

O EFEITO DA GEADA E O COMPORTAMENTO INICIAL DE TRÊS  
PROCEDÊNCIAS DE **Eucalyptus dunnii** Maiden, EM ENSAIO  
CONJUGADO DE MINI-ESPAÇAMENTOS E ADUBAÇÃO

(Frost effect and the initial behaviour of three **Eucalyptus dunnii** Maiden  
provenances in a combined spacing and fertilizer trial)

Luciano Lisbão Júnior (\*)

### RESUMO

O presente trabalho relata o comportamento inicial de três procedências australianas de **E. dunnii**, nas condições de Colombo - PR, submetidas a três mini-espacamentos ( $E_1 = 2,5 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$ ;  $E_2 = 2,5 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$  e  $E_3 = 2,5 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}$ ), conjugados aos tratamentos de adubação:  $A_1 = \text{N,P,K}$  e  $\text{Ca+Mg}$  (adubação completa);  $A_2 = \text{P, K}$  e  $\text{Ca+Mg}$  (sem N);  $A_3 = \text{N, K}$  e  $\text{Ca+Mg}$  (sem P);  $A_4 = \text{N,P}$  e  $\text{Ca+Mg}$  (sem K);  $A_5 = \text{N,P}$  e  $\text{K}$  (sem  $\text{Ca+Mg}$ ) e  $A_6 =$  testemunha (sem adubo).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com duas repetições, sendo as parcelas dispostas em Fatorial  $3 \times 3$  para procedências e espaçamentos, com os diferentes tratamentos de adubação nas subparcelas.

Após a ação da geada, quando foi registrada a temperatura de  $2,5^\circ\text{C}$  negativos, foram avaliados os danos, determinando-se a porcentagem de resistência à geada; três meses após o plantio, a porcentagem de sobrevivência e a altura das plantas.

Estes resultados permitiram concluir que o **E. dunnii** apresentou alta resistência à geada, não ocorrendo diferenças de comportamento entre as procedências para esta característica e a sobrevivência, três meses após o plantio.

As procedências diferiram significativamente quanto ao desenvolvimento em altura três meses após o plantio. A procedência de Urbenville, NSW evidenciou o melhor crescimento, seguida da procedência de Moleton, NSW. A procedência de Dorrigo, NSW apresentou o menor desenvolvimento.

As adubações nitrogenadas e potássicas reduziram a resistência à geada e a porcentagem de sobrevivência das plantas.

As adubações completa ( $A_1$ ), sem K ( $A_4$ ) e sem  $\text{Ca+Mg}$  ( $A_5$ ), favoreceram o crescimento em altura das plantas aos três meses após o plantio, em relação à testemunha ( $A_6$ ), evidenciando a necessidade da espécie quanto à adubação, quando plantadas em solos de baixa fertilidade.

---

\* Pesquisador da Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul (PNPF/EMBRAPA/IBDF).

O fósforo demonstrou, nas condições do experimento, ser o nutriente mais importante no desenvolvimento inicial em altura, não tendo afetado o grau de resistência à geada e sobrevivência das plantas.

Nos três primeiros meses após o plantio, não houve efeito do espaçamento sobre os parâmetros estudados.

## ABSTRACT

A combined spacing and fertilizer trial with three provenances of **Eucalyptus dunnii** Maiden was assessed at the age of three months for height growth, frost resistance and survival.

The species as a whole showed a high resistance to frost and no difference was found for this character and survival among provenances.

The provenances differed significantly in height growth. Urbenville, NSW provenance was the best, followed by Moleton, NSW. The poorest in height growth was the Dorrigo, NSW provenance.

Frost damage was higher and consequently survival was lower in plants fertilized with N and K.

The best height growth was observed in fertilized plants, mainly when P was present.

Up to this age there was no apparent effect of spacing on height growth, survival and frost resistance.

PALAVRAS CHAVE: **Eucalyptus dunnii**; resistência à geada; fertilização; espaçamento.

## 1. INTRODUÇÃO

No Programa de Melhoramento Genético de Essências Florestais da Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul — URPFCS/EMBRAPA, a obtenção de espécies potenciais alternativas para (re)florestamento na região Sudeste-Sul do Brasil é um dos objetivos prioritários.

Em ensaios de competição entre folhosas exóticas do gênero **Eucalyptus**, o **E. dunnii** tem-se destacado como espécie promissora na região Sul, em áreas sujeitas à geada, tanto pelo alto ritmo de crescimento e excelente forma apresentada, como pela resistência a injúrias causadas por este fenômeno climático, em desempenho similar ao **E. viminalis** já amplamente testado nestas condições (LEITE, et al., 1973; FOGEL, 1968 e PODRIDGE & ROIC, 1972).

Em paralelo ao programa de melhoramento genético, deve-se pesquisar os aspectos silviculturais e de manejo, com vistas ao desenvolvimento de sistemas de produção que permitam maior produtividade e rentabilidade aos empreendimentos florestais com a espécie.

