	41,9	3	
100	85,3		436,00	0,0000	42,80	83,59	7,67	1 e 6	4 e 3	5,34	43,5	3		
	Bordadura	83,3	457,66	0,0000	30,93	88,09	6,68	1 e 8	4 e 3	4,54	46,6	3		
Bocaiúva	27	4	24,3	218,13	0,0000	23,34	82,40	19,90	1 e 3	10 e 4	3,94	30,4	2	
		16	23,4	174,35	0,0000	5,49	94,10	10,02	1 e 3	10 e 7	1,91	25,8	3	
		36	23,1	162,05	0,0000	2,17	97,40	6,37	1 e 3	10 e 7	1,20	25,6	5	
		64	23,1	149,03	0,0000	2,00	97,40	6,14	1 e 3	10 e 7	1,15	24,3	5	
		100	23,2	169,15	0,0000	1,90	97,80	5,94	1 e 3	7 e 10	1,12	26,0	5	
		Bordadura	25,5	211,56	0,0000	4,49	95,90	9,02	1 e 5	7 e 10	1,73	29,5	3	
		37	4	34,0	338,53	0,0003	50,86	76,89	20,98	1 e 3	4 e 10	5,82	37,5	2
	16		33,2	280,94	0,0000	11,06	92,70	10,01	1 e 3	10 e 4	2,71	33,3	3	
	36		32,8	282,69	0,0000	5,79	96,07	7,34	1 e 3	4 e 10	1,96	33,7	4	
	64		32,9	272,64	0,0000	5,22	96,31	6,96	1 e 3	4 e 10	1,86	32,9	3	
100	33,0		316,31	0,0000	4,29	97,36	6,28	1 e 3	4 e 10	1,69	35,0	3		
	Bordadura	33,2	407,70	0,0000	8,37	96,05	8,73	1 e 2	4 e 8	2,36	38,9	3		

**TABELA 27 - Coeficientes de variação experimental (CV) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ), erro padrão da diferença entre duas médias (SED), obtidos nos experimentos com parcelas de mesmo tamanho e diferentes números de linhas – Paraopeba e Bocaiúva (MG), 2001/02.**

Parcela	Paraopeba						Bocaiúva					
	27 meses			37 meses			27 meses			37 meses		
	CV	$R^2$	SED	CV	$R^2$	SED	CV	$R^2$	SED	CV	$R^2$	SED
2 linhas de 5 plantas	15,74	58,20	5,53	12,46	72,36	9,50	17,56	72,33	2,93	12,91	85,14	3,49
1 linha de 10 plantas	16,86	62,18	5,94	13,90	66,71	9,63	18,26	83,11	3,36	14,14	88,10	3,80
4 linhas de 5 plantas	14,76	58,20	5,19	9,80	79,78	7,95	14,39	79,60	2,42	8,58	92,69	2,43
2 linhas de 10 plantas	14,48	64,79	5,12	11,07	73,11	7,46	14,49	88,31	2,68	10,98	91,95	2,94
CV e $R^2$ em %												

8

Uma possível explicação para esta não consistência dos valores de  $R^2$ , conforme Lindgren (1993), advém da competição dos clones pela utilização de recursos limitados. Comentando sobre isto, Frampton & Foster (1993) ressaltam que a competição que pode ocorrer entre idades quando se empregam parcelas de uma linha ou uma planta, pode favorecer as plantas que apresentam um crescimento inicial mais rápido, particularmente durante e após o fechamento das copas. Para prevenir estes problemas recomendam o emprego de parcelas em forma mais quadrada.

Esta melhoria na precisão dos experimentos contendo mais de uma linha na parcela está de acordo com o comentado por Fehr (1987), Petersen (1994) e Portmann & Ketata (1997). Os autores ressaltam que o aumento no número de linhas acarreta uma diminuição no erro experimental devido à redução na competição intergenotípica. Assim, conforme Fehr (1987), com duas linhas na parcela é possível reduzir a competição em 50% e com 4 linhas em 75%. Resultados semelhantes a este em que ocorreu uma melhoria na estimativa do C.V. com o emprego de parcelas com mais de uma linha, foram relatados para outras culturas como o feijão (Bertolucci et al., 1991; Marques Júnior, 1997), eucalipto (Simplicio et al., 1996; Andrade et al., 1997) e milho (Camacho, 1998). Neste sentido, o emprego de parcelas com mais de uma linha se deve à necessidade de minimizar ou evitar a competição entre parcelas, sendo avaliadas todas as plantas e não apenas as centrais.

Esse trabalho e alguns outros relatados na literatura (Bertolucci et al., 1991; Andrade et al., 1997; Marques Júnior, 1997; Portmann & Ketata, 1997; Kempton, 1997) apontam que não há necessidade de bordaduras internas nas parcelas. Desse modo, mesmo quando forem empregadas parcelas maiores, os dados devem ser coletados de todas as plantas, uma vez que sempre apresentam menor estimativa do coeficiente de variação, portanto, maior precisão.

É evidente que, para um mesmo experimento, avaliar um maior número de plantas, leva a maior eficácia (menor SED). Contudo, especialmente nas etapas iniciais do programa de avaliação de clones, quando há centenas de tratamentos para serem avaliados e não há possibilidade de se ter grande quantidade de mudas para todos os clones, é impossível utilizar-se de parcelas maiores. Os resultados mostram que, mesmo com parcela de uma planta, é possível identificar com relativa eficiência os melhores clones. Como exemplo disto, ao considerar dois experimentos com o mesmo número de plantas por tratamento (1 planta/parcela e 15 repetições com 5 plantas/parcela e três repetições), reduzir o tamanho da parcela, melhorou a eficiência dos experimentos, pois reduziu o valor obtido para o SED.

Do exposto, uma boa estratégia para os melhoristas da área florestal, seria a avaliação inicial dos clones em parcelas menores. Nesses experimentos seria efetuada a seleção precoce, isto é, nas plantas com idade de até 24 meses. Há na literatura informações de que mostram ser essa seleção precoce eficiente (Squillace & Gansel, 1974; Kageyama, 1983; Rezende et al., 1994; Marques Júnior, 1995; Pereira, 1996). A partir destes resultados os melhores clones seriam novamente avaliados, em parcelas maiores e em regiões representativas da área de produção da empresa. Desse modo, seria possível reduzir o tempo na recomendação de novos clones associados a maior segurança na decisão.

## **4 CONCLUSÕES**

- Considerando o mesmo número de plantas por tratamento, reduzir o tamanho das parcelas não alterou a eficiência dos experimentos;
- A avaliação de todas as plantas da parcela em detrimento das presentes na área útil, apresenta sempre uma maior precisão experimental;
- O arranjo das linhas na parcela não alterou o desempenho relativo dos clones;
- O teste inicial de seleção de clones pode ser implantado em parcelas menores, procedendo à seleção precoce, sendo seguida de uma nova avaliação dos clones em parcelas maiores, permitindo uma maior segurança na seleção final.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, H. B.; MARQUES JUNIOR, O. G.; RAMALHO, M. A. P. Avaliação da eficiência de utilização de bordaduras internas em testes clonais. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. Anais... Salvador, 1997. v. 1, p. 91-94.
- BERTOLUCCI, F. L. G.; RAMALHO, M. A. P.; DUARTE, G. S. Alternativas de tamanho e forma da parcela para avaliação de progênies do feijoeiro. (*Phaseolus vulgaris* L.) Ciência e Prática, Lavras: v. 15, n. 3. p. 295-305, out./dez. 1991.
- CAMACHO, P. E. Tamanho da amostra para avaliação de famílias de meio-irmãos de milho. 1998. 89p. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- FEHR, W. R. Field-plot techniques. In: \_\_\_\_\_. Principles of cultivar development. New York, Mac Millan Publishing Company, 1987. p. 261-86.
- FRAMPTON Jr., L. J.; FOSTER, G. S. Field testing vegetative propagules. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. (Ed.). Clonal forestry I: genetics and biotechnology. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 110-34.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Rio de Janeiro: PRODEPEF, 1975. 65 p. (PRODEPEF. Série Técnica, 3)
- GONÇALVES, F.; REZENDE, G. D. S. P.; RAMALHO, M. A. P. Progresso genético por meio de seleção de clones de eucalipto em plantios comerciais. Revista Árvore, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 295-301, maio/jun. 2001.
- KAGEYAMA, P. Y. Seleção precoce a diferentes idades em progênies de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. 1983. 147 p. (Tese de Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- KEMPTON, R. A. Interference between plots. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). Statistical methods for plant variety evaluation. London: Chapman & Hall, 1997. p. 101-116.

LINDGREN, D. The population biology of clonal deployment. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. (Ed.). *Clonal forestry I: genetics and biotechnology*. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 34-49.

MARQUES JÚNIOR, O. G. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e avaliação da eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. 1995. 69 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MARQUES JÚNIOR, O. G. Eficiência de experimentos com a cultura do feijão. 1997. 80 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MEAD, R. Design of plant breeding trials. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). *Statistical methods for plant variety evaluation*. London: Chapman & Hall, 1997. p. 40-67.

PEREIRA, A. B. Avaliação da eficiência da seleção precoce em famílias de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. na região nordeste do Estado de Minas Gerais. 1996. 68 p. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PETERSEN, R. G. *Agricultural field experiments: design and analysis*. New York: Marcel Dekker, 1994. 409 p.

PORTMANN, P.; KETATA, H. Field plot technique. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). *Statistical methods for plant variety evaluation*. London: Chapman & Hall, 1997. p. 9-18.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. Lavras: UFLA, 2000. 303 p.

REZENDE, G. D. S. P.; BERTOLUCCI, F. de L. C.; RAMALHO, M. A. P. Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de eucalipto avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. *Cerne*, Lavras, v. 1, n. 1, p. 45-50, 1994.

SILVA, R. L. Influência do tamanho da parcela experimental em testes clonais de eucalipto. 2001. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- SIMPLÍCIO, E.; MUNIZ, J. A.; AQUIMO, L. H.; SOARES, A. R.**  
**Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de**  
***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. I – Parcelas retangulares. Cerne, Lavras, v.**  
**2, n. 1, p. 53-65, 1996.**
- SQUILLACE, A. E.; GANSEL, C. R.** Juvenile-mature correlations in slash pine.  
**Forest Science, Bethesda, v. 20, n. 3, 225-229, Sept. 1974.**
- VIANA, A. E. S.** **Estimativas do tamanho e forma de parcelas e**  
**características do material de plantio em experimentos com mandioca**  
**(*Manihot esculenta* Crantz). 1999. 132 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) –**  
**Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.**
- YAN, W.; HUNT, L. A.; JOHNSON, P.; STEWART, G.; LU, X.** On-farm strip  
trials vs. replicated performance trial for cultivar evaluation. **Crop Science,**  
**Madson, v. 42, n. 2, p. 385-393, Mar./Apr. 2002.**
- ZANON, M. L. B.; STORCK, L.** Tamanho ótimo de parcelas experimentais para  
***Eucalyptus saligna* Smith em dois estádios de desenvolvimento. Cerne, Lavras,**  
**v. 6, n. 1, p. 104-111, 2000.**

## **CAPÍTULO 2**

### **ALTERNATIVAS PARA ATENUAR A DIFERENÇA DE ESTANDE NOS EXPERIMENTOS DE AVALIAÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO**

## RESUMO

**ANDRADE, Hélder Bolognani. Alternativas para atenuar a diferença de estande nos experimentos de avaliação de clones de eucalipto. 2002. 60p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.**

Com o objetivo de estudar se as plantas adjacentes às falhas são capazes de compensar em parte ou totalmente às ausentes e se essa compensação varia com o clone, a idade de avaliação e as condições edafoclimáticas, foi conduzido o presente trabalho, em dois municípios da região noroeste do Estado de Minas Gerais. Os experimentos foram implantados em dezembro de 1998. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. A parcela foi constituída de sete diferentes clones, e a subparcela pelo número variável de plantas no estande, em função do percentual de falha. A subparcela que não apresentou falha recebeu 10 plantas em linha. Para a constituição das demais subparcelas, foram adotados cinco diferentes níveis de falha (10, 20, 30, 40 e 50%). Aos 14, 26 e 37 meses de idade, foi avaliado o volume de madeira ( $m^3$  sólido/ha). Foram realizadas análises de variância por idade dentro de cada local e, posteriormente, análises conjuntas de locais por idades, em ambos os casos, envolvendo os dados ao nível de média de planta e total de parcela. Nas análises de variância, as fontes de variação que envolveram a variável estande foram decompostas em efeitos lineares, quadráticos e desvios da regressão. Os valores de b foram estimados para estande, para cada clone, para cada local independente do clone, em cada uma das idades. Também foram realizadas análises de covariância, considerando o ajuste para o estande médio e para o estande ideal, a partir de três situações, onde foram simuladas as falhas de forma aleatória, para cada clone, tomando-se ao acaso, uma das subparcelas entre os diversos números de falhas avaliados. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que: - a maioria dos clones avaliados não compensam em parte a ausência das plantas vizinhas; - a capacidade de compensação difere entre os clones, condições edafoclimáticas e com a idade de avaliação; - independente do clone, local e idade de avaliação, a correção do estande por regressão e, principalmente, por covariância, foi eficiente para efetuar a seleção dos melhores clones, sendo mais expressivos com os dados de total de parcela.

---

\* Comitê Orientador: Magno Antônio Patto Ramalho – UFLA (Orientador), Júlio Sílvio de Souza Bueno Filho – UFLA (Co-Orientador)

## ABSTRACT

**ANDRADE, Hélder Bolognani. Alternative to attenuate plant stand difference in experiment of eucalyptus clone assessment. 2002. 60p. Thesis (Doctor in Genetics and Plant Breeding) - Universidade Federal de Lavras, - Lavras, MG\*.**

A study to investigate whether plants adjacent to failed plants are able to partially or completely compensate the absent plants and whether this compensation depends on clone, clone age and edaphic-climatic conditions was carried out in two northwestern Minas Gerais counties. The experiments were set up in December 1998. A randomized complete block design with treatments in split plots and three replications was used. The plots consisted of seven different clones and the split plot was the variable number of plants in the stand, in function of the failure percentage. The split plot that did not present any failure had 10 plants in a row. To constitute the other plots, five different failure levels were adopted (10, 20, 30, 40 and 50%). The assessed trait was wood volume (solid m<sup>3</sup>/ha) at 14, 26, and 37 months of age. Individual analyses of variance were performed by age within each location. Joint analyses of location by age were also performed. Both types of analyses involved data at the plant mean and plot total levels. Sources of variation that involved the stand variable were partitioned into linear and quadratic effects and deviation from the regression. The regression b values at each age were estimated for stand, individual clone and location regardless of the clone. Covariance analyses were also performed, taking the regression fitted for the average and ideal stand, in three situations where the failures were randomly simulated for each clone. The simulations involved randomly sampling one split plot among the various corresponding to the assessed failures. The following conclusions were obtained from the results: a) most of the assessed clones did not totally compensate the absence of the neighboring plants; b) the compensation capacity varies with clones differ, edaphic-climatic conditions and age at assessment; c) regardless of the clone, location or assessment age, stand correction by regression and, especially by covariance, improved the clone selection efficiency, in particular with the total plot data.

---

\* Guidance Committee: Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Major Professor), Júlio Sílvia de Souza Bueno Filho - UFLA.

# 1 INTRODUÇÃO

Em qualquer programa de melhoramento a etapa de avaliação é a mais cara e demorada. Os experimentos devem ser conduzidos com o maior rigor possível para que tenham boa precisão e, assim, as diferenças fenotípicas representem as genotípicas. Há vários fatores que afetam a precisão experimental, tais como a heterogeneidade do solo, o tamanho da parcela, o delineamento adotado, o número de repetições e a condução dos experimentos (Marques Júnior, 1997; Steel et al., 1997; Ramalho et al., 2000).

Outro fator que afeta o desempenho dos experimentos e muitas vezes está fora do controle do pesquisador é a perda de plantas por ataque de insetos, pragas e danos mecânicos. Essa perda de plantas é normalmente aleatória, acarreta diferença no estande e, evidentemente, contribuem para a redução na precisão experimental (Veronesi, et al., 1995). No caso das espécies anuais cultivadas de importância econômica há relatos do efeito do estande e sobretudo do modo de atenuá-los (Fernandes et al., 1989; Schmidt, 2000). Contudo, em se tratando de plantas perenes, em que normalmente as parcelas experimentais envolvem menor número de indivíduos e as perdas de algumas plantas podem ter efeito mais expressivo, as informações são escassas.

Na avaliação de clones de eucalipto, a ocorrência de estandes variados é comum, sobretudo devido a diferenças no vigor das mudas, além daquelas já mencionadas anteriormente. Nessa condição, é questionável se plantas adjacentes às falhas são capazes de compensar em parte ou totalmente as ausentes; e mais ainda, se essa compensação varia com o clone, a idade de avaliação e as condições edafoclimáticas. Para responder esses questionamentos e propor alternativas para atenuar as diferenças de estande na avaliação de clones, foi realizado o presente trabalho.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Locais**

Os testes foram implantados em fazendas pertencentes à V&M Florestal, localizadas em dois municípios do Estado de Minas Gerais. Estas duas propriedades apresentam características edafoclimáticas contrastantes (TABELA 28), sendo selecionadas para a implantação dos testes por representarem os locais onde estão concentrados atualmente os plantios da empresa. Conforme o zoneamento ecológico realizado por Golfari (1975), são pertencentes à região bioclimática 7.

### **2.2 Material Experimental**

Para a condução deste teste foram selecionados 7 clones de *Eucalyptus* spp (TABELA 29), que foram ou são utilizados para plantio na região noroeste do Estado de Minas Gerais.

Os experimentos foram implantados nos dois locais em dezembro de 1998. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. A parcela foi constituída dos diferentes clones, e a subparcela pelo número variável de plantas no estado em função do percentual de falha. A subparcela que não apresentou falha recebeu 10 plantas em linha. Para a constituição das demais subparcelas, foram adotados cinco diferentes níveis de falha (10, 20, 30, 40 e 50%). Nos casos onde ocorreu falha

### 2.3 Instalação e Condução dos Ensaio

Clones	Identificação	Clones	Identificação
MN 463	1	MN 304	5
MN 445	2	MN 035	6
MN 400	3	MN 249	7
MN 089	4		

estande.

