

Disponibilidade de nutrientes em solos com resíduos da colheita de eucalipto I - Macronutrientes⁽¹⁾

Mailson Félix de Oliveira Silva⁽²⁾; Henrique José Guimarães Moreira Maluf⁽³⁾; Lucas de Oliveira Guimarães Silva⁽⁴⁾; Emanuelle Mercês Barros Soares⁽⁵⁾; Ivo Ribeiro da Silva⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa NUTREE, CNPq e CAPES.

⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; oliveiramaysom@hotmail.com; ⁽³⁾ Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Solos; Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO: Com a expansão da área ocupada pelo eucalipto a demanda por fertilizantes cresceu, assim estudos a fim de reduzir a dependência por este insumo devem ser desenvolvidas. Objetivou-se avaliar no solo, o pH e os teores disponíveis de P, K, Ca e Mg, em dois locais, providos da decomposição de resíduos de eucalipto, em diferentes composições e adubação nitrogenada. Os tratamentos foram compostos por um fatorial 3x2, sendo: três composições de resíduos da colheita de eucalipto, resíduo com e sem casca, e o controle, sem resíduo; dois níveis de adubação nitrogenada, sem e com 200 kg ha⁻¹ de N, em parcelas subdivididas nos tempos de 0 e 12 meses, em blocos casualizados, com quatro repetições. A disponibilidade dos nutrientes apresentaram variações entre os locais avaliados, influenciados pela diferença de textura dos solos. A decomposição dos resíduos da colheita de eucalipto aumenta a disponibilidade dos macronutrientes avaliados, para a próxima rotação.

Termos de indexação: Ciclagem de nutrientes, decomposição e adubação nitrogenada.

INTRODUÇÃO

No Brasil a área ocupada por plantios florestais de eucalipto, em 2011, foi de 4,9 milhões de hectares. O estado de Minas Gerais possui a maior área ocupada por esta cultura, 1,4 milhão de hectares (ABRAF, 2012).

Em razão da extensa área explorada e da intensificação do manejo florestal, a demanda por nutrientes cresceu, resultando em aumento no uso de fertilizantes. De acordo com Fixen & Johnston (2012), os preços dos fertilizantes tendem a continuar subindo e as reservas mundiais de nutrientes, embora ainda suficientes para um futuro previsível, são finitas.

Quantidades significativas de nutrientes podem retornar ao solo por meio da decomposição dos resíduos orgânicos. Assim, a ciclagem biológica pode acarretar em maior economia e eficiência na adubação, pois parte dos nutrientes requeridos

pelos plantas podem ser supridos pelos nutrientes liberados por tal processo (Teixeira, 2010).

A decomposição do material é influenciada pela composição e pelo manejo dos resíduos da colheita do eucalipto, Ferreira (2012) observou que a manutenção da casca na área influencia positivamente o estoque inicial remanescente de todos os nutrientes, em especial, para o Ca.

O nitrogênio é reconhecido como fator limitante para o crescimento e atividade microbiana durante a decomposição de resíduos no solo (Giacomini, 2005). Porém mesmo que o nitrogênio total seja encontrado em quantidades significativas no solo, suas formas prontamente disponíveis para os microrganismos são raramente suficientes. Assim, o nitrogênio inorgânico pode ser assimilado pela maioria das espécies de microrganismos (Moreira & Siqueira, 2006), podendo refletir no aumento da taxa de decomposição e consequente liberação de nutrientes.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar no solo o pH e os teores disponíveis de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, provindos da decomposição de resíduos da colheita de eucalipto em diferentes composições, adubação nitrogenada e em dois solos distintos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas regiões, em áreas cultivadas com *Eucalyptus* sp., Eunápolis-BA (EUN) e Vazante-MG (VAZ), em solos de textura arenosa e muito argilosa, com teor de argila de 10,8 e 64,8 dag kg⁻¹, respectivamente. A temperatura e a pluviometria, médias anuais, para as regiões de EUN e VAZ foram 24 e 20,8 °C, e 1192,4 e 1103,6 mm, respectivamente.

A instalação do experimento, nos dois locais, foi realizada logo após a colheita florestal e a condução do trabalho concomitante ao crescimento do novo plantio.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram definidos por um fatorial 3 x 2, constituído por: três composições de resíduo da

colheita de eucalipto, resíduo com casca e sem casca, distribuídos em superfície, e sem resíduo (controle); dois níveis de adubação nitrogenada, sem e com 200 kg ha⁻¹ de N. As parcelas foram subdivididas nos tempos de 0 e 12 meses, que representou as épocas de amostragem, delineados em blocos casualizados, com quatro repetições.

