

Influência da adubação potássica e bórica na tolerância ao déficit hídrico em clones de eucalipto⁽¹⁾

Kamilla Emmanuelle Carvalho de Almeida ⁽²⁾; **Rafaela Silva Pereira** ⁽³⁾; **Inaê Mariê de Araújo Silva** ⁽⁴⁾; **Fábio Mathias Corrêa** ⁽⁵⁾; **Janaína Fernandes Gonçalves** ⁽⁶⁾; **Marcelo Luiz de Laia** ⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da UFVJM, da FAPEMIG e da Gerdau Florestal S/A

⁽²⁾ Estudante de Pós Graduação em Ciência Florestal; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, Minas Gerais; kamilla@florestal.eng.br; ⁽³⁾ Estudante de Graduação em Engenharia Florestal; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; ⁽⁴⁾ Estudante de Pós-Graduação em Ciência Florestal; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; ⁽⁵⁾ Professor, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas; Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia; ⁽⁶⁾ Estagiário de Pós-doutorado PNPd, Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; ⁽⁷⁾ Professor Orientador, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

RESUMO: A grande demanda por produtos de origem florestal tem elevado os plantios de eucalipto, que passaram a ocupar regiões cuja disponibilidade de água é escassa em algum período do ano. Para aumentar a tolerância dos genótipos à seca, produtores têm recorrido à adubação potássica e bórica, na busca pela viabilização da eucaliptocultura nessas regiões. No entanto, não se sabe até que ponto essa premissa pode ser verdadeira para um dado genótipo. Com o objetivo de avaliar a influência da adubação com boro e potássio na tolerância ao déficit hídrico em clones de eucalipto, foram empregadas 540 mudas, de três genótipos diferentes, distribuídas em oito tratamentos, em que se variaram as doses de boro e de potássio, considerando cada genótipo separadamente. As diferentes formulações foram misturadas ao substrato e distribuídas em sacos plásticos, para os quais as mudas foram transplantadas, sendo mantidas em viveiro por quatro meses, momento em que metade das mudas de cada tratamento foi privada de água. A análise da mortalidade das plantas indicaram diferenças significativas entre os tratamentos e entre os genótipos e que doses crescentes de B e K diminuíram a tolerância ao estresse hídrico.

Termos de indexação: Fertilização, Produtividade, Seca.

INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por produtos madeiros e seus derivados levou à introdução procedências de espécies florestais de alta produtividade nos programas de reflorestamento, capazes de responder da melhor maneira as condições geradas pelo emprego de alta tecnologia silvicultural (Kageyama, 1990).

Neste sentido, o cultivo do eucalipto, notadamente, destaca-se pela disponibilidade de materiais genéticos adaptados à diversas condições edafoclimáticas e pelas diferentes finalidades de uso

de sua madeira, lhe conferindo grande possibilidade de expansão geográfica e econômica (Pinto et. al., 2011).

Alterações climáticas em regiões produtoras têm limitado o emprego de genótipos já adaptados. Nesses casos, o manejo silvicultural tem possibilitado continuar com altas produtividades mesmo sob algum tipo de variação edafo-climática. Uma das técnicas silviculturais utilizada é a modulação da adubação mineral visando o aumento da tolerância dos genótipos a longos períodos de estiagem. Esta abordagem pressupõe que a disponibilidade de nutrientes influencia as características fisiológicas e morfológicas relacionadas aos mecanismos de resistência à seca (Gonçalves & Passos, 2000).

De acordo com Nunes (2011), adubação com Boro e Potássio pode reduzir a intensidade de problemas decorrentes da seca, todavia, faltam estudos que considerem o comportamento diferenciado de distintos genótipos em relação à aplicação de diferentes doses destes nutrientes em condições de estresse hídrico.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência da adubação potássica e bórica na tolerância ao déficit hídrico em três diferentes clones comerciais de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro do Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais do Departamento de Engenharia Florestal (CIPEF-DEF), localizado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, em Diamantina, Minas Gerais.

Tratamentos e amostragens

Foram utilizadas 540 mudas de eucalipto, de três diferentes genótipos (GG0702, GG1175, GG0157), sendo 180 mudas de cada genótipo, doadas pela empresa Gerdau Florestal S/A, localizada no

município de Curvelo, Minas Gerais.

