

Crescimento e alocação de N, P e S em função da omissão e ressuprimento de N em Eucalipto⁽¹⁾

Robson Soares de Castro⁽²⁾; Lílian Angélica Moreira⁽²⁾; Loane Vaz Fernandes⁽³⁾; Giulia Nayara Duarte⁽⁴⁾; Daniel Xavier Enes⁽⁴⁾; Júlio César Lima Neves⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e Fapemig

⁽²⁾ Estudante de graduação, bolsista CNPq; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; robson.castro@ufv.br;

⁽³⁾ Estudante de doutorado, bolsista CNPq; UFV; Viçosa, MG; ⁽⁴⁾ Estudante de graduação; bolsista CNPq; UFV; Viçosa, MG ⁽⁵⁾ Professor Associado; UFV; Viçosa, MG.

RESUMO: Entender o comportamento de plantas sob estresses constituem poderosa ferramenta para nutrição mineral e melhoramento na busca de variedades mais eficientes. O N apresenta alta demanda e é constituinte da clorofila e proteínas, o que explica o forte relacionamento com P e S. A alocação dos nutrientes em plantios de eucalipto, espécie florestal mais plantada no País, varia com a idade, material genético, manejo e sítio florestal. Assim, para maior sustentabilidade, maior alocação dos nutrientes nas folhas é mais indicado, visto que constituem o centro da maioria das reações e continuam na área após corte. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da omissão e ressuprimento de N na alocação de N, P e S em folhas, caule e raízes de eucalipto. Foram utilizados quatro clones de eucalipto cultivados por 60 d em solução nutritiva completa e em seguida submetidos a omissão e ressuprimento de N por 21 e 14 d respectivamente. Ao final, foram coletados os órgãos folhas, caules e raízes, que tiveram sua massa e conteúdo de N, P e S determinados. Foi calculada a alocação dos nutrientes nestes órgãos bem como as alterações em virtude do estresse nutricional. A omissão e ressuprimento de N levou a menor alocação de N, P e S nas raízes e aumentou nas folhas para todos os clones, exceto o I-042, indicando baixa eficiência de utilização dos nutrientes. A maior alocação nas folhas foi observada para o clone I-144, evidenciando a grande plasticidade fenotípica deste clone.

Termos de indexação: nutrição mineral, eficiência nutricional; retranslocação de nutrientes.

INTRODUÇÃO

Estratégias que busquem entender o comportamento de materiais genéticos frente a estresses nutricionais constituem poderosa ferramenta a ser utilizada pela nutrição mineral e melhoramento genético de plantas. Segundo Yan (2006), grande maioria das cultivares hoje utilizadas foram escolhidas em condições onde os recursos água e nutrientes não eram limitantes. Assim, estes materiais podem apresentar baixa eficiência de

utilização dos nutrientes. O eucalipto, principal espécie florestal cultivada no País (ABRAF, 2012), tem seu lenho utilizado por indústrias de celulose, carvão ou pranchas de madeira. Com isso, a qualidade biológica do produto, no que tange a composição nutricional, não é de interesse e, quanto maior a eficiência de utilização dos nutrientes e a menor exportação destes, maior será o uso racional dos recursos minerais não renováveis.

Dentre os nutrientes minerais o N é mais demandado pelas plantas e está envolvido em diversas funções. É o principal nutriente mineral constituinte da clorofila e das proteínas, incluindo transportadoras e enzimas. No eucalipto, observa-se resposta a adubação nitrogenada, especialmente nos primeiros anos do ciclo (Barros e Novais, 1990) e a demanda de N pode chegar a 600 kg ha⁻¹, num plantio com 6,5 anos, conforme observado por Santana et al. (2008). Esta alta demanda aliada ao relacionamento a diversas funções, levam ao estreito relacionamento entre N e outros nutrientes, especialmente P e S, também constituinte das proteínas.

