
INFLUÊNCIA DO POLÍMERO HIDRORETENTOR NAS CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO COMERCIAL PARA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

Marcio Carlos Navroski, Maristela Machado Araújo, Mariane de Oliveira Pereira e Claudimar Sidnei Fior

RESUMO

O polímero hidroretentor adicionado ao substrato na produção de mudas de espécies florestais pode auxiliar na retenção de água e nutrientes, podendo desta forma reduzir o consumo de água pelo viveiro e diminuir o uso da adubação. Desta maneira, objetivou-se com o trabalho avaliar diferentes dosagens do hidroretentor nas características do substrato utilizado para produção de mudas de espécies florestais. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, constituídos de concentrações crescentes do hidrogel (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0g.l⁻¹), com seis repetições. Foi re-

alizada análise física e química do substrato para cada tratamento e também para o polímero hidroretentor conforme a instrução normativa N° 17 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. De um modo geral, a adição do polímero hidroretentor apresentou melhoria das características físicas e químicas dos substratos, principalmente aos atributos que envolvem armazenamento e disponibilização de água a planta. Dessa forma, o polímero surge como uma alternativa viável para a produção de mudas diminuindo o consumo de água aplicada por irrigação e aplicações de fertilizantes.

Introdução

Uma das principais etapas da silvicultura é a produção de mudas de qualidade, pois o desempenho final das plantas no campo depende da qualidade das mudas utilizadas. Para se obter mudas de qualidade, é necessária a utilização de técnicas adequadas de formação e, dentre os fatores importantes, destacam-se as propriedades do substrato, nível de nutrição e disponibilidade de água às mudas (Navroski *et al.*, 2015). Uma técnica ainda pouco estudada é a adição de polímeros hidroretentores como condicionadores hídricos de substrato, visando aumentar a capacidade de retenção de água em substratos para mudas e propiciando melhor qualidade (Marques e Bastos, 2010).

Polímeros hidroretentores, ou também chamados de

hidrogel ou polímeros retentores de água, são produtos naturais (derivados do amido) ou sintéticos (derivados do petróleo), valorizados por sua capacidade de absorver e armazenar água. Embora apresentem consistência quebradiça quando seco, eles se tornam macios e elásticos depois de expandidos em água. Capazes de armazenar muitas vezes o próprio peso em água, os polímeros hidroretentores produzem numerosos ciclos de secagem-irrigação, por longo tempo de duração (Melo *et al.*, 2005). Muito embora, exteriormente, um polímero hidroretentor possa parecer semelhante a outro, a sua construção química e sua estrutura física podem ser diferentes, o que afeta a maneira como ele absorverá, reterá e liberará água (Moraes *et al.*, 2001).

Com a função do polímero em reduzir a perda de umi-

dade e nutrientes incorporados ao meio de cultivo, pode-se melhorar ainda mais o meio em que as plantas irão se desenvolver. Como as plantas absorvem através de suas raízes não apenas água, mas também nutrientes, é interessante saber se esses polímeros são capazes não apenas de reservar e suprir de água, mas também de fertilizantes (Melo *et al.*, 2005).

Um fator limitante ao uso desses polímeros é o seu custo elevado. Porém podem ser obtidos resultados positivos com o uso de doses baixas deste polímero se incorporado ao solo ou substrato. Isso porque pequenas doses já podem trazer a melhoria das condições de retenção de água e nutrientes no substrato, propiciando mais uma alternativa na produção de mudas de qualidade e com menores custos (Hafle *et al.*, 2008).

Apesar das propriedades promissoras que os polímeros hidroretentores apresentam, são necessários estudos para a determinação de seus reais efeitos nas propriedades do solo e comportamento das plantas, buscando-se identificar dosagens adequadas de cada produto.

No que tange a disponibilidade de nutrientes para as plantas, diversos fatores podem alterá-la, como o meio de crescimento (substrato), valores de pH, irrigação, salinidade da solução, fonte de nutrientes, umidade, temperatura e associações simbióticas, entre outros, sendo várias destas características modificadas pela adição do hidrogel ao substrato. Assim, se as condições de cultivo são adequadas, sem que ocorram estresses às plantas, a espécie irá responder conforme sua necessidade, de acordo com

PALAVRAS CHAVE / Irrigação / Hidrogel / Mudas Florestais / Retenção de Água e Nutrientes / Substrato Comercial /

Recebido:02/08/2014. Modificado: 20/04/2016. Aceito: 22/04/2016.