As 540 mudas foram transferidas para sacos plásticos, com capacidade de 4 dm³, contendo substrato, misturado a um dos tratamentos: SA (adubação completa conforme recomendado para o substrato), NPK+B1 (Adubação completa mais 1 mg/dm³ de B), NPK+B2 (Adubação completa mais 2 mg/dm³ de B), NPK+B4 (Adubação completa mais 4 mg/dm³ de B), NPK+B8 (Adubação completa mais 8 mg/dm³ de B), NPK35+B2 (Adubação completa, exceto K, mais 35 mg/dm³ de K e mais 2 mg/dm³ de B), NPK70+B2 (Adubação completa, exceto K, mais 70 mg/dm³ de K e mais 2 mg/dm³ de B), NPK139+B2 (Adubação completa, exceto K, mais 139 mg/dm³ de K e mais 2 mg/dm³ de B), NPK278+B2 (Adubação completa, exceto K, mais 278 mg/dm³ de K e mais 2 mg/dm³ de B). Avaliaram-se as doses de boro e potássio considerando cada genótipo separadamente. A adubação completa consistiu de: N (100 mg/dm³), P (786 mg/dm³), S (1100 mg/dm³), Ca (4000 mg/dm³), Calcário dolomítico (PRNT 80%) (415 mg/dm³), Sulfato de amônio (21%N) (119,05g/250dm³) e Super fosfato simples (18% P₂O₅; 20% Ca; 11% S) (2500g/250dm³).

Cada tratamento recebeu 20 mudas de cada genótipo, totalizando 60 mudas por formulação. Após o transplante para os sacos, as mudas foram mantidas em viveiro, a pleno sol, por quatro meses. Após esse período, metade das mudas de cada tratamento foi totalmente privada de água, passando-se a avaliar a mortalidade de plantas diariamente.

Análise estatística

O conjunto de dados foi dividido em dois subconjuntos, considerando dois experimentos independentes: um com diferentes doses de B (0, 1, 2, 4 e 8 mg/dm³), mantendo-se a dose de K fixa; o outro com diferentes doses de K (0, 35, 70, 139, 278 mg/dm³), mantendo-se a dose de B fixa em 2 mg/dm³.

Na análise estatística foi utilizado, para os dois experimentos, um modelo logístico de efeitos fixos em parcela subdividida no tempo. As médias dos efeitos dos genótipos foram comparadas por meio do teste Tukey ao nível de 5% de significância. O software utilizado foi o R.2.15.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram diferenças significativas entre os tratamentos e entre os genótipos avaliados. Observou-se que a dosagem 0 mg/dm³ de K e B, aplicando-se apenas a adubação de base, proporcionou maior tolerância a falta de água em todos os genótipos (Figuras 1, 2, 3 e 4).

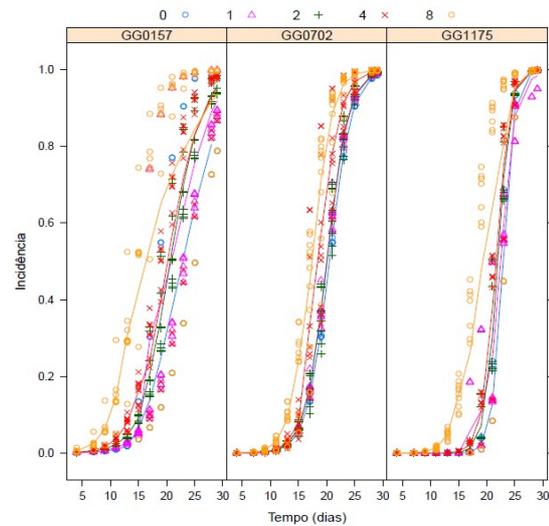


Figura 1: Reação das mudas quanto as diferentes dosagens de Boro e ao tratamento sem adubação.