Santana et al. (2008) encontraram que a absorção e alocação dos nutrientes em plantios florestais varia com a idade do povoamento, material genético, manejo e sítio florestal. Neves (2000) apresenta a alocação dos nutrientes em diversas partes da árvore, ressaltando o tronco como órgão com maior alocação, em virtude do maior crescimento deste. Assim, quando se pensa em maiores sustentabilidades, na área florestal cultivares que apresentam maior alocação dos nutrientes minerais nas folhas são mais indicados, visto que as folhas constituem o órgão onde ocorre a conversão da energia luminosa em química, além de ser o centro da maioria das reações. E as folhas continuam na área após corte do plantio, portanto estes nutrientes ali alocados não serão exportados e poderão voltar no novo ciclo, por meio da ciclagem geoquímica.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da omissão e ressuprimento de N na alocação de N, P e S em folhas, caule e raízes de eucalipto cultivados em solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no município de Viçosa-MG, campus da UFV, nos meses de outubro a janeiro de 2011/2012. Foram utilizadas mudas clonais de eucalipto, advindas de quatro materiais genéticos (I-042, I-144, VM-01 e 386), e com 45 dias de idade, que tiveram seu substrato inicial retirado e foram acomodadas em vasos de polietileno com 12 litros de solução nutritiva Clark, adaptada por Locatelli et al. (1984), onde as plantas cresceram por 60 d, com arejamento constante. A escolha destes materiais, todos de larga utilização em plantios comerciais, se deu com base nos resultados obtidos por Pinto et al. (2011), que os agrupou quanto à eficiência de absorção e utilização de N. O clone VM-01 é híbrido de *E. urophylla* vs *E. camaldulensis*, e os demais advêm de híbridos de *E. urophylla* vs *E. grandis*.

A solução foi monitorada diariamente para ajuste do pH, que foi ajustado pela adição de NaOH ou HCl, quando necessário, de modo a se manter entre 5,5 e 6,0. As trocas da solução nutritiva foram feitas semanalmente.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos, num fatorial de 4x2, constituído de quatro materiais genéticos e dois níveis de N que foram aplicados por meio da omissão e ressuprimento de N (tratamento -N) ou completo (C) se deu por meio de alterações na composição da solução nutritiva. A aplicação dos tratamentos teve duração de cinco semanas, sendo três semanas de omissão e duas de ressuprimento. Foram adotadas três repetições por tratamento, totalizando 24 unidades experimentais, constituídas por um vaso com três plantas. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados.

A coleta de material vegetal para a determinação de N, P e S foi realizada ao final do experimento, onde as plantas foram separadas em folhas, caule e raízes. Este material foi levado à estufa de circulação forçada até que se atingisse massa constante. O material foi pesado, moído e analisado quimicamente quanto aos teores totais. A determinação de N total foi feita segundo Malavolta et al. (1997), utilizando o método de Kjeldhal. Para P e S foi feita digestão nitro-perclórica, e o P analisado por colorimetria (Braga e Defelipo, 1974) e S por turbidimetria (Alvarez V. et al., 2001).

O conteúdo de cada órgão foi contabilizado e calculado o percentual de alocação dos nutrientes nestes bem como a alteração nesta distribuição em função dos tratamentos.

Análise estatística

Foi feita análise de variância e comparação das médias por teste Tukey (a 5 %), utilizando o software SAEG. A análise de correlação de Pearson foi feita no software SigmaPlot.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estresse decorrente da omissão e ressuprimento de N alterou a distribuição dos nutrientes nos diferentes órgãos das plantas de eucalipto, como pode ser observado na **figura 1 e 2**, demonstrando o forte efeito do N sobre o metabolismo da planta e nos demais nutrientes.

A escolha de quatro clones com diferentes eficiências de utilização de N pré-identificadas por Pinto et al. (2011) visou elucidar os mecanismos que possam explicar tal resultado. No tratamento controle, ou seja não submetido ao estresse nutricional, o clone I-144 apresentou a menor alocação de N nas folhas, e os demais não diferiram entre si. Este também foi o clone que apresentou a maior alocação de N, P e S nas raízes, indicando possível capacidade de estocar estes nutrientes nos vacúolos ou espaços intercelulares das raízes.