Marcio Carlos Navroski. Engenheiro Florestal e Doutor em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil. Endereço: Departamento de Engenha-

ria Florestal, UDESC. Av. Lioz de Camões 2090, Lages-C, Brasil. e-mail: marcio.navroski@udesc.br
Maristela Machado Araújo. Engenheira Florestal e Doutora em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil. Profe-

ssora, UFSM, Brasil. e-mail: auraujo.maristela@gmail.com-mailto:maripereira.florestal@gmail.com

Mariane de Oliveira Pereira. Engenheira Florestal e Doutora em Engenharia Florestal, Universidade Federal

do Paraná, Brasil. e-mail: maripereira.florestal@gmail.com

Claudimar Sidnei Fior. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil. Professor, UFRGS, Brasil. e-mail: csfior@ufrgs.br

INFLUENCE OF A WATER RETAINING POLYMER ON THE CHARACTERISTICS OF A COMMERCIAL SUBSTRATE FOR THE PRODUCTION OF FOREST SEEDLINGS

Marcio Carlos Navroski, Maristela Machado Araújo, Mariane de Oliveira Pereira and Claudimar Sidnei Fior

SUMMARY

The water retainer added to a polymer substrate in the production of forest species seedlings can assist in the retention of water and nutrients, thus being able to reduce water consumption in the nursery and reduce the use of fertilizer. The objective of this study was to test different dosages of water retainer polymer on the characteristics of the substrate used to produce seedlings of forest species. The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments, consisting of increasing concentrations of hydrogel (0, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0g·l⁻¹), with six replicates. Physical

and chemical analysis of the substrate for each treatment and of the water retaining polymer was also performed according to norm N° 17 from the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply of Brazil. In general, the addition of water retaining polymer improved the physical and chemical characteristics of substrates, primarily the attributes involving storage and delivery of water to the plant. Thus, the polymer appears as a viable alternative for the production of seedlings reducing the consumption of water applied by irrigation and fertilizer applications.

INFLUENCIA DEL POLÍMERO HIDRORETENEDOR EN LAS CARACTERÍSTICAS DE UN SUSTRATO COMERCIAL PARA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS FORESTALES

Marcio Carlos Navroski, Maristela Machado Araújo, Mariane de Oliveira Pereira y Claudimar Sidnei Fior

RESUMEN

El polímero hidrotretenedor añadido al sustrato en la producción de plántulas de especies forestales puede ayudar en la retención de agua y nutrientes, reduciendo así el consumo de agua en el vivero y el uso de fertilizantes. Por ello, se evaluaron los efectos de diferentes dosis de hidrotretenedor en las características del sustrato utilizado para producir plántulas de especies forestales. El experimento se realizó con un diseño completamente al azar empleando seis tratamientos, consistentes de concentraciones crecientes de hidrogel (0; 1,5; 3,0; 4,5 y 6,0g·l⁻¹), con seis repeticiones. Se reali-

zó un análisis físico y químico del sustrato para cada tratamiento y el polímero hidrotretenedor según la normativa N° 17 del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento de Brasil. En general, la adición de polímero hidrotretenedor mejoró las características físicas y químicas de los sustratos, especialmente los atributos que implican el almacenamiento y entrega de agua a la planta. Por lo tanto, el polímero aparece como una alternativa viable para la producción de plantas de semillero al reducir el consumo de agua utilizada en el riego y las aplicaciones de fertilizantes.

seu estágio de crescimento. Justifica-se assim, a realização de experimentos para a confirmação das características favoráveis dos polímeros e obtenção de resultados sobre sua real eficiência no desenvolvimento das plantas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes dosagens do polímero hidrotretenedor nas características físicas e químicas de substrato comercial à base de turfa fértil utilizado para a produção de mudas de espécies florestais.

Material e Métodos

A caracterização física e química do substrato foi realizada no Laboratório de Substratos, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, conforme a instrução normativa N° 17 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007) e

Fermino e Kämpf (2012). Para a realização das análises, foram encaminhadas amostras de 2,5 litros de substrato, sem adubação de base, retiradas dos tratamentos (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0g de gel hidrotretenedor a cada litro de substrato) utilizados na produção das mudas.