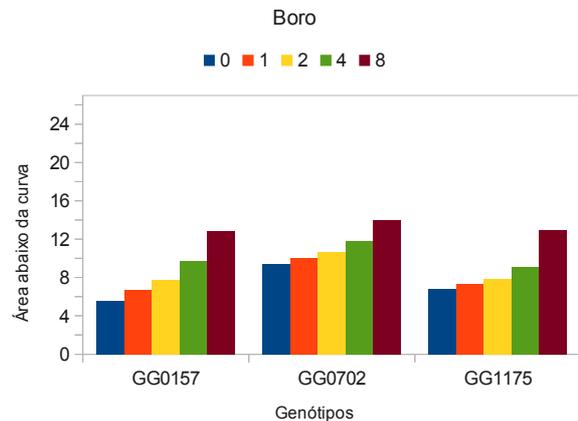


Figura 2: Área abaixo da curva indicando que nas menores dosagens de boro houve a menor mortalidade, ou seja, maior tolerância ao déficit hídrico.

Especificamente para o B, o clone GG0157, submetido ao tratamento NPK+B8, respondeu a falta de água a partir do quinto dia, apresentando mudas mortas. Para os tratamentos NPK+B0 e NPK+B1, deste mesmo clone, as mortes começaram a ocorrer a partir do décimo quinto dia. Para o clone GG1175, as mortes iniciaram-se a partir do décimo dia para o tratamento NPK+B8, do décimo quinto dia para os tratamentos NPK+B1, NPK+B2 e NPK+B4 e após vigésimo dia para o tratamento NPK+B0. Diferentes dosagens de B não interferiram significativamente na tolerância a restrição hídrica entre mudas do clone GG0702, que morreram a partir do décimo dia (Figura 5).

Em relação ao K, o clone GG0157 apresentou mortalidade de plantas após cinco dias sem água, quando submetido ao tratamento NPK35+B2, enquanto o tratamento NPK278+B2 teve plantas mortas após o décimo dia sem água. Porém, com o passar do tempo, mudas submetidas ao tratamento

NPK35+B2 foram mais tolerantes a falta de água, sendo que 100% das plantas morreram aos 30 dias, enquanto mudas submetidas ao tratamento NPK278+B2 mostraram-se menos tolerantes, apresentando mortalidade total aos 20 dias. Em relação ao clone GG1175, observou-se que o tratamento com menor dosagem proporcionou maior tolerância ao déficit hídrico, enquanto o de maior dosagem foi menos tolerante durante todo o teste. O clone GG0702 não apresentou diferenças significativas quanto aos diferentes tratamentos, entretanto, observou-se 100% de mortalidade das mudas aos 15 dias (Figura 6).

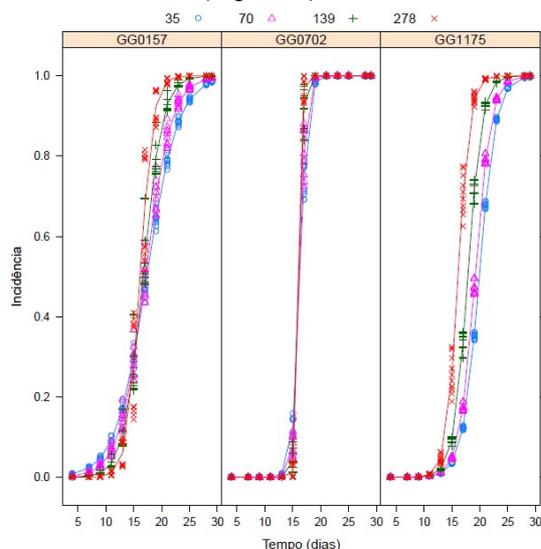
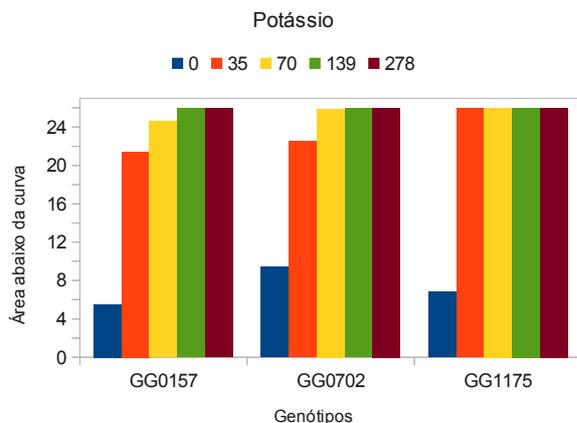


Figura 3: Reação das mudas quanto as diferentes dosagens de Potássio.