Com o intuito de verificar a possibilidade de utilização do **E. dunnii** na produção de matéria prima para fins energéticos e concomitantemente, definir os macronutrientes limitantes ao seu crescimento, como base aos futuros ensaios de fertilização, foi estabelecido esse ensaio em Colombo - PR, envolvendo três procedências submetidas a mini-espacamentos e adubações por diagnose de sub-tração.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A importância da determinação de procedências de **Eucalyptus** spp. resistentes à geada é relatada por diversos autores. SHERRY & PRYOR (1967), estudando o comportamento de procedências topoclinais de **E. fastigata** introduzido na África do Sul, verificaram estreita correlação entre procedência e resistência à geada. As originárias de regiões de maiores altitudes, apesar de apresentarem índices de sobrevivência e crescimento ligeiramente inferiores às procedências de altitudes menores, possuíam uma maior resistência aos danos causados pela geada. Os autores concluíram recomendando novos testes envolvendo outras procedências de latitudes diversas, para a avaliação de ganhos em crescimento pelo uso de procedências adequadas para cada local.

Em condições de temperaturas frias controladas, KARSCHON (1968) verificou que a resistência de mudas de **E. camaldulensis** à geada, varia de acordo com a origem da semente (fato constatado também por AWE & SHEPHARD, 1975), recomendando ensaios de procedências para determinar as fontes de sementes para regiões sujeitas à geada. Em ensaio semelhante com **E. regnans**, ASHTON (1958;) determinou correlações de resistência à geada e taxas de crescimento com a variação altitudinal, dos locais de origem das procedências utilizadas.

Após geadas que atingiram 13°C negativos, BANKS (1969) verificou variações de resistência entre procedências e indivíduos de **Eucalyptus** spp. sugerindo a utilização desta potencialidade para fins de seleção para resistência à geada.

PRYOR (1957) indicou para um programa de melhoramento de **Eucalyptus** spp, com vistas à resistência ao frio, as seguintes etapas: a) avaliação detalhada de espécies resistentes ao frio (competição de espécies); b) testes de procedências das espécies avaliadas como potenciais; c) testes de progênies com híbridos naturais; d) hibridação artificial e desenvolvimento de propagação vegetativa.

Sob outro ângulo, a resistência de espécies florestais aos efeitos danosos da geada, parece estar associada ao nível nutricional das plantas. ASHTON (1958), determinou que procedências de **E. regnans** tiveram a sensibilidade à geada aumentada com a adubação orgânica nitrogenada. PUMPEL & GOBL (1975), em ensaio de fertilização em **Picea abies** com diferentes níveis de N, mais P e K, obtiveram com dosagens do primeiro

elemento de 10 kg/100m<sup>2</sup>, perdas de até 50% das plantas, devido a uma geada de 2,5°C negativos, não registrando efeitos com os demais nutrientes.

Em um pomar de **Liriodendron tulipifera**, CELH et al., (1976) verificaram uma correlação positiva entre os danos causados por geada e a fertilização com NPK. A análise de variância mostrou diferenças significativas quanto à severidade das perdas, com as dosagens de N aplicadas.

Estudando a interação de uma geada precoce e o estado nutricional das plantas de **Picea sitchensis** quanto ao nutriente P, em plantios estabelecidos em 1972 em cinco localidades climáticas diferentes, MALCOLM & FREEZAILLAH (1975) observaram que as perdas, avaliadas visualmente e pela redução da altura total e peso seco determinados no ano seguinte, foram maiores em mudas plantadas nos locais de baixa altitude e em todas que receberam tratamento com P, do que as em locais altos ou sem tratamento com esse elemento.

KOSKELA (1970) relatou perdas por geada em ensaio de fertilização, envolvendo as espécies **Picea abies**, **Betula verrucosa** e **Larix sibirica**. A primeira apresentou-se mais sensível, tanto às geadas precoces quanto às tardias que foram mais graves. A fertilização com P e K apresentou pouco efeito, enquanto que com o N, houve aumento de perdas por geada.

Por outro lado, CHRISTERSON (1975), estudando o efeito do conteúdo de K e Ca no desenvolvimento de **Pinus silvestris** aos 6 meses de idade, em condições controladas de temperatura, determinou não haver correlação entre a resistência ao frio, determinado pelo esfriamento dos ramos à taxa de 1°C/minuto e o conteúdo de K, Ca ou ambos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi instalado na Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul - URPFCS, EMBRAPA, em Colombo - PR, em solo Cambissolo A proeminente, de relevo suave ondulado, textura franco argilosa, com boa profundidade e drenagem, ácido e de baixa fertilidade, conforme mostra a Tabela 1. No preparo do solo, foram executadas duas gradagens leves, cruzadas entre si, com enxada rotativa.