TABELA 29 - Relação dos clones utilizados no teste de efeito de falha no

Características	Locais	
	Paraopeba	Bocaiuva
Latitude (S)	17° 20'	19° 17'
Longitude (W)	43° 20'	44° 29'
Altitude (m)	700	850
Precipitação (mm)	1350	850
Déficit Hídrico (mm)	40-100	90-210
Área	4,7	14,3
Site	19,2	17,6
Argila	76,1	68,1

TABELA 28 - Características edafoclimáticas e localização geográfica dos locais de instalação dos testes.

natural, esta foi considerada. Para completar as demais falhas necessárias foi realizado um desbaste, baseado em sorteio prévio das plantas a serem eliminadas em cada situação. As eliminações das plantas nas subparcelas que apresentavam falha, foram realizadas três meses após o plantio. Procurando evitar o efeito da competição lateral nas subparcelas, foram mantidas subparcelas sem falha alternadas por subparcelas que receberam os tratamentos propostos. Isto possibilitou a formação de uma bordadura sem falha, em torno das subparcelas que receberam os tratamentos descritos acima.

As mudas foram produzidas em tubetes, sendo que as mesmas apresentavam idade entre 90 e 110 dias. O preparo do solo foi realizado com grade bedding em nível. O espaçamento adotado foi de 3,0 metros entre linhas x 3,0 metros entre plantas. A adubação de plantio foi realizada com 200 Kg/ha de super simples mais 1% de boro, aplicado em sulco na linha de plantio. Aos 3, 15 e 27 meses após o plantio foi realizada a aplicação de 2 gramas de boro por planta. Com 10 meses de idade foram aplicadas a lanço calcário e cloreto de potássio. A dosagem dos fertilizantes, aplicados em cada local, seguiram os resultados das análises de solo.

Durante a implantação e condução dos testes foram tomados todos os cuidados necessários ao bom desenvolvimento das plantas, ressaltando a não formação e queima de resíduos, o controle rigoroso de formigas e matocompetição, seguindo os procedimentos operacionais adotados pela empresa para o plantio de florestas.

## **2.4 Caracteres Avaliados**

Nos dois experimentos foram tomados dados ao nível de planta por parcela para as características altura total (m) e circunferência a altura do peito – CAP (cm), aos 14, 26 e 37 meses de idade. Para o cálculo do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), foram cubadas de metro em metro, três árvores por repetição,

para cada um dos clones. Com os resultados desta cubagem, foram estimadas equações de regressão para volume sólido em função do CAP e da altura total. Empregando-se as equações estimadas para cada clone e local, em função dos dados de CAP e altura mensurados para todas as plantas, foram estimados os volumes em metros cúbicos sólidos por hectare para cada parcela.

## 2.5 Análises Estatísticas

Foram realizadas análises de variância para a característica volume de madeira ao nível de média de planta e total de parcela. Primeiramente realizou-se uma análise por idade dentro de cada local, utilizando o seguinte modelo estatístico, considerando todos os efeitos como fixos, exceto blocos e o erro.

$$y_{ijs} = m + t_i + b_j + (tb)_{ij} + s_s + (ts)_{is} + \bar{e}_{ijs}$$

em que:

$y_{ijs}$ : valor observado no bloco  $j$  do clone  $i$  no número  $s$  de falhas;

$m$ : média geral;

$t_i$ : efeito fixo do  $i$ -ésimo clone;  $i = 1, 2, \dots, n$

$b_j$ : efeito aleatório do  $j$ -ésimo bloco;  $j = 1, 2, \dots, r$

$(tb)_{ij}$ : efeito da interação entre os clones  $i$  com o bloco  $j$ ; erro a

$s_s$ : efeito do número  $s$  de falhas;  $s = 1, 2, \dots, k$

$(ts)_{is}$ : efeito da interação entre os clones  $i$  com o número  $s$  de falhas;

$e_{ijs}$ : erro experimental, sendo  $e_{ijs} \sim N(0, \sigma^2)$ .

Posteriormente, foram realizadas as análises conjuntas de locais por idades envolvendo novamente os dados ao nível de média de planta e total de parcela, adotando-se o seguinte modelo estatístico, considerando todos os efeitos fixos, exceto blocos e o erro.

$$y_{ijqs} = m + t_i + r_{j(q)} + a_q + (ta)_{iq} + (tr)_{ij(q)} + s_s + (ts)_{is} + (as)_{qs} + (tas)_{iqs} + \bar{e}_{ijqs}$$

em que:

$y_{ijqs}$ : valor observado do bloco j dentro do local q, do clone i, do número de falhas s;

m: média geral;

$t_i$ : efeito do i-esimo clone;  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

$r_{j(q)}$ : efeito do bloco j dentro do local q;  $j = 1, 2, \dots, r$ ;

$a_q$ : efeito do local q;  $q = 1, 2$ ;

$(ta)_{iq}$ : efeito da interação entre os clones i e os locais q;

$(tr)_{ij(q)}$ : efeito da interação entre os clones i com o bloco j dentro dos locais q;

$s_s$ : efeito do numero s de falhas;  $s = 1, 2, \dots, k$ ;

$(ts)_{is}$ : efeito da interação entre os clones i com o número s de falhas;

$(as)_{qs}$ : efeito da interação entre os locais q com o número s de falhas;

$(tas)_{iqs}$ : efeito da interação entre os clones i com os locais q e com o número s de falhas;

$e_{ijqs}$ : erro experimental, sendo  $e_{ijqs} \sim N(0, \sigma^2)$ .

Como o objetivo deste trabalho foi o de verificar o efeito de estande, nas análises de variância, as fontes de variação que envolveram a variável estande, foram decompostas em efeitos lineares, quadráticos e desvios da regressão. Os valores de b foram estimados, para cada clone, ou cada local independente do clone dentro de cada idade. A partir destas estimativas, foram obtidos os volumes médio e total de madeira corrigidos ( $y_c$ ), pela expressão:

$Y_c = y - b(x-10)$ , em que y é o valor referente ao dado da parcela; b é o coeficiente de regressão linear para cada clone ou local, ou envolvendo todos os clones nos dois locais; x é o número de plantas na parcela. Desse modo foram efetuadas, para cada unidade, ao nível de média por planta ou total de parcela, 3

análises de variância em cada idade. O modelo de análise de variância corrigido pelas estimativas dos b's foi o mesmo comentado anteriormente. Neste caso, também foi realizada a análise com os dados sem correção, para verificar a eficiência da regressão como fator de correção do estande.

Para verificar a eficiência da correção do estande por meio da covariância, foram simulados três situações. Considerando que no campo as falhas ocorrem aleatoriamente, foram tomados ao acaso, para representar o desempenho do clone na parcela, uma das subparcelas, entre os diversos números de falhas avaliados. A partir destes dados, foram realizadas análises de covariância considerando o ajuste para o estande médio e também para o estande ideal como sugerido por Vencovsky & Barriga (1992), utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ij} = m + t_i + r_j + b(x_{ij} - \bar{x}) + \bar{e}_{ij}$$

em que:

$y_{ij}$  : produção de madeira, variável dependente, obtida no tratamento i, bloco j;

$t_i$  : é o efeito do tratamento i (i = 1,2,3 ... 6)

$r_j$  : é o efeito do bloco j (j = 1,2,3)

b : é o coeficiente de regressão linear entre x e y

$x_{ij}$  : é o número de plantas, variável dependente, obtida no tratamento i bloco j

$e_{ij}$  : erro experimental

As suposições relativas a essa análise de covariância são comentadas por Steel et al. (1997):

- i) Os x's são fixos, medidos sem erro e independente dos tratamentos;
- ii) A regressão de x em y, após a remoção das diferenças entre blocos e tratamentos, é linear e independente dos tratamentos e blocos;
- iii) O resíduo é normalmente distribuído com média zero e variância comum.

**Procedeu-se também à análise de variância, escolhendo apenas, como representando as parcelas, as subparcelas sem falha, sendo considerado como o estande ideal.**

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na implantação e condução dos experimentos de campo são muitos os fatores que o pesquisador deve procurar controlar. Dentre eles estão as falhas que levam à desuniformidade no estande, causando dificuldades na condução e avaliação dos experimentos, sendo um dos problemas básicos na análise e interpretação dos resultados experimentais. Este fator é mais agravante em culturas perenes, visto que os erros podem ser cumulativos e perpetuarem durante toda a condução do ensaio.

Os resumos das análises de variância por local e idade de avaliação, considerando dados médios por planta ou total por parcela, estão apresentados nas Tabelas 3A e 4A. Verificou-se que ocorreu diferença significativa entre clones ( $P \leq 0,01$ ) em todas as situações, evidenciando como era esperado, que os clones eram diferentes, condição essa fundamental para a realização de trabalho desta natureza.

Como a perda de plantas por parcela foi induzida, seria esperada diferença significativa entre os estandes. Em alguns casos isto veio a ocorrer, por exemplo, na avaliação do volume médio de madeira por planta em Paraopeba, nas três idades de avaliação. O efeito de estande também foi variável de acordo com a idade, por exemplo o caso de Bocaiúva, nas análises com média e com totais, em que a significância do efeito de estande variou com a idade.

No caso da interação, em muitas situações ela foi não significativa, porém em alguns casos, como por exemplo em Bocaiúva, nas três idades, com volume total, a interação foi significativa ( $P \leq 0,01$ ), indicando que para essa situação o efeito do estande não foi coincidente com o clone avaliado. Esses resultados, em princípio, já evidenciam a dificuldade de se atenuar os efeitos da

diferença do número de plantas por parcela, pois o seu efeito varia com o clone, com o local, com a idade e o tipo de unidade utilizada nas análises.

Nas Tabelas 30 e 31 é apresentado o resumo da análise de variância conjunta de locais, considerando como unidade o volume por planta ou total da parcela. Vale ressaltar inicialmente que a precisão experimental variou com a idade. Nas avaliações mais precoces os coeficientes de variação foram maiores, tanto para as comparações entre clones (Erro 1) quanto do estande (Erro 2). Esse resultado evidencia uma dificuldade adicional para a maior eficiência da seleção precoce. Na literatura, há vários relatos da possibilidade de se proceder à seleção precoce tanto na avaliação de progênies (Kageyama, 1980; Borralho et al., 1992; Marques Júnior, 1995; Pereira, 1996) como de clones (Rezende et al., 1994) de eucalipto.

Novamente o efeito de clones foi significativo ( $P \leq 0,01$ ) em todos os casos. Não se detectou diferença significativa entre os locais apenas para a idade de 14 meses, provavelmente, devido à menor precisão experimental obtida nessa idade, como já mencionado (TABELAS 30 e 31). Chama atenção, contudo, que a interação clones locais foi significativa ( $P \leq 0,01$ ) em todos os casos, evidenciando que o comportamento dos clones não foi coincidente nos dois locais de avaliação.

**TABELA 30 - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados médios por planta, obtidos em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes e locais, avaliado aos 14, 26 e 37 meses de idade.**

FV	GL	QM		
		14	26	37
Repetição/Local	4	34,00 **	479,92 **	636,80 *
Clone (C)	6	52,56 **	2960,76 **	24236,75 **
Local (L)	1	7,26 n.s.	14921,06 **	133229,81 **
C x L	6	16,14 **	512,36 **	4302,55 **
Erro 1	24	3,20	77,05	175,76
Estande (E)	5	6,31 **	166,02 **	716,80 **
Linear	1	21,43 **	716,81 **	3336,75 **
Quadrática	1	3,27 n.s.	15,75 n.s.	3,33 n.s.
Desvio	3	2,28 n.s.	32,51 n.s.	81,31 n.s.
E x C	30	1,98 n.s.	41,09 **	132,00 **
E/Clone 1	5	1,33 n.s.	50,63 n.s.	403,67 *
Linear	1	1,07 n.s.	124,10 n.s.	820,40 *
Quadrática	1	0,69 n.s.	32,61 n.s.	336,96 n.s.
Desvio	3	1,63 n.s.	32,15 n.s.	286,99 n.s.
E/Clone 2	5	0,87 n.s.	10,26 n.s.	41,88 n.s.
Linear	1	0,12 n.s.	8,66 n.s.	27,57 n.s.
Quadrática	1	0,23 n.s.	1,40 n.s.	12,01 n.s.
Desvio	3	1,32 n.s.	13,74 n.s.	56,61 n.s.
E/Clone 3	5	7,33 *	161,32 *	463,49 **
Linear	1	20,55 **	533,81 **	1759,31 **
Quadrática	1	1,94 n.s.	28,53 n.s.	7,75 n.s.
Desvio	3	4,73 n.s.	81,42 n.s.	183,45 n.s.
E/Clone 4	5	2,78 n.s.	56,42 n.s.	203,92 n.s.
Linear	1	0,85 n.s.	18,27 n.s.	278,16 n.s.
Quadrática	1	8,51 n.s.	131,66 n.s.	401,25 n.s.
Desvio	3	1,52 n.s.	44,05 n.s.	113,40 n.s.
E/Clone 5	5	2,05 n.s.	70,64 n.s.	221,76 n.s.
Linear	1	0,58 n.s.	89,14 n.s.	737,36 *
Quadrática	1	0,95 n.s.	39,67 n.s.	9,26 n.s.
Desvio	3	2,90 n.s.	74,79 n.s.	120,73 n.s.
E/Clone 6	5	2,34 n.s.	27,59 n.s.	32,79 n.s.
Linear	1	6,36 n.s.	67,12 n.s.	90,54 n.s.
Quadrática	1	2,28 n.s.	19,84 n.s.	10,63 n.s.
Desvio	3	1,02 n.s.	17,00 n.s.	20,94 n.s.
E/Clone 7	5	1,51 n.s.	35,70 n.s.	141,34 n.s.
Linear	1	4,53 n.s.	137,83 n.s.	559,14 *
Quadrática	1	0,08 n.s.	0,002 n.s.	41,60 n.s.
Desvio	3	0,98 n.s.	13,56 n.s.	35,32 n.s.
E x L	10	2,02 n.s.	44,49 *	204,21 **
E/Local 1	5	6,81 *	170,64 *	805,70 **
Linear	1	15,49 *	600,07 **	3367,77 **
Quadrática	1	3,52 n.s.	2,29 n.s.	20,70 n.s.
Desvio	3	5,01 n.s.	83,61 n.s.	213,34 n.s.
E/Local 2	5	1,51 n.s.	39,87 n.s.	115,32 n.s.
Linear	1	6,82 n.s.	178,68 n.s.	559,75 *
Quadrática	1	0,46 n.s.	16,81 n.s.	3,88 n.s.
Desvio	3	0,09 n.s.	1,29 n.s.	4,32 n.s.
E x C x L	30	1,71 n.s.	26,58 n.s.	111,17 *
Erro 2	140	1,34	19,30	64,12
Média (m <sup>3</sup> sol/ha)		5,45	31,33	67,74
CV 1 (%)		32,83	28,02	19,57
CV 2 (%)		21,24	14,02	11,82

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns não significativo



**TABELA 32 - Produção de madeira obtida ao nível de média de planta (m<sup>3</sup> sólido/ha), para os diferentes clones nas idades de 14, 26 e 37 meses, em Paraopeba e Bocaiúva.**

Clones	14 meses		26 meses		37 meses	
	Paraopeba	Bocaiúva	Paraopeba	Bocaiúva	Paraopeba	Bocaiúva
MN 463	6,59 a	8,28 a	56,63 a	34,06 a	137,77 a	67,81 a
MN 445	3,97 a	4,35 c	24,79 c	16,83 c	47,42 c	25,83 d
MN 400	5,24 a	4,17 c	42,11 b	19,28 c	102,70 b	35,58 c
MN 089	3,91 a	3,62 c	29,02 c	15,69 c	62,17 c	27,97 d
MN 304	5,24 a	7,41 a	47,85 b	31,66 a	122,97 a	68,98 a
MN 035	6,41 a	4,62 c	42,71 b	22,29 b	100,51 b	44,75 b
MN 249	4,32 a	5,86 b	22,97 c	22,41 b	47,52 c	37,28 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

A ocorrência da interação clones x locais é evidenciada pelos resultados médios apresentados nas Tabelas 32 e 33. A classificação dos clones variou entre os locais numa mesma idade. Chama atenção, entretanto, o desempenho do clone MN463 que foi o de melhor desempenho em todas as situações, e o MN 089 que, em quase todos os casos, foi o de pior desempenho. Interações envolvendo estes ambientes e materiais genéticos já foram detectadas em outro trabalho (Andrade et al., 1994).

**TABELA 33** – Produção de madeira obtida ao nível de total de parcela ( $m^3$  sólido./ha), para os diferentes clones nas idades de 14, 26 e 37 meses, em Paraopeba e Bocaiúva.

Clones	14 meses		26 meses		37 meses	
	Paraopeba	Bocaiúva	Paraopeba	Bocaiúva	Paraopeba	Bocaiúva
MN 463	48,82 a	62,12 a	416,76 a	254,48 a	1010,41 a	509,03 a
MN 445	29,59 a	32,99 c	182,03 c	126,77 c	347,36 c	194,14 d
MN 400	38,27 a	29,84 c	308,47 b	138,70 c	751,92 b	256,81 c
MN 089	29,10 a	26,86 c	216,61 c	116,54 c	461,09 c	207,71 d
MN 304	38,68 a	55,49 a	353,41 b	235,74 a	906,68 a	512,64 a
MN 035	47,52 a	34,29 c	318,53 b	166,05 b	753,91 b	332,86 b
MN 249	31,55 a	43,56 b	165,91 c	166,47 b	341,83 c	277,08 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

O objetivo principal deste trabalho é verificar o efeito do estande. Observa-se que, como era esperado, pelas razões já apontadas, detectou-se diferença significativa ( $P \leq 0,01$ ) para essa fonte de variação, considerando as análises tanto com média como com totais em todas as idades (TABELAS 30 e 31). Como interessava verificar se o efeito do número de falha era linearmente relacionado ao desempenho do clone, o efeito de estande foi decomposto em resposta linear e quadrática. Nota-se que em todos os casos o desvio da regressão foi não significativo, indicando que com uma equação linear ou quadrática é possível ter um bom ajuste da resposta do volume de madeira em função da diferença no número de plantas por parcela. Veja também que na maioria dos casos, independentemente do clone, da idade, do local a resposta foi linear. Em princípio, essa é uma situação favorável para se atenuar o efeito da diferença de estande.

Mas, como na maioria das situações a interação clones x estandes foi significativa ( $P \leq 0,01$ ), foi decomposto o efeito de estande dentro de cada clone (TABELAS 30 e 31). Nota-se que, quando se considera como unidade o volume médio por planta, não houve efeito de estande, exceto para o clone 3 em todas as idades e o clone 1 aos 37 meses. Quando a análise foi efetuada com totais, praticamente todos os clones foram afetados pelo estande e responderam linearmente ao número de plantas perdido na parcela.

Estimou-se o coeficiente de regressão linear (b) que mede a resposta no volume de madeira em função da alteração no número de plantas por parcela (TABELAS 34 e 35). Corroborando com o resultado da análise de variância, quando se considera o volume médio por planta, a estimativa de b só foi expressiva para o clone 3, o único em que ocorreu efeito de estande significativo. Considerando a avaliação feita com 14 meses, a estimativa de b corresponde a 9,39% da média, ou seja, para esse clone, cada planta em falta na parcela contribuiu para o incremento médio do volume por planta de 9,39% do seu desempenho médio (TABELA 34).