Figura 4: Área abaixo da curva indicando que nas menores dosagens de potássio houve a menor mortalidade, ou seja, maior tolerância ao déficit hídrico.



Analisando-se apenas os efeitos dos genótipos dentro de B, observou-se que o clone GG1175 possui tolerância inicial maior e que o clone GG0157 possui maior tolerância final ao déficit hídrico. Já o clone GG0702, apresentou comportamento intermediário (Figura 5).

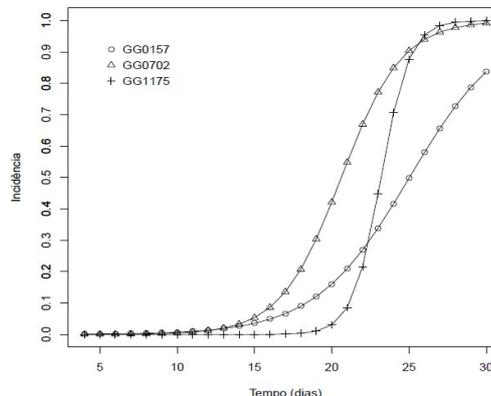


Figura 5: Comparação entre os três clones quanto a tolerância ao déficit hídrico na presença de Boro.

Em se tratando de genótipos dentro de K, verificou-se que o clone GG1175 apresentou maior tolerância inicial ao déficit hídrico. O clone GG0702 exibiu comportamento intermediário, entretanto, alcançou 100% de mortalidade de mudas aos quinze dias sem água. Já o clone GG0157, primeiro a apresentar mudas mortas, só apresentou 100% de suas mudas mortas após trinta dias (Figura 6).

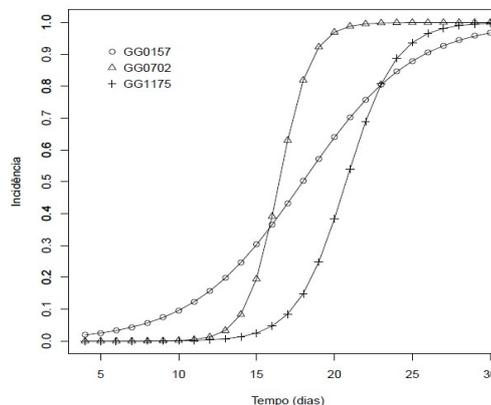


Figura 6: Comparação entre os três clones quanto a tolerância ao déficit hídrico na presença de Potássio.

O excesso ou a aplicação inadequada destes nutrientes, alcançando o nível de toxicidade, pode ter aumentado a salinidade do substrato, induzindo o sistema radicular ao estresse osmótico, dificultando o aproveitamento de água e nutrientes e prejudicando o desenvolvimento das plantas.

O B é essencial ao desenvolvimento da planta. Todavia, o limite entre sua concentração adequada e o nível tóxico é estreito, sendo que os sintomas de toxidez por B manifestam-se em folhas maduras, com clorose nas bordas e manchas necróticas em regiões foliares onde há maior transpiração (Malavolta, 1980). A fitotoxicidade por este elemento tem sido observada após o plantio ou nas fases iniciais de desenvolvimento de *Eucalyptus*, sendo provocada pela aplicação localizada de B na forma solúvel ou pela aplicação de doses elevadas do

micronutriente, associadas com N e K na primeira adubação de cobertura (Silveira et al, 2007).

O K, aplicado via adubação potássica, pode ser intensamente lixiviado no perfil do solo, dependendo principalmente da disponibilidade hídrica, da dose do nutriente e da textura do solo (Rosolem et al, 2006). Quando se usa doses elevadas e de uma só vez, este nutriente pode causar a salinização da região que o recebe, causando toxidez as raízes das plantas (Otto et al., 2010). O KCl, aplicado em doses elevadas e contínuas, pode aumentar o conteúdo de cloreto na planta, provocando clorose e necrose das folhas (Silva et al., 2001). A elevada salinidade deste fertilizante compromete o crescimento e distribuição de água e nutrientes, diminuindo o potencial osmótico e dificultando o caminhamento dos íons até as raízes (Marschner, 1997).

