

Sintomas de deficiência nutricional em clones híbridos de *Eucalyptus*⁽¹⁾

Michael Willian Rocha de Souza⁽²⁾; Inaê Mariê de Araújo Silva⁽³⁾; Marcele dos Santos Ferreira⁽³⁾; Janaína Fernandes Gonçalves⁽⁴⁾; Reynaldo Campos Santana⁽⁵⁾; Marcelo Luiz de Laia⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPEMIG, CNPq, CAPES e Aperam Bioenergia LTDA.

⁽²⁾ Estudante de Iniciação Científica; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais, michael2011@hotmail.com. ⁽³⁾ Estudante de mestrado; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; ⁽⁴⁾ Estagiária de Pós-doutorado; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; ⁽⁶⁾ Professor Orientador; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

RESUMO: Tendo em vista a importância do conhecimento sobre nutrição mineral para o bom desempenho das florestas plantadas de eucalipto no país, objetivou-se determinar o efeito da omissão de macronutrientes, B e Zn em clones híbridos de *Eucalyptus* “urograndis” quanto a caracterização dos sintomas de deficiências visualmente expressos. Para tal, mudas com 90 dias de idade, após a lavagem em água deionizada do seu sistema radicular, foram cultivadas em vasos plásticos sem furos, com capacidade de 1 l, contendo areia grossa lavada, submetidas aos seguintes tratamentos: completo (adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) e omissão individual dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn). Os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes P.A. e misturados totalmente ao volume de substrato correspondente a cada tratamento. Para execução do experimento, utilizou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com nove tratamentos e quatro repetições cada, totalizando 36 unidades experimentais. A cada 15 dias a sintomatologia foi verificada e descrita. Concluiu-se que as omissões individuais derivaram em alterações morfológicas, que foram traduzidas por sintomas visuais característicos da deficiência nutricional do respectivo nutriente. Muitos dos sintomas observados foram semelhantes aos descritos por outros autores, inclusive para outras culturas.

Termos de indexação: nutrição mineral, diagnose visual, elemento faltante.

INTRODUÇÃO

Com uma participação significativa no PIB nacional e gerando milhões de empregos, com três setores em destaque (celulose e papel, carvão vegetal para siderurgia e madeira e móveis) é inquestionável a importância do setor florestal na economia brasileira. O Brasil detém uma das mais avançadas tecnologias de florestas plantadas do

mundo, tendo o eucalipto como seu principal componente (Pinto Júnior & Ahrens, 2010).

Devido às necessidades de preservação ambiental e de assegurar os melhores solos para a produção de alimentos, o eucalipto é, geralmente, cultivado em solos de baixa fertilidade. Considerando que a disponibilidade de nutrientes para suprir as necessidades de plantas em solos pobres é pequena, quando não onerosa da produção, devido ao alto custo, entender e caracterizar as diferentes maneiras pelas quais os diferentes genótipos de eucalipto manifestam seu estado nutricional pode propiciar uma utilização mais adequada dos fertilizantes em função das exigências nutricionais de diferentes clones (Sgarbi et al., 1999; Silveira et al., 2001).

Uma maneira rápida e econômica de se gerar essas informações é detectar o elemento limitante, através da diagnose foliar, por meio do aspecto visual das plantas. Segundo Silveira et al., (2002), a deficiência mineral promove alteração no metabolismo do vegetal que, frequentemente, pode modificar os aspectos morfológicos e anatômicos perceptíveis ao olho humano.

Deste modo, com o intuito de auxiliar uma rápida diagnose foliar, o efeito sintomatológico da omissão de macronutrientes, B e Zn em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, foi visualmente caracterizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de novembro de 2012 a janeiro de 2013 em casa de vegetação localizada no Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF), localizado no Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina – MG, cujas coordenadas geográficas são 18°12'9.76" Sul e 43°34'46.13" Oeste, e a altitude de 1.400 m. Foram utilizadas mudas de eucalipto oriundas de propagação vegetativa do clone comercial, 224 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*), ambas

