

RETENÇÃO DE NUTRIENTES EM SUBSTRATOS COM POLÍMERO HIDRORETENTOR NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORETAIS

Jacyelli Sgranci Angelos¹, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira²³, Sannawá da Graça Ferreira¹, Maria Eduarda Marques da Conceição², Bruna Chaves Amaral², Mateus Zava Zucolotto², Marcos Vinicius Winckler Caldeira¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Avenida Governador Lindenberg, 316, Centro – 29.550-000 – Jerônimo Monteiro -ES, Brasil, jacysgranci@gmail.com, snnwfrrr@gmail.com, mvwcaldeira@gmail.com.

²Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, S/N, Guararema, 29500-000 - Alegre- ES, Brasil, mariamarques.bio@gmail.com, eng.brunachaves@gmail.com, mzucolotto96@gmail.com

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre, Km 72 - Rive, 29520-000 - Alegre- ES, Brasil, carlos.oliveira@ifes.edu.br.

Resumo

A produção de mudas florestais requer adequado fornecimento de água e nutrientes, sobretudo na fase inicial de crescimento. Nesse contexto, o uso de polímero hidroretentor, conhecido também por gel ou hidrogel, tem se mostrado uma alternativa na silvicultura, para aumentar a disponibilidade hídrica e nutricional às plantas. O presente estudo avaliou o efeito da adição de hidrogel sobre a retenção inicial de nutrientes em substratos compostos por terra de subsolo, areia e esterco bovino curtido. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com três repetições. Após a confirmação da normalidade e homogeneidade dos dados, realizou-se análise de variância (ANOVA), a 5% de significância. Após as mudas atingirem a altura comercial, seus substratos foram analisados em laboratório para quantificação de nutrientes, pH, matéria orgânica, alumínio, acidez potencial, carbono orgânico, soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica. Os resultados indicaram que a adição de polímero hidroretentor não promoveu alterações significativas nos atributos químicos do substrato que justifique sua utilização com substrato na produção das mudas de *Samanea tubulosa*.

Palavras-chaves: Condicionador de solo. Hidrogel. Nutrição Florestal. Silvicultura. Sustentabilidade.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias - Engenharia Florestal

Introdução

O substrato exerce papel fundamental ao oferecer sustentação física e condições favoráveis ao estabelecimento inicial das mudas, possibilitando um crescimento vigoroso que contribui para maiores índices de sobrevivência em campo (Kratz; Wendling, 2016). Vários substratos sendo eles em sua composição original ou de forma combinada, são frequentemente empregados na produção de mudas de espécies nativas (Klein, 2015). Cada substrato tem composição química e física específica e influencia diretamente na produtividade final. Usualmente em viveiros florestais a utilização da combinação de terra de subsolo, areia e esterco ainda são utilizadas, uma vez que o substrato proveniente dessas misturas é de fácil acesso e possui baixo custo. De acordo com Masiero et al. (2019), a mistura de diferentes materiais auxilia para ampliar as características destes componentes, havendo integração das características como retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes.

Além da seleção adequada do substrato, o manejo hídrico e nutricional na fase inicial de produção constitui um fator determinante para a viabilidade da produção de mudas. Nesse cenário, os hidrogéis agrícolas despontam como alternativa promissora para o uso mais eficiente dos recursos, atuando como condicionadores de solo (Klein; Klein, 2015). Os hidrogéis possuem inúmeras funcionalidades, como: elevada capacidade de retenção de água (Fernandes; Araujo; Camili; 2015) e diminuição da

lixiviação de nutrientes (Fagundes *et al.*, 2015). Essas características contribuem para uma maior economia e eficiência no processo produtivo.

Portanto, a implementação de sistemas de produção de mudas que favoreçam o aproveitamento eficiente das condições nutricionais e dos materiais disponíveis regionalmente para a formulação de substratos é fundamental para garantir a obtenção de mudas de qualidade, independentemente da espécie cultivada. Nesse contexto, aumentar a eficiência no uso da água torna-se fundamental, uma vez que este recurso, de disponibilidade limitada, é imprescindível para múltiplos setores produtivos e apresenta elevado valor econômico, além de contribuir para o melhor aproveitamento dos nutrientes.

Diante disso o presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de retenção inicial de nutrientes em substratos elaborados a partir de terra de subsolo enriquecida com a adição de hidrogel, sendo cultivado com mudas de espécie florestal *Samanea tubulosa*.

Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – campus de Alegre, localizado no distrito de Rive, Alegre - ES. A área está localizada, segundo o sistema geodésico de referência WGS 84, nas coordenadas geográficas de 20°45'45" S e 41°27'40" O. Para esse estudo foram empregados dois tratamentos (Tabela 1), que se diferenciam conforme a incorporação do hidrogel ao substrato.

