

DESEMPENHO DOS DESCENDENTES DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. AUTOFECUNDADOS E CRUZADOS

Regiane Abjaud Estopa¹, Magno Antonio Patto Ramalho², Gabriel Dehon Sampaio Peçanha Rezende³,
Jupiter Israel Muro Abad³, Flávia Maria Avelar Gonçalves⁴

(recebido: 11 de agosto de 2006; aceito: 25 de maio de 2007)

RESUMO: Descendentes de clones de *Eucalyptus* autofecundados e cruzados foram avaliados com o objetivo de se verificar a possível perda de vigor nas fases de germinação e de crescimento inicial no viveiro e no campo. Para isso, avaliaram-se descendentes de dois clones comerciais autofecundados (C01 e C02) e dois híbridos (C01 x C03 e C02 x C03). O trabalho constou de duas fases de avaliação: a primeira, conduzida em viveiro, cujo delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, constou de quatro tratamentos e seis repetições, parcelas com 30 tubetes com uma única semente; na segunda, no campo, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições, com 18 plantas por parcela. Avaliaram-se a percentagem de germinação, o índice de velocidade de emergência, a sobrevivência e altura das plantas aos 35, 50, 65 e 80 dias no viveiro e, no campo, a percentagem de sobrevivência aos seis meses e a altura aos dois, quatro e seis meses. As performances das plantas provenientes de autofecundação foram semelhantes aos dos híbridos, mostrando que, possivelmente, a perda de vigor não é expressiva na fase inicial de desenvolvimento em *Eucalyptus* spp.

Palavras-chave: depressão por endogamia, germinação, genética quantitativa.

PERFORMANCE OF INBRED AND OUTBRED *Eucalyptus* spp.

ABSTRACT: Inbred and outbred *Eucalyptus* clone were assessed aiming to check the possible loss of vigor in the initial germination phases and growing in nursery and in field conditions. Offsprings from two commercial clones were assessed as inbreds (C01 and C02) and as hybrids (C01 x C03 and C02 x C03). The work consisted of two phases. The first one was in the nursery, in a completely random design, with 4 treatments and 6 reps, in plots with 30 tubes with only one seed. The second one, in the field, used a randomized complete block design, with 4 treatments and 6 reps, with 18 plants per plots. The percentage of germination, germination speed index, survival and plant height were assessed at 35, 50, 65 and 80 days in the nursery and, in the field, the percentage of survival with 6 months and plant height with 2, 4 and 6 months. It was concluded that the germination, survival and the growing of plants resulted from inbred were similar to the hybrid, showing that the loss of vigor is not expressive for those characters in initial developmental phases of *Eucalyptus* spp.

Key words: inbreeding depression, germination, quantitative genetics.

1 INTRODUÇÃO

A seleção clonal é uma técnica “fim de linha”, isto é, proporciona o máximo de ganho em uma única geração, mas, a partir daí, ganhos adicionais são difíceis. Desta maneira, a obtenção de genótipos superiores depende da condução de programas de melhoramento visando gerar continuamente novas combinações genotípicas, para que possam ocorrer ganhos genéticos adicionais (BISON, 2004).

Na condução de programas de melhoramento, informações a respeito do controle genético das características auxiliam os melhoristas na tomada de decisão e ampliam a eficiência do processo. Nesse contexto, várias informações sobre controle genético de caracteres têm sido encontradas em algumas espécies cultivadas (COORS & PANDEY, 1999; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988). Contudo, em plantas perenes, devido ao tempo gasto na obtenção dos dados, as informações disponíveis são mais restritas.

¹Mestre em Agronomia Genética e Melhoramento de Plantas, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37.200.000 – Lavras, MG – regianefloresta@hotmail.com

²Professor do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37.200-000 – Lavras, MG – magnoapr@ufla.br

³Pesquisadores da Aracruz Celulose S.A. – Centro de Pesquisa e Tecnologia, Aracruz Celulose S. A. – Cx. P. 33.1011 – 29 197-900 – Aracruz, ES – gdr@aracruz.com.br; jmuro@aracruz.com.br

⁴Professora do Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37.200-000 – Lavras, MG – avelar@ufla.br

