

# **Efeito dos macronutrientes em mudas de eucalipto após aplicação de lodo de esgoto doméstico**

**João Carlos Madalão AUTOR1<sup>(1)</sup>, Ivo Zution Gonçalves AUTOR2<sup>(2)</sup>, Hanne Nippes Bragança AUTOR3<sup>(3)</sup>, Giovanni de Oliveira Garcia AUTOR5<sup>(4)</sup> & Aline Azevedo Nazário AUTOR4<sup>(5)</sup>**

---

<sup>(1)</sup> Primeiro Autor é graduando do curso de agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, centro, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: joaocarlosagr@hotmail.com.

<sup>(2)</sup> Segundo Autor é graduando do curso de agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, centro, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: Ivo\_ufes@hotmail.com.

<sup>(3)</sup> Terceiro Autor é engenheira agrônoma, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, centro, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: hanne\_nb@hotmail.com.

<sup>(4)</sup> Quarto Autor é professor adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo, centro, Alto Universitário, departamento de engenharia rural, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: garciagd@yahoo.com.br.

<sup>(5)</sup> Quinto Autor é graduando do curso de agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, centro, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: Aline.a.n@hotmail.com.

**RESUMO** - O lodo de esgoto doméstico (LED) é oriundo do tratamento do esgoto doméstico, com a finalidade de recuperar a sua qualidade, de modo a permitir o seu retorno ao ambiente, sem causar poluição. O experimento foi implantado e conduzido nos meses de agosto a outubro de 2007 no campo experimental do Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC) em recipientes de 50 litros preenchidos com solo retirado de local em processo de degradação. Este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de diferentes períodos de incubação e de doses LED sobre a quantidade de macronutrientes nas mudas de eucalipto. As doses crescentes de LED promoveu de um modo geral o aumento de todos os macronutrientes na folha e de acordo com os períodos de incubação, somente o cálcio demonstraram resultados significativos.

### Introdução

O lodo de esgoto é oriundo do tratamento do esgoto doméstico, com a finalidade de recuperar a sua qualidade, de modo a permitir o seu retorno ao ambiente, sem causar poluição.

A atividade florestal, por suas peculiaridades, apresenta-se como uma alternativa promissora para reutilização de efluentes principalmente por não envolver produção de alimentos para consumo humano (Cromer, 1980). O lodo de esgoto, embora ainda não tenha sido amplamente testado no Brasil, já apresenta alguns resultados promissores, seja na fase de produção de mudas de espécies florestais (Moraes et al., 1997) ou de implantação de reflorestamento (Gonçalves et al., 2000; Poggiani et al., 2000).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de diferentes doses de lodo de esgoto doméstico em diferentes período de incubação sobre a quantidade de macronutrientes aproveitados por mudas de eucalipto.

**Palavras-Chave:** Lodo de esgoto domestico, macronutrientes, eucalipto.

### Material e métodos

O experimento foi implantado e conduzido nos meses de agosto a outubro de 2007 no campo experimental do Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC) em recipientes de 50 litros preenchidos com solo retirado de local em processo de degradação.

Para avaliar a aplicabilidade do uso de lodo de esgoto em plantações florestais foi cultivado após o período de incubação, nos recipientes preenchidos com solo submetido à aplicação de diferentes dosagens de lodo de esgoto, o *Eucalyptus grandis* como espécie indicadora. O

plantio foi feito com mudas formadas a partir de sementes. O estado nutricional das plantas de eucalipto nos diferentes tratamentos foi feito coletando-se folhas para a realização de análises do conteúdo de nutrientes.

A amostragem foliar foi constituída nas coletas do 3º e 4º pares de folhas a partir do ápice, situados na porção mediana das plantas. Para cada planta foram coletados, em média, cinco folhas e, após a coleta, as mesmas foram secas em estufa, por 72 horas, e, imediatamente moídas e encaminhadas ao LAFARSOL. As análises de folhas foram constituídas na quantificação das concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, seguindo-se as recomendações da Embrapa (1999).

O lodo de esgoto utilizado nos ensaios foi coletado na estação de tratamento de esgotos (ETE) do Município de Jerônimo Monteiro durante o mês de julho de 2007. Antes de ser utilizado no experimento, o lodo de esgoto passou por um processo de desinfecção por meio da aplicação e incorporação de cal virgem na proporção de 15% em peso seco de lodo.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial  $5 \times 5$  (cinco tratamentos e cinco períodos de incubação) com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos com a aplicação de cinco doses de esgoto doméstico correspondentes a 0, 25, 50, 75 e 100 toneladas por hectare, por sua vez os períodos de incubação foram de 0, 20, 40, 60 e 80 dias. Em cada dia da incubação foi retirada uma planta e enviada ao laboratório para análise.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Os modelos forma escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste “t” adotando-se de até 10%, no coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e no fenômeno em estudo.