Tabela 1 - Tratamentos sem e com o uso de hidrogel, na produção de mudas de *Samanea tubulosa*

Tratamento	Descrição
T1	Substrato sem hidrogel
T2	Substrato com hidrogel

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Para a produção do substrato foram utilizadas proporções de terra, areia e esterco bovino curtido. A terra de subsolo foi obtida da camada do solo de 0 a 20 cm de profundidade, descartando os restos vegetais da camada superficial do solo, a areia é a mesma utilizada na construção civil, proveniente de áreas de depósitos e o esterco bovino foi coletado no curral do próprio instituto e curtido por um período de aproximadamente 90 dias. As proporções utilizadas foram de 1:1:1.

Para cada 1000 L de substrato, foram inseridos os seguintes fertilizantes com as seguintes dosagens 90 g de ureia, 270 g de superfosfato simples, 27 g de cloreto de potássio (Moraes Neto *et al.*, 2000) e 2g L⁻¹ de NPK em liberação controlada (5 meses 15-9-12) sendo esta concentração recomendada pelo fabricante. Em relação ao polímero hidrorretentor, foi empregada a concentração de 2 g L⁻¹ (Mews *et al.*, 2015) em sua forma desidratada. O peneiramento da terra e do esterco foi realizado em uma peneira de malha quadriculada (1 cm). Foram utilizadas sacolinhas plásticas de 15 x 25 cm.

Foram colocadas no recipiente duas sementes de *Samanea tubulosa* conhecida popularmente como sete cascas. Passado o período de 30 dias foi realizado o raleio, deixando sempre a muda mais vigorosa e centralizada.

As mudas foram irrigadas através de microaspersores, com vazão de 160 l h⁻¹. A frequência de irrigação foi de 1 a 3 vezes ao dia, com tempo de aproximadamente 15 minutos. Porém, esses valores foram baseados nas condições climáticas do dia, na umidade do substrato verificada através de observação de ponto de seca do substrato e na fase de desenvolvimento das mudas. Aos 90 dias as plantas foram retiradas para a biomassa e o substrato foi avaliado quanto aos atributos químicos. Para isso foi realizada uma amostra composta do substrato de cada tratamento, de três recipientes por repetições. Logo após foram encaminhados para laboratório de solos.

Foram determinados matéria orgânica, pH em água, magnésio, alumínio, acidez potencial, fósforo, potássio, cobre, ferro, manganês, zinco, enxofre, boro, carbono orgânico, soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica. As determinações dos nutrientes seguindo os métodos: P, K, Zn, Mn, Cu e Fe = Mehlich-1; pH = água (relação 1:2,5); H + Al = acetato de cálcio; S = fosfato monocalcico ácido acético; B = água quente. Determinações: P, K, Zn, Mn, Cu e Fe = Mehlich-1; pH = água (relação 1:2,5); H + Al = acetato de cálcio; S = fosfato monocalcico ácido acético; B = água quente.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e homogeneidade dos dados, sendo estas confirmadas, realizou-se análise de variância (ANOVA) a 5% de significância pelo software SISVAR (Ferreira, 2014). A classificação final foi feita de acordo com Prezotti e Martins (2013).

Resultados

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto, os atributos químicos (Tabela 2) tiveram pequenas alterações com base na classificação proposta por Prezotti e Martins (2013).

Tabela 2 - Atributos químicos determinados pela análise do substrato com a ausência e presença de Hidrogel.

Atributo	Tratamento	Valor	Classificação	Tratamento	Valor	Classificação
MO (dag/dm ³)	1	1,6	Médio	2	1,8	Médio
pH em água	1	6,5	Médio	2	6,4	Médio
Mg (cmolc/dm ³)	1	2,0	Alto	2	0,9	Alto
Al (cmolc/dm ³)	1	0,0	Ausente	2	0,0	Ausente
H + Al (cmolc/dm ³)	1	1,2	Baixo	2	1,3	Baixo
P (mg/dm ³)	1	214,3	Muito Alto	2	221,1	Muito Alto
Ca (kcl-1 mol/L)	1	3,9	Alto	2	2,7	Médio
K (mg/dm ³)	1	126	Médio	2	84	Médio
Cu (mg/dm ³)	1	0,7	Baixo	2	1,0	Médio
Fe (mg/dm ³)	1	101	Alto	2	98	Alto
Mn (mg/dm ³)	1	29,1	Alto	2	29,7	Alto
Zn (mg/dm ³)	1	6,8	Alto	2	6,8	Alto
S (mg/dm ³)	1	35	Alto	2	35	Alto
B (mg/dm ³)	1	0,2	Baixo	2	0,2	Baixo
SB (cmolc/dm ³)	1	6,22	Alto	2	4,11	Médio
CTC (cmolc/dm ³)	1	7,42	Médio	2	5,41	Médio
V (%)	1	84	Alto	2	76	Alto
% de K na CTC	1	4	-	2	4	-
% de Ca na CTC	1	53	-	2	50	-
% de Mg na CTC	1	27	-	2	22	-
% de acidez potencial na CTC	1	16	-	2	24	-