No gênero *Eucalyptus*, esforços têm sido dedicados à obtenção dessas informações, tanto no exterior como no Brasil (BISON et al., 2004; ELDRIDGE et al., 1993; REZENDE, 2001; VERRY, 2000; VOLKER et al., 1994). O controle genético, a existência de heterose ou a depressão por endogamia são informações mais expressivas, porque elas orientam qual a estratégia mais apropriada à obtenção de novos clones. Bison et al. (2004) avaliaram o efeito da depressão por endogamia em dez clones comerciais de *Eucalyptus* e constataram que ela foi de pequena magnitude para circunferência à altura do peito e, especialmente, para a densidade. Questionaram, contudo, que esse valor pode estar subestimado. Uma das razões estaria no processo de obtenção das mudas, isto é, na mortalidade das plântulas ou no menor desenvolvimento delas, pela expressão de alelos recessivos prejudiciais na fase de plântulas, sendo eliminadas ainda no viveiro. Não foram encontradas, na literatura, informações sobre a depressão por endogamia na germinação e emergência ou nas fases iniciais do desenvolvimento em eucalipto, que permitam comprovar esse fato.

Realizou-se o presente trabalho, com o objetivo de avaliar a possível perda de vigor nas fases iniciais de desenvolvimento, em mudas de *Eucalyptus spp.* no viveiro e no campo, a partir do desempenho de descendentes de clones autofecundados e cruzados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a instalação do experimento, foram utilizadas sementes cedidas pela empresa Aracruz Celulose S. A, localizada no município de Aracruz, no Espírito Santo. Essas sementes foram provenientes da descendência de dois clones autofecundados, C01 e C02 e dos híbridos entre os clones C01 x C03 e C02 x C03. As sementes dos clones C01 e C03 foram obtidas a partir de plantios comerciais de *Eucalyptus grandis* e C02 em *Eucalyptus urophylla*, ambos de Rio Claro, SP.

O trabalho constou de duas fases. A primeira foi conduzida em casa de vegetação (viveiro), localizada no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, MG, situado a 918 metros de altitude, latitude de 21°14'S e longitude de 45°00'W. A segunda, no campo, no município de Ijaci, MG, a 805 metros de altitude, 21°10'S de latitude e 45°55'W de longitude, na fazenda experimental da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE).

Na condução do experimento do viveiro, o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições. A parcela era constituída de 30 tubetes, tendo sido colocada uma semente

por tubete. A sementeira foi realizada em 11/04/2005. O substrato utilizado foi casca de arroz carbonizada, vermiculita e terra de subsolo, na proporção de 5:3:2. As irrigações foram realizadas a intervalos regulares, de 3 em 3 horas, por meio de sistema de nebulização.

As variáveis estudadas foram: a) número de plântulas emergidas: quinze dias após a sementeira iniciou-se a contagem das plântulas normais emergidas. Esse processo se repetiu por 10 vezes, a intervalos de 2 dias. As plântulas foram consideradas emergidas quando atingiam a altura de 1 cm; b) altura das plântulas (cm) do nível do substrato até a gema apical do caule obtidos aos 35, 50, 65 e 80 dias após a sementeira.

Procedeu-se à análise de variância da: a) porcentagem de germinação: considerando o número de plântulas emergidas aos 35 dias; b) índice de velocidade de emergência (IVE): utilizando a expressão de Edmond & Drapala (1958); c) porcentagem de sobrevivência: considerando o número de plântulas sobreviventes aos 50, 65 e 80 dias; d) altura das plântulas; para esse caráter foi efetuada a análise da variância considerando todas as avaliações, seguindo procedimento semelhante ao apresentado por Ramalho et al. (2005).

A implantação do experimento de campo ocorreu em julho de 2005, 90 dias após a sementeira. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. A parcela foi constituída de três linhas com seis plantas, no espaçamento de 3x2m. Foram colocadas bordaduras em todas as laterais, utilizando-se as plantas restantes. Foram aplicados, por cova de 30x30x30cm, 200 g de fosfato e 100 g de NPK, formulação comercial de 8:28:16 + 0,5 Zn e, adicionalmente, 1% de boro.

Foram avaliadas: a) porcentagem de sobrevivência: seis meses após o transplantio foi feita a contagem do número de plantas sobreviventes; b) altura das plantas aos dois, quatro e seis meses após transplantio. A altura, em centímetros, foi considerada do nível solo até a gema apical no caule, com o auxílio de régua milimetrada.