Quando se considera total de parcela (TABELA 35), verifica-se a tendência de aumento no valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), bem como de b, com o passar da idade. No caso do coeficiente de regressão esse foi negativo, como esperado, haja vista que a perda de plantas contribuiu evidentemente para a redução na produtividade total da parcela. É interessante salientar que a estimativa de b do clone 3 foi de pequena magnitude, especialmente aos 14 e 26 meses. Isso indica que o efeito da falha no volume total, para esse clone, é menos pronunciado. Isso é fácil de explicar, porque como foi visto anteriormente, esse clone tem a capacidade de compensar a falha por meio de um maior crescimento das plantas vizinhas. Essa foi a razão da interação clones x estandes, reforçando o que já foi comentado, de que a

atenuação do efeito de estande é dificultada pelo fato de não se poder ter um ajuste único para todos os clones.

A interação estandes x locais foi significativa ( $P \leq 0,01$ ). No entanto, dentro de cada local, independente do clone, foi sempre linear. Veja nas Tabelas 34 e 35, que o coeficiente de regressão foi de magnitude diferente nos dois locais. Em Bocaiúva, onde as condições edafoclimáticas são menos favoráveis (TABELA 28), os valores de b são de menor magnitude, isto é, a compensação da falha é função da condição ambiental. Isto ocorreu tanto para o volume por planta, quanto para o volume total.

Para comprovar que a estimativa de b pode ser utilizada como um fator de correção do estande, foram realizadas novas análises de variância, utilizando o ajuste do dado por planta e no total, considerando um coeficiente de regressão b médio, independente do clone e local. Posteriormente, foi realizada a mesma análise utilizando como fator de correção o b, estimado para cada clone, repetindo o mesmo procedimento para cada local. Os valores de b utilizados estão apresentados nas Tabelas 34 e 35. Verifica-se que, neste caso, o ajuste foi bom pois o efeito de estande foi não significativo, tanto para o volume por planta como para o volume total (TABELAS 5A a 10A). Deve ser enfatizado, todavia, que as interações envolvendo estande continuaram sendo significativas como era esperado.

Na literatura há inúmeros relatos de procedimentos que podem ser utilizados para a correção de estande com plantas anuais (Cruz, 1971; Veronesi et al., 1995; Schmidt, 2000), infelizmente, entretanto, não foi encontrado nenhum relato da correção de estande em plantas perenes. Nessa situação, como o número de plantas por parcela é normalmente menor, o efeito do estande deve ser mais acentuado.

Visando à proposição de alguma metodologia de ajuste de estande para experimentos com clones de eucalipto, foi tomado ao acaso, para cada parcela,

uma subparcela, evidentemente com número diferente de plantas entre os diversos tratamentos avaliados. Em realidade, essa é a situação que ocorre na prática, haja vista que as perdas ocorrem por acaso. A partir desses dados foi realizada uma análise de variância do estande. Em todos os casos o seu efeito foi não significativo. Isso ocorre porque como as subparcelas foram escolhidas ao acaso, a variação existente do número de plantas por parcela foi aleatória e a análise de variância comprovou este fato. Essa condição é fundamental para se proceder ao ajuste (Gomes, 1987; Steel et al., 1997), porque esse só pode ser realizado caso a variação no número de plantas por parcela for independente do clone, isto é, os clones não podem ter diferença geneticamente controlada de sobrevivência, porque nesse caso seria um atributo favorável ou desfavorável que deve ser considerado na sua avaliação.

Procedeu-se às análises de covariância, considerando o número de plantas por parcela (X) como variável independente e o volume de madeira por planta ou total (Y) como variável dependente. Efetuou-se o ajuste considerando o estande médio, que é o procedimento normalmente realizado pelos pacotes estatísticos, ou pelo estande ideal da parcela, ou seja, considerando todas as parcelas tendo 10 plantas, como sugerido por Vencovsky & Barriga (1992). Outra correção dos dados foi efetuada utilizando-se a regressão. Como todos os modelos de regressão avaliados anteriormente foram eficientes para anular o efeito de estande, foi adotado neste caso a regressão linear estimada para local. São apresentados os resultados de três situações, ou seja, de três amostragens diferentes realizadas. Verifica-se, inicialmente, que não se observaram grandes discrepâncias nas análises realizadas por amostra em cada caso. Coerentemente com os resultados anteriormente obtidos, as diferenças significativas entre os clones foram mais expressivas nas avaliações realizadas a partir de 26 meses (TABELAS 11A a 16A para Paraopeba e 23A a 28A para Bocaiúva).

**TABELA 34 - Estimativas dos coeficientes de regressão (b), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e percentual de crescimento volumétrico em relação a média (A), obtidos para estande, clones e locais, com os dados em nível de média de planta, avaliados nas idades de 14, 26 e 37 meses**

Parâmetro	14			26			37		
	$R^2$ (%)	b	A (%)	$R^2$ (%)	b	A (%)	$R^2$ (%)	b	A (%)
Estande	67,94	0,1707		86,35	0,9876		93,10	2,1307	
Clone 1	16,05	0,1010	1,35	49,02	1,0871	2,40	40,65	2,7952	2,72
Clone 2	2,69	0,0333	0,80	16,88	0,2871	1,38	13,16	0,5124	1,40
Clone 3	55,99	0,4424	9,39	66,18	2,2548	7,34	75,92	4,0933	5,92
Clone 4	6,11	0,0900	2,39	6,48	0,4171	1,87	27,28	1,6276	3,61
Clone 5	5,73	0,0748	1,18	25,24	0,9214	2,32	66,50	2,6500	2,76
Clone 6	54,30	0,2462	4,46	48,65	0,7995	2,46	55,21	0,9286	1,28
Clone 7	60,06	0,2076	4,08	77,21	1,1457	5,05	79,12	2,3076	5,44
Paraopeba	45,48	0,2053		70,33	1,2778		83,60	3,0272	
Bocaiúva	90,12	0,1362		89,62	0,6973		97,08	1,2342	

**TABELA 35 - Estimativas dos coeficientes de regressão (b), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e percentual de crescimento volumétrico em relação a média (A), obtidos para estande, clones e locais, com os dados em nível de total de parcela, avaliados nas idades de 14, 26 e 37 meses**

Parâmetro	14			26			37		
	$R^2$ (%)	b	A (%)	$R^2$ (%)	b	A (%)	$R^2$ (%)	b	A (%)
Estande	94,32	- 4,0753		97,68	- 23,4322		98,98	- 51,1815	
Clone 1	94,32	- 6,7633	12,30	94,63	- 37,3186	11,12	91,09	- 82,8433	10,90
Clone 2	88,35	- 4,0429	12,92	91,56	- 18,4190	11,93	88,85	- 31,3762	11,59
Clone 3	14,03	- 1,3400	3,93	47,45	- 13,3676	5,98	76,08	- 37,9410	7,52
Clone 4	49,21	- 2,9510	10,54	67,44	- 18,8181	11,30	68,71	- 32,4262	9,70
Clone 5	92,19	- 6,0152	12,77	93,07	- 34,3543	11,66	96,53	- 78,4562	11,06
Clone 6	80,06	- 3,7495	9,17	94,64	- 26,8719	11,09	98,91	- 67,7057	12,46
Clone 7	87,75	- 3,6657	9,76	89,28	- 14,8762	8,95	89,82	- 27,5219	8,89
Paraopeba	80,95	- 3,5925		95,10	- 28,7752		97,36	- 67,0103	
Bocaiúva	98,71	- 4,5582		97,76	- 18,0893		99,23	- 35,3524	

Vale ressaltar o resultado obtido com o volume total aos 14 meses em Bocaiúva (TABELA 26A). Nessa situação na análise de variância sem correção, não seria detectada diferença significativa entre os clones. Já quando se realiza o ajuste dos dados, tanto para estande médio como para o ideal, devido à sensível melhoria na precisão experimental (menor CV), detectou-se diferença significativa ( $P \leq 0,01$ ) entre os clones. O mesmo fato pode ser observado quando se realizou a análise de variância, considerando todas as parcelas sem falha, e o resultado foi muito semelhante ao das correções propostas. Isto evidencia que a correção dos dados pode e deve ser utilizada nos experimentos de avaliação onde ocorrem falhas que independem dos clones. Quando se efetua a análise com o desempenho médio por planta, os resultados não são tão evidentes como os anteriormente comentados para o volume total.

Os resultados médios obtidos nos experimentos amostrados e os respectivos agrupamentos pelo teste de Scott-Knott são apresentados nas Tabelas 17A a 22A para Paraopeba e nas Tabelas 29A a 34A para Bocaiúva, tomando como referência novamente a avaliação com volume total aos 14 meses em Bocaiúva (TABELA 32A). A situação ideal é evidentemente quando os clones foram avaliados sem falha, formando três grupos. As médias, sem correção, formaram apenas um grupo em dois dos três casos considerados. A correção do estande pela covariância média, ideal e regressão, apresentou resultado muito semelhante. Muito embora a classificação com correção não fosse idêntica à obtida sem falha, para os clones situados nos extremos, a concordância foi muito boa, realçando mais uma vez a vantagem de se proceder à análise com correção dos dados.

Considerando o agrupamento dos experimentos avaliados com o desempenho médio por planta e, novamente, considerando o caso de Bocaiúva com 14 meses (TABELA 23A), veja que o ajustamento dos dados neste caso, não apresentou diferença na discriminação em relação ao não ajustado. E mesmo

comparando com o sem falha, o agrupamento foi muito semelhante. É oportuno lembrar que, quando foram testadas as fontes de variação estandes dentro de clone, apenas para o clone 3 a resposta foi significativa. Coincidentemente para esse clone a diferença na posição de classificação foi mais expressiva, embora sempre no mesmo grupo. Dizendo de outro modo, como a maioria dos clones avaliados não compensam em parte a ausência da planta vizinha, as análises com correção não expressaram a diferença esperada.

Quando se comparam os resultados obtidos pelas metodologias de correção de estande, ou seja, covariância média, ideal e regressão, realizados para Bocaiúva, tanto em nível de média de planta quanto de total de parcela, percebe-se que, em alguns casos, a correção efetuada por covariância mostrou-se mais eficiente para a discriminação das médias dos clones que a correção por regressão. Em Paraopeba, não houve diferença na discriminação dos clones entre os três métodos de correção de estande.

Pelos resultados obtidos, fica bem evidente que, para plantas perenes, é difícil utilizar uma expressão única para correção de estandes como a proposta para a cultura do milho por Zuber (1942). Isto porque, como se verificou, os clones diferem na capacidade de compensação. Esta também difere de acordo com as condições edafoclimáticas e com a idade de avaliação. Esse fato, inclusive, tem sido observado para plantas anuais.

Considerando que, neste trabalho, a amplitude de variação nas falhas foi até perda de 50% das plantas na parcela, acredita-se que represente a maioria das situações, e dada a diferença entre os clones avaliados e as condições ambientais, a inferência de que a análise de covariância com ajuste pelo estande ideal deve ser utilizada para tornar comparável os clones em qualquer situação e facilitar a análise conjunta, provavelmente possa ser extrapolado para outras condições no Brasil.

## **4 CONCLUSÕES**

- A maioria dos clones avaliados não compensam em parte a ausência das plantas vizinhas.
- A capacidade de compensação difere entre os clones, condições edafoclimáticas e idade de avaliação.
- Independente do clone, local e idade de avaliação, a correção do estande por regressão e, principalmente, por covariância, foi eficiente para efetuar a seleção dos melhores clones, sendo mais expressivo com os dados de total de parcela.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, H. B.; SOARES, A. R.; RAMALHO, M. A. P.; DAVID, A. C. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* L' Hérítier (Myrtaceae) nas regiões norte e noroeste do Estado de Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 215-229, set./dez. 1994.
- BORRALHO, N. M. G.; COTTERILL, P. P.; KANOWSKI, P. J. Genetic control of growth of *Eucalyptus globulus* in Portugal. II. Efficiencies of early selection. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 41, n. 2, p. 70-77, 1992.
- CRUZ, V. F. da. Estudo sobre a correção de produção de parcelas em ensaios com milho. 1971. 143 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- FERNANDES, M. I. P. S.; RAMALHO, M. A. P.; LIMA, P. C. Comparação de métodos de correção em estandes de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 8, p. 997-1002, ago. 1989.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Rio de Janeiro: PRODEPEF, 1975. 65 p. (PRODEPEF. Série Técnica, 3)
- GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467 p.
- KAGEYAMA, P. Y. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. 1980. 125 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- MARQUES JÚNIOR, O. G. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e avaliação da eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. 1995. 69 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- MARQUES JÚNIOR, O. G. Eficiência de experimentos com a cultura do feijão. 1997. 80 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**[REDACTED]**

**PEREIRA, A. B. Avaliação da eficiência da seleção precoce em famílias de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Na região nordeste do Estado de Minas Gerais. 1996. 68 p. Dissertação - (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.**

**RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. Experimentação em genética e melhoramento de plantas. Lavras: UFLA, 2000. 303 p.**

**REZENDE, G. D. S. P.; BERTOLUCCI, F. de L. C.; RAMALHO, M. A. P. Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de eucalipto avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. *Cerne*, Lavras, v. 1, n. 1, p. 45-50, 1994.**

**SCHMILDT, E. R. Correção de rendimento de parcelas, estratificação ambiental e adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho. 2000. 110 p. Tese – (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.**

**STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. Principles and procedures of statistics: a Biometrical Approach. 3. ed. New York: Mc Graw Hill, 1997. 666 p.**

**VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.**

**VERONESI, J. A.; CRUZ, C. D.; CORREA, L. A.; SCAPIM, C. A. Comparação de métodos de ajuste do rendimento de parcelas com estandes variados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 2, p. 169-174, fev. 1995.**

**ZUBER, M. S. Relative efficiency of incomplete block designs using com uniform trial data. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, v. 34, n. 1, p. 34-47, Jan. 1942.**

## **CAPÍTULO 3**

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO REPLANTIO  
COMO ALTERNATIVA PARA CORREÇÃO DO  
NÚMERO DE PLANTAS POR PARCELA NA  
AVALIAÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO**

## RESUMO

**ANDRADE, Hélder Bolognani. Avaliação da eficiência do replantio como alternativa para correção do número de plantas por parcela na avaliação de clones de eucalipto. 2002. 30p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.**

Visando verificar a eficiência do replantio como medida de correção do número de plantas do estande e seus efeitos na planta replantada e não replantada, foram implantados, em dezembro de 1998, três experimentos, sendo um para cada clone, no município de Bocaiúva, noroeste do Estado de Minas Gerais. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de cinco plantas em linha, sendo replantado apenas uma muda nas parcelas que sofreram replantio. O primeiro replantio foi realizado 15 dias após o plantio, sendo os demais realizados a cada 15 dias até os 75 dias após o plantio. Foi avaliada a produção de madeira ( $m^3$  sólido/ha), aos 15, 26 e 37 meses de idade. Primeiramente realizou-se uma análise por experimento e, posteriormente, análises conjunta de clones, separadamente para cada idade. As análises foram realizadas ao nível de média de planta e total de parcela. Para verificar a eficiência do replantio, foram realizadas análises considerando, também, os dados médios do indivíduo replantado, os dados médios da parcela sem o valor do indivíduo replantado e a média das duas plantas vizinhas à replantada. Nas análises de variância, as fontes de variação que envolveram a variável replantio, foram decompostas em efeitos lineares, quadráticos e desvios da regressão. Os valores de b foram estimados para cada clone e na média dos clones. Constatou-se que: - as plantas replantadas têm o seu crescimento reduzido com o atraso no replantio. Essa redução varia com o clone e a idade de avaliação; - as plantas vizinhas à replantada não se beneficiaram do seu menor desempenho. Assim, nos experimentos que se avaliam a produção por planta, não há vantagem de se proceder ao replantio; - o volume de madeira das plantas replantadas só foi expressivo quando o replantio foi realizado até os 30 dias após o plantio. Após essa data, o replantio não compensa a planta perdida, o suficiente para melhorar a performance de experimentos, em que é avaliado o volume total de madeira.

---

\* Comitê Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Orientador), Júlio Sílvio de Souza Bueno Filho – UFLA (Co-Orientador)

## ABSTRACT

**ANDRADE, Hélder Bolognani. Assessment of replanting efficiency as an alternative for correcting the number of plants per plot in eucalyptus clone. 2002. 30p. Thesis (Doctor Genetics and Plant Breeding) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.**

The efficiency of replanting to correct the number of plants in the stand and its effects on the re-planted and non-replanted plants were investigated. Three experiments, one for each clone, were set up in the Bocaiúva county, northwestern Minas Gerais in December 1998. The experimental design was the randomized complete block with four replications and plots formed by a five-plant single row. A single plant was replanted in the plots that underwent replanting. The first replanting was carried out 15 days after planting, and the others were carried out every 15 days until 75 days after planting. The solid wood production was assessed ( $m^3/ha$ ) at 15, 26, and 37 months. Individual experiment analyses followed by joint clone analyses by age were performed. The analyses involved data at the plant mean and plot total levels. The replanting efficiency was assessed through analyses that also evaluated the mean of the replanted individual, the plot mean without the replanted individual and the mean of the two neighboring plants to the replanted plant. In the analyses of variance, the sources of variation involving the replanting variable were partitioned in linear and quadratic effects and deviation from regression. Regression b values were estimated for each individual clone and clone mean. It was found that: a) the growth of replanted plants is reduced with replanting delay. This reduction varies with the clone and the assessment age; b) the neighboring plants to the replanted clone did not benefit from its reduced performance. Thus, in the experiments where the individual plant yield was assessed, there was no advantage in replanting; c) the volume of wood of the replanted plants was expressive when the replanting was done until 30 days after planting. The replanting did not fully compensate the lost plant to improve the experimental accuracy when total wood volume was assessed.

---

\* Guidance Committee: Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Major Professor), Júlio Sívio de Souza Bueno Filho - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos programas de melhoramento de plantas, visando à seleção de clones, normalmente é alto o número de clones a serem avaliados e com pequenas diferenças a serem detectadas entre eles, necessitando para isso, de uma maior precisão experimental. Uma forma de contornar estes problemas é através de um bom planejamento experimental. Assim, na implantação de experimentos em campo, o pesquisador procura empregar técnicas e procedimentos que minimizem ao máximo o erro experimental. Contudo, em algumas situações, mesmo tomando todos os cuidados necessários, ocorrem perda de plantas na parcela.

Uma alternativa empregada na área florestal para recuperar o estande ideal é adotar o replantio, que é realizado em diferentes números de dias após o plantio. Nestas situações, é possível observar que plantas replantadas um certo período de tempo, após o plantio, não conseguem mais acompanhar o desenvolvimento das plantas não replantadas, tornando-se dominadas. Em se tratando de plantios clonais, esta diferença de comportamento entre as plantas replantadas e não replantadas, fica mais evidente, uma vez que é função da qualidade da muda utilizada e, principalmente, dos fatores ambientais.