TABELA 1 – Resultados da análise química do solo local.  
(Chemical analysis of the soil)

pH	N %	M.O. %	Al m.e. %	Ca+Mg m.e. %	P p.p.m.	K p.p.m.
5,5	0,13	3,24	1,2	2,4	1	23

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com 2 repetições, sendo as parcelas dispostas em Fatorial 3x3, envolvendo três procedências australianas de **E. dunnii** conforme a Tabela 2 e três espaçamentos ( $E_1 = 2,5 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} = 1,0 \text{ m}^2/\text{planta}$ ;  $E_2 = 2,5 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} = 2,0 \text{ m}^2/\text{planta}$  e  $E_3 = 2,5 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} = 4,0 \text{ m}^2/\text{planta}$ ). Nas subparcelas locadas em linhas, foram efetuadas adubações nas covas, no ato do plantio, com os tratamentos:  $A_1$  = adubação completa com N,P,K e Ca+Mg;  $A_2$  = P, K e Ca+Mg, sem N;  $A_3$  = N, K e Ca+Mg, sem P;  $A_4$  = N, P e Ca+Mg, sem K;  $A_5$  = N, P, K, sem Ca+Mg e  $A_6$  = testemunha (sem adubo).

TABELA 2 - Características dos locais de origem das procedências de **E. dunnii** testadas.  
(Characteristics of the places of origin of **E. dunnii** provenances).

Procedência	Local	Estado	Latitude	Longitude	Altitude
P <sub>1</sub>	Urbenville	NSW	28 <sup>o</sup> 28'S	152 <sup>o</sup> 32'W	350 m
P <sub>2</sub>	Moieton	NSW	30 <sup>o</sup> 10'S	152 <sup>o</sup> 10'W	430 m
P <sub>3</sub>	Dorrigo	NSW	30 <sup>o</sup> 20'S	152 <sup>o</sup> 42'W	700 m

Como fontes de nutrientes, foram utilizados o sulfato de amônio (20% de N), o superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) e o calcáreo dolomítico (com 27% de CaO e 18% de MgO), em dosagens constantes por hectare, de forma a propiciar 30 kg de N e K<sub>2</sub>O, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 540 e 360 kg de CaO e MgO, respectivamente. Consequentemente as

mudas nos espaçamentos E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>, receberam dosagens correspondentes a 1, 2 e 4 doses respectivamente (d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> e d<sub>4</sub>).

As parcelas foram locadas na dimensão de 11,2 m x 20,0 m (224 m<sup>2</sup>), com bordadura simples, propiciando 156, 72 e 30 plantas úteis para os espaçamentos E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub> e 26, 12 e 5 plantas úteis por subparcelas naqueles espaçamentos, ocupando o ensaio a área total de 4032 m<sup>2</sup> (67,2 m x 60,0 m).

Decorridos 14 (quatorze) dias após a instalação do experimento, houve a ocorrência de uma geada quando foi registrada temperatura de 2,5°C negativos, causando danos às mudas. Estes foram avaliados, conforme uma classificação previamente estabelecida, em três níveis a saber: a) queima total das folhas (nível 1); b) queima parcial das folhas (nível 2) e c) sem danos (nível 3). Com o intuito de controlar as possíveis variações decorrentes do critério subjetivo adotado, foram efetuadas avaliações por duas pessoas. Para efeito de análise de variância da porcentagem de resistência à geada, foram utilizados os valores médios das determinações. A porcentagem da resistência aos danos por geada foi obtida segundo a fórmula:

$$PR = \frac{\sum f \times i}{3 \times N} \times 100, \text{ onde: } f = \text{freqüência de plantas classificadas ao nível de "i".}$$

$i =$  nível de danos causados pela geada, com os valores adotados 1, 2 e 3.

$N =$  número de plantas na subparcela.

Tanto a análise da porcentagem de resistência aos danos por geada, como da porcentagem de sobrevivência aos três meses de plantio, a simples transformação dos valores percentuais para a distribuição de  $Y = \text{arc.sen.} \sqrt{P/100}$  não homogenizaria as variâncias das sub-parcelas, devido aos números diferentes de mudas existentes, conseqüentes dos espaçamentos utilizados. Assim, efetuou-se a análise de variância ponderada, utilizada por BIANCHETTI (1976) para isolar os efeitos dos números desiguais de mudas. Também aos 3 meses após o plantio foram efetuadas medições de altura das mudas.

Finalmente, como a adubação foi aplicada, nas covas, em quantidades proporcionais ao espaçamento, nos parâmetros onde houve diferenças significativas do efeito do espaçamento, foi analisada esta influência ao nível da testemunha A<sub>6</sub> (sem adubação). Para tanto, o grau de liberdade do resíduo

das subparcelas foi corrigido, pela fórmula aproximada de Satterwaite, citado por GOMES (1970).

#### **4. RESULTADO E DISCUSSÃO**

O comportamento inicial das procedências, quanto à porcentagem de resistência à geada e sobrevivência aos 3 meses, foram similares, como demonstra a Tabela 3.

Ressalta-se que a porcentagem de resistência à geada foi alta atingindo os valores de 92,85%, 89,30% e 87,88% para as procedências P<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>, e P<sub>1</sub> respectivamente, com um nível médio para a espécie de 90,12%.

Quanto à altura aos 3 meses, as procedências demonstraram comportamentos iniciais diferentes entre si (Tabela 4).

