



OCORRÊNCIA DE GEADA NAS ESPÉCIES FLORESTAIS *Acacia mearnsii* e *Eucalyptus grandis* NA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

Elder Eloy¹, Braulio Otomar Caron², Rômulo Trevisan³, Elvis Felipe Elli⁴, Gean Charles Monteiro⁴

¹ Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal, Bolsista do CNPq-Brasil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

(eloyelder@yahoo.com.br)

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen, RS, Brasil.

³ Engenheiro Florestal, Doutor, Professor da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen, RS, Brasil.

⁴ Graduando em Agronomia, Bolsista do CNPq, Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen, RS, Brasil.

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência inicial, após ocorrências de geadas, das espécies florestais *Acacia mearnsii* De Wild e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, submetidas aos níveis de espaçamento de 2,0x1,0 m; 2,0x1,5 m; 3,0x1,0 m e 3,0x1,5 m um ano após o plantio, na região norte do Rio Grande do Sul. Os danos (resistência à geada) foram avaliados segundo o sistema de notas de 0 a 10, conforme a intensidade do dano na planta. Os graus de resistência à geada foram determinados em função da intensidade do dano na planta. Os níveis de espaçamento estudados não afetaram respostas das espécies em relação ao dano ocasionado por geada. A espécie *Eucalyptus grandis* apresentou ser tolerante e a *Acacia mearnsii* apresentou ser moderadamente tolerante a tolerante a condição de geada.

PALAVRAS-CHAVE: Espécies florestais, tolerância ao frio, densidades de plantio.

OCCURRENCE OF FROST IN FOREST SPECIES *Acacia mearnsii* and *Eucalyptus grandis* IN NORTHERN RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the initial strength, after occurrences of frost, forest species *Acacia mearnsii* De Wild and *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, subjected to levels of spacing of 2.0x1.0 m; 2.0x1.5 m; 3.0x1.0 and 3.0x1.5 m one year after planting in the northern region of Rio Grande do Sul. The damages (resistance to frost) were appraised according to scale 0 to 10 according to the intensity of the damage in the plant. The frost resistance degrees were certain in function of the intensity of the damage in the plant. The spacing levels studied didn't

affect the species answers in relation to the damage caused by frost. The species *Eucalyptus grandis* presented to be tolerant and the *Acacia mearnsii* was moderately tolerant to tolerant frost condition.

KEYWORDS: Forest species; tolerance to the cold; planting densities.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de geada no Brasil é um fenômeno frequente nas latitudes acima do paralelo 19°S, atingindo os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (PEREIRA et al., 2001). De acordo com a época de incidência dos frios danosos para a vegetação, as geadas podem ser diferenciadas em outonais, inverniais e primaveris (MOTA, 1975). No estado do Rio Grande do Sul é maior a probabilidade de ocorrência de geadas tardias (primaveris) do que as precoces (outonais), sendo que os maiores valores de probabilidade de ocorrência de geada são no segundo decêndio de julho.

A suscetibilidade das culturas às baixas temperaturas varia muito de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento fenológico. Por outro lado, o espaçamento entre as plantas é um dos fatores que está relacionado com os danos provocados por geada. Em espaçamentos menores, ocorre formação de dossel mais precocemente, quando comparado com os espaçamentos maiores. O dossel das plantas diminui as perdas radiativas durante a noite (PILAU et al., 2007).

Algumas espécies apresentam maior resistência ao congelamento celular, continuando vivas após a ocorrência do fenômeno (BISCARO, 2007). De acordo com FREITAS & BERTI FILHO (1994), plantas do gênero *Eucalyptus* desfolhadas artificialmente, consequência de geadas, acarreta perda da metade do rendimento de biomassa do tronco e da copa no ano seguinte. Segundo SAKAI & LARCHER (1987) a dimensão do dano ocasionado pela geada depende da duração e intensidade da temperatura mínima.