Na implantação dos tratamentos foram utilizados tubos de PVC de 15 x 15 cm, no que constituiu a unidade experimental, estes foram introduzidos no solo até a profundidade de 10 cm e cobertos por uma malha com abertura de 1,5 cm, para prevenir a entrada de material externo.

Nos tubos, os resíduos foram aplicados em doses equivalentes a 31,7 e 21,7 t ha⁻¹, para os tratamentos com e sem casca, respectivamente. O resíduo foi constituído por folha, galho, lenho e raiz.

A caracterização dos macronutrientes do resíduo com e sem casca foram 0,40 e 0,27 g kg⁻¹ para P, 2,65 e 2,03 g kg⁻¹ para K, 9,25 e 2,18 g kg⁻¹ para Ca, e 1,47 e 0,54 g kg⁻¹ para Mg, respectivamente.

Os macronutrientes, após 12 meses, nos resíduos com casca, com e sem adição de N, e sem casca, com e sem adição de N, foram: 0,18; 0,16; e 0,15; 0,15 g kg⁻¹ para P, 0,61; 0,34; e 0,47; 0,16 g kg⁻¹ para K, 9,71; 10,63; e 5,41; 3,70 g kg⁻¹ para Ca, e 0,65; 0,72; e 0,47; 0,42 g kg⁻¹ para Mg, respectivamente, em EUN.

Para VAZ, os nutrientes remanescentes nos resíduos com casca, com e sem adição de N, e sem casca, com e sem adição de N, foram: 0,13; 0,18; e 0,11; 0,18 g kg⁻¹ para P, 0,29; 1,00; e 0,28; 0,22 g kg⁻¹ para K, 4,53; 5,18 e 0,74; 1,53 g kg⁻¹ para Ca, e 0,31; 0,54; e 0,17; 0,30 g kg⁻¹ para Mg, respectivamente.

Análises químicas

As amostras do solo, coletadas na camada de 0 a 1 cm, em cada tempo de avaliação, foram secadas em estufa com circulação forçada de ar, a 40 °C e passadas em peneiras com malha de 2 mm, para posterior análises, de pH em água, 1:2,5 (v/v); de P (Braga & Defelipo, 1974); de K e das formas trocáveis de Ca e Mg, como descrito em Embrapa (1997).

Os resultados foram expressos em teores disponíveis derivados dos resíduos, representados pelo teor dos tratamentos – teor do controle (sem resíduo).

Análise estatística

Os valores de pH e os teores dos macronutrientes derivados dos resíduos foram submetidos à análise da variância e suas médias comparadas pelo teste Tukey, a 5%, por meio do programa computacional Sisvar 5.3 (Ferreira, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de pH e dos teores disponíveis dos nutrientes derivados dos resíduos de eucalipto no solo, são apresentados na **Figura 1**.