fornecidas pela Empresa Aperam Bioenergia LTDA, localizada no município de Itamarandiba – MG. As mudas foram produzidas, segundo os critérios comercialmente adotados pela empresa, em tubetes de polipropileno contendo vermiculita (40%), casca de arroz carbonizada (30%) e fibra de coco (30%). Ao atingirem 90 dias de idade, as raízes das mudas foram lavadas, removendo-se todo o substrato com água deionizada. Em seguida, as mudas com as raízes nuas foram transferidas para vasos plásticos sem furos, com capacidade de 1 l, contendo areia grossa lavada, e homogeneizada com cada um dos tratamentos: completo (adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) e omissão individual dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn). A adubação completa consistiu em: 300 mg de N, 200 mg de P, 150 mg de K, 75 mg de Ca, 15,5 mg de Mg, 50 mg de S, 0,5 mg de B, 1,5 mg de Cu, 0,1 mg de Mo, 5 mg de Zn e 4 mg de Mn. O nutriente Fe não foi aplicado aos tratamentos por se encontrar presente na areia em quantidade suficiente para o desenvolvimento da planta. A análise físico-química foi realizada pelo laboratório de análises de solos da Universidade Federal de Viçosa-UFV. Os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes P.A. ou de soluções nutritivas ao volume de substrato correspondente a cada tratamento, imediatamente antes dos transplantes, e incorporados ao substrato por meio de uma betoneira, de modo a garantir uma completa homogeneização. As plantas foram irrigadas diariamente, com água deionizada, às 8 h, durante todo o período experimental, com volume suficiente para manter o substrato com umidade de 12%. A quantidade de água necessária foi obtida pelo método gravimétrico, onde a massa do conjunto vaso-solo-planta foi quantificada, antes do horário de irrigação, estimando-se o volume necessário diariamente. O experimento foi conduzido por um período de 60 dias.

O desenho experimental consistiu de um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 mudas. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico contendo uma planta.

A sintomatologia foi avaliada e descrita a cada 15 dias, levando-se em consideração o estágio de desenvolvimento das mudas, haja vista que a concentração dos nutrientes nas folhas tende a diminuir com o passar do tempo, uma vez que não há reposição (Silveira et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Silveira et al. (2000) comentam que um dos principais fundamentos da diagnose foliar parte da ideia de que é nas folhas que ocorre a maioria dos processos fisiológicos e metabólicos, e que seu

conteúdo mineral deve estar sempre relacionado com o desenvolvimento e aumento da produção. Deste modo, a falta ou excesso de um ou mais nutrientes na planta provoca anormalidades visíveis (clorose, morte dos tecidos, redução de crescimento e outras) denominadas de sintomas visuais, sendo característicos de cada nutriente.

Na prática é importante, sobretudo, observar diversos aspectos, de modo a não confundir as prováveis causas do sintoma visual, como por exemplo: deriva de herbicida, distribuição dos sintomas dentro da área, gradiente e simetria do sintoma. Além da observação destes aspectos, Silveira et al. (2002) ressaltam a importância de tomar outros cuidados que evitem confusão na identificação das possíveis causas das anormalidades, tais como manejo adequado da irrigação, poda de raízes e parte aérea e controle fitossanitário.

De acordo com Malavolta et al. (1997), as anormalidades que conduzem aos sintomas visíveis de deficiência ou excesso de um determinado elemento podem ser descritas em uma sucinta seqüência, a saber: falta ou excesso = (1) alteração molecular, (2) lesão subcelular, (3) alteração celular, (4) modificação no tecido, (5) manifestação visível = sintoma típico do elemento.

Após 15 dias de execução do experimento, verificou-se que as mudas sem N apresentavam-se com uma coloração verde claro ou até mesmo amarelada nas lâminas foliares mais velhas, com o acréscimo de uma margem intensamente avermelhada não verificada em outros trabalhos, seguida do aparecimento de pequenas pontuações de mesma cor distribuídas por todo o limbo foliar (Figura 1-a). Ao longo do experimento, as pontuações espalharam-se por todo limbo, deixando as folhas velhas totalmente avermelhadas. Observou-se, além da mudança nítida da coloração das folhas, a ocorrência de uma intensa desfolha, também descrita por Ramos (2006) em sua análise com abacaxizeiro cultivar imperial. A razão para a mudança de cor, pode estar relacionada a presença do nitrogênio em vários compostos de grande importância fisiológica, como por exemplo, na síntese de clorofila (Simões & Couto, 1973; Taiz & Zeiger, 2004). Por outro lado, Ramos (2006) afirma que os sintomas devido a omissão de Mg assemelham-se com a diagnose visual do N, principalmente, no aspecto relacionado ao surgimento de manchas de coloração verde-amarelada nas folhas velhas. Notou-se, para as mudas sem Mg, que apenas as nervuras permaneceram verdes. Em um estágio mais avançado, as manchas se uniram, formando-se outras. Ainda, ocorreu o secamento da margem das folhas, seguido de clorose internerval (Figura 1-b). Possivelmente, a clorose internerval está

relacionada ao fato do Mg participar da estrutura da clorofila, conforme indica Malavolta et al. (1989).