O Estado do Rio Grande do Sul é caracterizado por maiores ocorrências de geadas tardias (primaveris) do que as precoces (outonais). A maior probabilidade de ocorrência de geada apresenta-se no segundo decêndio de julho (INMET, 2007). SELLE & VUADEN (2007) ressaltaram que cinco dias de geadas na primeira quinzena de julho, resultaram em grandes danos em plantios da espécie *Eucalyptus grandis*, no município de Santa Maria. Nesse mesmo sentido, a ocorrência de geada, conforme seu grau de dano, pode tornar-se um fator limitante para a condução de florestas de curta rotação.

A avaliação da resistência inicial às geadas de diferentes essências florestais permite ao silvicultor conhecer a adaptação das plantas e a interferência das geadas no crescimento e desenvolvimento das espécies. As alterações climáticas podem provocar danos aos plantios, sendo um fator limitante para a condução de florestas de curta rotação (SOUZA et al., 2011).

Este trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência e avaliar a resistência inicial das espécies arbóreas *Acacia mearnsii* De Wild e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a diferentes níveis de espaçamento, após a ocorrência de geadas na região norte do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está localizado em área pertencente ao Laboratório de Agroclimatologia (LAGRO), vinculado à Universidade Federal de Santa Maria *Campi* Centro de Educação Superior Norte-RS (CESNORS), sob coordenadas geográficas

de 27°22" S; 53°25" W, a 480 m de altitude, no município de Frederico Westphalen - RS.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é Cfa, ou seja, subtropical úmido com temperatura média anual de 19,1°C, variando com máxima de 38 e mínimo de 0°C.

O trabalho foi realizado em um experimento que apresenta um delineamento experimental de blocos completos casualizados em três repetições, caracterizados por um fatorial 4x2, ou seja, quatro espaçamentos (2,0x1,0 m, 2,0x1,5 m, 3,0x1,0 m e 3,0x1,5 m), duas espécies florestais (*Acacia mearnsii* e *Eucalyptus grandis*) e três repetições. O bloco contempla 16 unidades experimentais, sendo que cada uma destas possuem 45 plantas distribuídas em cinco linhas.

Os danos (resistência a geada) foram avaliados segundo o sistema de notas proposto por HIGA et al., (2000). Nesse sistema, atribuiu-se uma nota de 0 a 10 para cada planta (Tabela 1). Para atribuição dos graus de resistência à geada, adaptou-se metodologia utilizada por CARVALHO & COSTA (1981).

TABELA 1. Notas atribuídas aos danos causados por geadas e graus de resistência à geada, no município de Frederico Westphalen - RS.

Nota	Nível de dano*	Grau de resistência
10	Sem dano visual	Resistente
9	Menos de 25% da área foliar danificada	Tolerante
8	25-49% da área foliar danificada	Tolerante
7	50-74% da área foliar danificada	Tolerante
6	75-99% da área foliar danificada	Tolerante
5	100% da área foliar danificada	Tolerante
4	Menos de 25% do caule danificado	Tolerante
3	25-49% do caule danificado	Moderadamente tolerante
2	50-74% do caule danificado	Sensível
1	75-99% do caule danificado	Muito sensível
0	100% do caule danificado	Muito sensível

Fonte: Adaptado de CARVALHO & COSTA (1981) e HIGA et al., (2000).

*As notas inferiores a 5 apresentavam 100% da área foliar queimada.

A ocorrência de geada foi observada nos dias 2 e 3 de junho e 3, 24, 25, 26 e 29 de julho de 2009 (onze meses após o plantio). Antes de ocorrer a primeira geada foi realizada a avaliação da altura das árvores (HA - altura antes da geada). Após 30 dias da ocorrência da última geada, avaliaram-se os danos causados à parte aérea do vegetal e altura das plantas (HD - altura depois da ocorrência da geada) que sofreram danos. Após 100 dias da ocorrência de geada, avaliou-se a porcentagem de sobrevivência das plantas.