### Resultados e discussão

Na figura 1 (de A até J), estão apresentados os teores de macronutrientes na folha em função às doses de lodo aplicadas e em função aos períodos de incubação.

De acordo com a figura 1A, o teor de nitrogênio na folha de eucalipto em função às doses de lodo de esgoto domestica aplicadas se comportou de forma quadrática, sendo que a dose com 50 ton.ha<sup>-1</sup> obteve o melhor resultado, satisfazendo os teores necessários para o desenvolvimento inicial da cultura, e a partir deste ponto com o aumento das doses do biossólido houve um decréscimo nos teores de nitrogênio na folha. Esse resultado mostra que o lodo de esgoto doméstico é rico em nitrogênio. Na figura 1B, os teores de nitrogênio não variaram com os períodos de incubação. Sendo, o valor de 2,11 dag.cm<sup>-3</sup> constante até os 80 dias após o plantio.

Na figura 1C, estão apresentados os valores de fósforo em relação às doses de lodo de esgoto aplicadas e na figura 1D em relação aos períodos de incubação.

Como no nitrogênio, o fósforo se comportou de maneira bem semelhante, sendo seus teores aumentando de maneira quadrática até aproximadamente 50 ton.ha<sup>-1</sup>, e somente com aplicação do biossólido foram atendidos os teores adequados do elemento segundo a análise química foliar, justificando altos teores de fósforo no lodo. Após as 50 ton.ha<sup>-1</sup> há um decréscimo em seus valores como apresentado na figura 1C. Na figura 1D, os valores de fósforo na folha permaneceram constantes ao longo dos períodos de incubação com 0,13 dag.cm<sup>-3</sup>.

O potássio também é um macronutriente importante na cultura do eucalipto e seus teores apresentados na figura 1E em função às doses do lodo aplicado e na figura 1F em função aos períodos de incubação planejados. Os teores de potássio na folha houve um aumento deste elemento até 75 ton.ha<sup>-1</sup>, e a partir dessa dose houve uma resposta da cultura onde a mesma não conseguiu mais armazenar o potássio na folha, sendo observado uma diminuição de seus valores, mas mesmo assim os teores de potássio na folha foram satisfatórios para o crescimento da cultura, mostrando que o lodo também é uma ótima fonte de potássio. Em relação aos períodos de incubação, permaneceu o valor de 1,40 dag.cm<sup>-3</sup> constante ao longo dos dias como mostra a figura 3F.

O cálcio esta representado na figura 1G em função das doses do lodo aplicado e em função aos períodos de incubação planejados na figura 1H. Como pode ser observado, na figura 1G o cálcio aumentou significativamente até 75 ton.ha<sup>-1</sup>, em contrapartida ocorreu um pequeno decréscimo deste elemento no tecido vegetal até as 100 ton.ha<sup>-1</sup>. Uma explicação para este fato é o processo de caleação que o lodo foi submetido, portanto, os teores de cálcio aumentarão significativamente. Em relação ao cálcio na figura 1H, manifestou-se uma significativa queda do cálcio até sua retomada de absorção e armazenamento na folha entre os 40 e 60 dias após o plantio, sendo esse aumento observado até os 80 dias.

Na figura 1I o magnésio esta representado em função das doses do lodo aplicado e em função aos períodos de incubação planejados na figura 1J. Observa-se um decréscimo linear dos teores de magnésio na folha. O fato que explica esse fenômeno é o excesso de Ca em relação ao Mg na solução do solo, pois este desbalanço nutricional no solo prejudica a absorção de magnésio, assim como o excesso de magnésio também prejudica a absorção de cálcio, o mesmo ocorrendo com relação ao potássio (MALAVOLTA et al., 1997; MOORE et al., 1961). Já em função aos períodos de incubação, permaneceu o valor de 0,12 dag.cm<sup>-3</sup> constante ao longo dos dias como mostra a figura 1J.

Estudos demonstram que não só a quantidade de macronutrientes é importante para se determinar as quantidades ideais e economicamente viáveis dos nutrientes em essências florestais, mas os micronutrientes também são de grande importância, deste modo os teores dos mesmos estão sendo discriminados a seguir, sendo seus teores em função as doses de lodo aplicadas e em função aos períodos de incubação envolvidos.