De acordo com Dell et al. (1995), os sintomas característicos da omissão do S podem confundir-se aos da deficiência de N. Notou-se no presente trabalho que a deficiência de S ocorre em folhas novas, as quais apresentam-se com uma uniforme e moderada clorose e pontos necróticos na margem (Figura 1-c). Com o avanço do experimento, as lâminas foliares das mudas deficientes em S apresentaram um avermelhamento generalizado.

As folhas mais novas do tratamento com omissão de Ca apresentaram deformações seguida de enrolamento, bem como, manchas de coloração verde claro. Porém, com a região das nervuras com coloração normal (Figura 1-d). Além disso, verificou-se a morte da gema apical. Os sintomas observados assemelham-se aos obtidos por Silveira et al. (2002) e por Muniz & Silva (1995) em mudas de *Eucalyptus* sp. e *Aspidosperma polyneurom*, respectivamente. Com a deficiência de P, as folhas velhas apresentaram uma coloração verde escura, mostrando-se arroxeadas próximo às nervuras e com pontuações densas ao longo de toda folha. No estágio final, as pontuações tornaram-se necróticas. A sintomatologia da ausência de P foi semelhante à obtida por Rocha Filho et al. (1978) e Dell et al. (1995). Vale ressaltar, no entanto, que o sintoma de intensa clorose iniciando-se nas pontas das folhas em mudas onde o P não foi administrado, observado neste experimento (Figura 1-e), parece ainda não ter sido descrito na literatura.

A ausência do K ocasionou inicialmente, um avermelhamento nas bordas das folhas velhas, que posteriormente, expandiu-se em direção ao centro do limbo foliar, quando somente a região da nervura central mostrou-se esverdeada. Ainda, nesta fase ocorreu clorose nas pontas das folhas. Essa sintomatologia foi análoga a descrita por Dell et al. (1995). No presente estudo, ainda se observaram nervuras salientes, não evidenciadas em outros trabalhos de omissão de K (Figura 1-f).

Alguns autores como Carvalho et al. (1980), Tokeshi et al. (1976), dentre outros, descrevem a diagnose foliar da omissão de B com intensa clorose marginal seguida de secamento das margens em folhas mais jovens, o que não foi evidenciado pelo atual trabalho. A deficiência de B causou perda da dominância em razão da morte da gema apical e superbrotamento das gemas laterais, com folhas jovens e velhas apresentando-se com características morfológicas normais (Figura 1-g). Quanto a omissão de Zn, notou-se que os sintomas de deficiência nutricional se manifestam em folhas novas, que se tornam curtas, assimétricas e largas na parte média. Neste experimento, na região apical ocorreu um superbrotamento de gemas com posterior perda de dominância (Figura 1-h). Notou-

se, ainda, uma perda da ponteira e a consequente redução do crescimento em altura.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, a maioria dos sintomas de deficiência de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn observados foram semelhantes aos descritos na literatura e são facilmente caracterizáveis. No entanto, alguns dos sintomas aqui relatados parece ainda não terem sido descritos na literatura.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. M.; CORSA, G. M.; VEIGA, R. A. A.; COUTINHO, C. J.; BAENA, E. S. Aspectos sintomatológicos e anatômicos da deficiência de boro em plantações de *Eucalyptus*. In: SYMPOSIUM AND WORKSHOP ON GENETIC, IMPROVEMENT AND PRODUCTIVITY OF FAST GROWING TREE SPECIES, 1980, Águas de São Pedro. 8p.

DELL, B.; MALAJCZUK, N. Boron deficiency in *Eucalyptus* plantations in China. Canadian Journal of Research, Ottawa, v. 24, n. 12, p. 2409-2416, 1994.

DELL, B.; MALAJCZUK, N.; GROVE, T.S. Nutrients disorders in plantation eucalypts. Canberra: Australian Center for International Agriculture Research, 1995. 104p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G. Exigências nutricionais de mudas de Peroba Rosa (*Aspidosperma polyneurom*) em solução nutritiva. Revista Árvore, v.19, p.263-271, 1995.