As notas dos danos foliares foram atribuídas visualmente e as do caule através do cálculo de porcentagem com base nos dados das alturas HA e HD através do emprego da seguinte equação: % de dano no caule = $(100 - (HD \times 100 / HA))$. A porcentagem de sobrevivência (% sobrev) das plantas foi calculada com base no número de plantas vivas antes da ocorrência de geada (AG) e depois da ocorrência de geada (DG) pela equação:

$$\% \text{ sobrev} = (DG \times 100) / AG.$$

Os valores de temperatura foram obtidos da Estação Climatológica do

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), vinculada ao LAGRO do Departamento de Agronomia do CESNORS. A estação situa-se cerca de 500 m do experimento sob coordenadas 27,3956°S e 53,4294°W.

Os dados obtidos a campo foram submetidos à análise estatística com o uso do software “*Statistical Analysis System*” (SAS, 2003), em que foram realizadas: a análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de geada no experimento foi observada nos dias 2 e 3 do mês de junho, nos quais se observaram temperaturas de 4,8 e -0,6°C, respectivamente, e, nos dias 3, 24, 25, 26 e 29 de julho de 2009, observaram-se as temperaturas: 6; -2,2; -2,7; 0,5 e 7,8°C, respectivamente. A diferença entre a temperatura medida no abrigo meteorológico (1,5 m) e a medida na relva varia de 3,3° C (SILVA & SENTELHAS, 2001) a 7°C (GRODZKI et al., 1996). Considerando tal diferença entre a temperatura de relva e do abrigo meteorológico, é provável que a temperatura mínima absoluta possa ter atingido valores inferiores aos observados.

Deve-se destacar a ocorrência das duas geadas no mês de junho, ainda na estação de outono, que, de acordo com MOTA (1975), as geadas ocorridas nesta época podem ser classificadas como outonais. Segundo CAMARGO et al., (1993), temperaturas medidas no abrigo meteorológico abaixo de 3°C já causam danos às plantas. Nesse período, conforme MOTA (1975) e PEREIRA et al., (2001), são ocasionados os maiores danos, devido à atividade vegetativa existente e por atingirem as plantas pouco rustificadas.

As espécies tiveram diferentes comportamentos face à ocorrência de geadas. Por meio de análise de variância, foram observadas diferenças significativas de dano da geada na folha e no caule entre as espécies. O *Eucalyptus grandis* teve seu dano maior concentrado nas folhas, demonstrando ser tolerante à geada (Tabela 2 e Figura 1). Mais de 93% das plantas avaliadas apresentaram menos de 25% da área foliar danificada, 5,6% das plantas apresentaram de 25 a 49% da área foliar danificada. Apesar de sofrer danos, apresentou 100% de sobrevivência (Tabela 2). Entretanto, mais de 98% das plantas tiveram as ponteiros dos caules danificados. Ou seja, houve ocorrência de dano nas folhas e no caule onde apresentavam as partes em que predominavam tecidos de crescimento recente, como o meristema apical. Dessa forma, o comprometimento do meristema apical, segundo KOZLOWSKI et al., (1991) e HIGA et al., (1997), é problemático por bifurcar ou ramificar o eixo principal de crescimento da árvore. No entanto, HIGA (2000) observou a retomada de crescimento de árvores de eucaliptos em um único eixo principal, demonstrando a capacidade de recuperação dessa espécie.

TABELA 2. Média para o dano na folha, dano no caule, porcentagem de sobrevivência e grau de resistência das espécies florestais *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii*, submetidas a diferentes níveis de espaçamentos, após ocorrência de geada.

Espécie	Dano		Sobrevivência (%)	Grau de resistência
	Folha	Caule		
<i>Eucalyptus grandis</i>	80,32 a	9,88 a	100 a	MT-T
<i>Acacia mearnsii</i>	32,90 b	3,05 b	87,04 b	T

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; MT-T= Moderadamente tolerante – tolerante; T=Tolerante.