Já no tratamento referente ao estresse nutricional, para o clone I-144 foram observadas as maiores alterações nas alocações dos nutrientes em favorecimento das folhas, sendo que este adveio principalmente das raízes. A alocação de N nas folhas deste clone se igualou a do clone VM-01, clone de baixa eficiência quanto ao uso de N (Pinto et al., 2011). Assim, este dado corrobora com informações acerca do comportamento deste clone no campo, caracterizada pela sua alta plasticidade fenotípica, alta eficiência nutricional e tolerância a estresses abióticos, como a deficiência hídrica. Ao contrário, o clone I-042 foi o que apresentou as menores alterações nas alocações dos nutrientes em função da omissão e ressuprimento de N, demonstrando pouco efeito do estresse no metabolismo e partição de nutrientes e assimilados na planta. Este clone, caracterizado como de baixa eficiência de absorção e utilização de N, P e S, diferiu dos demais especialmente por ser o único a aumentar a alocação dos nutrientes nas raízes quando do estresse nutricional. Este acúmulo pode advir do período de omissão ou ressuprimento, porém em ambos os casos representa uma característica não indicada quando se pensa na otimização do recurso mineral.

Assim, pode-se observar que na omissão de N o clone VM-01, classificado como de baixa EU para N, P, S, K, Ca e Mg, apresentou queda no percentual destes no caule, com exceção do Ca, dada a sua

não mobilidade no floema. Essa queda foi compensada pelo acréscimo percentual de N, P, S e K nas folhas e de Mg nas raízes. A maior alocação de nutrientes nas folhas faz-se de grande importância, visto ser o órgão de maior atividade metabólica e fotossintética das plantas.

Como pode ser observado na **figura 2**, a omissão de N alterou a alocação de N, P e S nos órgãos das plantas. Além disso, é possível observar alta correlação no comportamento de alteração, como pode ser visualizado na **tabela 1**.

Tabela 1 - Correlação (coeficiente de correlação de Pearson) entre as alterações na alocação de N, P e S na planta, em função da omissão e ressurgimento de N.

	Folha	Caule	Raiz
N e P	0,75**	0,85**	0,70**
N e S	0,78**	0,76**	0,60**
P e S	0,96**	0,33 ^{ns}	0,99**

^{ns} não significativo; * significativo ao nível de 0,1 % de probabilidade

Este estreito relacionamento observado para N, P e S ressaltam a importância do equilíbrio nutricional na busca de altas produtividades, vista o forte efeito da omissão de N no uso dos nutrientes avaliados. Apenas para P e S, no caule a correlação não foi significativa.

Desta maneira, N P e S são necessários para que ocorra a síntese proteica, incluindo a de enzimas, que atuam em todas as reações da planta, influenciando no seu metabolismo e crescimento (Marschner, 2012).

Respostas diferenciais a estresse abiótico, como relatado neste trabalho, constituem ferramenta de grande importância para o melhoramento genético e escolha de cultivares mais eficientes quanto ao uso de N.

CONCLUSÕES

A omissão de N alterou a alocação de N, P e S entre as folhas, caule e raízes, com comportamento diferencial entre os clones.

Há estreito relacionamento entre N, P e S, observado pela alta correlação (exceto P e S, caule), entre as alocações destes.

Os clones, com exceção do I-042, aumentaram a alocação de N, P e S nas folhas nos tratamentos de estresse nutricional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a Fapemig pelo auxílio financeiro na execução e publicação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico da ABRAF: ano base 2011. Brasília, 2012, 150p.

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO, F.S.; SOUZA, R.B. & FONSECA, C.A. Métodos de análises de enxofre em solos e plantas. Viçosa, MG, Editora UFV, 2001. 131p.