Procedeu-se à análise de variância da altura e da porcentagem de sobrevivência, em cada época de avaliação. Posteriormente, para a altura das plantas submetidas a mais de uma tomada de dados, efetuou-se a análise da variância, considerando-se todas as avaliações. Adotou-se o delineamento de parcela subdividida no tempo (RAMALHO et al., 2005). Para a realização das análises, foi utilizado o programa Sisvar (FERREIRA, 2003). As médias dos tratamentos foram submetidas ao teste Scott & Knott (1974).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das quatro populações utilizadas, duas são provenientes da autofecundação de dois clones comerciais da empresa, C01 e C02 e duas híbridas entre os clones C01 x C03 e C02 x C03. Como se observa, não foram obtidas sementes híbridas do cruzamento C01 x C02, o que permitiria estimar a depressão por endogamia. Contudo, é possível fazer inferência a respeito da autofecundação e do híbrido, principalmente porque um dos pais é comum. Por exemplo, o clone C01 foi obtido de um plantio comercial de *E. urophylla* e o C02 em *E. grandis*. Portanto, era esperado vigor nos cruzamentos, especialmente entre C01 x C03, devido à divergência existente entre essas duas espécies. Vale salientar que as sementes das plantas que deram origem aos clones foram provenientes de Rio Claro, havendo pois certeza da origem da planta mãe, porém o pai é desconhecido.

A percentagem média de germinação foi de 74,4% (Tabela 1), sendo a germinação média das populações autofecundadas (74,0%) semelhante às das populações híbridas (74,7%). Esse valor não difere do que é normalmente relatado em experimentos de germinação, conduzidos no Brasil e envolvendo algumas espécies de *Eucalyptus*. Aguiar & Monogios (1988) constataram que a percentagem de germinação em *E. citriodora* variou de 52% a 64%; já para *E. grandis* e *E. citriodora*, Caproni (1992) constatou que a percentagem média de germinação foi de 71,66% e 74,38%, respectivamente.

Tabela 1 – Percentagem média de sementes germinadas obtidas pelas populações de *Eucalyptus spp.* autofecundado e cruzado, aos 35 dias após a semeadura.

Table 1 – The average percentage of germinated seeds obtained from the populations of *Eucalyptus* inbred and outbred, 35 days after sowing.

População	Clones	%
Autofecundação	C01	87,3 a ^{1/}
	C02	60,7 b
	Média	74,0 ^{2/}
Cruzamento	C01 x C03	71,1 b
	C02 x C03	78,3 a
	Média	74,7 ^{2/}
Média geral		74,4

^{1/}As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott & Knott (1974), com 95% de probabilidade.

^{2/} A média das populações autofecundadas não diferiu significativamente das médias das populações cruzadas, pelo teste de F, com 95% de probabilidade.

Para os demais caracteres avaliados no viveiro, o desempenho dos descendentes de autofecundação foi muito semelhante aos de cruzamento; pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott (1974). Por exemplo, a velocidade de emergência média das populações autofecundadas foi 3,5%, mais rápida do que nas populações cruzadas (Tabela 2).

Tabela 2 – Índice de velocidade de emergência (IVE) em dias, obtido pelas populações de *Eucalyptus* autofecundado e cruzado.

Table 2 – Index of emergency speed (IVE,) in days, obtained from the populations of inbred and outbred *Eucalyptus*.

População	Clones	IVE
Autofecundação	C01	28,22 a ^{1/}
	C02	31,04 a
	Média	29,63 ^{2/}
Cruzamento	C01 x C03	31,04 a
	C02 x C03	30,30 a
	Média	30,67 ^{2/}
Média geral		30,15

^{1/}As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott & Knott (1974), com 95% de probabilidade.

^{2/} A média das populações autofecundadas diferiu significativamente da média das populações cruzadas, pelo teste de F, com 95% de probabilidade.

A altura média das mudas, se autofecundada ou cruzada, variou pouco em cada avaliação realizada quando se compara a média dos clones e a média dos híbridos. Aos 80 dias, por exemplo, a altura média das populações autofecundadas foi 18%, acima das populações cruzadas (Tabela 3), ou seja, não houve perda de vigor na altura das plantas autofecundadas. Quando se considera cada população individualmente, as mudas do clone C01 autofecundado apresentou maior altura média ($P < 0,05$) que as demais.

A sobrevivência média foi de 96,24%, mostrando que a mortalidade das plântulas após germinação, independente da população, foi pequena. A diferença entre as populações autofecundadas e cruzadas acentuou-se com o tempo. Contudo, mesmo com 80 dias, a sobrevivência das mudas da autofecundada foi de apenas 8,1%, inferior às obtidas nos híbridos, diferença pois, não significativa (Tabela 4).