O substrato utilizado foi de origem comercial (Carolina Soil®) composto à base de turfa de Sphagno, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK. As características descritas para o produto, conforme o fabricante são: pH= 5,0 ±0,5; condutividade elétrica= 0,7 ±0,3mS·cm⁻¹; densidade= 101kg·m⁻³; capacidade de retenção de água - CRA= 55% e umidade máxima= 60%.

O polímero comercial utilizado (Hydroplan®) corresponde a um produto misto de copolímero de acrilamida (C₃H₅NO) e acrilato de potássio (K₂S₂O₈), com as seguintes

características: pó branco insolúvel em água, com partículas de 0,3-1,0mm, aniônico, com 10% de umidade, densidade de 0,8g·cm⁻³ e índice de pH utilizável de 5 a 9, que pode disponibilizar até 95% da solução armazenada para a planta (5% retidos a alta tensão), capaz de absorver até 300 vezes sua massa em água e 100 vezes seu volume.

Dentre os atributos físicos relativos à densidade e umidade do substrato, foram avaliadas: densidade úmida - DU (kg·m⁻³); densidade seca - DS (kg·m⁻³) e a umidade atual - UA (%). As determinações do espaço de aeração e água disponível foram realizadas através do uso de funis de tensão, com 0, -10, -50 e -100hPa (Fermino, 2003). A partir dessas análises foram calculadas: a porosidade total (PT); o espaço de aeração (EA); a água facilmente disponível (AFD); a água tamponante (AT); a água

disponível (AD); água remanescente (AR 100); e a capacidade de retenção de água nas diferentes tensões (CRA).

Os atributos químicos analisados foram a condutividade elétrica e o pH, com o uso de condutivímetro e potenciômetro (pHmetro), respectivamente. Para ambas as determinações utilizou-se a diluição de 1:5 (v/v), com água deionizada.

Foram também realizadas análises de pH, de condutividade elétrica e de teor total de sais solúveis (TTSS) em amostras de areia lavada com a adição do hidrogel (em cada dosagem), objetivando que servisse como parâmetro. O pH e a condutividade elétrica foram analisadas da mesma forma que o substrato. Já o TTSS das amostras foi determinado através de cálculo, considerando a CE (mS·cm⁻¹) e a densidade do material, em suspensão areia:água deionizada na proporção de 1:10 (m/v), expressa

como teor de KCl (Röber e Schaller, 1985).

Após confirmada a normalidade e a homocedasticidade dos dados das variáveis analisadas foi realizada análise de variância paramétrica ao nível de $\alpha=0,05$. Quando o valor de F foi significativo, os tratamentos quantitativos foram submetidos à análise de regressão polinomial. O pacote estatístico Sisvar (Ferreira, 2011) foi utilizado para a análise dos dados.

Resultados e Discussão

Em relação à análise química e física do substrato, houve efeito significativo ($p<0,05$) para todos os quesitos, a exceção da densidade seca que não apresentou variação significativa. A densidade úmida apresentou grande aumento quando houve a adição do polímero hidrorretentor ao substrato (Figura 1a), tendendo a estabilizar com o aumento da dose. Mesma tendência foi observada para a umidade atual (Figura 1b). Já para a porosidade total houve aumento conforme aumentou-se a dose do polímero (Figura 1c).

Conforme os valores indicados como adequados por Maeda *et al.* (2007), a porosidade total do substrato sem adição do polímero hidrorretentor e com adição de $1,5g\cdot l^{-1}$ encontra-se dentro da faixa considerada adequada, no qual varia entre 75 e

85%. Com doses $>1,5g\cdot l^{-1}$ do polímero, a porosidade total está acima do adequado, apesar de não haver prejuízo ao desenvolvimento da planta conforme Carrijo *et al.* (2002), no qual afirma que um substrato usado no cultivo de plantas em recipientes pode possuir uma porosidade total $>85\%$.

O espaço de aeração (EA) diminuiu com o aumento da dose do polímero (Figura 1d). Provavelmente este efeito deve-se ao preenchimento dos maiores poros no substrato com os grânulos expandidos do polímero com água, principalmente nos macroporos do substrato. Apesar da diminuição do EA com a adição do hidrorretentor, os valores encontram-se praticamente dentro da faixa considerada adequada por De Boodt e Verdonck (1972), no qual varia entre 20 a 30%. No entanto, estes valores se aplicam somente a substratos utilizados em sistemas de produção de mudas em recipientes com irrigação esporádica, pois o volume de ar existente no substrato depende de seu teor em água e de sua capacidade de retenção de água (Schmitz *et al.*, 2002).