Devido a isso, é questionável até que ponto esta técnica é eficiente para permitir que as plantas replantadas apresentem um desenvolvimento satisfatório, ao ponto de suprir a produtividade da planta perdida, logo após o plantio do teste. Na literatura, não foram encontradas informações relacionadas ao emprego do replantio como medida da correção de estandes. Neste sentido, foi conduzido o presente trabalho, visando à obtenção de informações a respeito do replantio como medida de correção das perdas de plantas nas parcelas.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local**

Os testes foram implantados em áreas pertencentes à V&M Florestal, localizadas no município de Bocaiúva, Estado de Minas Gerais. As características edafoclimáticas deste local está apresentado na Tabela 36. Esta área pertence à região bioclimática 7, conforme o zoneamento ecológico realizado por Golfari (1975).

### **2.2 Material Experimental**

Para a condução deste teste foram selecionados 3 clones de *Eucalyptus* spp ( MN 249, MN 463 e MN 445), que foram ou são utilizados para plantio comercial na região noroeste do Estado de Minas Gerais.

### **2.3 Instalação e Condução dos Ensaios**

Os experimentos foram implantados, separadamente para cada clone, em dezembro de 1998. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. A parcela foi constituída por cinco plantas em linha, sendo que nas parcelas que sofreram replantio, apenas uma das plantas foi replantada. O primeiro replantio foi realizado 15 dias após o plantio, sendo os demais realizados de 15 em 15 dias, até 75 dias após o plantio, constituindo desta forma seis tratamentos.

**TABELA 36 - Características edafoclimáticas e localização geográfica do local de instalação dos testes.**

Características		Bocaiúva
Latitude (S)		19° 17'
Longitude (W)		44° 29'
Altitude (m)		850
Precipitação (mm)		850
Déficit Hídrico (mm)		90-210
Solo (%)	Areia	14,3
	Silte	17,6
	Argila	68,1

As mudas foram produzidas em tubetes, sendo que as mesmas apresentavam idade entre 90 e 110 dias. O preparo do solo foi realizado com grade bedding em nível. O espaçamento adotado foi de 3,0 metros entre linhas x 3,0 metros entre plantas. A adubação de plantio foi realizada com 200 Kg/ha de super simples mais 1% de boro, aplicado em sulco na linha de plantio. Aos 3, 15 e 27 meses após o plantio foi realizada a aplicação de 2 gramas de boro por planta. Com 10 meses de idade foram aplicadas a lanço calcário e cloreto de potássio. A dosagem dos fertilizantes aplicada em cada local, seguiram os resultados das análises de solo.

Durante a implantação e condução dos testes foram tomados todos os cuidados necessários ao bom desenvolvimento das plantas, ressaltando a não formação e queima de resíduos, o controle rigoroso de formigas e matocompetição, seguindo os procedimentos operacionais adotados pela empresa para o plantio de florestas.

## 2.4 Caracteres Avaliados

Foram tomados dados ao nível de planta por parcela para as características altura total (m) e circunferência a altura do peito – CAP (cm), aos 15, 26 e 37 meses de idade. Para o cálculo do volume de madeira ( $m^3$  sólido/ha), foram cubadas de metro em metro, cinco árvores para cada um dos clones. Com os resultados desta cubagem, foram estimadas equações de regressão para volume sólido em função do CAP e da altura total. Empregando-se as equações estimadas para cada clone, em função dos dados de CAP e altura mensurados para todas as plantas, foram estimados os volumes em metros cúbicos sólidos por hectare para cada planta.

## 2.5 Análises Estatísticas

Foram realizadas análises de variância para a característica volume de madeira ao nível de média de planta e total de parcela. Primeiramente, realizou-se uma análise por experimento, considerando todos os efeitos como fixos, exceto blocos e erro, conforme o modelo estatístico:

$$y_{ij} = m + t_i + b_j + \bar{e}_{ij}$$

em que:

$y_{ij}$ : valor observado do tratamento  $i$  dentro do bloco  $j$ ;

$m$ : média geral;

$t_i$ : efeito fixo do  $i$ -ésimo replantio;  $i = 1, 2, \dots, n$

$b_j$ : efeito do bloco  $j$ ;  $j = 1, 2, \dots, r$

$e_{ij}$ : erro experimental, sendo  $e_{ij} \cap N(0, \sigma^2)$ .

Posteriormente, foi realizada a análise conjunta de clones, envolvendo novamente os dados ao nível de média de planta e total de parcela, adotando-se

o seguinte modelo estatístico, considerando todos os efeitos fixos, exceto blocos e o erro.

$$y_{ijk} = m + t_i + b_{j(k)} + c_k + (tc)_{ik} + \bar{e}_{ijk}$$

em que:

$y_{ijk}$ : valor observado do tratamento  $i$  dentro do bloco  $j$ , no clone  $k$ ;

$m$ : média geral;

$t_i$ : efeito fixo do  $i$ -ésimo replantio;  $i = 1, 2, \dots, n$

$b_{j(k)}$ : efeito do bloco  $j$  dentro do clone  $k$ ;  $j = 1, 2, \dots, r$

$c_k$ : efeito fixo do clone  $k$ ;  $k = 1, 2, \dots, s$

$(tc)_{ik}$ : efeito da interação entre os replantios  $i$  com os clones  $k$ ;

$e_{ijk}$ : erro experimental, sendo  $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$ .

Como um dos objetivos deste trabalho foi o de verificar o efeito de replantio, nas análises de variância, as fontes de variação que envolveram a variável replantio, foram decompostas em efeitos lineares, quadráticos e desvios da regressão. Os valores de  $b$  foram estimados, para cada clone, e na média dos clones.

Para verificar a eficiência do replantio, foram realizadas análises de variância, como descrito anteriormente, considerando apenas os dados médios do indivíduo replantado, os dados médios da parcela sem o valor do indivíduo replantado e a média das duas plantas vizinhas à replantada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância por clone e idade, considerando os dados médios por planta e total de parcela, estão apresentados na Tabela 35A. Consta-se que ocorreram diferenças significativas entre as épocas de replantio ( $P \leq 0,01$ ), apenas para o clone MN 463, aos 15 meses com dados médios por planta e nas três idades para volume total por parcela.

A análise de variância conjunta dos três clones é apresentada na Tabela 37. Verifica-se que a precisão experimental (CV) variou com a idade, sendo maior nas idades mais precoces. Conforme Garcia (1989), estes valores são considerados de média magnitude. Verifica-se, também, que o efeito de clones foi significativo ( $P \leq 0,01$ ), em todas as situações, evidenciando que os clones apresentam diferença no crescimento, condição essa importante para estudo desta natureza. É oportuno enfatizar que, parte dessa variação atribuída aos clones, pode ser devido ao ambiente. Contudo, os experimentos são situados muito próximos e, muito provavelmente, esse efeito foi de pequena magnitude.

Com relação ao replantio, constata-se que, para os dados de volume por planta, não foi detectada diferença significativa, ou seja, quando se considerou o desempenho médio por planta, as idades em que foram realizados os replantios não afetaram o volume médio de madeira por parcela. Mas, para volume total foi observada diferença significativa, o mesmo ocorrendo com a interação clones x replantios. A interação clones x replantios significativa, indica que o efeito da época de replantio não foi coincidente nos clones. Por isso, procedeu-se à decomposição desta interação. Veja que apenas ocorreu diferença significativa no volume total de madeira, quando foi considerado o clone MN 463. Observe que este clone é o de maior crescimento (Tabela 35A) e, provavelmente, devido

ao seu mais rápido crescimento inicial, o efeito da idade de replantio torna-se mais evidente.

Procurou-se ajustar uma equação linear ou quadrática, para explicar a resposta à idade de replantio (TABELA 37). Na Figura 3, é representada a equação de regressão que evidencia as alterações no volume total de madeira, independente do clone. Observe que, em todos os casos, como era esperado, houve tendência de redução no volume total de madeira, com o atraso no replantio. Considerando por exemplo, a idade de 37 meses, cada dia de atraso no replantio contribuiu para a redução de 0,17% no volume total de madeira.

Verifica-se que, no caso do clone 2 (MN 463), para o volume total, que o desvio da regressão foi sempre significativo, indicando que o ajuste tanto da regressão linear como da quadrática não foi bom. Exceção se faz para o volume médio por planta nas idades de 26 e 37 meses, sendo nesses casos a resposta quadrática. A equação de regressão obtida está apresentada na Figura 4. É interessante ressaltar que era esperado, também neste caso, uma resposta linear. Verifica-se que o replantio efetuado até o período de 45 dias após o plantio, apresentou uma tendência de queda (linear), sendo que, a partir desta data, a resposta não foi a mesma. Uma possível explicação está no fato de que, após o período de 45 dias, as plantas não replantadas não sofreram a competição dos indivíduos replantados, permitindo a estas plantas um maior desenvolvimento que, em termos de volume médio, veio compensar a baixa produtividade da muda replantada e, por conseguinte, favorecer a produtividade da parcela.

**TABELA 37 - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido./ha), utilizando os dados de média e total de parcela, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.**

FV	GL	QM					
		Média			Total		
		15	26	37	15	26	37
Repetição/Clone	9	1,82	15,81	22,59	53,89	410,41	1022,32
Clone (C)	2	69,31 **	944,49 **	3904,93 **	1553,00 **	20196,46 **	85873,77 **
Replanteio (R)	5	4,16 n.s.	26,74 n.s.	54,72 n.s.	158,80 *	1385,74 *	3427,31 *
Linear	1	5,03 n.s.	44,41 n.s.	100,72 n.s.	296,44 *	3097,80 *	7666,21 *
Quadrática	1	2,57 n.s.	0,12 n.s.	4,23 n.s.	49,23 n.s.	0,13 n.s.	210,94 n.s.
Desvio	3	4,40 n.s.	29,72 n.s.	56,21 n.s.	149,45 n.s.	1276,92 n.s.	3086,48 n.s.
C x R	10	5,46 *	36,86 n.s.	95,96 n.s.	169,65 **	1439,81 **	3762,82 **
R/clone 1	5	2,25 n.s.	18,31 n.s.	30,84 n.s.	75,45 n.s.	736,18 n.s.	1202,59 n.s.
Linear	1	2,70 n.s.	13,08 n.s.	22,29 n.s.	12,69 n.s.	4,66 n.s.	0,35 n.s.
Quadrática	1	2,98 n.s.	34,39 n.s.	31,97 n.s.	165,03 n.s.	1922,57 n.s.	2535,34 n.s.
Desvio	3	1,86 n.s.	14,69 n.s.	33,31 n.s.	66,52 n.s.	584,56 n.s.	1159,10 n.s.
R/clone 2	5	10,23 **	56,38 *	170,40 *	350,85 **	2763,78 **	8433,53 **
Linear	1	5,54 n.s.	39,99 n.s.	126,83 n.s.	260,68 *	2479,31 *	7736,10 **
Quadrática	1	18,93 **	104,21 *	285,13 *	567,03 **	3817,33 **	11020,51 **
Desvio	3	8,89 *	45,89 n.s.	146,67 n.s.	308,84 **	2507,42 **	7803,68 **
R/clone 3	5	2,59 n.s.	25,78 n.s.	45,39 n.s.	71,80 n.s.	765,40 n.s.	1316,83 n.s.
Linear	1	10,07 *	78,05 n.s.	117,56 n.s.	297,17 *	2378,41 *	3982,85 *
Quadrática	1	0,02 n.s.	14,01 n.s.	58,83 n.s.	1,41 n.s.	299,41 n.s.	868,50 n.s.
Desvio	3	0,96 n.s.	12,28 n.s.	16,85 n.s.	20,14 n.s.	383,06 n.s.	577,60 n.s.
Erro	45	2,48	23,04	64,39	58,54	515,71	1276,58
Média		7,54	28,24	44,77	36,94	138,13	218,29
CV (%)		20,87	17,00	17,92	20,71	16,44	16,37

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns não significativo

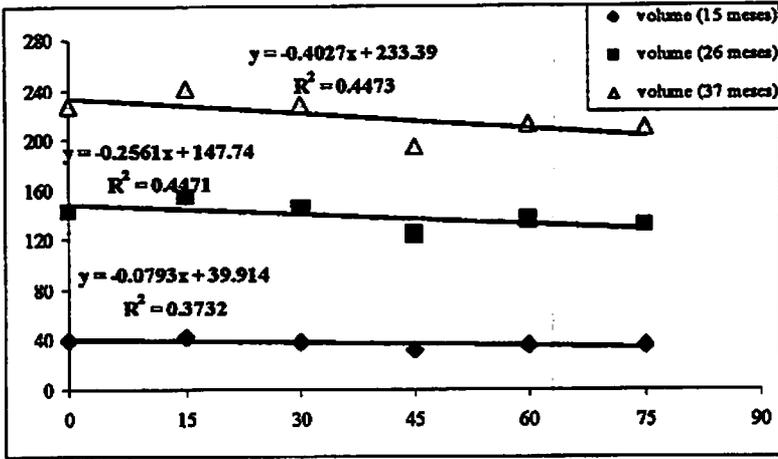


FIGURA 3 - Equação de regressão entre o volume total (m<sup>3</sup> sólido/ha) de madeira por parcela (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x). Obtido para estande, avaliado em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.

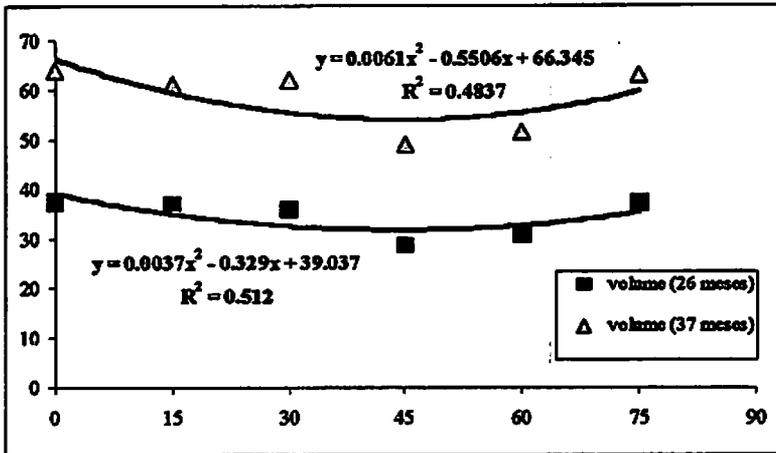


FIGURA 4 - Equação de regressão entre o volume médio (m<sup>3</sup> sólido/ha) de madeira por parcela (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x). Obtido para o clone MN 463, avaliado em Bocaiúva, aos 26 e 37 meses.

Muito embora para o clone MN 445 (3) não tenha sido detectada diferença significativa da época de replantio, no volume total de madeira, verifica-se nas três idades que foi detectado efeito linear significativo ( $P \leq 0,05$ ) e as equações de regressão apresentadas na Figura 5, evidenciam esse fato. Nota-se que, para a idade de 37 meses, a cada dia de atraso no replantio, a produtividade total da parcela é reduzida em 0,28%, que é uma perda expressiva, pois no período de 75 dias acarreta uma redução de 37,71 m<sup>3</sup> sólido/ha, se ocorrer como no experimento, 20% de replantio.

Procurou-se estudar mais detalhadamente o crescimento da planta replantada. Para isso, procedeu-se às análises de variância, considerando o volume de madeira apenas da planta replantada. Os resultados obtidos para cada clone, estão apresentados na Tabela 36A. Ressalta-se inicialmente que as estimativas dos coeficientes de variação, foram mais altas que nos casos anteriores. Isso provavelmente ocorre porque a estimativa do CV é muito influenciada pela média (Marques Júnior, 1997). Como o desempenho das plantas replantadas é muito baixo, a estimativa do CV é ampliada. Verifica-se que apenas o experimento com o clone MN 463, na idade de 37 meses, foi não significativo.

O resultado da análise conjunta para os três clones, está apresentado na Tabela 38. Também nesta análise, as estimativas dos coeficientes de variação foram altas. Outra consideração a ser feita é que, ao contrário do obtido com média por planta ou total de parcela, não ocorreram diferenças significativas entre a produtividade dos clones, quando se considerou o volume das plantas replantadas, indicando que, independente da variação no potencial produtivo dos clones, o comportamento do indivíduo replantado não diferiu.

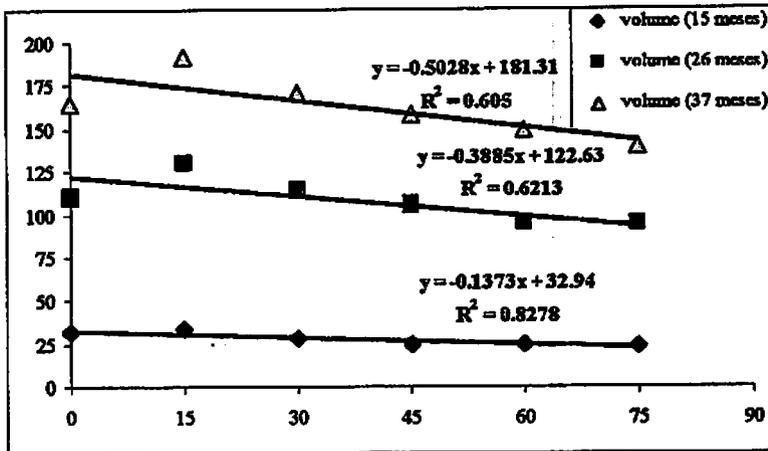


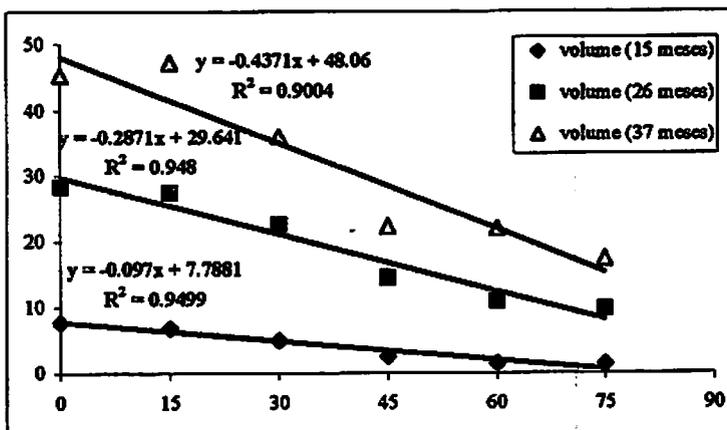
FIGURA 5 - Equação de regressão entre o volume total ( $m^3$  sólido/ha) de madeira por parcela (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x). Obtido para o clone MN 445, avaliado em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.