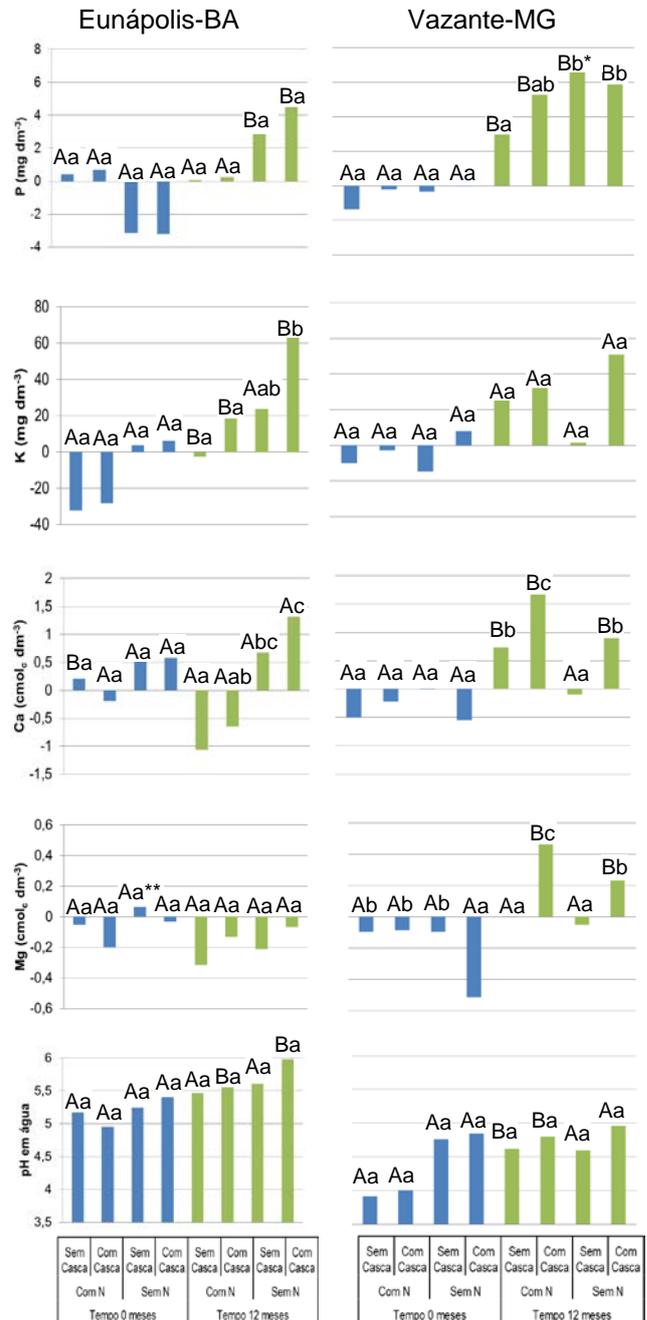


Figura 1 – pH em água e teores disponíveis de P, K, Ca e Mg derivados dos resíduos da colheita de eucalipto, nos solos de Eunápolis-BA e Vazante-MG.

*Letras maiúsculas representam a comparação de cada tratamento no tempo e letras minúsculas representam a comparação entre tratamentos dentro de cada tempo.

**Barras seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Foram observadas variações no teor disponível dos nutrientes entre os locais avaliados, após 12 meses da instalação do experimento. Variações que podem ter sido influenciadas pelo material genético do eucalipto. De acordo com Novais (1990) até mesmo clones de mesma espécie de eucalipto possuem diferentes capacidades de absorção ou diferentes taxas de utilização de nutrientes.

A taxa de liberação dos nutrientes do resíduo também pode ser variável, de acordo com as condições ambientais encontradas no local, uma vez que interfere na atividade microbiana e exerce um papel regulador de tal processo, dentre os quais destacam-se a temperatura, a umidade, o pH, os teores de O_2 e de nutrientes do solo (Moreira & Siqueira, 2006).

Porém, segundo Ferreira (2012), estudando a taxa de liberação de nutrientes, dos resíduos deste experimento, verificou um comportamento semelhante no tempo de meia vida de P, K e Mg, entre os referidos locais.

A distinção entre os teores dos nutrientes pode ser atribuída, em parte, as diferentes texturas entre os solos, arenoso, em EUN e muito argiloso, em VAZ. Em solos de textura arenosa os nutrientes tem maior suscetibilidade a perdas por lixiviação, e o dreno-planta é mais expressivo que em solos com maior teor de argila, em que predomina o dreno-solo.

Os resultados apresentam um significativo acréscimo de nutrientes disponíveis no solo, via resíduos, no final de 12 meses. Para EUN, P, K e Ca, e para VAZ, P, Ca e Mg.

O pH do solo, como importante regulador da disponibilidade de nutrientes, apresentou em EUN aumento no tempo, contudo, este não deve ter contribuído efetivamente no aumento da disponibilidade dos nutrientes avaliados, se considerar uma faixa de pH ideal entre 5,5 a 6,5. Pois os solos dos tratamentos já se encontravam próximo ou dentro desta faixa.

Em EUN a inclusão da casca no resíduo, independente da aplicação de N favoreceu o aumento de pH, e em VAZ a aplicação de N, tanto no resíduo com casca, quanto no sem casca contribuiu para o aumento do pH. Em VAZ, tal acréscimo pode ter favorecido o aumento da disponibilidade de nutrientes, principalmente para estes tratamentos, aproximando estes valores da faixa ideal de pH.

Para Mg^{+2} , no solo de EUN não foi verificado diferença entre os tratamentos, já em VAZ, solo mais tamponado, o resíduo com casca, independente do tratamento com N apresentou aumento significativo no teor desse nutriente. Indicando um importante retorno de Mg ao solo

quando o componente casca é mantido entre os resíduos da colheita de eucalipto.

Os teores de Ca^{+2} aumentaram com o tempo em VAZ, exceto para o tratamento resíduo sem casca e sem aplicação de N, porém em EUN, esse fato não foi observado e ainda apresenta redução no tempo, para o tratamento resíduo sem casca com aplicação de N. Acúmulo de Ca nos resíduos de EUN também foi observado ao final do tempo de avaliação.

O Ca é um importante componente da parede celular dos vegetais e apenas uma pequena porção deste elemento é encontrado livre (Marschner, 2003).