FIGURA 1. Imagem dos danos ocasionados por geada na espécie florestal *Eucalyptus grandis* submetida a diferentes níveis de espaçamentos. Antes da ocorrência de geada (A), depois da ocorrência de geada (B), no município de Frederico Westphalen, RS.

Fonte: o autor.

Apresentando similaridade a estes resultados, HIGA et al., (2000), avaliando danos causados por geada em progênies de *Eucalyptus dunnii* Maiden, em Campo do Tenente, PR, também pelo sistema de notas, um mês após a ocorrência de geada, observaram que todas as plantas apresentaram danos visíveis, sendo que 4,76% das plantas foram totalmente queimadas pela geada, sendo observada temperatura de $-6,5^{\circ}\text{C}$ na ocorrência da primeira geada. No entanto, nove meses após as geadas, 3,87% das plantas não apresentaram nenhum sinal de danos, sendo que somente 2,38% confirmaram a nota zero, recebida logo após a geada. Dessa forma, temperaturas abaixo ou próximas de 0°C (medidas em abrigo meteorológico), ocasionam danos em eucaliptos, resultando desde a perda da área foliar até a morte das plantas (PALUDZYSZYN FILHO & SANTOS, 2005).

A *Acacia mearnsii* foi à espécie mais susceptível aos danos da geada tanto na folha como no caule, demonstrando ser uma espécie que varia de moderadamente tolerante a tolerante à geada (Tabela 2 e Figura 2). Mais de 60% das plantas tiveram 100% da área foliar danificada e mais de 31% apresentaram entre 75 a 99% de dano. Mais de 20% das plantas apresentaram dano no caule entre 75 a 99%. Pouco mais de 16% entre 50 a 75%, 26% entre 25 a 49% e mais de 33% apresentaram menos de 25% de dano. Somente em 3% das plantas não foram observados danos visíveis no caule. Dessa forma, a partir dos danos observados, a *Acacia mearnsii* apresentou mortalidade, sendo a sobrevivência das plantas após 100 dias da ocorrência da última geada de 84,04%.

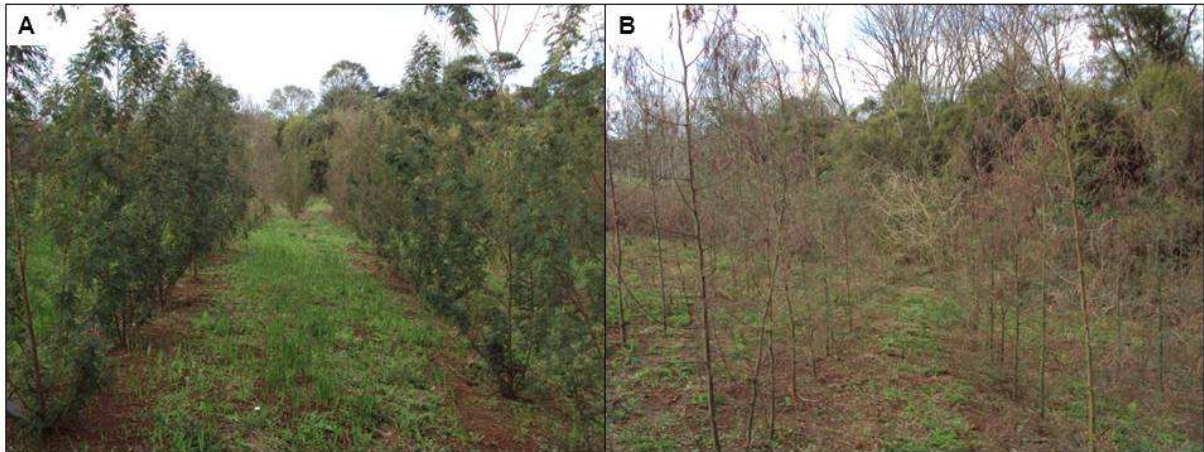


FIGURA 2. Imagem dos danos ocasionados por geada na espécie florestal *Acacia mearnsii* submetida a diferentes níveis de espaçamentos. Antes da ocorrência de geada (A), depois da ocorrência de geada (B), no município de Frederico Westphalen, RS.