Contudo, quando se avalia o efeito de replantio, verifica-se que ocorreram diferenças significativas ( $P \leq 0,01$ ), em todas as idades (TABELA 38). Na decomposição deste efeito, a resposta linear foi sempre significativa, com o desvio da regressão não significativo, indicando que, com um ajuste linear é possível explicar o efeito da diferença de idade de replantio, na produtividade da planta. A Figura 6 ilustra bem esta situação. Verifica-se, aos 37 meses, que a medida em que se distancia da data do plantio, ocorre uma perda de 0,91% por dia de atraso, na produtividade do indivíduo replantado. Considerando a idade de 37 meses e o replantio efetuado 75 dias após o plantio, a perda de produtividade desta planta chega a 68,23 %. Estes resultados eram esperados, uma vez que o atraso no plantio de uma muda em relação às demais, conduziria a uma perda no seu desenvolvimento, em virtude da competição. Conforme Frampton & Foster (1993) e Kempton (1997), esta diferença pode ser explicada pelo arranque inicial das plantas, o qual se inicia no momento do plantio do teste.

**TABELA 38 - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média de planta replantada, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.**

FV	GL	Média		
		15	26	37
Repetição/Clone	9	1,59	13,61	30,30
Clone (C)	2	5,28 n.s.	55,26 n.s.	382,78 n.s.
Replantio (R)	4	69,52 **	703,84 **	1836,99 **
Linear	1	254,63 **	2643,29 **	6540,16 **
Quadrática	1	20,16 *	120,70 n.s.	619,08 n.s.
Desvio	2	1,65 n.s.	25,68 n.s.	94,37 n.s.
C x R	8	3,78 n.s.	76,05 n.s.	260,00 n.s.
R/clone 1	4	10,81 *	78,03 n.s.	298,03 n.s.
Linear	1	37,06 **	232,81 *	726,76 *
Quadrática	1	2,88 n.s.	7,95 n.s.	387,45 n.s.
Desvio	2	1,65 n.s.	35,69 n.s.	38,95 n.s.
R/clone 2	4	37,98 **	477,78 **	1265,21 **
Linear	1	134,32 **	1623,08 **	3450,31 **
Quadrática	1	6,11 n.s.	88,00 n.s.	122,72 n.s.
Desvio	2	5,73 n.s.	100,02 n.s.	743,91 n.s.
R/clone 3	4	28,30 **	300,12 **	793,75 **
Linear	1	99,23 **	1122,54 **	2956,68 **
Quadrática	1	13,02 n.s.	46,63 n.s.	152,13 n.s.
Desvio	2	0,48 n.s.	15,65 n.s.	33,09 n.s.
Erro	36	3,91	47,62	172,70
Média		3,43	16,98	28,94
CV (%)		57,70	40,65	45,41

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns não significativo



**FIGURA 6** - Equação de regressão entre o volume médio ( $m^3$  sólido/ha) de madeira por planta replantada (y) e o número de dias após o replantio em que foi realizado o replantio (x). Obtido para estande, avaliado em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.

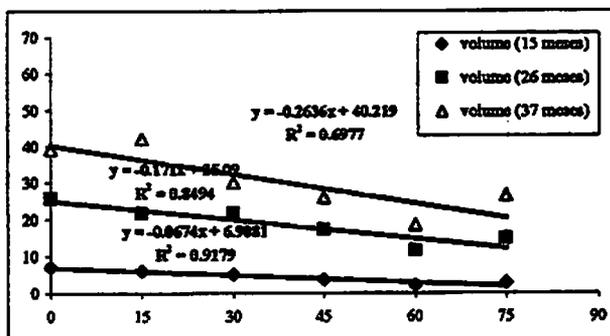
Em se tratando de replantio clonal, isto se torna mais evidente, pois o material possui o mesmo genótipo, e a única diferença esperada entre as plantas deve-se à variação ambiental. De acordo com Lindgren (1993), dentro de um clone, a competição pelos recursos ambientais são iguais e ao mesmo tempo. Neste caso, as mudas plantadas primeiro tiveram um maior tempo para se estabelecer e isto permitiu um desenvolvimento mais rápido, favorecendo estas plantas, quando as mesmas entraram em um período de competição, ocasionado por fatores ambientais, como água, nutrientes, e até mesmo, a competição intergenotípica.

A interação clones x replantio também foi não significativa, indicando que o efeito da data de replantio não varia com o clone avaliado. Contudo, quando se desdobrou o efeito de replantio dentro de cada clone, detectaram-se diferenças significativas para quase todas as situações, com exceção do efeito de replantio dentro do clone 1 (MN 249), nas idades de 26 e 37 meses. Como pode ser verificado, todos os clones responderam linearmente, e os desvios da

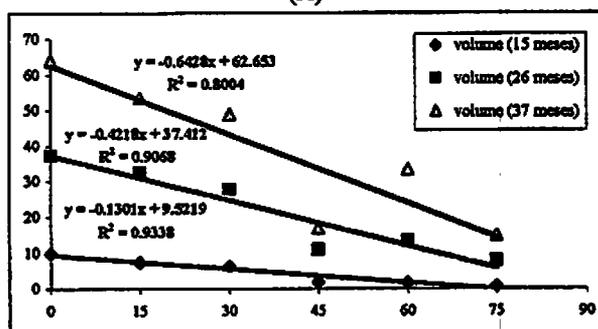
regressão foram não significativos, reforçando, como já enfatizado, que um ajuste linear é suficiente para explicar a diferença de crescimento da planta replantada, em função da diferença de idade de replantio.

Na Figura 7, estão apresentadas as equações de regressão obtidas. É importante mencionar que essas equações foram estimadas incluindo dados da parcela sem replantio, para ter como referência o desempenho das plantas não replantadas. Verifica-se que em todos os casos as estimativas de  $b$  variam com a idade de avaliação, acentuando com o avanço da mesma. Veja também que a magnitude de  $b$ , numa mesma idade é variável de acordo com o clone. Considerando como exemplo o desempenho do clone MN 463 (B), constata-se que, na idade de 37 meses, a cada dia de atraso no replantio, ocorre perda de 1,03% na produtividade do indivíduo replantado em relação ao não replantado. Isso se reflete em perda na produtividade de 76,95%, ou seja, a produtividade é reduzida de 63,65 m<sup>3</sup> sol./ha para 14,44 m<sup>3</sup> sol./ha. Já para o clone MN 249 (A), nas mesmas condições, a redução na produtividade, com o atraso no replantio, foi de apenas 0,65%.

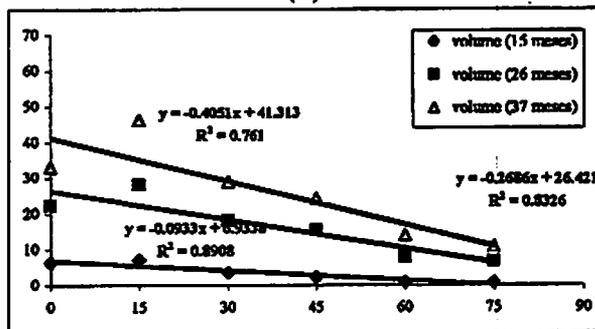
Essa diferença era esperada, pois, como se trata de uma espécie perene, as vantagens ou desvantagens são cumulativas ao longo do tempo. Nas idades mais avançadas, a competição por vários fatores ambientais aumentam entre as plantas, principalmente após o fechamento das copas, levando as plantas de menor desenvolvimento a se tomarem suprimidas. Em outras palavras, com o passar da idade, as plantas de pior desenvolvimento tendem a reduzir cada vez mais o seu crescimento, levando em alguns casos, a morte da mesma. Segundo Petersen (1994), estes efeitos são mais expressivos em culturas perenes.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 7 - Equação de regressão entre o volume médio (m³ sòlido/ha) de madeira por planta (y) e o número de dias após o plantio em que foi realizado o replantio (x), obtido para os clones MN 249 (A), MN 463 (B) e MN 445 (C), avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.

Para comparar o desempenho da parcela que não foi replantada frente às parcelas replantadas em diferentes datas, foram realizadas novas análises de variância, para cada clone e idade, com dados médios de planta (TABELA 39) e total de parcela (TABELA 40). Observe, inicialmente que, quando se considera apenas as parcelas em que houve replantio, diferença significativa ( $P \leq 0,01$ ) só foi detectada para o clone MN 463, sendo a resposta quadrática, como havia sido constatada na análise envolvendo todas as plantas (TABELA 37). Chama atenção a significância do contraste testemunha vs replantio, observada apenas para o clone MN 463, na idade de 26 meses (TABELA 40). Infere-se que o replantio, na precisão com que foram avaliados estes experimentos, teve pequeno efeito sobre as demais plantas e em consequência, no volume total de madeira produzido.

Para esclarecer melhor esses resultados, foi realizada uma análise de variância, com dados de média de planta, excluindo do cálculo da média da parcela, o valor obtido pelo indivíduo replantado. Novamente só foi detectada diferença significativa para o efeito do replantio no clone MN 463, nas idades de 15 e 26 meses (TABELA 41). Ou seja, resultado idêntico ao já relatado anteriormente, evidencia que o efeito da época de replantio varia com o clone. Contudo, pelo menos em princípio, não se constatou vantagem do replantio visando à melhoria da precisão experimental, ou das inferências a serem obtidas nas avaliações de clones. Comparando o desempenho médio das plantas não replantadas com as replantadas (TABELAS 38 e 41), verifica-se que na média dos três clones, na idade de 15 meses, as plantas não replantadas produziram  $8,26 \text{ m}^3/\text{planta}$ ; já nas replantadas a produtividade foi de  $3,43 \text{ m}^3/\text{planta}$ , ou seja, redução de 58% no desempenho. Evidencia que o efeito da competição exercido pelas plantas vizinhas à replantada é acentuado, porém, elas exercem pequeno efeito sobre as plantas já existentes, independente da idade do replantio.

TABELA 39 - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média de parcela, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.

Clone	FV	GL	QM		
			15	26	37
MN 249	Repetição	3	2,68	15,47	43,50
	Replântio (R)	5	2,25 n.s.	18,31 n.s.	30,84 n.s.
	Test. vs R	1	5,61 n.s.	39,28 n.s.	65,07 n.s.
	Entre replant.	4	1,41 n.s.	13,06 n.s.	22,28 n.s.
	Linear	1	0,01 n.s.	0,41 n.s.	0,55 n.s.
	Quadrática	1	0,37 n.s.	8,51 n.s.	0,54 n.s.
	Desvio	2	2,63 n.s.	21,66 n.s.	44,02 n.s.
	Erro	15	3,47	27,28	62,52
	Média		8,15	28,52	42,87
	CV (%)		22,86	18,32	18,44
MN 463	Repetição	3	1,23	14,44	13,61
	Replântio	5	10,22 **	56,37 n.s.	170,39 n.s.
	Test. vs R	1	5,50 n.s.	40,56 n.s.	142,85 n.s.
	Entre replant.	4	11,41 **	60,33 n.s.	177,28 n.s.
	Linear	1	1,17 n.s.	8,13 n.s.	20,68 n.s.
	Quadrática	1	32,83 **	165,50 *	390,19 n.s.
	Desvio	2	5,82 n.s.	24,75 n.s.	149,13 n.s.
	Erro	15	2,16	21,54	98,96
	Média		8,85	34,36	58,37
	CV (%)		16,62	13,51	17,04
MN 445	Repetição	3	1,54	17,50	10,64
	Replântio	5	2,59 n.s.	25,77 n.s.	45,39 n.s.
	Test. vs R	1	2,50 n.s.	0,62 n.s.	0,14 n.s.
	Entre replant.	4	2,62 n.s.	32,07 n.s.	56,70 n.s.
	Linear	1	8,01 n.s.	121,14 *	215,06 *
	Quadrática	1	1,21 n.s.	5,87 n.s.	0,05 n.s.
	Desvio	2	0,62 n.s.	0,64 n.s.	5,85 n.s.
	Erro	15	1,79	20,29	31,69
	Média		5,62	21,82	33,07
	CV (%)		23,85	20,64	17,02

e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. n.s não significativo

TABELA 40 - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de total de parcela, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.

Clone	FV	GL	QM			
			15	26	37	
MN 249	Repetição	3	100,11	678,49	1686,48	
	Replântio (R)	5	75,45 n.s.	736,18 n.s.	1202,59 n.s.	
	Test. vs R	1	108,60 n.s.	700,01 n.s.	1085,17 n.s.	
	Entre replant.	4	67,17 n.s.	745,22 n.s.	1231,95 n.s.	
	Linear	1	18,59 n.s.	402,27 n.s.	858,87 n.s.	
	Quadrática	1	51,32 n.s.	831,22 n.s.	640,51 n.s.	
	Desvio	2	99,38 n.s.	873,70 n.s.	1714,22 n.s.	
	Erro	15	80,34	644,61	1532,59	
	Média			40,12	140,37	210,98
	CV (%)			22,34	18,09	18,55
MN 463	Repetição	3	33,55	237,80	1110,24	
	Replântio	5	350,84 **	2763,78 **	8433,52 **	
	Test. vs R	1	215,61 n.s.	1998,30 *	6833,51 n.s.	
	Entre replant.	4	384,66 **	2955,15 **	8833,53 **	
	Linear	1	74,69 n.s.	737,45 n.s.	2003,78 n.s.	
	Quadrática	1	1015,07 **	6435,22 **	16535,06 **	
	Desvio	2	224,43 n.s.	2323,97 *	8397,65 *	
	Erro	15	56,20	436,27	1534,48	
	Média			42,90	165,95	281,41
	CV (%)			17,47	12,59	13,92
MN 445	Repetição	3	28,00	314,92	270,25	
	Replântio	5	71,80 n.s.	765,39 n.s.	1316,83 n.s.	
	Test. vs R	1	74,20 n.s.	39,23 n.s.	20,67 n.s.	
	Entre replant.	4	71,20 n.s.	946,94 n.s.	1640,87 n.s.	
	Linear	1	235,47 *	3491,67 *	6327,99 *	
	Quadrática	1	42,26 n.s.	242,44 n.s.	215,17 n.s.	
	Desvio	2	3,54 n.s.	26,82 n.s.	10,16 n.s.	
	Erro	15	39,07	466,24	762,66	
	Média			27,79	108,06	162,45
	CV (%)			22,49	19,98	17,00

e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns não significativo

**TABELA 41 - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média da parcela sem o valor da planta replantada, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.**

Clone	FV	GL	QM		
			15	26	37
MN 249	Repetição	3	5,10	31,44	60,18
	Replântio	5	7,10 n.s.	57,79 n.s.	93,11 n.s.
	Linear	1	11,56 n.s.	65,96 n.s.	147,03 n.s.
	Quadrática	1	10,22 n.s.	94,40 n.s.	130,75 n.s.
	Desvio	3	4,58 n.s.	42,86 n.s.	62,59 n.s.
	Erro	15	4,65	35,78	67,05
	Média			9,00	30,72
CV (%)			23,95	19,47	17,91
MN 463	Repetição	3	0,84	11,70	30,88
	Replântio	5	11,97 *	62,62 *	201,85 n.s.
	Linear	1	0,07 n.s.	4,86 n.s.	0,53 n.s.
	Quadrática	1	22,94 **	133,00 *	382,51 *
	Desvio	3	12,28 *	58,42 *	208,73 n.s.
	Erro	15	2,46	17,01	74,10
	Média			9,69	36,75
CV (%)			16,18	11,22	13,91
MN 445	Repetição	3	2,16	23,63	13,99
	Replântio	5	0,61 n.s.	8,79 n.s.	10,64 n.s.
	Linear	1	1,76 n.s.	11,81 n.s.	3,68 n.s.
	Quadrática	1	0,01 n.s.	9,27 n.s.	42,21 n.s.
	Desvio	3	0,43 n.s.	7,62 n.s.	2,43 n.s.
	Erro	15	2,67	28,41	41,48
	Média			6,10	23,01
CV (%)			26,80	23,16	18,62

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns não significativo

Para comprovar essa última observação, foi realizada uma análise de variância envolvendo apenas as duas plantas vizinhas à replantada. Os resultados da análise de variância estão apresentados na Tabela 42. Como pode ser verificado, em nenhuma das situações foi detectada diferença significativa entre as médias das plantas vizinhas à replantada. Isto indica que, o pouco desenvolvimento das plantas que foram replantadas, mesmo aquelas mais tardias com 75 dias, não gerou nenhuma vantagem competitiva para as duas plantas vizinhas, o que comprova a observação anterior.

Finalmente resta comentar que não foram encontrados resultados das implicações do replantio em experimentos com clone de eucalipto, dificultando as comparações dos resultados obtidos nesse experimento com os da literatura. É possível inferir que o efeito do atraso no replantio se acentue em condições ambientais mais favoráveis que as prevalentes nas condições em que foram realizados esses experimentos. E assim, as possíveis vantagens do replantio tenderiam a reduzir com a melhoria da condição experimental.

Do exposto, pode-se argumentar que o emprego do replantio não é uma estratégia que possa acarretar benefícios experimentais na avaliação de clones. O seu reflexo poderia ser mais expressivo quando se avalia a produção total por parcela, pois numa condição como essa, em que foi perdida uma planta em cinco, o efeito da planta em falta é expressivo (20%), sobretudo, porque na maioria dos clones, as plantas próximas à falha não compensam a ausência de competição e, assim, o replantio, mesmo com redução acima de 50% no desempenho da planta, poderia reduzir a diferença devido ao estande.

É oportuno enfatizar que trabalhar com os dados médios por parcela, como normalmente é realizado na área florestal, esses problemas seriam muito atenuados, e o replantio torna-se uma prática desnecessária, acarretando apenas em custos adicionais na condução dos experimentos.