Em relação à água disponível (AD), água tamponante (AT), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente (AR), houve acréscimo nos valores destes atributos conforme o aumento da dose do

polímero hidrorretentor misturado ao substrato (Figura 2a-d). A adequada disponibilidade de água no substrato é de grande importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois afeta o metabolismo e a fisiologia vegetal. Desta forma, quanto mais AD maior a eficiência da planta nos processos metabólicos, resultando em maior crescimento.

Segundo De Boodt e Verdonck (1972), os substratos devem apresentar entre 24 a 40% de água disponível, com 20 a 30% facilmente disponível. Em ambos os atributos, a adição do polímero, mesmo na menor dose, proporcionou valores dentro desta faixa, sendo que na ausência do polímero, os valores obtidos de AD e AFD estão abaixo deste limite. Segundo Klein *et al.* (2000), o desenvolvimento das plantas é pleno quando há água facilmente disponível, sendo que o importante é a distribuição dos poros, pois são estes que vão governar a dinâmica da água nos substratos para mudas.

De Boodt *et al.* (1994), afirmam que água tamponante é a quantidade de água (% do volume) que se libera ao aplicar uma tensão ao substrato de 50-100cm de coluna de água, sendo que um substrato ideal deve apresentar de 4 a 10%. Neste estudo, a partir de $4,5g\cdot l^{-1}$ de hidrogel é possível obter a quantidade de água tamponante

considerada ideal. O hidrogel pode ser importante para armazenar água no substrato para eventuais períodos de déficit hídrico, liberando esta água. Segundo Verdonck *et al.* (1981) a água tamponante serve como reserva hídrica para a planta. Entretanto, conforme Gruszynski (2002), a absorção de água pelas plantas depende da espécie, do substrato e da situação de cultivo, podendo muitas vezes a água tamponante ser utilizada pela planta sem maiores gastos energéticos. Segundo Silva *et al.* (2011), o sinal para a próxima irrigação é dado quando se atinge o valor da água tamponante.

Quanto ao volume de água remanescente, cujo padrão ideal fica na faixa de 25 a 30%, segundo Verdonck e Gabriels (1988), todos os tratamentos estão acima do limite, mesmo sem a adição do hidrogel. Segundo Schmitz *et al.* (2002), valores muito acima deste limite podem apresentar problemas por excesso de umidade para as raízes de algumas espécies.

Em relação à capacidade de retenção de água (CRA), em todas as tensões submetidas, o valor aumentou proporcionalmente com o acréscimo da quantidade do polímero hidrorretentor adicionado ao substrato (Figura 3). O comportamento das curvas de retenção demonstra que o hidrogel pode funcionar como reservatório de

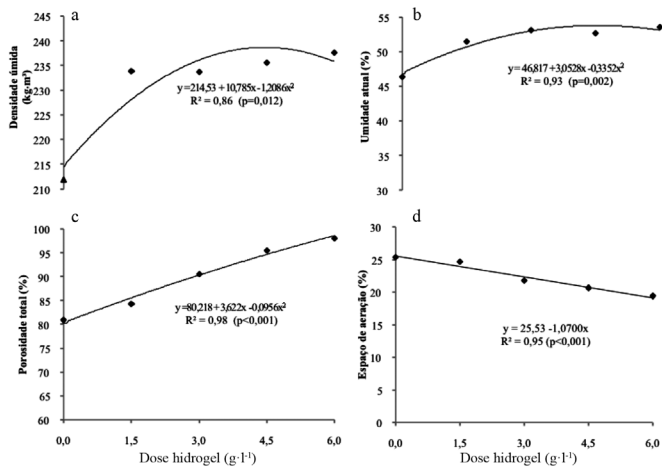


Figura 1. a) densidade úmida ($kg\cdot m^{-3}$), b) umidade atual (%), c) porosidade total (%), e d) espaço de aeração (%) em substrato comercial Carolina Soil® em diferentes dosagens de hidrogel para a produção de mudas de espécies florestais.