BARROS, N. F. & NOVAIS, R. F. Relação solo-eucalipto. Viçosa, MG, Folha de Viçosa, 1990, 430p.

BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e planta. Revista Ceres, 21:73-85, 1974.

LOCATELLI, M.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. & NOVAIS, R.F. Efeito de formas de nitrogênio sobre o crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto. R. Árvore, 8:53-69, 1984.

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

MARSCHNER, P. Mineral nutrition of higher plants. 3 Ed. London, Academic Press, 2012. 651p.

NEVES, J.C.L. Produção e partição de biomassa, aspectos nutricionais e híbridos em plantios clonais de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo. Campo dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2000. 191p. (Tese de Doutorado)

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

SANTANA, R. C. ; BARROS, N. F. ; NOVAIS, R. F. ; LEITE, H. G. & COMERFORD, N. B. . Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:2723-2733, 2008.

YAN, X.; WU, P.; LING, H.; XU, G.; XU, F. & HANG, Q. Plant nutriomics in China: an overview. Annual Botanic, 98:473–482, 2006.

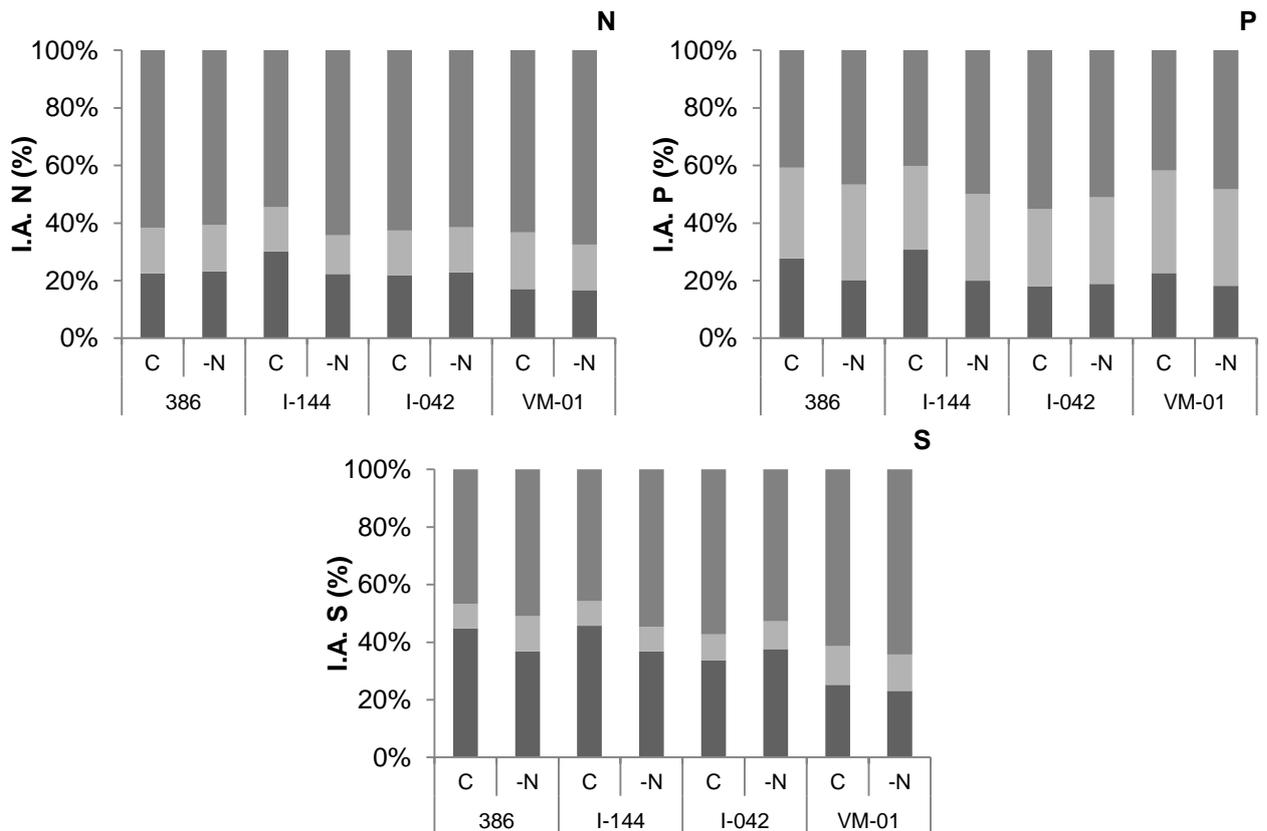


Figura 1: Índice de alocação (I.A. - %) dos nutrientes N, P e S em função da omissão e ressuprimento de N (-N) e tratamento completo (C), em quatro clones de eucalipto (386, I-042, I-144 e VM-01) cultivados em solução nutritiva.

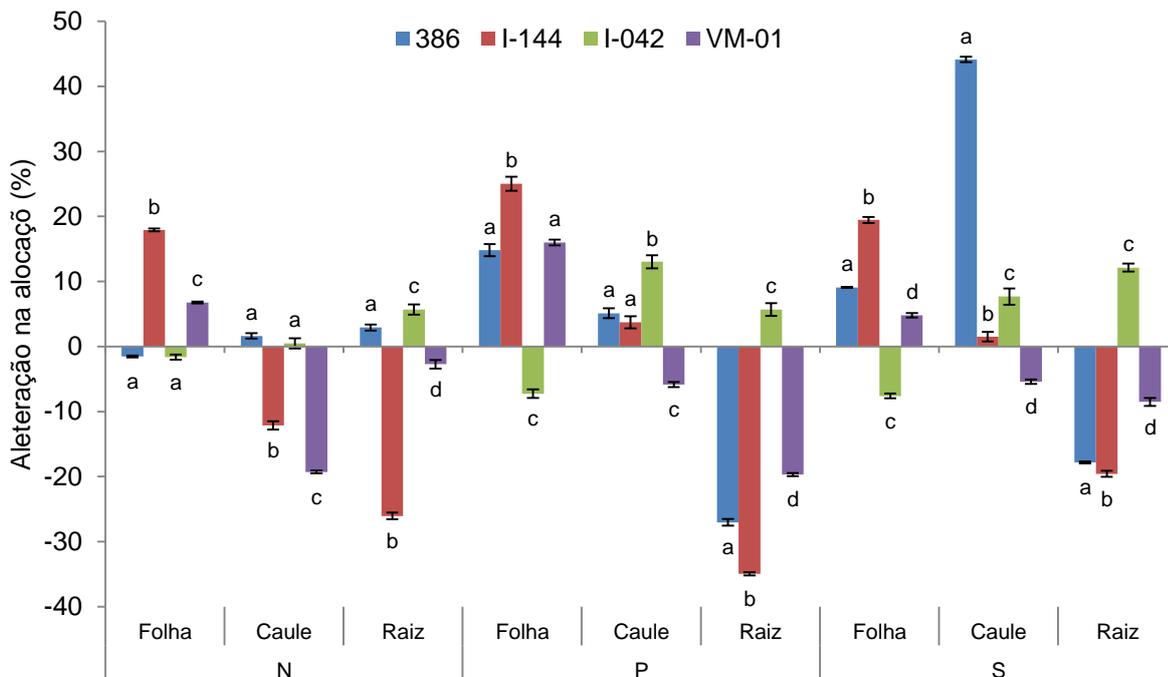


Figura 2 - Alteração na alocação dos nutrientes N, P e S em função da omissão e ressuprimento de N, em quatro clones (386, I-042, I-144 e VM-01) cultivados em solução nutritiva. Barras na vertical indicam o erro padrão da média. Letras distintas indicam diferenças entre os clones, para cada nutriente e órgão, pelo teste Tukey a 5 %.