No Brasil, os plantios florestais têm sido implantados em solos de baixa fertilidade natural e com déficit hídrico acentuado (Silveira et al., 2000). Para estes casos, diversos trabalhos demonstram que o uso de fertilizantes minerais nos plantios florestais proporciona um aumento na produção (Balloni, 1979). Entretanto, o uso intensivo de fertilizantes, pode contribuir para o aumento de áreas com problemas de salinidade, principalmente em regiões áridas e semiáridas, devido à escassez de chuvas e a elevada demanda evaporativa (Cruz et al., 2006; Lopes & Klar, 2009). Além disso, o uso de potássio e boro em excesso, ao invés de ajudar a suplantiar períodos de seca pode levar as plantas a uma maior suscetibilidade ao déficit hídrico

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que elevadas concentrações de B e K podem aumentar a intolerância ao déficit hídrico para os três genótipos avaliados.

AGRADECIMENTOS

A UFVJM, a FAPEMIG e a Gerdau Florestal pelo auxílio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS

BALLONI, E.A. A utilização de boro em florestas plantadas. IPEF. Circular Técnica, Piracicaba, 70;1-18, 1979.

CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; COELHO, E.F.; CALDAS, R.C.; ALMEIDA, A.Q.; QUEIROZ, J.R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. *Bragantia*, 65;275-284, 2006.

GONÇALVES, M.R.; PASSOS, C.A.M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. *Ciência Florestal*, 10;145-161, 2000.

KAGEYAMA, P.Y. Plantação de essências nativas, florestas de proteção e reflorestamentos mistos. Piracicaba: IPEF, 9 p. Documentos Florestais, 1990.

LAZOF, D.B. & BERNSTEIN, N. Effects of salinization on nutrient transport to lettuce leaves: consideration of leaf developmental stage. *The New Phytologist*, 144;85-94, 1999.

LOPES, T.C.; KLAR, A.E. Influencia de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis*. *Irriga, Botucatu*, 14;68-75, 2009.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 1980, 253p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants, 2 ed. San Diego: Academic Press, 1997.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: SIMPÓSIO "MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA", Campina Grande, 1997. Anais. Campina Grande: UFPB, 1997. p. 3-35.

OTTO, R.; VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. *Revista Bras. Ciênc. Solo*, 34;1137-1145, 2010.

PINTO, S.I.C.; FURTINI NETO, A.E.; NEVES, J.C.L.N.; FAQUIN, V.; MORETTI, B.S. Eficiência nutricional de clones de eucalipto na fase de mudas cultivados em solução nutritiva. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 35;523-533, 2011.

REIS, C. A. dos. As novas fronteiras da floresta plantada brasileira. *Novas fronteiras: a visão da Abraf*. Disponível: <http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=742>. Acesso em vinte de março 2013.

ROSOLEM, C.A.; SANTOS, F.P.; FOLONI, J.S.S. & CALONEGO, J.C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41:1033-1040, 2006.

SILVA, M.A.G.; BOARETTO, A.E.; FERNANDES, H.G.; SCIVITTARO, W.B. Efeito do cloreto de potássio na salinidade de um solo cultivado com pimentão, *Capsicum annum L.*, em ambiente protegido. *Acta Scientiarum*, 23;1085-1089, 2001.

SILVEIRA, R.L.V.A.; CASARIN, V.C.; PAULA, T.A.; SILVEIRA R.I. Nutrição e Adubação com Boro em *Eucalyptus*. Divulgação técnica RR Agroflorestal, 2007. Disponível: <http://www.rragroflorestal.com.br/download/103.pdf>. Acesso em 25 mar. 2013.

SILVEIRA, R.L.V.A.; TAKAHASHI, E.N.; SGARBI, F.; CAMARGO, M.A.F.; MOREIRA, A. Crescimento e estado nutricional de brotações de *Eucalyptus citriodora* sob doses de boro em solução nutritiva. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 57; 53-67, 2000.