Assim, a altura média da procedência P<sub>1</sub>, foi superior à P<sub>2</sub>, que, por sua vez, superou a P<sub>3</sub>, todas diferindo ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 5).

Com exceção à sobrevivência, as análises de variâncias (Tabelas 3 e 4) evidenciaram o efeito do espaçamento sobre as demais variáveis estudadas. Contudo, isolando os efeitos das dosagens diferentes de adubos, tanto para a porcentagem de resistência à geada, como para a altura aos 3 meses (Tabelas 6 e 7), deixou de existir a influência do espaçamento.

Quanto à interação entre procedências x combinação de espaçamento e dosagem de adubo para a altura das mudas aos 3 meses, não se comprovaram comportamentos diferentes, nem de cada procedência nos espaçamentos estudados, nem das procedências em cada espaçamento (Tabela 8 e 9), ao nível da testemunha A<sub>6</sub>.

Assim, o efeito significativo desta interação na Tabela 4, foi devido às dosagens diferentes de adubo em cada espaçamento.

Através da análise das Tabelas 3 e 4, denotam-se efeitos significativos da adubação, ao nível de 1% de probabilidade para todos os parâmetros estudados.

**TABELA 3-** Análise de variância ponderada da resistência aos danos por geada e porcentagem de sobrevivência aos 3 meses. (Valores transformados em  $Y = \text{arc. sen. } \sqrt{P/100}$ )  
(Analysis of variance of weighted values of frost resistance and survival percentage at 3 months of age).

Causas de Variação	G.L. (df)	Quadrados Médios (MS)	
		Resistência Geada Frost Resistance)	Sobrevivência (Survival)
Procedências (P) (Provenances)	2	6.186,61 n.s.	30,18 n.s.
Espaçamento • dosagem (E • d) (Spacing • amount of fertil.)	2	9.490,51 *	7.856,44 n.s.
P x E • d	4	1.229,98 n.s.	890,11 n.s.
Tratamentos (Treatments)	8	4.534,27 n.s.	2.414,21 n.s.
Blocos (Blocks)	1	84,45	1.745,51
Resíduo (Error) (a)	8	1.770,71	2.410,72
Parcelas (Plots)	(17)	—	—
Adução (A) (Fertilizations)	5	4.880,00 **	7.350,19 **
A x P	10	1.196,30 n.s.	1.544,17 n.s.
A x E • d	10	1.241,20	2.456,86 n.s.
A x P x E • d	20	604,26 n.s.	1.386,70 n.s.
Resíduo (Error) (b)	45	777,35	1.242,98
Subparcelas	107	—	—
C.V. nas Parcelas		15,51 %	16,80 %
C.V. nas Subparcelas		10,27 %	12,06 %

Níveis de significância, pelo teste "F"

- n.s. = diferença não significativa
- \* = diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade
- \*\* = diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade
- (n.s. = non significant
- \* = significant at 5% probability level
- \*\* = significant at 1% probability level)



**TABELA 4** - Análise da variância da altura média aos 3 meses de plantio.  
(Analysis of variance of height growth at 3 months of age).

Causas de Variação	G.L. (df)	Quadrado Médio (MS)
Procedências (P) (Provenances)	2	5.232,44 **
Espaçamento • dosagem (E • d) (Spacing • amount of fertil.)	2	367,44
P x E • d	4	598,39 **
Tratamentos (Treatments)	8	1.699,17 **
Blocos (Blocks)	1	1.288,23
Resíduo (Error) (a)	8	79,44
Parcelas (Plots)	(17)	—
Adução (A) (Fertilizations)	5	336,19 **
A x P	10	44,72 n.s.
A x E • d	10	90,72 n.s.
A x P x E • d	20	81,63 n.s.
Resíduo (Error) (b)	45	51,35
Subparcelas	107	—
C.V. nas Parcelas		15,39%
C.V. nas Subparcelas		12,37%

Níveis de significância,  
pelo teste "F"

- n.s. = diferença não significativa  
 \* = diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade  
 \*\* = diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade  
 (n.s.) = non-significant  
 \* = significant at 5% probability level  
 \*\* = significant at 1% probability level

TABELA 5 – Teste de Tukey, para o efeito das procedências na altura média aos 3 meses de plantio.  
(Tukey test for height growth among provenances at 3 months of age).

Procedências (Provenances)	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Médias (means) (cm)	70,03	57,81	45,92
P <sub>1</sub>	—	12,22 **	24,11 **
P <sub>2</sub>	—	—	11,89 **

Nível de significância, pelo teste de Tukey:

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6 – Teste de Tukey, para percentagem de resistência à geada em função do espaçamento dentro da testemunha A<sub>6</sub> (sem adubo).  
(Tukey test for percentages of frost resistance as affected by spacing in non-fertilized plots).

Espaçamentos (Spacing)	E <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>
Médias (means)	82,82	79,34	77,67
E <sub>1</sub>	—	3,48 n.s.	5,15 n.s.
E <sub>3</sub>	—	—	1,67 n.s.