**TABELA 42 - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média de planta vizinha ao replantio, obtidos em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.**

Clone	FV	GL	QM		
			15	26	37
MN 249	Repetição	3	2,79	30,62	75,91
	Vizinha	4	10,72 n.s.	95,91 n.s.	141,89 n.s.
	Linear	1	1,68 n.s.	25,76 n.s.	148,99 n.s.
	Quadrática	1	3,81 n.s.	73,37 n.s.	79,68 n.s.
	Desvio	2	18,70 n.s.	142,25 n.s.	169,43 n.s.
	Erro	12	9,79	77,47	131,64
	Média		10,17	33,66	49,09
	CV (%)		30,76	26,15	23,37
MN 463	Repetição	3	0,74	3,22	154,77
	Vizinha	4	7,73 n.s.	38,74 n.s.	178,10 n.s.
	Linear	1	1,56 n.s.	26,24 n.s.	45,58 n.s.
	Quadrática	1	18,63 n.s.	96,21 n.s.	226,00 n.s.
	Desvio	2	5,37 n.s.	16,27 n.s.	220,42 n.s.
	Erro	12	4,05	33,57	101,05
	Média		10,20	39,07	63,72
	CV (%)		19,75	14,83	15,78
MN 445	Repetição	3	1,88	27,93	33,63
	Vizinha	4	2,72 n.s.	27,32 n.s.	57,08 n.s.
	Linear	1	5,47 n.s.	77,56 n.s.	44,52 n.s.
	Quadrática	1	0,05 n.s.	25,11 n.s.	152,46 n.s.
	Desvio	2	2,67 n.s.	3,31 n.s.	15,67 n.s.
	Erro	12	7,29	63,69	102,17
	Média		6,84	25,79	37,80
	CV (%)		39,51	30,94	26,74

ns não significativo

## **4 CONCLUSÕES**

- As plantas replantadas têm o seu crescimento reduzido com o atraso no replantio. Essa redução varia com o clone e a idade de avaliação.
- As plantas vizinhas à replantada não se beneficiaram do seu menor desempenho. Assim, nos experimentos em que se avaliam a produção por planta, não há vantagem de se proceder ao replantio.
- O volume de madeira das plantas replantadas só foi expressivo quando o replantio foi realizado até os 30 dias após o plantio. Após essa data, o replantio não compensa a planta perdida o suficiente para melhorar a performance de experimentos, em que é avaliado o volume total de madeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FRAMPTON Jr., L. J.; FOSTER, G. S. Field testing vegetative propagules. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. (Ed.). *Clonal forestry I: genetics and biotechnology*. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 110-34.
- GARCIA, C. H. *Tabelas para a classificação do coeficiente de variação*. Piracicaba: IPEF, 1989. 10 p. (Circular Técnica, 171)
- GOLFARI, L. *Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento*. Rio de Janeiro: PRODEPEF, 1975. 65 p. (PRODEPEF. Série Técnica, 3)
- KEMPTON, R. A. Interference between plots. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). *Statistical methods for plant variety evaluation*. London: Chapman & Hall, 1997. p. 101-116.
- LINDGREN, D. The population biology of clonal deployment. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. (Ed.). *Clonal forestry I: genetics and biotechnology*. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 34-49.
- MARQUES JÚNIOR, O. G. *Eficiência de experimentos com a cultura do feijão*. 1997. 80 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PETERSEN, R. G. *Agricultural field experiments: design and analysis*. New York: Marcel Dekker, 1994. 409 p.

# APÊNDICE

1. O primeiro ponto a ser considerado é a importância de se estabelecer um plano de trabalho claro e objetivo, que defina as metas e os prazos para a realização das atividades propostas.

2. Em seguida, é necessário avaliar os recursos disponíveis, tanto humanos quanto materiais, para garantir que o projeto seja executado de forma eficiente e eficaz.

3. Outro aspecto fundamental é a comunicação, que deve ser mantida constante e transparente entre todos os envolvidos no projeto, permitindo a troca de ideias e a resolução de problemas de forma ágil.

4. Por fim, é essencial monitorar o progresso das atividades e realizar ajustes necessários ao longo do caminho, sempre visando ao cumprimento das metas estabelecidas.

## APÊNDICE

5. Este apêndice apresenta os dados e as informações complementares que sustentam as conclusões e as recomendações apresentadas no corpo do trabalho.

6. Os dados foram coletados através de pesquisas e análises realizadas durante o desenvolvimento do projeto, e são apresentados de forma organizada e acessível para facilitar a compreensão dos resultados.

7. Esperamos que este apêndice seja útil para quem estiver lendo este trabalho, e que contribua para a compreensão mais aprofundada dos temas abordados.

TABELA 1A - Resumo das análises de variância conjuntas do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare), obtido aos 27 meses em ensaios de avaliação de clones, conduzidos com diferentes números de plantas por parcela – Parapoeba e Bocaiúva, 2001.

F. V.	1 planta		5 plantas		20 plantas		100 plantas	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
repetição(local)	28	89,14 n.s.	4	42,43 n.s.	4	59,74 n.s.	4	16,90 n.s.
tratamento (T)	9	1234,43**	9	232,85**	9	138,57**	9	292,71**
local (L)	1	10794,12**	1	5327,95**	1	7603,65**	1	8858,81**
T x L	9	197,66**	9	222,72**	9	38,63 n.s.	9	46,14*
Erro (médio)	252	59,09	36	48,95	36	24,38	36	16,34
Média (Volume sólido/ha)	25,03		32,11		31,10		34,69	
C. V. (%)	30,71		21,79		15,78		11,66	

TABELA 2A - Resumo das análises de variância conjuntas do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/hectare), obtido nos 37 meses em ensaios de avaliação de clones, conduzidos com diferentes números de plantas por parcela - Parapeba e Bocaíva, 2002.

F. V.	1 planta		5 plantas		20 plantas		100 plantas	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
repetição(local)	28	385,59	4	197,94	4	95,24	4	23,61
tratamento (T)	9	4240,03**	9	865,85**	9	743,96**	9	659,69**
local (L)	1	164708,21**	1	44384,96**	1	53497,17**	1	41664,62**
T x L	9	2881,06**	9	616,35**	9	163,20*	9	91,70**
Erro (médio)	252	325,56	36	136,67	36	63,93	36	25,47
Média (volume sólido/ha)	52,01		63,6		62,81		58,92	
C. V. (%)	34,69		18,38		12,73		8,57	

**TABELA 3A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados médios por planta ou total de parcela, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado em três idades. Paraopeba – MG**

FV	GL	QM					
		Média			Total		
		14	26	37	14	26	37
Repetição	2	42,47	941,32	2014,63	2132,82	47803,69	80458,92
Clone (C)	6	21,87 *	2893,70 **	24064,76 **	870,07 *	142959,62 **	1267367,37 **
Erro 1	12	6,44	192,75	614,12	261,17	7563,60	17677,61
Estande (E)	5	6,73 **	195,78 **	922,95 **	225,09 n.s.	3157,13 n.s.	9096,50 n.s.
C x E	30	2,19 n.s.	53,78 n.s.	208,02 n.s.	109,72 n.s.	4006,09 **	21206,11 **
Erro 2	70	1,97	36,01	133,82	96,56	1841,16	6099,55
Média (m <sup>3</sup> sol./ha)		5,09	38,01	88,72	47,65	358,41	833,27
CV 1 (%)		49,81	36,52	27,93	33,91	24,26	15,96
CV 2 (%)		27,56	15,79	13,04	20,62	11,97	9,37

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

**TABELA 4A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados médios por planta ou total de parcela, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado em três idades. Bocaiúva – MG**

FV	GL	QM					
		Média			Total		
		14	26	37	14	26	37
Repetição	2	45,85	273,16	131,12	1877,49	10522,96	4129,22
Clone (C)	6	56,69 **	909,83 **	5684,55 **	3079,98 **	50313,31 **	316563,17 **
Erro 1	12	3,37	43,47	82,11	110,80	1588,49	1999,81
Estande (E)	5	1,32 n.s.	38,07 *	93,30 *	1166,45 **	13890,33 **	733,24 n.s.
C x E	30	1,77 n.s.	17,86 n.s.	45,77 n.s.	147,18 **	1503,11 **	5960,09 **
Erro 2	70	1,28	13,13	31,81	62,34	640,48	1368,57
Média (m <sup>3</sup> sol./ha)		5,47	23,18	44,03	43,26	186,74	421,67
CV 1 (%)		33,55	28,44	20,58	24,33	21,34	10,61
CV 2 (%)		20,74	15,63	12,81	18,25	13,55	8,77

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.  
n.s. não significativo

**TABELA 5A -** Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados médios por planta sem correção, com correção para efeito de estande, efeito de estande dentro de clone e efeito de estande dentro de local, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 14 meses de idade.

FV	GL	QM			
		Sem correção	Cor / estande	Cor / clone	Cor / local
Repetição/Local	4	34,00 **	34,07 **	34,06 **	34,05 **
Clone (C)	6	52,56 **	52,37 **	60,17 **	52,36 **
Local (L)	1	7,27 n.s.	7,16 n.s.	7,15 n.s.	16,39 *
C x L	12	16,14 **	16,02 **	16,04 **	16,05 **
Erro 1	24	3,20	3,21	3,21	3,21
Estande (E)	5	6,31 **	2,08 n.s.	2,09 n.s.	2,08 n.s.
E x C	30	1,99 n.s.	1,97 n.s.	1,55 n.s.	1,97 n.s.
E x L	10	2,01 n.s.	1,99 n.s.	1,99 n.s.	1,80 n.s.
E x C x L	30	1,71 n.s.	1,72 n.s.	1,72 n.s.	1,72 n.s.
Erro 2	140	1,34	1,35	1,35	1,35
Média (m <sup>3</sup> sol./ha)		5,45	5,02	5,02	5,02
CV 1 (%)		32,83	35,68	35,69	35,70
CV 2 (%)		21,24	23,15	23,14	23,15

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

**TABELA 6A - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados médios por planta sem correção, com correção para efeito de estande, efeito de estande dentro de clone e efeito de estande dentro de local, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 26 meses de idade.**

FV	GL	QM			
		Sem correção	Cor / estande	Cor / clone	Cor / local
Repetição/Local	4	479,93 **	479,94 **	479,96 **	479,93 **
Clone (C)	6	2960,76 **	2959,46 **	2759,97 **	2959,30 **
Local (L)	1	14921,07 **	14915,68 **	14915,21 **	12233,74 **
C x L	6	512,36 **	512,45 **	512,43 **	512,47 **
Erro 1	24	77,04	76,86	76,85	76,85
Estande (E)	5	166,01 **	22,63 n.s.	22,66 n.s.	22,63 n.s.
E x C	30	41,09 **	41,10 **	32,40 *	41,10 **
E x L	10	44,49 *	44,52 *	44,56 *	32,02 n.s.
E x C x L	30	26,57 n.s.	26,60 n.s.	26,61 n.s.	26,61 n.s.
Erro 2	140	19,30	19,28	19,28	19,28
Média (m <sup>3</sup> sol./ha)		31,33	28,86	28,86	28,86
CV 1 (%)		28,02	30,38	30,38	30,38
CV 2 (%)		14,02	15,22	15,22	15,22

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.  
n.s. não significativo

TABELA 7A - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados médios por planta sem correção para efeito de estande, efeito de estande dentro de clone e efeito de estande dentro de local, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 37 meses de idade.

FV	GL	QM			
		Sem correção	Cor / estande	Cor / clone	Cor / local
Repetição/Local	4	686,81 *	686,33 *	686,33 *	686,31 *
Clone (C)	6	24236,75 **	24238,84 **	21933,44 **	24238,67 **
Local (L)	1	133229,81 **	133209,57 **	133204,52 **	108501,33 **
C x L	6	4302,55 **	4301,06 **	4300,86 **	4301,13 **
Erro 1	24	175,76	175,94	175,96	175,94
Estande (E)	5	716,80 **	49,14 n.s.	49,16 n.s.	49,18 n.s.
E x C	30	132,01 **	132,00 **	100,76 *	132,00 **
E x L	10	204,21 **	204,31 **	204,26 **	85,96 n.s.
E x C x L	30	111,17 *	111,12 *	111,11 *	111,16 *
Erro 2	140	64,12	64,09	64,09	64,09
Média (m <sup>3</sup> sol./ha)		67,74	62,41	62,41	62,41
CV 1 (%)		19,57	21,25	21,25	21,25
CV 2 (%)		11,82	12,83	12,83	12,83

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. n.s. não significativo

**TABELA 8A -** Résumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, com correção para efeito de estande, efeito de estande dentro de clone e efeito de estande dentro de local, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 14 meses de idade.

FV	GL	QM			
		Sem correção	Cor / estande	Cor / clone	Cor / local
Repetição/Local	4	2005,17 **	2004,52 **	2004,61 **	2004,84 **
Clone (C)	6	2975,72 **	2976,15 **	6184,55 **	2976,35 **
Local (L)	1	475,61 n.s.	473,93 n.s.	473,93 n.s.	1675,81 **
C x L	12	973,22 **	972,70 **	972,71 **	972,58 **
Erro 1	24	185,79	185,98	185,94	185,98
Estande (E)	5	2588,63 **	147,06 n.s.	147,07 n.s.	147,08 n.s.
E x C	30	162,20 **	162,17 **	92,11 n.s.	162,19 **
E x L	10	130,25 n.s.	130,30 n.s.	130,28 n.s.	95,93 n.s.
E x C x L	30	94,83 n.s.	94,89 n.s.	94,88 n.s.	94,90 n.s.
Erro 2	140	79,44	79,44	79,44	79,44
Média (m <sup>3</sup> sol./ha)		40,36	50,55	50,55	50,55
CV 1 (%)		33,77	26,98	26,97	26,98
CV 2 (%)		22,08	17,63	17,63	17,63

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.  
n.s. não significativo

**TABELA 9A - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, com correção para efeito de estande, efeito de estande dentro de clone e efeito de estande dentro de local, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 26 meses de idade.**

FV	GL	QM			
		Sem correção	Cor / estande	Cor / clone	Cor / local
Repetição/Local	4	29164,33 **	29165,39 **	29164,52 **	29163,88 **
Clone (C)	6	164151,48 **	164150,24 **	287222,77 **	164148,48 **
Local (L)	1	800667,22 **	800614,09 **	800624,24 **	1225044,54 **
C x L	12	29139,98 **	29136,62 **	29136,14 **	29136,55 **
Erro 1	24	457,00	4574,47	4574,62	4574,56
Estande (E)	5	82626,17 **	1913,39 n.s.	1913,36 n.s.	1913,46 n.s.
E x C	30	3809,03 **	3809,48 **	1901,72 n.s.	3809,50 **
E x L	10	5968,75 **	5968,53 **	5968,38 **	1772,10 n.s.
E x C x L	30	1700,30 n.s.	1699,48 n.s.	1699,56 n.s.	1699,62 n.s.
Erro 2	140	1241,20	1941,06	1241,06	1241,06
Média (m <sup>3</sup> sol./ha)		231,57	290,14	290,14	290,14
CV 1 (%)		29,20	23,31	23,31	23,31
CV 2 (%)		15,21	12,14	12,14	12,14

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

TABELA 10A - Resumo da análise de variância conjunta do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, com correção para efeito de estande, efeito de estande dentro de clone e efeito de estande dentro de local, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 37 meses de idade.

FV	GL	QM			
		Sem correção	Cor / estande	Cor / clone	Cor / local
Repetição/Local	4	42275,57 **	42288,99 **	42289,30 **	42288,62 **
Clone (C)	6	1344875,55 **	1344892,41 **	2273501,67 **	1344891,08 **
Local (L)	1	7160846,85 **	7160870,45 **	7160914,28 **	10917550,77 **
C x L	12	239064,49 **	239045,09 **	239045,03 **	239046,08 **
Erro 1	24	9837,49	9839,27	9839,04	9839,25
Estande (E)	5	389041,79 **	3969,77 n.s.	3969,78 n.s.	3969,41 n.s.
E x C	30	18876,40 **	18875,33 **	6631,44 *	18875,49 **
E x L	10	42533,77 **	42533,70 **	42533,12 **	5701,81 n.s.
E x C x L	30	8292,55 **	8293,29 **	8293,32 **	8293,29 **
Erro 2	140	3734,00	3734,11	3734,06	3734,07
Media (m <sup>3</sup> sol./ha)		500,59	628,55	628,55	628,55
CV 1 (%)		19,81	15,78	15,78	15,78
CV 2 (%)		12,21	9,72	9,72	9,72

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.  
n.s. não significativo

**TABELA 11A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de média de planta, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 14 meses de idade. Paraopeba – MG**

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	10,98	14,48	12,89	10,72	8,47
	Clone	6	1,29 n.s.	1,32 n.s.	1,27 n.s.	1,26 n.s.	4,59 *
	Erro	12	2,07	1,90	1,92	2,04	1,31
	Média		5,20	5,90	5,56	5,20	4,57
	CV (%)		27,69	23,36	24,90	27,47	25,02
2	Repetição	2	5,61	6,02	5,32	5,46	
	Clone	6	2,05 n.s.	3,90 n.s.	2,74 n.s.	2,36 n.s.	
	Erro	12	4,07	4,62	3,96	3,77	
	Média		5,30	6,41	5,60	5,30	
	CV (%)		38,11	33,54	35,51	36,65	
3	Repetição	2	7,86	5,72	5,72	6,16	
	Clone	6	5,17 n.s.	5,60 n.s.	5,70 n.s.	5,43 n.s.	
	Erro	12	2,27	3,71	3,86	3,12	
	Média		5,23	5,48	5,50	5,23	
	CV (%)		28,80	35,18	35,71	33,78	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

TABELA 12A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de média de planta, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 26 meses de idade. Paraopeba – MG

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	244,24	366,94	414,03	350,70	209,35
	Clone	6	249,80 **	282,09 **	264,82 **	287,49 **	506,34 **
	Erro	12	31,70	29,58	30,71	29,10	44,69
	Média		37,97	38,35	39,80	37,98	35,97
	CV (%)		14,83	14,18	13,92	14,21	18,58
2	Repetição	2	120,09	105,06	119,38	134,32	
	Clone	6	428,19 **	454,20 **	435,77 **	428,94 **	
	Erro	12	41,92	44,65	38,63	38,73	
	Média		38,37	42,78	39,93	38,37	
	CV (%)		16,88	15,62	15,57	16,22	
3	Repetição	2	246,17	179,73	169,96	190,52	
	Clone	6	489,97 **	526,93 **	533,72 **	520,87 **	
	Erro	12	55,41	74,50	81,66	67,58	
	Média		39,10	39,81	40,50	39,10	
	CV (%)		19,04	21,68	22,32	21,03	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

**TABELA 13A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de média de planta, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 37 meses de idade. Paraopeba – MG**

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	466,16	1067,01	985,74	817,60	418,24
	Clone	6	2629,22 **	2700,87 **	2753,77 **	2873,43 **	3971,51**
	Erro	12	125,53	142,73	134,46	121,95	83,95
	Média		87,97	92,70	91,21	87,98	84,45
	CV (%)		12,73	12,89	12,71	12,55	10,85
2	Repetição	2	244,59	153,63	211,47	261,84	
	Clone	6	3672,07 **	3749,37 **	3689,51 **	3676,47 **	
	Erro	12	71,91	116,54	71,43	66,19	
	Média		88,56	98,29	91,33	88,56	
	CV (%)		9,57	10,98	9,25	9,19	
3	Repetição	2	584,03	380,73	348,64	396,03	
	Clone	6	4151,89 **	4378,75 **	4428,91 **	4363,93 **	
	Erro	12	137,49	221,64	260,83	207,89	
	Média		92,23	92,93	94,70	92,23	
	CV (%)		12,71	16,02	17,05	15,63	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

TABELA 14A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 14 meses de idade. Paraopeba – MG