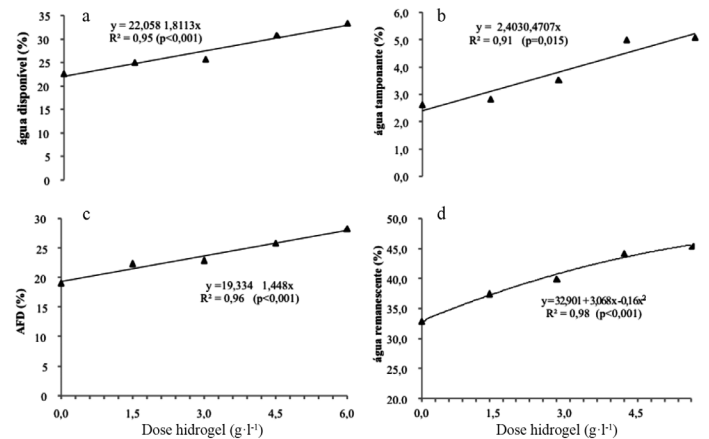


Figura 2. a) porcentagem de água disponível (AD), b) água tamponante (AT), c) água facilmente disponível (AFD), e d) água remanescente (AR) em substrato comercial Carolina Soil® em diferentes dosagens de hidrogel para a produção de mudas de espécies florestais.

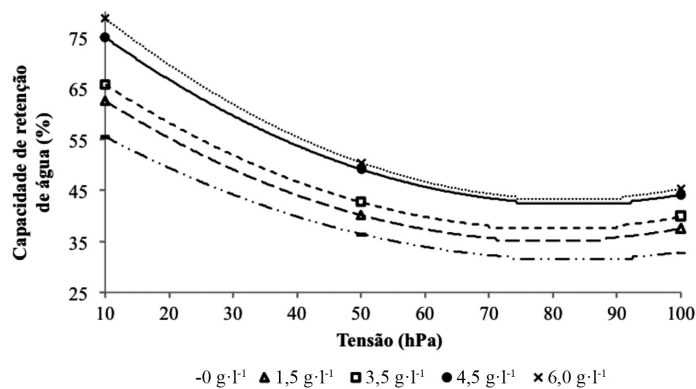


Figura 3. Curva característica de retenção de água do substrato comercial Carolina Soil[®] submetido às tensões 10, 50 e 100hPa utilizando-se diferentes dosagens do hidrogel.

água no substrato. Segundo Fermino (2003), quanto maior o volume de água disponível às plantas a tensões mais baixas, menor será a energia necessária pelas plantas para absorvê-la. Além disso, o conhecimento da capacidade de retenção de água é importante porque permite um manejo racional das plantas em função da quantidade de água disponível.

Considerando os padrões estabelecidos por Valeri e Corradini (2000), mesmo sem a adição do polímero hidrorretentor no substrato, a quantidade de água retida em tensões disponíveis para as plantas são categorizadas como acima do nível ideal no qual varia entre 20-30% na tensão 50hPa.

Levando em consideração que o volume de substrato utilizado na produção de mudas de espécies florestais em tubetes normalmente é reduzido e a demanda hídrica das espécies é muito grande, valores acima do ideal não chegam a ser problemáticos. Entretanto deve-se ter cuidado com o excesso de irrigação, principalmente se utilizadas altas doses do polímero. Por outro lado, o uso do hidrorretentor pode reduzir a quantidade de água necessária para irrigação ou diminuir a frequência de irrigação, visto que aumenta a capacidade de retenção de água com a adição do hidrogel.

Essas informações são importantes, pois o bom desenvolvimento das plantas depende do balanço adequado entre o espaço poroso e a disponibilidade de

água. Conhecendo-se previamente as propriedades físicas do material a ser utilizado como substrato é possível utilizar-se de técnicas eficientes para melhorar suas características.

A condutividade elétrica (Figura 4a) e o pH do substrato (Figura 4b) aumentaram com a dose do polímero. A maior dose ocasionou um grande aumento do teor de sais no substrato. Apesar do aumento, os níveis obtidos estão dentro do adequado, no qual segundo Gonçalves *et al.* (2000), não deve ficar acima de 1,0mS·cm⁻¹, em determinações realizadas a partir de extrato de diluição de 1:5 (igual a este estudo). Com relação ao pH, também houve aumento com o acréscimo do polímero no substrato.