Nível de significância, pelo teste de Tukey:

n.s. = diferença não significativa.

TABELA 7 – Teste de Tukey, para a altura aos 3 meses após o plantio, em função do espaçamento dentro de A<sub>6</sub> (sem adubo).  
(Tukey test for height growth at 3 years after planting as affected by spacing in non-fertilized plots).

Espaçamentos (Spacing)	E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>
Médias (means) (cm)	56,33	52,50	47,33
E <sub>3</sub>	—	3,83 n.s.	9,00 n.s.
E <sub>2</sub>	—	—	5,17 n.s.

Nível de significância,  
pelo teste de Tukey:

n.s. = diferença não significativa

TABELA 8 – Análise de variância da altura das mudas entre procedência dentro de cada espaçamento, no mesmo nível da testemunha (A<sub>6</sub>).  
(Analysis of variance of height growth among provenances within spacing in non-fertilized plots).

Causas da Variação	G. L. (df)	SQ (SS)	QM (MS)	F
Procedências dentro de E <sub>1</sub>	2	344,33	172,17	2,56 n.s.
Procedências dentro de E <sub>2</sub>	2	369,25	184,63	2,75 n.s.
Procedências dentro de E <sub>3</sub>	2	38,50	14,29	0,21 n.s.
Resíduo	50	—	67,24	—

n.s. = diferença não significativa

TABELA-9 Análise da variância da altura aos 3 meses de plantio, em função do espaçamento, em cada procedência, num mesmo nível da testemunha A<sub>6</sub>, (Analysis of variance of height growth as affected by spacing withim each provenance in non-fertilized plots).

Causas de Variação	G.L. (df)	SQ (SS)	QM (MS)	F
Espaçamentos dentro de P <sub>1</sub>	2	44,33	22,17	0,33 n.s.
Espaçamentos dentro de P <sub>2</sub>	2	33,25	16,63	0,25 n.s.
Espaçamentos dentro de P <sub>3</sub>	2	128,25	64,13	0,95 n.s.
Resíduo	50	—	67,24	—

n.s. = diferença não significativa

Quanto à porcentagem de resistência à geada (Tabela 10), tratamentos sem adubação (A<sub>6</sub>) permitiram às mudas uma resistência superior aos com adubação completa (A<sub>1</sub>), sem Ca+Mg (A<sub>5</sub>) e sem P (A<sub>3</sub>) ao nível de 1% de probabilidade. Ainda, os tratamentos sem K (A<sub>4</sub>) e sem N (A<sub>2</sub>) proporcionaram às mudas uma resistência maior que as sem P (A<sub>3</sub>), significativa ao nível de 1% de probabilidade. Estes resultados evidenciam, principalmente, os efeitos negativos da adubação com N e K quanto à resistência das mudas às geadas, quer seja, por natureza fisiológica ou mesmo o estado nutricional, confirmando os resultados que PUMPEL & GOBL (1975), CEHL et al. (1976) e KOSKELA (1970) obtiveram com diversas espécies florestais. Provavelmente, o P e Ca+Mg não apresentaram efeitos negativos, devido ao curto período entre o plantio e a ocorrência de geadas, não tendo por conseguinte, sido assimilados em quantidades suficientes que afetassem a resistência das plantas ao rigor das mesmas.

TABELA 10 – Teste de Tukey, para resistência à geada, em função da adubação.  
(Tukey test frost resistance as affected by fertilization).

Adubações (fertilization)	A <sub>6</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>5</sub>
Médias (means)	79,94	74,97	73,90	68,88	68,70	63,67
A <sub>6</sub>	–	4,97 n.s.	6,04 n.s.	11,06 **	11,24 **	16,27 **
A <sub>4</sub>	–	–	1,07 n.s.	6,09 n.s.	6,27 n.s.	11,30 **
A <sub>2</sub>	–	–	–	5,02 n.s.	5,20 n.s.	10,23 **
A <sub>1</sub>	–	–	–	–	0,18 n.s.	5,21 n.s.
A <sub>5</sub>	–	–	–	–	–	5,03 n.s.

n.s. = diferença não significativa

\*\* = diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade

Quanto à sobrevivência, a adubação atuou de forma semelhante ao seu efeito na resistência à geada. Assim, os tratamentos sem adubo (A<sub>6</sub>) apresentaram maior sobrevivência que os com adubação completa (A<sub>1</sub>) ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11).

Já as parcelas sem N (A<sub>2</sub>) apresentaram sobrevivência superior que as sem Ca+Mg (A<sub>5</sub>) ao nível de 5% de probabilidade. As parcelas sem K (A<sub>4</sub>) foram superiores às sem P (A<sub>3</sub>) ao nível de 1% de probabilidade. A adubação completa (A<sub>1</sub>) conduziu a uma sobrevivência superior à sem P (A<sub>3</sub>) ao nível de 5% de probabilidade.

Os efeitos da adubação sobre a altura, aos 3 meses após o plantio, podem ser observados na Tabela 12.