### Conclusão

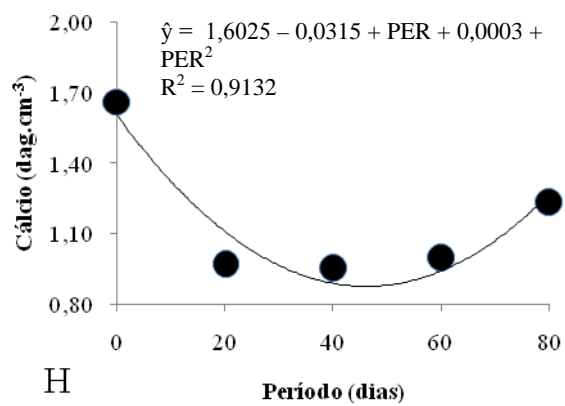
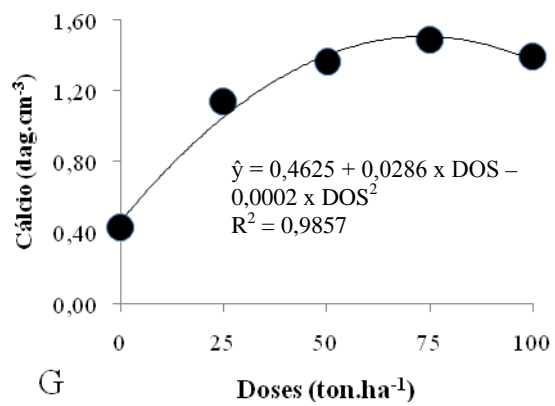
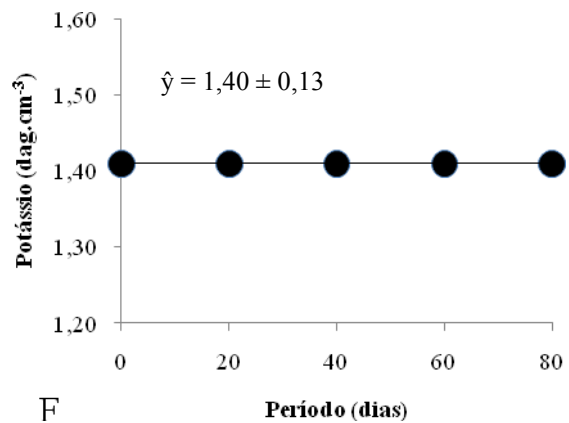
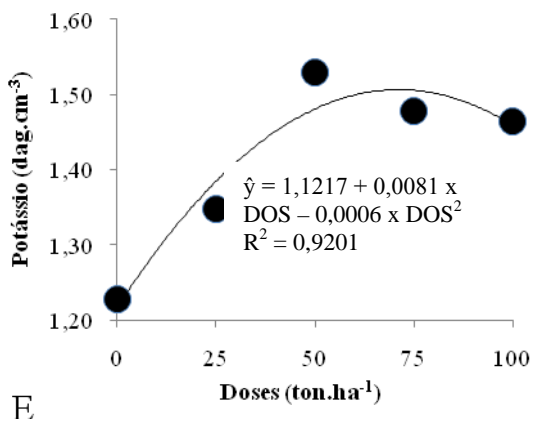
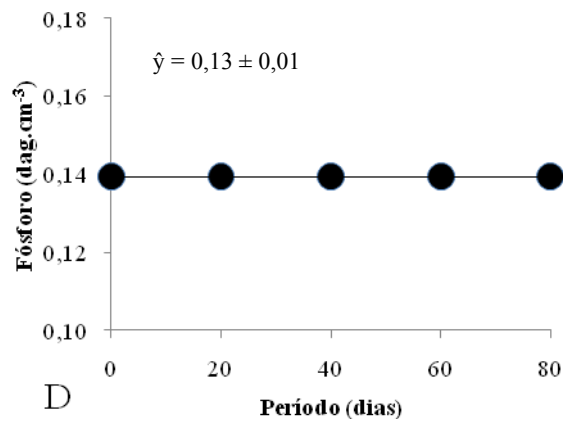
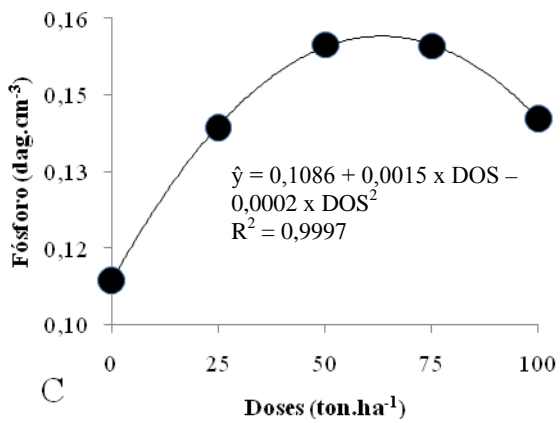
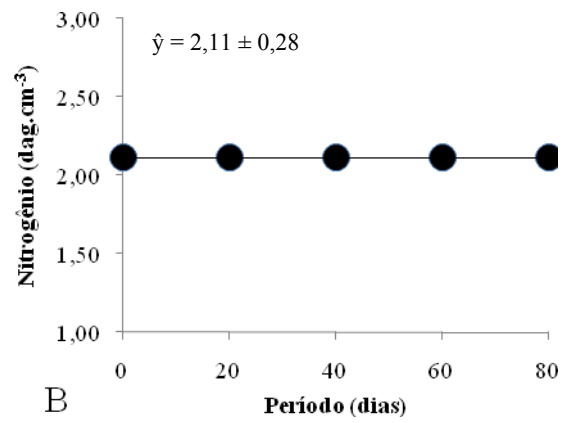
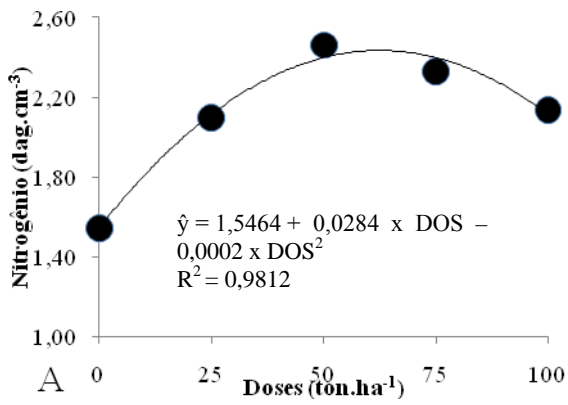
As aplicações de doses crescentes de lodo de esgoto caledo promoveram o aumento do nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio em contrapartida ocorreu à diminuição dos valores de magnésio na folha. Dentre os efeitos estudados, apesar de significativo, o período de incubação pouco afetou o comportamento das variáveis estudadas, ficando as mesmas apresentando valores próximos a média dentro de cada dose de lodo de esgoto estudada.