Em princípio, infere-se que não há depressão por endogamia na germinação de sementes de *Eucalyptus*. Como já mencionado, é uma inferência indireta porque pode

Tabela 3 – Altura média das plantas (cm), valores mínimos e máximos e variância fenotípica, obtidos pelas populações de *Eucalyptus* autofecundado e cruzado, em diferentes idades após a semeadura.

Table 3 – Medium Height of plants (cm), minimum and maximum values and phenotypical variance, obtained from the populations of inbred and outbred *Eucalyptus*, in different ages after sowing.

Idade	Observações	Populações					
		C01 ⊗	C02 ⊗	Médias ^{2/}	C01xC03	C02xC03	Médias ^{2/}
35 dias	Altura média	1,81 a ^{1/}	1,48 b	1,64	1,41 b	1,37 b	1,39
	σ^2	0,36	0,22		0,11	0,07	
50 dias	Altura média	4,05 a	3,64 b	3,84	3,20 c	3,17 c	3,18
	σ^2	2,87	1,44		1,10	0,87	
65 dias	Altura média	7,48 a	6,60 b	7,04	6,16 b	6,03 b	6,10
	σ^2	10,43	6,33		4,97	3,90	
80 dias	Altura média	11,82 a	10,05 b	10,94	9,50 b	9,04 b	9,27
	σ^2	15,03	10,77		8,93	7,16	

^{1/}As médias, na mesma linha, seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott & Knott (1974), com 95% de probabilidade.

^{2/}Em todas as idades, a média das populações autofecundadas diferiu significativamente da média das populações cruzadas, pelo teste de F, com 95% de probabilidade.

Tabela 4 – Percentagem média de sobrevivência das plântulas provenientes da descendência de autofecundação e cruzamento de clones de *Eucalyptus*, aos 50, 65 e 80 dias após a semeadura.

Table 4 – The average Percentage of survival of the coming plants of offsprings from the inbred and outbred *Eucalyptus* clones, at 50, 65 and 80 days after sowing.

Populações	Clone	% de sobrevivência			
		50 dias	65 dias	80 dias	Média
Autofecundação	C01	97,42a ^{1/}	90,57a	90,57a	92,85
	C02	92,78a	92,78a	92,78a	92,78
	Média	95,10 ^{2/}	91,67 ^{2/}	91,67 ^{2/}	92,82
Cruzamento	C01 x C03	100,00a	99,80a	99,10a	99,63
	C02 x C03	100,00a	100,00a	99,12a	99,71
	Média	100,00 ^{2/}	99,90 ^{2/}	99,11 ^{2/}	99,67
	Média Geral	97,55	95,78	95,40	96,24

^{1/}As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott & Knott (1974), com 95% de probabilidade.

^{2/}Em cada idade, a média das populações autofecundadas não diferiu significativamente da média das populações cruzadas, pelo teste de F com 95% de probabilidade.

ser que os clones cruzados possuam constituição genética semelhante para esse caráter e o efeito da autofecundação ou do cruzamento seria o mesmo. Contudo, os valores obtidos nas populações autofecundadas são semelhantes aos normalmente obtidos na avaliação de germinação de sementes de polinização livre de *E. grandis* e *E. citriodora* (AGUIAR & MONOGIOS, 1988; CAPRONI, 1992).

Na literatura não foi encontrado nenhum relato de possível depressão por endogamia, na germinação do *Eucalyptus*. A única informação disponível foi na formação da semente (ELDRIDGE et al., 1993). Esses autores utilizaram igual proporção de autopólen e alopólen para verificar o efeito da autofecundação e do cruzamento e constataram que 81% das sementes foram provenientes

da polinização cruzada. Segundo eles, embriões endogâmicos têm baixa viabilidade e competitividade no desenvolvimento do fruto. Em outras palavras, a depressão por endogamia é expressa nos estágios iniciais.

Os únicos relatos encontrados com a endogamia na germinação referem-se à cultura do milho. A partir de um cruzamento dialélico envolvendo 6 linhagens, Gomes et al. (2000) encontraram heterose média de apenas 3,3%. Valor esse, semelhante ao observado no presente trabalho com *Eucalyptus spp.* Por outro lado, Hoecker et al. (2006) avaliando o desenvolvimento da raiz, cinco dias após a germinação, de linhagens e híbridos de milho, estimaram a heterose média de 51%. Estimativa essa, bem superior à observada no presente trabalho.