A testemunha indica que a espécie requer adubação em solos de baixa fertilidade. Isto evidencia-se pelo seu crescimento inferior ao nível de 1% de probabilidade, do que os tratamentos A<sub>4</sub> (sem K), A<sub>5</sub> (sem Ca+Mg) e A<sub>1</sub> (adubação completa). Também o P desponta como nutriente indispensável ao desenvolvimento inicial das plantas de *E. dunnii*, uma vez que os tratamentos sem P (A<sub>3</sub>) foram significativamente inferiores aos adubados sem K (A<sub>4</sub>), ao nível de 1% de probabilidade.

**TABELA 11-** Teste de Tukey, para a sobrevivência aos 3 meses após o plantio, em função da adubação.  
(Tukey test for percentage of survival at 3 months of age affected by fertilization).

Adubações (fertilization)	A <sub>6</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>3</sub>
Médias (means)	85,30	84,40	79,11	75,36	73,76	65,25
A <sub>6</sub>	—	0,90 n.s.	6,19 n.s.	9,94 *	11,54 **	20,05 **
A <sub>2</sub>	—	—	5,29 n.s.	9,04 n.s.	10,64 *	19,15 **
A <sub>4</sub>	—	—	—	3,75 n.s.	5,35 n.s.	13,86 **
A <sub>1</sub>	—	—	—	—	1,60 n.s.	10,11 *
A <sub>5</sub>	—	—	—	—	—	8,51 n.s.

n.s. = diferença não significativa

\* = diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade

\*\* = diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade

**TABELA 12-** Teste Tukey para altura aos 3 meses após o plantio, em função da adubação.  
(Tukey test for height growth at 3 months of age as affected by fertilization).

Adubações (fertilizations)	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>6</sub>
Alturas médias (cm) (mean height)	62,89	61,17	60,67	56,61	54,11	52,06
A <sub>4</sub>	—	1,72 n.s.	2,22 n.s.	6,28 n.s.	8,78 **	10,83 **
A <sub>5</sub>	—	—	0,50 n.s.	4,56 n.s.	7,06 n.s.	9,11 **
A <sub>1</sub>	—	—	—	4,06 n.s.	6,56 n.s.	8,61 **
A <sub>2</sub>	—	—	—	—	2,50 n.s.	5,55 n.s.
A <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	2,05 n.s.

n.s. = diferença não significativa

\*\* = diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade

Não foram detectadas correlações entre altura das plantas aos 3 meses de idade e as demais variáveis estudadas (Tabela 13). Como era de se esperar, houve uma correlação direta, significativa ao nível de 0,1% de probabilidade, entre porcentagem de resistência à geada e porcentagem de sobrevivência aos 3 meses, indicando que, uma maior resistência aos efeitos da geada conduz a uma alta sobrevivência.

Tabela 13 — Correlações entre os parâmetros estudados.  
(Correlations among parameters studied).

Correlações (Correlations)	Valores de r	Valores de t
resistência à geada x sobrevivência (frost resistance x survival)	0,38	4,27 ***
resistência à geada x altura média aos 3 meses (frost resistance x height growth)	- 0,18	- 1,86 n.s.
sobrevivência x altura média aos 3 meses	0,09	0,92 n.s.

n.s. = diferença não significativa

\*\*\* = significativo ao nível de 0,1%  
de probabilidade

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que as procedências demonstram comportamentos similares quanto a porcentagem de resistência à geada e sobrevivência.

O **E. dunnii**, representado pelas três procedências apresenta alto grau de resistência à geada.

A maior resistência das plantas à geada conduz à alta porcentagem de sobrevivência, não havendo correlação destas variáveis com a altura das mudas.

Os elementos N e K diminuem a resistência das plantas à geada e, conseqüentemente a sobrevivência das mesmas, devendo a adubação com estes nutrientes, ser parcelada ou mesmo evitada em plantios tardios, efetuados próximos à época de ocorrência de geadas.

As adubações completa (A<sub>1</sub>), sem K (A<sub>4</sub>) e sem Ca+Mg (A<sub>5</sub>), favorecem o crescimento em altura das plantas aos 3 meses após o plantio, em relação à testemunha (A<sub>6</sub>), evidenciando a necessidade de adubação para essa espécie, quando plantada em solos de baixa fertilidade.

O elemento P demonstra, nas condições do experimento, ser o nutriente mais importante no desenvolvimento inicial em altura, não tendo afetado o grau de resistência das plantas à geada e também a sobrevivência.

Aos três meses de idade, a procedência originária de Urbenville (altitude de 350m), apresenta crescimento em altura maior que a procedência de Moleton (altitude 430 m) e esta, por sua vez, apresenta desenvolvimento superior que a de Dorrigo (altitude 700 m), todas originárias de NSW.

Nos três primeiros meses, não houve efeito do espaçamento e mesmo das possíveis interações dos tratamentos sobre as variáveis estudadas.