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	250,52	489,11	487,27	268,33	853,61
	Clone	6	67,06 n.s.	87,61 n.s.	87,67 n.s.	204,51 n.s.	454,51 *
	Erro	12	159,07	129,77	129,75	203,80	131,26
	Média		38,77	50,19	50,17	38,77	45,69
	CV (%)		32,53	22,70	22,70	36,82	25,08
2	Repetição	2	644,52	372,52	321,10	782,26	
	Clone	6	278,08 n.s.	107,60 n.s.	122,25 n.s.	278,99 n.s.	
	Erro	12	143,76	207,13	198,84	152,89	
	Média		40,58	45,61	48,73	40,58	
	CV (%)		29,55	31,55	28,94	30,47	
3	Repetição	2	297,53	579,88	604,03	495,38	
	Clone	6	121,67 n.s.	290,27 n.s.	285,70 n.s.	99,29 n.s.	
	Erro	12	216,19	148,52	139,91	238,24	
	Média		40,69	48,93	47,77	40,69	
	CV (%)		36,14	24,91	24,76	37,93	

• e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. n.s. não significativo

**TABELA 15A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 26 meses de idade. Paraopeba – MG**

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	4981,08	5004,36	5198,00	5400,73	18336,16
	Clone	6	13931,93 **	17625,14 **	16313,79 **	28566,94 **	52176,42 **
	Erro	12	2343,46	2148,10	2187,77	3883,69	5291,57
	Média		280,15	345,61	355,52	280,15	
	CV (%)		17,30	13,41	13,16	22,24	
2	Repetição	2	20879,23	14432,55	14417,23	34432,59	
	Clone	6	32427,52 **	23201,97 **	23192,15 **	30953,86 **	
	Erro	12	5695,23	1943,73	1942,01	8804,36	
	Média		305,85	360,10	360,21	305,85	
	CV (%)		24,67	12,24	12,23	30,68	
3	Repetição	2	12004,58	19695,00	22040,71	27179,80	
	Clone	6	23400,67 **	33473,66 **	32691,29 **	23458,22 **	
	Erro	12	2005,70	5421,69	5219,57	4740,35	
	Média		295,81	376,86	363,40	295,81	
	CV (%)		15,14	19,54	19,88	23,28	

• e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. n.s. não significativo

TABELA 16A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, sem falha, com correção do estado pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estados, avaliado aos 37 meses de idade. Paraopeba – MG

Casos	FV	GL	QM			
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção
1	Repetição	2	8061,40	8229,31	7732,04	24235,40
	Clone	6	131207,22 **	158364,06 **	153668,15 **	230969,71 **
	Erro	12	10559,86	9679,93	9746,61	20394,37
	Média		655,18	817,84	830,68	655,18
	CV (%)		15,68	12,03	11,88	21,80
						12,09
2	Repetição	2	52740,25	41004,91	40890,70	107076,15
	Clone	6	268180,01 **	200776,45 **	200765,47 **	257663,76 **
	Erro	12	21412,49	4511,01	4509,08	38998,74
	Média		720,17	832,17	832,63	720,17
	CV (%)		20,23	8,07	8,06	27,42
						100155,07
3	Repetição	2	36333,63	54698,34	55905,06	100155,07
	Clone	6	200758,78 **	270912,86 **	270316,99 **	210492,01 **
	Erro	12	4910,15	19653,11	19632,94	15459,37
	Média		682,66	858,17	854,19	682,66
	CV (%)		10,26	16,34	16,40	18,21
						15459,37

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. n.s. não significativo

**TABELA 17A - Produtividade de madeira obtida ao nível de média de planta (m<sup>3</sup> sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 14 meses de idade. Paraopeba – MG**

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	4	4,30	A	4	5,00	A	4	4,70	A	4	4,43	A	4	3,37	A
	5	4,76	A	5	5,47	A	5	5,10	A	5	4,77	A	7	3,70	A
	6	5,10	A	6	5,80	A	6	5,43	A	2	4,97	A	2	3,73	A
	7	5,13	A	7	5,83	A	7	5,47	A	7	4,97	A	3	3,93	A
	2	5,27	A	2	5,97	A	2	5,50	A	6	5,10	A	5	5,03	B
	1	5,43	A	1	6,07	A	1	6,00	A	1	5,90	A	6	5,40	B
	3	6,47	A	3	7,17	A	3	6,73	A	3	6,27	A	1	6,80	B
2	3	4,37	A	3	5,33	A	3	4,87	A	2	4,53	A			
	1	4,37	A	1	5,37	A	1	4,87	A	3	4,67	A			
	7	4,90	A	7	5,90	A	2	4,93	A	1	4,70	A			
	2	5,00	A	2	6,00	A	7	5,27	A	4	4,97	A			
	4	5,33	A	4	6,30	A	4	5,33	A	7	5,07	A			
	6	6,70	A	6	7,70	A	6	6,83	A	6	6,53	A			
3	5	7,27	A	5	8,27	A	5	7,10	A	5	6,60	A			
	2	3,60	A	4	3,90	A	4	3,90	A	2	3,57	A			
	4	3,67	A	2	3,90	A	2	3,90	A	4	3,77	A			
	7	4,53	A	7	4,80	A	7	4,83	A	7	4,57	A			
	5	5,20	A	5	5,43	A	5	5,50	A	5	5,27	A			
	3	5,83	A	3	6,10	A	3	6,13	A	3	5,80	A			
	6	6,57	A	6	6,87	A	6	6,90	A	6	6,70	A			
1	7,03	A	1	7,33	A	1	7,37	A	1	6,97	A				

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 18A - Produtividade de madeira obtida ao nível de média de planta (m<sup>3</sup> sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 26 meses de idade. Paraopeba – MG**

Casos	Clones	Cov. Média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	7	25,80	A	7	26,13	A	7	27,97	A	7	25,63	A	7	20,90	A
	2	29,13	A	2	29,53	A	2	31,53	A	2	29,00	A	2	25,20	A
	4	30,90	A	4	31,27	A	4	32,40	A	4	31,00	A	4	27,20	A
	6	37,80	A	6	38,20	A	6	39,67	A	6	37,80	A	3	34,03	A
	3	44,80	B	3	45,17	B	3	47,00	B	3	44,70	B	6	40,47	B
	5	46,47	B	5	46,83	B	5	48,30	B	5	46,43	B	5	46,77	B
	1	50,93	B	1	51,33	B	1	51,73	B	1	51,27	B	1	57,23	C
2	7	22,53	A	7	26,47	A	7	24,37	A	7	23,20	A			
	2	28,17	A	2	32,13	A	2	28,30	A	2	26,20	A			
	4	33,37	A	4	37,30	A	4	33,90	A	4	32,03	A			
	3	38,33	A	3	42,30	A	3	40,60	B	3	39,67	B			
	1	44,77	B	1	48,73	B	6	46,20	B	6	44,57	B			
	6	45,20	B	6	49,17	B	1	47,03	B	1	46,10	B			
	5	59,40	C	5	63,33	C	5	59,10	C	5	56,80	C			
3	2	24,67	A	2	25,47	A	2	26,37	A	2	24,50	A			
	7	25,80	A	7	26,60	A	7	27,30	A	7	25,90	A			
	4	27,67	A	4	28,47	A	4	28,80	A	4	28,10	A			
	6	44,20	B	6	45,00	B	6	45,47	B	3	44,30	B			
	3	44,33	B	3	45,17	B	3	45,93	B	6	44,53	B			
	5	46,57	B	5	47,37	B	5	47,97	B	5	46,80	B			
	1	59,80	B	1	60,60	B	1	61,63	B	1	59,53	B			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 19A - Produtividade de madeira obtida ao nível de média de planta ( $m^3$  sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 37 meses de idade. Paraopeba – MG**

Casos	Clones	Cov.média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	2	53,17	A	2	57,87	A	2	55,80	A	2	51,27	A	7	43,73	A
	7	54,40	A	7	59,17	A	7	57,27	A	7	53,17	A	2	48,80	A
	4	64,50	A	4	69,27	A	4	68,10	A	4	65,67	A	4	55,53	A
	6	96,40	B	6	101,10	B	6	99,60	B	6	96,30	B	3	87,33	B
	3	106,70	B	3	111,47	B	3	109,57	B	3	105,43	B	6	101,27	B
	1	119,03	B	1	123,73	B	1	123,37	B	5	121,47	C	5	116,60	C
	5	121,57	B	5	126,30	B	5	124,77	B	1	122,53	C	1	137,87	D
2	7	45,47	A	7	54,13	A	7	48,97	A	7	46,93	A			
	2	56,00	A	2	64,70	A	2	55,36	A	2	51,63	A			
	4	65,47	A	4	74,17	A	4	65,87	A	4	62,57	A			
	3	98,90	B	3	107,57	B	3	103,44	B	3	101,80	B			
	6	107,23	B	6	115,93	B	6	108,67	B	6	105,80	B			
	1	109,23	B	1	117,93	B	1	113,77	B	1	112,10	B			
3	5	144,87	C	5	153,57	C	5	143,21	C	5	139,10	C			
	2	51,07	A	2	51,83	A	2	54,17	A	2	50,87	A			
	7	55,03	A	7	55,80	A	4	56,93	A	7	55,13	A			
	4	55,27	A	4	56,07	A	7	57,57	A	4	55,70	A			
	6	107,77	B	6	108,57	B	6	109,73	B	3	108,07	B			
	3	108,10	B	3	108,87	B	3	110,93	B	6	108,10	B			
	5	120,73	B	5	121,53	B	5	123,03	B	5	120,97	B			
1	147,07	C	1	147,83	C	1	150,53	C	1	146,80	C				

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 20A - Produtividade de madeira obtida ao nível de total de parcela (m<sup>3</sup> sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 14 meses de idade. Paraopeba – MG**

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	4	32,73	A	4	44,70	A	4	44,70	A	2	31,16	A	4	33,90	A
	5	34,17	A	5	46,10	A	5	46,10	A	5	33,93	A	7	36,87	A
	6	35,33	A	6	47,33	A	6	47,27	A	7	34,56	A	2	37,33	A
	2	36,07	A	2	48,03	A	2	48,03	A	6	35,13	A	3	39,60	A
	7	37,83	A	7	49,77	A	7	49,77	A	4	39,49	A	5	50,37	B
	3	44,60	A	3	56,57	A	3	56,53	A	3	41,34	A	6	53,70	B
	1	46,87	A	1	58,83	A	1	58,83	A	1	55,78	A	1	68,03	B
2	2	35,13	A	2	39,53	A	2	43,73	A	2	26,00	A			
	4	37,57	A	4	42,00	A	3	44,53	A	7	34,00	A			
	3	38,27	A	3	42,67	A	7	45,37	A	4	34,16	A			
	7	38,63	A	7	43,03	A	4	45,70	A	3	42,47	A			
	1	39,53	A	1	43,93	A	1	45,80	A	5	44,70	A			
	5	48,23	A	5	52,63	A	5	57,30	A	1	49,40	A			
3	6	51,10	A	6	55,50	A	6	58,70	A	6	53,33	A			
	2	27,73	A	2	37,13	A	2	35,57	A	2	32,93	A			
	4	28,97	A	4	38,33	A	4	37,77	A	4	36,13	A			
	7	33,00	A	7	42,37	A	7	41,20	A	7	39,36	A			
	5	42,33	A	5	51,67	A	5	50,70	A	3	39,73	A			
	3	42,83	A	3	52,23	A	3	50,87	A	1	41,00	A			
	6	49,53	A	6	58,90	A	6	58,13	A	5	45,30	A			
1	52,57	A	1	61,90	A	1	60,17	A	6	50,36	A				

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 21A - Produtividade de madeira obtida ao nível de total de parcela (m<sup>3</sup> sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 26 meses de idade. Paraopeba - MG**

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	7	193,27	A	7	258,73	A	7	271,33	A	7	175,41	A	7	209,06	A
	2	208,53	A	2	273,04	A	2	286,90	A	2	181,39	A	2	238,20	A
	4	233,10	A	4	309,72	A	4	317,28	A	4	259,73	A	4	271,86	A
	6	268,37	A	6	333,86	A	6	343,94	A	6	267,21	A	3	340,24	A
	3	307,07	B	3	372,57	B	3	385,17	B	3	289,26	A	6	404,68	B
	5	325,17	B	5	390,67	B	5	400,75	B	5	324,01	A	5	467,58	B
	1	415,23	C	1	480,71	C	1	483,23	C	1	464,05	B	1	572,23	C
2	7	176,97	A	7	234,43	A	7	234,53	A	2	171,60	A			
	2	217,63	A	2	275,06	A	2	275,23	A	7	193,00	A			
	4	258,40	A	4	315,80	A	4	315,96	A	4	253,30	A			
	3	323,03	B	3	380,53	B	3	380,56	B	3	322,86	B			
	6	353,60	B	6	411,10	B	6	411,16	B	6	376,13	B			
	1	366,67	B	1	424,10	B	1	424,16	B	5	394,46	B			
3	5	422,20	B	5	479,70	B	5	479,83	B	1	429,56	B			
	7	184,50	A	7	264,03	A	2	248,40	A	7	186,56	A			
	2	186,77	A	2	266,33	A	7	250,56	A	2	188,86	A			
	4	209,27	A	4	288,80	A	4	282,06	A	4	239,23	A			
	3	326,17	B	3	405,73	B	3	390,00	B	3	342,23	B			
	6	343,93	B	6	423,46	B	6	414,50	B	6	344,03	B			
	5	374,10	B	5	453,63	B	5	442,43	B	5	383,93	B			
1	456,57	B	1	536,06	B	1	515,86	B	1	385,80	B				

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 22A - Produtividade de madeira obtida ao nível de total de parcela (m<sup>3</sup> sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 37 meses de idade. Paraopeba – MG**

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	2	388,13	A	2	545,25	A	2	563,24	A	2	317,53	A	7	437,36	A
	7	405,43	A	7	568,17	A	7	584,51	A	7	361,15	A	2	455,78	A
	4	484,33	A	4	686,65	A	4	696,46	A	4	562,44	B	4	555,15	A
	6	690,50	B	6	853,22	B	6	866,29	B	3	684,14	B	3	873,14	B
	3	728,47	B	3	891,15	B	3	907,50	B	6	687,59	B	6	1012,57	B
	5	864,80	C	5	1027,50	C	5	1040,58	C	5	861,88	C	5	1166,03	C
	1	990,23	C	1	1152,94	C	1	1156,21	C	1	1111,54	C	1	1378,70	D
2	7	358,13	A	7	491,73	A	7	492,06	A	2	356,33	A			
	2	435,03	A	2	568,63	A	2	569,30	A	7	408,30	A			
	4	508,87	A	4	642,46	A	4	643,00	A	4	497,73	A			
	3	831,63	B	3	965,20	B	3	965,50	B	3	799,80	B			
	6	843,73	B	6	977,33	B	6	977,83	B	6	928,00	B			
	1	890,73	B	1	1024,33	B	1	1024,60	B	5	1015,46	B			
3	5	1021,87	C	5	1155,46	C	5	1156,13	C	1	1035,56	B			
	2	385,83	A	2	540,33	A	2	535,06	A	2	368,23	A			
	7	391,77	A	7	546,33	A	7	542,33	A	7	380,40	A			
	4	412,17	A	4	566,73	A	4	564,73	A	4	464,33	A			
	3	806,20	B	3	960,80	B	3	956,13	B	6	821,46	B			
	6	865,43	B	6	1020,00	B	6	1017,36	B	3	876,16	B			
	5	975,87	B	5	1130,46	B	5	1127,13	B	5	932,80	B			
1	1088,00	B	1	1242,56	B	1	1236,60	B	1	935,26	B				

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

TABELA 23A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de média de planta, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 14 meses de idade. Bocaiúva - MG

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	7,69	7,81	8,58	7,75	3,72
	Clone	6	9,83 **	9,84 **	9,84 **	9,85 **	15,04 **
	Erro	12	1,56	1,53	1,58	1,58	1,00
	Média		5,59	5,68	5,97	5,60	5,23
	CV (%)		22,34	21,78	21,07	22,47	19,13
2	Repetição	2	11,96	12,11	11,37	9,06	
	Clone	6	8,57 **	8,65 **	8,64 **	8,80 **	
	Erro	12	1,49	1,52	1,47	1,31	
	Média		6,08	6,47	6,40	6,09	
	CV (%)		20,09	19,03	18,91	18,79	
3	Repetição	2	5,05	4,81	4,87	4,60	
	Clone	6	12,76 **	12,65 **	12,88 **	12,35 **	
	Erro	12	0,48	0,48	0,47	0,53	
	Média		5,58	5,84	5,85	5,58	
	CV (%)		12,49	11,85	11,68	13,10	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

**TABELA 24A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de média de planta, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 26 meses de idade. Bocaiúva – MG**

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	46,40	46,29	72,94	39,93	30,29
	Clone	6	164,20 **	164,13 **	167,92 **	163,43 **	192,07 **
	Erro	12	11,85	11,90	19,67	10,71	11,80
	Média		23,75	24,66	27,28	23,74	21,39
	CV (%)		14,49	13,99	16,25	13,78	16,06
2	Repetição	2	99,08	98,25	105,76	43,68	
	Clone	6	135,59 *	135,90 *	135,57 *	140,03 **	
	Erro	12	30,23	30,36	31,86	19,45	
	Média		25,04	27,82	28,10	25,06	
	CV (%)		21,96	19,81	20,08	17,60	
3	Repetição	2	46,04	45,98	56,45	44,66	
	Clone	6	210,32 **	209,61 **	227,64 **	208,00 **	
	Erro	12	6,31	6,33	11,39	6,34	
	Média		23,72	24,00	26,33	23,72	
	CV (%)		10,59	10,48	12,82	10,62	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

TABELA 25A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de média de planta, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 37 meses de idade. Bocaiúva - MG

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	61,69	60,87	163,98	47,98	19,76
	Clone	6	982,53 **	982,98 **	1005,33 **	978,16 **	1015,00 **
	Erro	12	21,49	21,46	63,74	17,68	19,19
	Média		44,76	46,40	53,11	44,76	41,29
	CV (%)		10,36	9,98	15,03	9,39	10,61
2	Repetição	2	40,82	40,91	157,59	14,84	
	Clone	6	1060,80 **	1061,28 **	1061,29 **	1063,91 **	
	Erro	12	34,95	34,94	67,41	28,96	
	Média		47,22	49,32	54,44	47,22	
	CV (%)		12,52	11,98	15,08	11,40	
3	Repetição	2	22,65	23,00	44,58	20,19	
	Clone	6	1287,44 **	1287,72 **	1389,74	1266,28 **	
	Erro	12	21,72	21,74	66,05	18,13	
	Média		44,85	45,96	51,04	44,84	
	CV (%)		10,39	10,14	15,92	9,50	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