Fonte: o autor.

As diferentes intensidades de dano encontradas pelos autores no trabalho podem ser explicadas pela maior resistência de algumas plantas às geadas (HIGA, 2000). Da mesma forma, HALL et al., (1970) e VIEIRA et al., (2003) destacaram que a diferença da capacidade de tolerância à geada, assim como a queima de tecidos da planta pode estar associada às diferenças fisiológicas, morfológicas e genéticas existentes entre as espécies e até dentro de uma mesma espécie. Assim, esta é uma explicação ao fato da variabilidade entre as espécies em relação à resistência a geadas encontradas no experimento, e pelos níveis de espaçamento estudados não terem alterado respostas das espécies florestais ao dano ocasionado por geada.

CONCLUSÕES

A espécie *Eucalyptus grandis* em função dos seus pequenos danos observados, demonstrou-se tolerante a condição de geada. A *Acacia mearnsii* apresenta-se ser moderadamente tolerante a tolerante, característica dada pelas diferenças de comportamento entre as plantas.

Os níveis de espaçamento estudados não alteraram respostas das espécies florestais analisadas, em relação ao dano ocasionado por geada.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado.

REFERÊNCIAS

BISCARO, G. A. **Meteorologia agrícola básica**. Cassilândia. UNIGRAF, 2007.

CAMARGO, M.B.P. JÚNIOR, M. J. P.; ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A.; BRUNINI, O. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anuais no Estado de São Paulo. **Bracatinga**, Campinas, v.52, n.2, p.161-168, 1993.

CARVALHO, P. E. R.; COSTA, J. M. Comportamento de essências florestais em condições de arboreto em quatro locais do Estado do Paraná. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. 1981, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1981. v. 1, 198p.

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

GRODZKI, L.; CARAMORI, P. H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. Risco de ocorrência de geada no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 93-99, 1996.

HALL, N. et al. **Forest trees of Australia**. Department of National Development - Forestry and Timber Bureau. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1970. 72p.

HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R. de. Comportamento de vinte espécies de *Eucalyptus* em área de ocorrência de geadas na região sul do Brasil. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Anais...** Colombo: EMBRAPA, 1997. v. 1, p. 106-110.

HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 40, p.67-76, 2000.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Casos significativos do mês de julho de 2007**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/~promet/figcartas/resum_mensal/jul07/cas_sig_jul07.pdf>. Online. Acesso em: 08 de out. 2010.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 657 p.

MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1975. 376p.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. **Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii*, no estado do Paraná**. Colombo-PR: EMBRAPA, 2005. 7p. (Comunicado Técnico, 141).

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 478p.

PILAU, F. G.; ANGELOCCI, L. R.; SCARPARI, J. A. Radiation balance of an orange tree in orchard and its relation with global solar radiation and grass net radiation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.15, n.3, p.257-266, 2007.

SAKAI, A; LARCHER, W. Frost survival of plants: responses and adaptation to **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.1632 2013

freezing stress. Berlin: **Springer-Verlag**, 1987. 321p.

SAS LEARNING EDITION. **Getting started with the SAS Learning Edition**. Cary, 2003. 200p.

SELLE, G. L.; VUADEN, E. Comunicação: efeitos da geada sobre plantações de *Eucalyptus grandis*. **Caderno de pesquisa, série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 20, p. 36-45, 2007.

SILVA, J. G.; SENTELHAS, P. C. Diferença entre temperatura mínima do ar medida no abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geadas no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 9-15, 2001.

SOUZA, V.Q.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; BAMBERG, R.; VIAN, A. L. Resistência de espécies arbóreas submetidas a extremos climáticos de geada em diferentes sistemas agroflorestais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 972-977, 2011.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; SILVA, V. P. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvipastoril, submetidas a extremos climáticos de geada na região de Florianópolis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 627-634, 2003.