## 6. REFERÊNCIAS

- ASHTON, D.H. The ecology of **Eucalyptus regnans** F. MUELL; the species and its frost resistance. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, **6**:154-76, 1958. (20 ref.).
- AWE, J.O. & SHEPHARD, K.R. Provenance variation in frost resistance in **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. **Australian Forestry**, Canberra, **38**(1)26-33, 1975. (16 ref.).
- BANKS, P. F. Observations on the June 1968 frosts and their effect on plantations and trial plots of exotic trees in Rhodesia. **Rhodesia Science News**, Salisbury, **3**(4):108-13, 1969. (4 ref.).
- BIANCHETTI, A. **Velocidade de germinação e energia germinativa de sementes de cebola (Allium cepa L.)**. Pelotas, U.F. Pelotas, 1976. 139p. Tese Mestrado.
- CELH, F.; BROWN, J. & WEINGARTNER, D. Wind damage to a yellow - poplar seed orchard. **Tree Planter's Note**, Washington, **27**(1):3-4, 20, 1976.
- CHRISTERSSON, L. Frost - hardiness development in **Pinus silvestris**, L. seedlings at different levels of potassium and calcium fertilization. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, **5**(4):738-40, 1975. (9 ref.).



- FOGEL, A.N. Results of the overwintering of **Eucalyptus** on Black sea littoral of Caucasus. **BJULLETEN Vsesojuznogo Instituta Rastenievodstva im. N.I. Vavilova**, Leningrad, (12):37-9,1968.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 4 ed. Piracicaba, Nobel, 1970. 430p.
- KARSCHON, R. Variation of frost resistance in ecotypes of **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. (Document) 3rd Session, Mediterranean Forestry Research Committee, FAO (Joint) Sub-Commission on Mediterranean Forestry Problems, Rome N° F.O.: SCM/Fr/68-8B, 1968- 5 p. (7 ref.).
- KOSKELA, V. **Frost damage on norwayspruce, scots pine, silver birch and siberian larch in the forest fertilizer area at Kivisud**. Helsinki, Institutum Forestale Fenniae, 1976. 25p. (19 ref.). (Folia Forestalia, 78).
- LEITE, N.B.; FERREIRA, M.; RAMOS, P.G. & GUTIERREZ NETO, F. Efeito de geadas sobre diversas espécies/procedências de **Eucalyptus** spp. introduzidas na região de Lages - SC. (Resultados preliminares). **IPEF**, Piracicaba, (7):101-14, 1973. (7 ref.).
- MALCOLM, D.C. & FREEZAILLAH, B.C.Y. Early frost damage on sitka spruce seedlings and the influence of phosphorus nutrition. **Forestry**. Oxford, **48**(2): 139-45, 1975. (15 ref.).
- PODRIJE, L. & ROIC, L.D. The behaviour of **Eucalyptus** spp. grown under semi-arid and cold conditions in the province of La Pampa (Argentina) **Revista Forestal Argentina**, Buenos Aires, **16**(3/4) :85, 142-50, 1972. (6 ref.).
- PRYOR, L.D. Selecting and breeding for cold resistance in **Eucalyptus**. **Silvae Genetica**. Frankfurt, **6**:98-109, 1957. (43 ref.).
- PUMPEL, B.; GOBL, F. & TANQUILLINI, W. Growth, mycorrhizae and frost resistance of **Picea abies** seedlings after fertilizing with different amounts of nitrogen. **European Journal of Forest Pathology**. Hamburg, **5**(2):83-97, 1975. (38 ref.).
- SHERRY, S.P. & PRYOR, L.D. Growth and differential frost-resistance of topoclinal forms of **Eucalyptus fastigata** D. & M. planted in South Africa. **Australian Forestry**, Canberra, **31**(1):33-44, 1967.

Apêndice 1 – Porcentagem de resistência à geada. Média de duas avaliações (Valores transformados em  $Y = \text{arc. sen. } \sqrt{P/100}$ ).  
 (Percentages of frost resistance. Means of two assessments values transformed into  $Y = \text{arc. sen. } \sqrt{P/100}$ ).

	P <sub>1</sub>			P <sub>2</sub>			P <sub>3</sub>			
	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	
R <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	60,02	71,88	79,29	85,40	57,32	82,52	78,69	70,53	46,91
	A <sub>2</sub>	80,79	80,41	82,52	66,44	63,83	71,81	73,33	74,80	75,04
	A <sub>3</sub>	76,12	63,83	56,83	67,43	44,64	59,09	79,74	72,25	57,37
	A <sub>4</sub>	77,80	83,19	52,76	74,62	70,67	66,01	71,36	90,00	90,00
	A <sub>5</sub>	76,12	71,88	50,83	75,33	56,47	63,43	90,00	76,37	61,17
	A <sub>6</sub>	73,90	60,94	90,00	90,00	69,33	90,00	90,00	70,53	67,25
R <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	74,12	69,57	61,17	70,73	80,41	56,83	74,62	58,19	61,66
	A <sub>2</sub>	75,33	68,53	66,01	72,18	81,61	58,91	85,30	78,38	75,04
	A <sub>3</sub>	68,28	68,12	47,89	71,95	67,02	59,09	75,33	71,88	39,18
	A <sub>4</sub>	66,61	85,21	64,89	76,12	78,39	56,83	90,00	79,95	75,04
	A <sub>5</sub>	72,80	62,96	37,25	73,24	70,10	79,29	80,79	76,82	61,66
	A <sub>6</sub>	71,91	90,00	66,98	81,10	85,21	79,29	90,00	90,00	82,52
Médias: (Means)	P <sub>1</sub> =	76,60			P <sub>2</sub> =	72,53			P <sub>3</sub> =	65,90
	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub> =	69,63			E <sub>2</sub> d <sub>2</sub> =	70,91			E <sub>3</sub> d <sub>4</sub> =	74,49
	A <sub>1</sub> =	68,88			A <sub>2</sub> =	73,90			A <sub>3</sub> =	63,67
	A <sub>4</sub> =	74,97			A <sub>5</sub> =	68,70			A <sub>6</sub> =	79,94