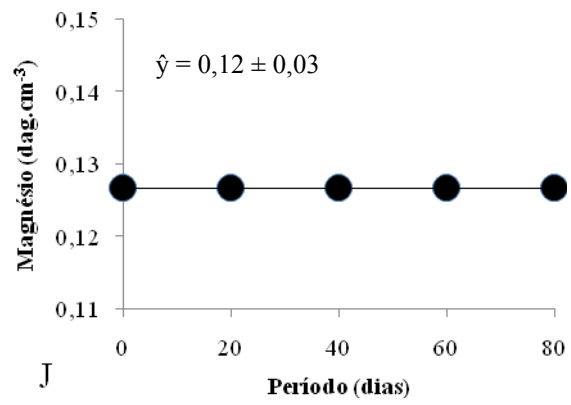
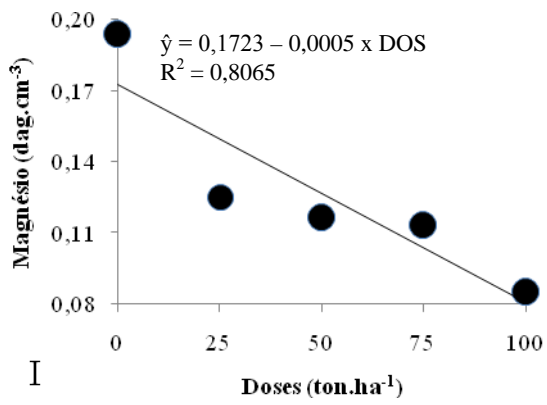
### Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Apoio a Ciência e Tecnologia do Espírito Santo pelo apoio financeiro e bolsas de iniciação científica.

### Referências

- CASSINI, S.T.; Vazoller, R.F.; Pinto, M.T. Introdução. In: **Cassini S. T. (coord). Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás. Rio de Janeiro: Prosab, RIMA ABES, 2003. p.1-9.**
- CROMER, R. N. Irrigation of radiata pine with wastewater: A review of the potential for tree growth and water renovation. **Australian Forest**, v.43, p.87-100, 1980.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MOORE, D. P.; OVERSTREET, R.; JACOBSON, L. Uptake of magnesium and its interactions with calcium in excised barley roots. **Plant Physiology**, Washington, v. 36, p. 290-295, 1961.
- MORAIS, S. M. J. et al. Uso do lodo de esgoto da Corsan – Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos. **Sanare**, v. 6, p. 44-49, 1997.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000b. p. 80-102.
- COLE, D. W.; HENRY C. L.; NUTTER W. (Eds.) **The forest alternative for treatment and utilization of municipal and industrial wastewater and sludge.** Seattle: University of Washington Press, 1986.





**Figura 1** – Teores de macronutrientes na folha em função às doses de lodo aplicadas e em função aos períodos de incubação.