Para disponibilidade adequada de nutrientes, os valores de pH dos substratos devem se encontrar na faixa de 6,0 a 7,0 (Schmitz *et al.*, 2002). Para substratos orgânicos, esse valor varia de 5,2 a 5,5 sendo ideal a faixa de 5,5 a 6,5 (Waldemar, 2000). Com a adição do hidrogel os valores encontram-se dentro desta faixa considerada ideal, já sem o hidrogel o valor de pH ficou abaixo desta faixa (4,87).

Vichiato *et al.* (2004) afirmaram que a incorporação do hidrorretentor ao substrato de cultivo de porta-enxerto Tangerina Cleópatra promoveu elevação nos valores do pH do substrato. Os autores ainda relatam que essa alteração no pH pode ser decorrente da

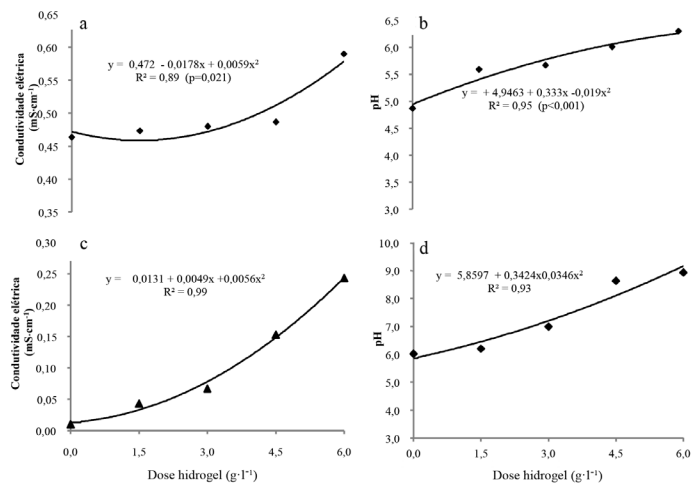


Figura 4. a) condutividade elétrica do substrato (mS·cm⁻¹), b) pH do substrato (em H₂O), c) condutividade elétrica do hidrogel, e d) pH do hidrogel em diferentes dosagens para a produção de mudas de espécies florestais.

alteração da capacidade de troca de cátions (CTC) do substrato, proporcionada pelo hidrorretentor adicionado ao mesmo, possivelmente pela maior retenção de cátions básicos.

Os substratos devem apresentar valores adequados de pH e condutividade elétrica (CE), uma vez que o pH, além de influenciar a disponibilidade de nutrientes, está relacionado a desequilíbrios fisiológicos da planta, enquanto alto teor de sais solúveis pode provocar a queima ou necrose das raízes, sendo resultante das condições inerentes do próprio substrato ou do excesso de adubação (Backes e Kämpf, 1991).

O aumento da CE é provavelmente devido ao acúmulo de sais no substrato pela adição do polímero (Figura 4c). A areia lavada sem hidrogel praticamente não apresentou sais nas amostras, entretanto com adição do hidrogel, o teor de sais aumentou de forma progressiva com o aumento da dose do polímero. Em relação ao pH (Figura 4d), o aumento da dose provocou a elevação do pH da areia lavada. Esse resultado pode induzir que o polímero hidrorretentor provoca o aumento do pH quando adicionado ao substrato das mudas.

Em geral, a adição de hidrogel ao substrato apresentou efeito benéfico para o cultivo de espécies florestais. Houve

um aumento da umidade atual e da porosidade total com o uso do hidrogel e, efeito contrário no espaço de aeração, contudo permanecendo dentro dos limites considerados adequados pela bibliografia. Em relação a quantidade de água no substrato houve maior disponibilidade com uso do polímero, principalmente em dosagens mais altas, destacando-se a água disponível, água tampante, água facilmente disponível, água remanescente e consequentemente a capacidade de retenção de água. Em relação às características químicas, a condutividade elétrica e o pH apresentaram elevação com o uso do hidrogel, no entanto dentro dos parâmetros ideais. Dessa forma, pode-se indicar a adição do hidrogel, com bons ganhos na qualidade dos substratos.

Conclusões

Observa-se melhoria das características químicas e físicas dos substratos com a adição do hidrogel, principalmente aos atributos que envolvem armazenamento e disponibilização de água à planta.

REFERÊNCIAS

- Backes MA, Kämpf AN (1991) Substrato a base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. *Pesq. Agropec. Bras.* 26: 753-758.