MO matéria orgânica = magnésio; Al = alumínio; H + Al = acidez potencial; P = fósforo; K = potássio; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês; Zn = zinco; S = enxofre; B = boro; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; V = saturação de bases.
Classificação por Prezotti; Martins, 2013.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Os resultados demonstram que a utilização do hidrogel influenciou de forma diferenciada nos atributos químicos do substrato. No tratamento com hidrogel, observou-se redução nos teores de Ca, Mg e K, o que resultou em menores valores de soma de bases (SB), CTC e saturação por bases (V%) e aumento de P quando comparado ao tratamento sem hidrogel. A porcentagem de acidez potencial na CTC foi superior no tratamento 2 (com hidrogel) em relação ao tratamento 1 (sem hidrogel).

Por outro lado, variáveis como pH, matéria orgânica e a maior parte dos micronutrientes mantiveram-se estáveis entre os tratamentos, indicando que o efeito do hidrogel foi mais evidente na disponibilidade de cátions básicos, enquanto os demais atributos permaneceram pouco alterados.

Discussão

A presença do hidrogel no tratamento dois deste estudo não promoveu aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), da soma de bases (SB) ou da saturação por bases (V%). Pelo contrário, observou-se redução nesses atributos em comparação ao tratamento sem hidrogel, resultado associado à menor disponibilidade de Ca, Mg e K. Martin *et al.*, (1993) afirmam que os hidrogéis adsorvem Ca, K e Mg, portanto essa redução pode ser justificada uma vez que pode ter ocorrido a adsorção ou absorção desses cátions pela matriz polimérica. Como a extração química para quantificação desses elementos foi realizada pelo método Mehlich, que estima preferencialmente os nutrientes disponíveis e trocáveis, a redução observada no tratamento com hidrogel pode estar associada à adsorção/absorção desses cátions pela matriz polimérica. Dessa forma, parte dos íons retidos no hidrogel não foi recuperada pelo extrator, refletindo em menores valores de SB, CTC e V%, embora o sistema possivelmente mantenha um estoque maior de nutrientes a serem liberados gradualmente. O comportamento observado no presente estudo difere do trabalho de Thombare *et al.* (2018) que afirmam que os hidrogéis aumentam a CTC.

O aumento da acidez trocável evidencia maior ocupação dos sítios de troca por íons H^+ e Al^{3+} , o que caracteriza uma condição de maior acidez do substrato. Esse resultado sugere que a presença do hidrogel pode ter influenciado a dinâmica iônica, favorecendo a retenção desses cátions responsáveis pela acidez. Estudos relatam que o hidrogel, por modificar a retenção de água e nutrientes, também pode alterar o equilíbrio químico do substrato (Navroski *et al.*, 2016). Diante disso, a maior acidez observada no substrato com hidrogel pode estar relacionada tanto à capacidade de retenção do polímero quanto à interação entre íons presentes na solução do substrato.

Observou-se um pequeno aumento nos teores de fósforo (P) no substrato com adição de hidrogel em comparação ao tratamento sem o polímero. Esse resultado pode estar associado ao fato de que o fósforo, apresenta baixa mobilidade no solo e não é fortemente adsorvido pela matriz polimérica. O P presentes nos solos e substratos é movimentado por difusão, sendo um processo devagar e dependente de grande umidade (Pantano *et al.*; 2016, Gemenet *et al.*, 2016). Assim, a presença do hidrogel tende a favorecer a manutenção da umidade e a solubilização do P, reduzindo sua precipitação com outros elementos. Dessa forma, ainda que o hidrogel tenha reduzido os teores de alguns cátions trocáveis, o fósforo mostrou-se ligeiramente mais disponível no substrato tratado com o polímero.

Esses achados sugerem que, embora o hidrogel não tenha alterado significativamente o pH, a matéria orgânica, e a maioria dos micronutrientes, seu efeito foi mais expressivo na dinâmica dos cátions básicos, podendo demandar ajustes no manejo nutricional para garantir a qualidade das mudas produzidas.