As informações obtidas até seis meses após o transplântio no campo também são semelhantes às relatadas no viveiro. A sobrevivência média aos seis meses das populações autofecundadas foi até superior à das populações híbridas (Tabela 5). Na mesma idade, a altura média das populações autofecundadas foi 4,3% superior à média dos híbridos (Tabela 6). De modo análogo ao já comentado, como a sobrevivência das plantas das populações autofecundadas foi semelhante a das plantas das populações cruzadas, pode-se inferir não ter ocorrido depressão por endogamia expressiva, nas fases iniciais de desenvolvimento no campo.

Tabela 5 – Percentagem média de sobrevivência da plantas, obtida pelas populações de *Eucalyptus* autofecundado e cruzado, aos seis meses após o transplântio.

Table 5 – The average Percentage of survival of plants, obtained from the populations of the inbred and outbred *Eucalyptus*, at six months after transplantation.

População	Clones	%
Autofecundação	C01	77,78 a ^{1/}
	C02	84,26 a
	Média	81,02 ^{2/}
Cruzamento	C01 x C03	64,81 a
	C02 x C03	75,00 a
	Média	69,90 ^{2/}
	Média geral	75,50

^{1/}As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott & Knott (1974), com 95% de probabilidade.

^{2/} A média das populações autofecundadas diferiu significativamente da média das populações cruzadas, pelo teste de F com 95% de probabilidade.

Destaca-se também a comparação entre as duas populações híbridas: uma entre clones oriundos de uma mesma espécie, C02 x C03 e outra de espécies diferentes, C01 x C03. O desempenho foi muito semelhante em altura e sobrevivência, aos seis meses de idade.

Foram encontrados alguns relatos da ocorrência de depressão por endogamia ou heterose para caracteres de espécies de *Eucalyptus*, porém, em avaliações realizadas com maior idade das plantas. Em trabalho conduzido no estado do Espírito Santo, foi estimada a depressão por endogamia, em 10 clones comerciais oriundos de *E. grandis*, *E. urophylla* e *E. saligna* aos dois anos de idade onde constatou-se que, para circunferência à altura do peito, a depressão média foi de 17,5% (BISON et al., 2004). Em *E. globulus*, Hardner & Potts (1995) estimaram a depressão por endogamia na altura de 22,0% e no diâmetro de 21,0%, aos 19 meses. Aos 43 meses, o efeito da endogamia acentuou-se, passando para 26,0% na altura e 24,0% no diâmetro. Já para *E. regnans*, a depressão por endogamia, estimada aos 45 meses de idade, foi de 11,0% para o diâmetro, 18,0% para a altura e 37,0% para o volume (GRIFFIN & COTTERIL, 1988).

Para a ocorrência de depressão por endogamia, há necessidade que, além da presença de locos em heterozigose, ocorra dominância e ou epistasia no controle do caráter (FALCONER & MACKAY, 1996). Não foi encontrado nenhum relato da ocorrência de dominância para caracteres associados à germinação e ao desenvolvimento inicial em *Eucalyptus*. Esse tipo de informação é restrito até em plantas anuais. Em milho, foi encontrado vigor híbrido expressivo no teste de germinação sob estresse e pequeno no teste de germinação sem estresse (GOMES et al., 2000).

Também em milho, constatou-se a ocorrência de heterose em grande magnitude, no desenvolvimento da radícula (HOECKER et al., 2006). Contudo, em revisão realizada por Nonogaki (2006), a respeito dos mecanismos bioquímicos e moleculares da germinação de sementes, não foi feita nenhuma menção da ocorrência de dominância e/ou epistasia, embora fosse relatada a ocorrência de um grande número de genes envolvidos no processo.

É provável que a expressão dos locos com dominância se acentue com a idade pela maior competição entre os indivíduos. Comentários a esse respeito foram feitos por Eldridge & Griffin (1983) ao observarem a ausência de resposta da autofecundação em *E. grandis*, aos 2 anos após o plantio e efeito acentuado após 4 anos de idade. Essa mesma observação foi realizada por Burgeres et al. (1996), avaliando taxa de fecundação cruzada em *E. grandis*.

Tabela 6 – Médias de altura (cm) e variância fenotípica, obtidas pelas populações de *Eucalyptus* autofecundado e cruzado em diferentes épocas após o plantio no campo, aos 2, 4 e 6 meses.

Table 6 – The average heights (cm) and phenotypic variance, obtained from the populations of the inbred and outbred *Eucalyptus* in different times, 2, 4 and 6 months after planting, in the field.