- Carijo AO, Makishima N, Liz RS (2002) Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. *Hort. Bras.* 20: 533-535.
- De Boodt M, Verdonck O (1972). The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Hort.* 26: 37-44.
- De Boodt M, Verdonck O, Cappaert I (1994) Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta Hort.* 37: 2054-2062.
- Fermino MH (2003) *Métodos de análise para caracterização de física de substratos*. Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil. 89 pp.
- Fermino MH, Kämpf AN (2012) Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. *Hort. Bras.* 30: 75-79.
- Ferreira DF (2011) Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc. Agrotecnol.* 35: 1039-1042.
- Gonçalves JLM, Santarelli EG, Moraes Neto SP, Manara MP (2000) Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. Em Gonçalves JLM, Benedetti V. (Eds.) *Nutrição e Fertilização Florestal*. IPEF. Piracicaba, Brasil. pp. 309-350.
- Gruszynski C (2002) *Produção Comercial de Crisântemos: Vaso, Corte e Jardim*. Agropecuária. Guaíba. Brasil. 166 pp.
- Hafle OM, Cruz MCM, Ramos JD, Ramos OS, Santos VA (2008). Produção de mudas de maracujazeiro-doce através da estaquia utilizando polímero hidrorretentor. *Rev. Bras. Ciênc. Agr.* 3: 232-236.
- Klein VA, Siota TA, Anesi AL, Barboza R (2000) Propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas comerciais. *Rev. Bras. Agroc. Ciênc.* 6: 218-221.
- Maeda S, Dedecek RA, Agostini RB, Andrade GC, Silva HD (2007) Caracterização de substratos para produção de mudas de espécies florestais elaborados a partir de resíduos orgânicos. *Pesq. Florest. Brasil.* 54: 97-104.
- Marques PAA, Bastos RO (2010) Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. *Pesq. Aplic. Agrotecnol.* 3: 53-57.
- Melo B, Zago R, Santos CM, Mendonça FC, Santos VLM, Teodoro REF (2005) Uso do polímero hidroabsorventes Terracottem e da frequência de irrigação na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Ceres* 52: 13-22.
- MAPA (2007) *Instrução Normativa SDA N° 17. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Brasil.
- Moraes O, Botrel TA, Dias CTS (2001) Efeito do uso de polímero hidrorretentor no solo sobre intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*). *Eng. Rural* 12: 73-80.
- Moraes O (2001) *Efeito do Uso de Polímero Hidrorretentor no Solo sobre o Intervalo de Irrigação na Cultura da Alface (Lactuca sativa L.)*. Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP. Brasil. 73 pp.
- Navroski MC, Araujo MM, Reiniger LRS, Muniz MBM, Pereira MO (2015) Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. *Floresta* 45: 315-328.
- Röber R, Schaller K. (1985) *Pflanzenernährung im Gartenbau*. Ulmer. Stuttgart, Alemanha. 352 pp.
- Schmitz JAK, Souza PVD, Kämpf AN (2002) Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciênc. Rural* 32: 937-944.
- Silva EA, Oliveira GC, Silva BM, Cogo FD, Oliveira LM (2011) Avaliação da disponibilidade de água e ar em substratos agrícolas à base de turfa e casca de arroz carbonizada. *Tecnolog. Ciênc. Agropec.* 5: 19-23.
- Valeri SV, Corradini L (2005) Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. Em Gonçalves JLM, Benedetti V. (Eds.) *Nutrição e Fertilização Florestal*. IPEF. Piracicaba, Brasil. pp. 167-190.
- Verdonck O, Gabriels R (1988). Substrate requirements for plants. *Acta Hort.* 22: 119-123.
- Verdonck O, Vleeschauwer D, De Boodt M (1981) The influence of the substrate to plant growth. *Acta Hort.* 26: 251-258.
- Vichiato M, Vichiato MRM, Silva CRR (2004) Crescimento e composição mineral do porta-enxerto de tangerina Cleópatra cultivado em substrato acrescido de polímero hidrorretentor. *Ciênc. Agrotecnol.* 28: 748-756.
- Waldemar CC (2000) A experiência do DMLU como fornecedor de resíduos úteis na composição de substratos para plantas. Em Kämpf AN, Fermino MH (Eds.) *Substrato para Plantas a Base da Produção Vegetal em Recipientes*. Gênese. Porto Alegre, Brasil. pp. 171-176.