De acordo com El Idrissi *et al.* (2023), a disponibilidade de nutrientes para as plantas é influenciada por diversos fatores, incluindo pH, fonte de nutrientes, irrigação, umidade e temperatura. Nesse contexto, os resultados do presente estudo sugerem que a adição do hidrogel alterou o equilíbrio desses fatores no substrato, especialmente no que se refere à umidade e à dinâmica de cátions e ânions.

Conclusão

A utilização do hidrogel no substrato resultou em pequenas diferenças nos atributos químicos avaliados, com discreta redução na retenção de bases, na capacidade de troca catiônica e aumento de

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

P em relação ao tratamento sem hidrogel. No entanto, a maioria dos parâmetros, como matéria orgânica, pH e micronutrientes, apresentou comportamento semelhante entre os tratamentos.

Dessa forma, embora o baixo potencial como condicionador de substrato demonstrado pelo hidrogel, os resultados obtidos sugerem que seu efeito foi limitado nas condições deste estudo, não sendo recomendado seu uso nestas condições do estudo.

Assim, são necessários trabalhos mais detalhados e de maior amplitude experimental para confirmar os resultados do hidrogel e compreender melhor se há influência sobre a fertilidade do substrato e o desenvolvimento das mudas.

Referências

EL IDRISSE, A. CHANNAB, B. E.; ESSAMLALI, Y.; ZAHOUILY, M. Superabsorbent hydrogels based on natural polysaccharides: Classification, synthesis, physicochemical properties, and agronomic efficacy under abiotic stress conditions: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 258 p. 128909, 2023.

GEMENET, D. C.; LEISER, D. L.; BEGGI, F.; HERRMANN, L. H.; VADEZ, V.; RATTUNDE, H. F.; WELTZIEN, E.; HASH, C. T.; BUERKERT, A.; HAUSSMANN, B. I. Overcoming phosphorus deficiency in West African pearl millet and Sorghum production systems: Promising options for crop improvement. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.1-10, 2016.

FAGUNDES, M.C.P.; CRUZ, M.C.M. ; CARVALHO, R.P. ; OLIVEIRA, J. ; SOARES, B.C. Polímero hidroabsorvente na redução de nutrientes lixiviados durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 121-129, 2015.

FERNANDES, D. A.; ARAUJO, M. M. V.; CAMILI, E. C.; Crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. **Revista de Agricultura**, v. 90, n. 3, p. 229-236, 2015

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, p. 43-63, 2015.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, v. 19, n. 1, p. 21-29, 2015.

KRATZ, D.; WENDLING, I.. Crescimento de mudas de Eucalyptus camaldulensis em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Revista Ceres**, v. 63, p. 348-354, 2016.

MARTIN, C. A.; RUTER, J. M.; ROBERSON, R. W.; SHARP, W. P. Element absorption and hydration potential of polyacrylamide gels. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v. 24 n. 5-6, p. 539-548, 1993.

MASIERO, M. A.; ORIVES, K. G. R.; CRUZ, L. C.; AMÂNCIO, J. S.; FELICETI, M. L.; VIANA, C. M. S. S.; LIMA, D. M. Uso de substratos na estufa de astrapéia (*Dombeya wallichii* L.). **Revista Cultura Agrônômica**. Ilha solteira, v. 28, n. 3, p. 241-253, 2019

MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L. de.; AZEVEDO, G. T. de. O. S.; SOUSA, A. M. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 107-116, 2015.

MORAES NETTO, S. P; GONÇALVES, J. L. de. M.; TAKARI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; REINIGER, L. R. S.; FIOR, C. S.; SCHAFER, G.; PEREIRA, M. de O. Initial growth of seedlings of *Eucalyptus dunnii* Maiden as influenced by the addition of natural polymer and farming substrates. **Revista Árvore**, v. 40, n. 4, p. 627-637, 2016

PANTANO, G., GROSSELI, G. M., MOZETO, A. A. e FADINI, P. S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Revista Química Nova**, Vol. 39, N. 6, 2016.
PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. Fisiologia vegetal. Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2015. 81 p.

PREZZOTTI, L. C.; MARTINS, A. G. Guia de interpretação de análise de solo e foliar. Vitória: INCAPER, 2013. 104 p.

THOMBARE, N.; MISHRAB, S.; SIDDIQUI, M.; JHA, U.; SINGH, D.; MAHAJANC, G. Design and development of guar gum based novel, superabsorbent and moisture retaining hydrogels for agricultural applications. **Carbohydrate polymers**, v. 185, p. 169-178, 2018.

Agradecimentos

Agradeço ao grupo de pesquisa em Silvicultura e Meio Ambiente (SIEMA), ao Instituto Federal do Espírito Santo – *campus* Alegre e à Universidade Federal do Espírito Santo pelo apoio institucional. Este trabalho contou com o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).