PINTO JÚNIOR, J. E.; AHRENS, S. Aspectos socioeconômicos, ambientais e legais da eucaliptocultura. Embrapa Florestas, 2 ed., 2010. Disponível em: <
http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHT ML/Eucalipto/CultivadoEucalipto_2ed/Aspectos_Eucalipto_cultura.htm>. Acesso em: 08 de abril 2012.

RAMOS, M. J. M. Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar imperial. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n1/v31n1a35.pdf>>. Acesso em: 08 de março 2013.

ROCHA FILHO, J. V.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. Anais da ESALQ, Piracicaba, v. 35, n. 1, p. 19-34, 1978.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N.; CAMARGO, M. A. F. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 56, p. 69-82, 1999.

SILVEIRA, R.L.V.A. et al. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: GONÇALVES, J.L.M; BENEDETTI, V. (Eds.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. 427 p.: il.

SILVEIRA, R.L.V. de A.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; SGARBI, F.; BRANCO, E. F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. *Cerne*, Lavras, v. 8, n. 2, p. 107-116, 2002.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M.R.A. Seja o doutor do seu eucalipto. *Potafos - Informações agronômicas*, Piracicaba, n.93, p.1-31, 2001. (Arquivo do Agrônomo - N° 12).

SIMÕES, J. W.; COUTO, H. T. Z. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do Pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. cultivado em vaso. IPEF, Piracicaba, v. 7, p. 3-40, 1973.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TOKESHI, H.; GUIMARÃES, R. F.; TOMAZELLO FILHO, M. Deficiência de boro em *Eucalyptus* em São Paulo. *Summa Phytopathologica*, Piracicaba, v. 2, n. 2, p. 122-126, 1976.

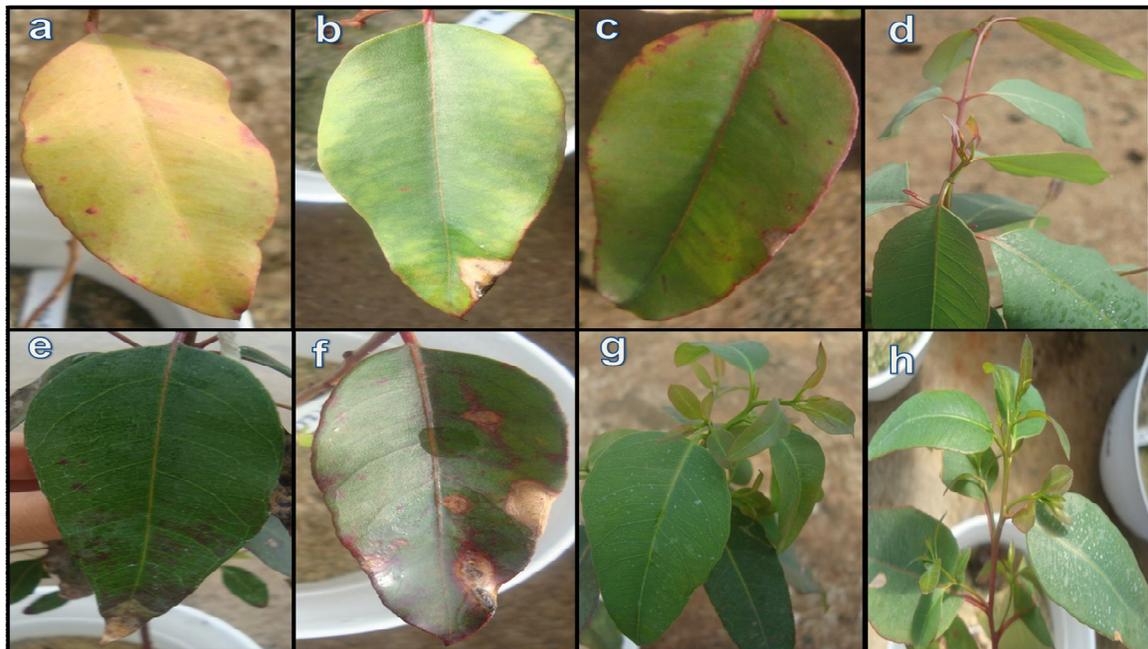


Figura 1 – Sintomatologia decorrente da deficiência de N (a), Mg (b), S (c), Ca (d), P (e), K (f), B (g) e Zn (h) em clones híbridos de *Eucalyptus*, cultivados em areia grossa em casa de vegetação.