TABELA 26A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 14 meses de idade. Bocaiúva - MG

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	470,61	469,92	395,66	287,14	376,93
	Clone	6	582,07 **	580,80 **	577,39 **	576,93 n.s.	1485,16 **
	Erro	12	112,83	112,61	118,28	234,43	98,71
	Média		40,19	56,22	52,77	40,18	52,36
	CV (%)		26,43	18,87	20,61	38,11	18,97
2	Repetição	2	302,18	304,18	265,96	13,69	
	Clone	6	541,49 **	541,06 **	545,44 **	607,88 *	
	Erro	12	96,20	96,24	96,48	161,09	
	Média		45,43	57,19	56,30	45,43	
	CV (%)		21,59	17,15	17,45	27,94	
3	Repetição	2	179,86	179,42	152,43	137,97	
	Clone	6	776,78 **	776,93 **	716,94 **	619,48 n.s.	
	Erro	12	59,02	59,09	76,22	229,95	
	Média		43,93	57,62	53,27	43,94	
	CV (%)		17,49	13,34	16,39	34,51	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.  
n.s. não significativo

TABELA 27A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 26 meses de idade. Bocaiúva - MG

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	2102,41	2103,63	1767,89	1747,74	2996,01
	Clone	6	8696,23 **	8690,34 **	8645,64 **	8411,49 *	19190,40 **
	Erro	12	757,88	757,66	780,85	2293,96	1184,71
	Média		170,02	226,95	219,95	169,97	213,90
	CV (%)		16,19	12,13	12,70	28,18	16,09
2	Repetição	2	350,50	350,50	691,58	678,62	
	Clone	6	8641,93 **	8641,93 **	8532,94 **	9583,16 **	
	Erro	12	1272,93	1272,93	1292,02	1910,86	
	Média		187,93	224,73	230,99	187,91	
	CV (%)		18,98	15,88	15,56	23,26	
3	Repetição	2	1481,85	1481,28	1321,69	1512,21	
	Clone	6	12522,98 **	12521,37 **	11838,79 **	10524,75 *	
	Erro	12	827,96	827,56	1008,66	3216,47	
	Média		186,56	237,77	223,67	186,63	
	CV (%)		15,42	12,10	14,20	30,39	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

TABELA 28A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando dados de total de parcela, sem correção, sem falha, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtido em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliado aos 37 meses de idade. Bocaiúva - MG

Casos	FV	GL	QM				
			Cov. média	Cov. ideal	Regressão	Sem Correção	Sem falha
1	Repetição	2	2496,21	2494,03	1811,48	4928,25	1977,81
	Clone	6	50122,85 **	50120,17 **	49879,41 **	48304,98 **	101520,21 **
	Erro	12	1690,13	1689,03	1753,06	7341,35	1915,81
	Média		320,76	429,94	418,33	320,68	412,97
	CV (%)		12,82	9,56	10,01	26,72	10,60
	Repetição	2	67,51	66,82	16,33	10799,95	
2	Clone	6	63258,22 **	63272,83 **	63408,19 **	66517,38 **	
	Erro	12	3209,79	3209,09	3236,57	7166,15	
	Média		358,04	449,71	443,17	358,01	
	CV (%)		15,82	12,60	12,87	23,65	
	Repetição	2	240,27	238,92	464,79	3737,97	
	Clone	6	71499,52 **	71498,03 **	69923,66 **	62263,86 **	
3	Erro	12	2732,63	2733,56	2873,21	9298,76	
	Média		349,69	434,52	422,17	349,78	
	CV (%)		14,95	12,03	12,70	27,57	

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. não significativo

TABELA 29A - Produtividade de madeira obtida ao nível de média de planta ( $m^3$  sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 14 meses de idade. Bocaiúva – MG

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	4	3,87	A	4	3,97	A	4	4,20	A	4	3,90	A	3	2,60	A
	2	4,20	A	2	4,27	A	2	4,57	A	2	4,17	A	4	2,67	A
	3	4,50	A	3	4,60	A	3	4,97	A	3	4,50	A	2	4,37	B
	6	5,23	A	6	5,33	A	6	5,60	A	6	5,27	A	6	4,87	B
	7	5,33	A	7	5,43	A	7	5,70	A	7	5,37	A	7	6,30	C
	5	7,00	B	5	7,07	B	5	7,40	B	5	7,03	B	5	7,67	C
	1	8,97	B	1	9,07	B	1	9,33	B	1	8,97	B	1	8,17	C
2	2	4,47	A	2	4,87	A	2	4,87	A	4	4,50	A			
	4	4,67	A	4	5,07	A	4	4,97	A	2	4,57	A			
	3	4,90	A	3	5,23	A	3	5,17	A	3	4,93	A			
	6	5,40	A	6	5,80	A	6	5,70	A	6	5,40	A			
	7	6,43	A	7	6,83	A	7	6,77	A	7	6,47	A			
	5	8,00	B	5	8,40	B	5	8,30	B	5	7,90	B			
	1	8,70	B	1	9,10	B	1	9,07	B	1	8,83	B			
3	3	3,70	A	2	3,97	A	2	3,97	A	2	3,67	A			
	2	3,70	A	3	3,97	A	3	3,97	A	3	3,77	A			
	4	4,00	A	4	4,27	A	4	4,27	A	4	4,00	A			
	6	4,83	A	6	5,10	A	6	5,10	A	6	4,93	A			
	7	6,57	B	7	6,83	B	7	6,83	B	7	6,57	B			
	5	7,30	B	5	7,57	B	5	7,57	B	5	7,20	B			
	1	8,97	C	1	9,20	C	1	9,27	C	1	8,93	C			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 30A - Produtividade de madeira obtida ao nível de média de planta ( $m^3$  sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 26 meses de idade. Bocaiúva – MG**

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	4	15,33	A	4	16,23	A	4	18,43	A	4	15,43	A	4	12,50	A
	2	17,17	A	2	18,07	A	2	20,63	A	2	17,20	A	3	12,67	A
	3	20,60	B	3	21,50	B	3	24,67	A	3	20,40	B	2	16,50	A
	7	21,80	B	7	22,73	B	7	25,23	A	7	21,83	B	7	22,40	B
	6	24,43	B	6	25,33	B	6	27,87	A	6	24,47	B	6	22,80	B
	5	31,10	C	5	32,00	C	5	34,87	B	5	31,00	C	5	30,70	C
	1	35,83	C	1	36,73	C	1	39,30	B	1	35,87	C	1	32,13	C
2	2	17,80	A	2	20,57	A	2	20,83	A	2	18,27	A			
	4	19,93	A	4	22,67	A	4	23,07	A	4	18,77	A			
	3	20,33	A	3	23,13	A	3	23,37	A	3	20,80	A			
	7	24,03	A	7	26,83	A	7	27,10	A	7	24,13	A			
	6	24,77	A	6	27,53	A	6	27,80	A	6	24,83	A			
	5	33,50	B	5	36,27	B	5	36,63	B	5	32,80	B			
	1	34,93	B	1	37,73	B	1	37,93	B	1	35,80	B			
3	2	15,00	A	2	15,30	A	2	17,97	A	2	14,97	A			
	4	16,53	A	4	16,83	A	4	19,07	A	4	16,53	A			
	3	17,90	A	3	18,20	A	3	19,70	A	3	18,00	A			
	6	23,43	B	6	23,67	B	6	25,20	B	6	23,50	B			
	7	23,67	B	7	23,93	B	7	26,23	B	7	23,70	B			
	5	32,03	C	5	32,30	C	5	35,73	C	5	31,90	C			
	1	37,50	D	1	37,77	D	1	40,43	C	1	37,43	D			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

TABELA 31A - Produtividade de madeira obtida ao nível de média de planta ( $m^3$  sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 37 meses de idade. Bocaiúva – MG

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	2	25,77	A	2	27,40	A	2	33,90	A	2	25,83	A	4	23,10	A
	4	28,30	A	4	29,93	A	4	35,63	A	4	28,53	A	2	24,87	A
	3	36,07	B	3	37,67	B	7	44,43	A	3	35,70	B	3	25,43	A
	7	36,30	B	7	38,00	B	3	45,77	A	7	36,40	B	7	38,80	B
	6	49,20	C	6	50,80	C	6	57,30	A	6	49,23	C	6	46,63	C
	1	66,90	D	1	68,53	D	1	75,03	B	1	66,93	D	5	62,93	D
	5	70,76	D	5	72,43	D	5	79,73	B	5	70,66	D	1	67,27	D
2	2	26,43	A	2	28,53	A	2	32,87	A	2	26,77	A			
	4	32,70	A	4	34,77	A	4	41,93	A	4	31,83	A			
	3	37,57	B	3	39,67	B	3	43,97	A	3	37,90	B			
	7	39,17	B	7	41,27	B	7	46,27	A	7	39,23	B			
	6	49,07	C	6	51,17	C	6	56,20	A	6	49,10	C			
	1	70,97	D	1	73,07	D	1	76,67	B	1	71,63	D			
	5	74,67	D	5	76,76	D	5	83,20	B	5	74,10	D			
3	2	23,87	A	2	24,97	A	2	30,77	A	2	23,70	A			
	4	27,83	A	4	28,93	A	4	33,90	A	4	27,83	A			
	3	31,07	A	3	32,20	A	3	35,50	A	3	31,47	A			
	7	38,40	B	7	39,53	B	7	44,47	B	7	38,43	B			
	6	46,30	B	6	47,40	B	6	50,73	B	6	46,67	C			
	5	73,00	C	5	74,10	C	1	80,37	C	5	72,47	D			
	1	73,47	C	1	74,60	C	5	81,53	C	1	73,30	D			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 32A - Produtividade de madeira obtida ao nível de total de parcela (m<sup>3</sup> sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 14 meses de idade. Bocaiúva – MG**

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	4	27,60	A	4	43,67	A	4	40,73	A	4	30,07	A	3	26,13	A
	2	30,67	A	2	46,67	A	2	43,37	A	3	30,13	A	4	27,07	A
	3	33,47	A	3	49,50	A	3	45,30	A	2	31,20	A	2	43,60	B
	7	35,80	A	7	51,87	A	7	48,53	A	7	36,37	A	6	48,57	B
	6	37,07	A	6	53,13	A	6	49,80	A	6	37,63	A	7	63,00	C
	5	48,83	B	5	64,87	B	5	61,13	B	5	47,43	A	5	76,83	C
	1	67,87	C	1	83,87	C	1	80,50	B	1	68,40	A	1	81,33	C
2	3	33,50	A	3	45,30	A	3	44,53	A	4	30,53	A			
	2	34,70	A	2	46,47	A	4	45,70	A	3	35,40	A			
	4	35,23	A	4	46,97	A	2	45,70	A	2	36,60	A			
	6	39,63	A	6	51,40	A	6	50,53	A	6	39,87	A			
	7	48,23	A	7	59,97	A	7	59,13	A	7	48,46	A			
	5	59,00	B	5	70,80	B	5	69,67	B	5	55,97	B			
3	1	67,70	B	1	79,43	B	1	78,83	B	1	71,20	B			
	3	28,17	A	3	41,87	A	3	39,03	A	2	29,30	A			
	4	30,60	A	4	44,30	A	2	39,93	A	4	30,93	A			
	2	31,23	A	2	44,90	A	4	40,03	A	3	32,93	A			
	6	38,63	A	6	52,33	A	6	49,50	A	6	43,40	A			
	7	52,03	B	7	65,70	B	7	61,47	B	5	49,57	A			
	5	55,90	B	5	69,60	B	5	63,27	B	7	52,37	A			
1	70,93	C	1	84,63	C	1	79,67	C	1	69,07	A				

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 33A - Produtividade de madeira obtida ao nível de total de parcela (m<sup>3</sup> sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 26 meses de idade. Bocaiúva - MG**

Casos	Clones	Cov. média		Clones	Cov. ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	4	111,67	A	4	168,63	A	4	162,70	A	4	120,47	A	4	125,20	A
	2	124,83	A	2	181,77	A	2	175,00	A	2	126,77	A	3	126,60	A
	3	147,97	A	3	204,87	A	3	196,43	A	3	136,10	A	2	164,93	A
	7	151,53	A	7	208,47	A	7	201,70	A	7	153,43	A	7	224,00	B
	6	173,53	A	6	230,47	A	6	223,70	A	6	175,43	A	6	228,33	B
	5	215,60	B	5	272,50	B	5	264,90	B	5	210,63	B	5	306,90	C
	1	265,03	C	1	321,93	C	1	315,20	C	1	266,93	C	1	321,30	C
2	2	139,77	A	2	176,57	A	2	181,83	A	4	126,53	A			
	4	141,27	A	4	178,07	A	4	186,83	A	2	145,67	A			
	3	148,17	A	3	184,97	A	3	190,23	A	3	154,03	A			
	7	180,80	A	7	217,60	A	7	223,73	A	7	181,50	A			
	6	186,07	A	6	222,87	A	6	229,00	A	6	186,80	A			
	5	139,17	B	5	275,97	B	5	283,87	B	5	229,57	B			
	1	280,27	B	1	317,07	B	1	321,47	B	1	291,30	B			
3	2	125,27	A	2	176,43	A	2	160,40	A	2	118,20	A			
	4	128,07	A	4	179,27	A	4	165,50	A	4	129,30	A			
	3	136,73	A	3	187,93	A	3	178,77	A	3	154,63	A			
	7	186,80	B	7	238,00	B	7	224,23	B	7	188,07	A			
	6	188,30	B	6	239,00	B	6	230,37	B	6	206,23	A			
	5	244,53	C	5	295,73	C	5	275,10	C	5	220,83	A			
	1	296,20	D	1	347,37	D	1	331,30	C	1	289,10	A			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ )

**TABELA 34A - Produtividade de madeira obtida ao nível de total de parcela (m<sup>3</sup> sólido/ha), para as parcelas sem falha, sem correção, com correção do estande pela covariância média, covariância ideal e regressão, obtida em experimentos de avaliação de clones de eucalipto em diferentes estandes, avaliada aos 37 meses de idade. Bocaiúva - MG**

Casos	Clones	Covariânci a média		Clones	Covariânci a ideal		Clones	Regressão		Clones	Sem Correção		Clones	Sem falha	
1	2	186,80	A	2	296,00	A	2	284,80	A	2	190,53	A	4	231,00	A
	4	200,97	A	4	310,17	A	4	300,37	A	4	217,83	A	2	248,80	A
	7	257,43	A	7	366,60	A	7	355,40	A	3	238,17	A	3	254,27	A
	3	260,87	A	3	370,03	A	3	356,00	A	7	261,10	A	7	388,20	B
	6	353,37	B	6	462,53	B	6	451,33	B	6	357,07	B	6	466,33	C
	1	491,93	C	1	601,10	C	1	589,90	C	5	484,43	B	5	629,50	D
	5	493,93	C	5	603,13	C	5	590,50	C	1	495,60	B	1	672,67	D
2	2	199,23	A	2	290,93	A	2	284,60	A	4	213,37	A			
	4	250,07	A	4	341,70	A	4	331,17	A	2	213,90	A			
	3	276,67	A	3	368,27	A	3	361,97	A	3	291,27	A			
	7	297,90	A	7	389,60	A	7	382,20	A	7	299,70	A			
	6	368,90	A	6	460,53	A	6	453,17	A	6	370,70	A			
	5	544,57	B	5	636,27	B	5	626,73	B	5	520,70	B			
	1	568,97	B	1	660,67	B	1	655,37	B	1	596,47	B			
3	2	194,80	A	2	279,63	A	2	265,60	A	2	183,10	A			
	4	217,10	A	4	301,90	A	4	289,83	A	4	219,13	A			
	3	239,93	A	3	324,77	A	3	316,73	A	3	269,57	A			
	7	303,40	B	7	388,27	B	7	376,17	B	7	305,47	A			
	6	379,00	B	6	463,90	B	6	455,83	B	6	408,70	B			
	5	539,40	C	5	624,20	C	5	606,10	C	5	500,07	B			
	1	574,17	C	1	659,00	C	1	644,93	C	1	562,43	B			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

TABELA 35A - Resumo da análise de variância do volume de madeira (m<sup>3</sup> sólido/ha), utilizando os dados de média e total de parcela, obtido em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliado em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.

Clone	FV	GL	QM					
			Média			Total		
			15	26	37	15	26	37
MN 249	Repetição	3	2,68	15,47	43,50	100,11	678,49	1686,48
	Replantio	5	2,25 n.s.	18,31 n.s.	30,84 n.s.	75,45 n.s.	736,18 n.s.	1202,59 n.s.
	Erro	15	3,47	27,28	62,52	80,34	644,61	1532,59
	Média		8,15	28,52	42,87	40,12	140,37	210,98
	CV (%)		22,86	18,32	18,44	22,34	18,09	18,55
MN 463	Repetição	3	1,23	14,44	13,61	33,55	237,80	1110,24
	Replantio	5	10,22 **	56,37 n.s.	170,39 n.s.	350,84 **	2763,78 **	8433,52 **
	Erro	15	2,16	21,54	98,96	56,20	436,27	1534,48
	Média		8,85	34,36	58,37	42,90	165,95	281,41
	CV (%)		16,62	13,51	17,04	17,47	12,59	13,92
MN 445	Repetição	3	1,54	17,50	10,64	28,00	314,92	270,25
	Replantio	5	2,59 n.s.	25,77 n.s.	45,39 n.s.	71,80 n.s.	765,39 n.s.	1316,83 n.s.
	Erro	15	1,79	20,29	31,69	39,07	466,24	762,66
	Média		5,62	21,82	33,07	27,79	108,06	162,45
	CV (%)		23,85	20,64	17,02	22,49	19,98	17,00

\*\* significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade. ns não significativo

TABELA 36A - Resumo da análise de variância do volume de madeira ( $m^3$  sólido/ha), utilizando os dados de média de planta, obtido em experimentos de avaliação de diferentes idades de replantio em clone de eucalipto, avaliados em Bocaiúva, aos 15, 26 e 37 meses.

Clone	FV	GL	15	26	37
MN 249	Repetição	3	1,79	22,89	10,58
	Replantio	4	10,81 *	78,03 *	298,03 *
	Erro	12	2,29	18,40	74,99
	Média		3,84	17,29	28,56
	CV (%)		39,41	24,81	30,32
MN 463	Repetição	3	2,03	8,64	39,30
	Replantio	4	37,98 *	477,78 *	1265,21 n.s.
	Erro	12	7,50	93,09	393,25
	Média		3,59	18,46	33,49
	CV (%)		76,40	52,27	59,21
MN 445	Repetição	3	0,93	9,29	41,02
	Replantio	4	28,30 **	300,12 **	793,75 **
	Erro	12	1,92	31,38	49,86
	Média		2,85	15,18	24,77
	CV (%)		48,67	36,90	28,51

\* e \*\* significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns não significativo