Época	Observações	Populações					
		C01 ⊗	C02 ⊗	Médias	C01xC03	C02xC03	Médias
2 meses	Altura média	60,00 a ^{1/}	53,98 a	56,99 ^{2/}	52,04 a	54,85 a	53,45 ^{2/}
	σ^2	35,46	4,45		53,98	52,04	
4 meses	Altura média	125,40 a	136,18a	130,79 ^{2/}	119,63 a	134,19 a	126,91 ^{2/}
	σ^2	98,72	113,67		85,91	216,33	
6 meses	Altura média	230,94 a	260,13a	245,54 ^{3/}	223,36 a	247,51 a	235,44 ^{3/}
	σ^2	538,41	648,69		328,64	552,30	

^{1/}As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott & Knott (1974), com 95% de probabilidade.

^{2/}Nas idades de 2 e 4 meses a média das populações autofecundadas não diferiu significativamente da média das populações cruzadas, pelo teste de F com 95% de probabilidade.

^{3/}Na idade de 6 meses, a média das populações autofecundadas diferiu significativamente da média das populações cruzadas, pelo teste de F, com 95% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

A germinação, a sobrevivência e o crescimento das plantas provenientes de autofecundação foram semelhantes aos dos híbridos, indicando que, possivelmente, a perda de vigor não é expressiva para esses caracteres em *Eucalyptus spp.*

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B.; MONOGIOS, G. G. Efeitos de substratos a base de vermiculita na produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* em bandejas de isopor. **Científica**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 133-140, 1988.

BISON, O. **Melhoramento de eucalipto visando à obtenção de clones para a indústria de celulose**. 2004. 169 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

BISON, O.; AGUIAR, A. M.; REZENDE, G. D. S. P.; RAMALHO, M. A. P. Inbreeding depression in *Eucalyptus* clones. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Madison, v. 4, p. 459-464, 2004.

BURGERSS, I. P.; WILLIAMS, E. R.; BELL, J. C.; HARWOOD, C. E.; OWEN, J. V. The effect of outcrossing rate on the growth of selected families of *Eucalyptus grandis*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 45, p. 97-100, 1996.

CAPRONI, A. L. **Efeitos de tamanho, potenciais hídricos e substratos na germinação de sementes e produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus citriodora* Hook**. 1992. 82 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

COORS, J. G.; PANDEY, S. **Genetics and exploitation of heterosis in crops**. Madison: American Society of Agronomy, 1999. 79 p.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. S. The effects of temperature, sand and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 71, p. 428-34, 1958.

ELDRIDGE, K. G.; DAVISON, I.; HARWOOD, C. van; WYK, G. ***Eucalypt* domestication and breeding**. New York: Oxford University, 1993. 228 p.

ELDRIDGE, K. G.; GRIFFIN, A. R. Selfing effects in *Eucalyptus regnans*. **Silvae Genetica**, [S.l.], v. 32, p. 216-221, 1983.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman Malaysia, 1996. 463 p.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras: UFLA, 2003. Software.

- GOMES, M. S.; PINHO, E. V. R. von; PINHO, R. G. von; VIEIRA, M. G. G. C. Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 7-17, 2000.
- GRIFFIN, A. R.; COTTERILL, P. P. Genetic variation in growth of outcrossed, selfed and open-pollinated progenies of *Eucalyptus regnans* and some implications for breeding strategy. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 37, n. 3/4, p. 124-131, 1988.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. ed. Ames: Iowa State University, 1988. 468 p.
- HARDNER, C. M.; POTTS, B. M. Inbreeding depression and changes in variation after selfing in *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 44, n. 1, p. 46-54, 1995.
- HOECKER, N.; KELLER, B.; PEIPHO, H. P.; HOCHHOLDINGER, F. Manifestation of heterosis during early maize (*Zea mays* L.) root development. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 112, n. 5/6, p. 421-429, 2006.
- NONOGAKI, H. Seed germination: the biochemical and molecular mechanisms. **Breeding Science**, [S.l.], v. 56, p. 93-105, 2006.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2005. 326 p.
- REZENDE, G. D. S. P. Melhoramento genético do eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. CD-ROM.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.
- VERRYN, S. D. *Eucalyptus* hybrid breeding in South Africa. In: SYMPOSIUM ON HYBRID BREEDING AND GENETICS OF FOREST TREES, 2000, Noosa, Australia. **Anais...** Noosa: QFRI, 2000. p. 191-199.
- VOLKER, P. W.; OWEN, J. V.; BORRALHO, N. M. G. Genetics variances and covariances for frost tolerance in *Eucalyptus globules* and *E. nitens*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 43, n. 5/6, p. 366-372, 1994.