APÊNDICE 2 – Porcentagem de sobrevivência aos 3 meses de plantio (Valores transformados em  $Y = \text{arc. sen. } \sqrt{P/100}$ ).  
 (Survival at 3 months of age (percentage values transformed into  $Y = \text{arc. sen. } \sqrt{P/100}$ ).

		P <sub>1</sub>			P <sub>2</sub>			P <sub>3</sub>			
		E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	
<b>R<sub>1</sub></b>	A <sub>1</sub>	78,69	73,22	90,00	73,90	90,00	50,77	73,90	65,91	63,43	
	A <sub>2</sub>	90,00	73,22	90,00	90,00	90,00	90,00	78,69	90,00	90,00	
	A <sub>3</sub>	70,14	73,22	50,77	78,69	65,91	63,43	78,69	65,91	50,77	
	A <sub>4</sub>	73,90	90,00	63,43	78,69	90,00	63,43	90,00	73,22	90,00	
	A <sub>5</sub>	78,69	90,00	50,77	90,00	90,00	90,00	78,69	90,00	50,77	
	A <sub>6</sub>	78,69	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	
<b>R<sub>2</sub></b>	A <sub>1</sub>	73,90	90,00	90,00	90,00	60,00	90,00	78,69	73,22	50,77	
	A <sub>2</sub>	90,00	90,00	90,00	66,91	73,22	90,00	73,90	73,22	90,00	
	A <sub>3</sub>	78,69	73,22	50,77	66,91	30,00	63,43	90,00	73,22	50,77	
	A <sub>4</sub>	90,00	90,00	50,77	90,00	73,22	63,43	73,90	90,00	90,00	
	A <sub>5</sub>	78,69	73,22	50,77	78,69	60,00	63,43	90,00	73,22	50,77	
	A <sub>6</sub>	90,00	60,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	73,22	63,43	
Médias: (Means)	P <sub>1</sub>	=	77,63		P <sub>2</sub>	=	77,61		P <sub>3</sub>	=	76,34
	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	=	81,71		E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	=	77,77		E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	=	72,11
	A <sub>1</sub>	=	75,36		A <sub>2</sub>	=	84,40		A <sub>3</sub>	=	65,25
	A <sub>4</sub>	=	79,11		A <sub>5</sub>	=	73,76		A <sub>6</sub>	=	85,30

APÊNDICE 3 – Altura média aos 3 meses após o plantio (cm).  
(Height-growth at 3 months of age).

		P <sub>1</sub>			P <sub>2</sub>			P <sub>3</sub>		
		E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>	E <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> d <sub>4</sub>
R <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	74	76	68	56	44	57	40	59	47
	A <sub>2</sub>	59	73	66	54	38	64	39	30	59
	A <sub>3</sub>	72	74	33	47	52	62	26	33	40
	A <sub>4</sub>	77	76	73	55	59	66	35	44	51
	A <sub>5</sub>	79	56	46	55	65	60	39	41	66
	A <sub>6</sub>	68	69	62	46	41	63	28	29	50
-----										
R <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	64	80	85	62	68	68	37	54	53
	A <sub>1</sub>	76	69	70	56	49	69	43	45	60
	A <sub>2</sub>	81	62	71	68	60	56	32	61	44
	A <sub>4</sub>	72	74	82	57	65	75	47	65	59
	A <sub>5</sub>	81	84	68	67	56	65	37	56	80
	A <sub>6</sub>	62	79	60	52	52	52	28	45	51

Médias: P<sub>1</sub> = 70,03

(Means)

E<sub>1</sub>d<sub>1</sub> = 54,75

A<sub>1</sub> = 60,67

A<sub>4</sub> = 62,89

P<sub>2</sub> = 57,81

E<sub>2</sub>d<sub>2</sub> = 57,86

A<sub>2</sub> = 56,61

A<sub>5</sub> = 61,17

P<sub>3</sub> = 45,92

E<sub>3</sub>d<sub>4</sub> = 61,14

A<sub>3</sub> = 54,11

A<sub>6</sub> = 52,06