Deste modo Gama-Rodrigues & Barros (2002) relataram liberação de Ca de apenas 26%, enquanto Guo & Sims (2002), um acúmulo deste nutriente, ambos no final de 12 meses.

Tal acúmulo poderia ser interpretado por imobilização pela biomassa microbiana, pois como foi verificado neste trabalho, ocorreu redução do teor de Ca no solo.

Quanto ao K^+ , verificou-se em EUN aumento nos teores em relação ao tempo, exceto no tratamento do resíduo sem casca e sem aplicação de N. Porém este efeito não foi encontrado em VAZ. Tal resultado poderia ser esclarecido pela variação genotípica do eucalipto em cultivo, concomitantemente a condução do experimento. Uma vez que o clone cultivado em VAZ, possivelmente, tem um maior influxo de K.

De acordo com Lima et al. (2005) ao estudarem as constantes da cinética de absorção de K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} de quatro materiais genéticos de eucalipto observaram diferentes resultados de $V_{máx}$ para K^+ . Os autores ainda ressaltam diferenças na cinética de absorção para Ca^{+2} e Mg^{+2} .

Nos dois locais verificou-se aumento da disponibilidade de P, e de uma forma mais expressiva quando não houve aplicação de N.

O N é o nutriente mais limitante para os microrganismos, uma vez aplicado, esse pode ocasionar intensificação da atividade microbiana nos resíduos e no solo, acelerando, no curto prazo, a decomposição e liberação dos nutrientes (Guedes et al., 2006). Porém tal efeito pode alterar a disponibilidade de outros nutrientes ao longo do tempo, acelerando a liberação dos nutrientes. No caso do aumento da disponibilidade de P, sem a aplicação de N, o efeito é inverso, assim retardando a liberação, tendo um aumento gradativo da disponibilidade no solo.

CONCLUSÕES

A decomposição e liberação dos nutrientes a partir de resíduos da colheita de eucalipto aumenta



a disponibilidade de P, K, Ca e Mg no solo, favorecendo a próxima rotação.

A disponibilidade dos nutrientes é influenciada pelo tamponamento do solo.

A manutenção da casca contribui para elevar o teor de Mg no solo, em Vazante.

A adubação nitrogenada interfere negativamente na disponibilidade de P derivado dos resíduos de eucalipto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa NUTREE do departamento de solos/UFV, ao CNPq e a CAPES pelo recurso financeiro e a concessão de bolsas para a realização do estudo, assim como as empresas florestais, parceiras do programa NUTREE, e a todo o corpo docente e discente que contribuíram para a consolidação do estudo, bem como a FAPEMIG pelo auxílio financeiro para a participação no evento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. Anuário Estatístico 2012. Disponível em:

<<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/AB>>
Acesso: jul. 2012.

BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. *Revista Ceres*, 21:73-85, 1974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos, 2ª edição, CNPS - Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERREIRA, D.F. SISVAR Versão 5.3. Sistema de análises estatísticas. Departamento de Ciências Exatas. UFLA, Lavras, MG, 2010.

FERREIRA, G.W.D. Resíduos da colheita de eucalipto: Ciclagem de nutrientes e uso do NIRS para predição da composição bioquímica. Universidade Federal de Viçosa, 2012. 65p. (Tese de Mestrado).

FIXEN, P.E.; JOHNSTON, A.M. World fertilizer nutrient reserves: a view to the future. *J. Sci. Food Agric*, 92:1001-1005, 2012.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. *Revista Árvore*, 26:193-207, 2002.

GIACOMINI, S.J. Avaliação e modelização da dinâmica de carbono e nitrogênio em solo com o uso de dejetos de

suínos. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 247 f. (Tese de Doutorado).

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A.; POGGIANI, F. et al. Propriedades Químicas do Solo e Nutrição do Eucalipto em Função da Aplicação de Lodo de Esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:267-280, 2006.

GUO, L.B.; SIMS, R.E.H. Eucalyptus litter decomposition and nutrient release under a short rotation forest regime and effluent irrigation treatments in New Zealand: II. Internal effects. *Soil Biology and Biochemistry*, 34:913-922, 2002.

LIMA, A.M.N.; NEVES, J.C.L.; SILVA, I.R. et al. Cinética de absorção e eficiência nutricional de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ em plantas jovens de Quatro Clones de Eucalipto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 29:903-909, 2005.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London, United Kingdom: Academic Press. 2003. 889p.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2ª Ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.). *Relação solo-eucalipto*. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; SILVA, C.A. et al. Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:497-506, 2010.