

Retenção de soluções de sulfatos por hidrogel de poliacrilamida

Tedson Luis de Freitas Azevedo^{1*}, Altair Bertonha², Paulo Sergio Lourenço de Freitas², Antonio Carlos Andrade Gonçalves², Roberto Rezende², Rivanildo Dallacort¹ e Leonardo Correa Bertonha¹

¹Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá. *Autor e-mail: tedsonazevedo@hotmail.com

RESUMO. A utilização de hidrogel na agricultura brasileira, principalmente na silvicultura e fruticultura, está cada dia mais consolidada pela capacidade que ele possui de armazenar e disponibilizar água para as plantas. Este trabalho teve por objetivo estudar a capacidade de retenção de solução nutritiva pelo hidrogel quando submetido em diferentes soluções nutritivas de diferentes fertilizantes. Este estudo foi realizado no laboratório do Centro Técnico de Irrigação da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Estado do Paraná. O experimento constou de 26 tratamentos e 4 repetições, disposto em um esquema fatorial (5 x 5) mais um tratamento testemunha comum a todos os tratamentos, em um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados mostraram que tanto as condutividades elétricas quanto as diferentes soluções de sulfatos interferiram na capacidade de retenção de solução nutritiva do hidrogel.

Palavras-chave: hidrogel, nutrientes, curva de retenção.

ABSTRACT. Retention of sulfate solution by polyacrilamide hydrogel. The hydrogel use in the Brazilian agriculture, mainly in the forestation, fruits field, and growth media, is being consolidated by its capacity of holding and release water (nutrient solution) to plants. This work aimed to study the holding capacity of nutrient solutions by hydrogel when submitted into different solutions from sulphates. This study was conducted out the Irrigation Technical Center of Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná State. It was conducted in a 5 x 5 factorial way (with 26 treatments and 04 replications) and the randomized design. It was used as treatments 05 fertilizers sulphates base (ferrous sulphate, ammonium sulphate, zinc sulphate, copper sulphate, and magnesium sulphate) and 05 doses (0.4; 0.8; 1.2; 1.6, and 2.0 g to each 500 g of distilled water). The distilled water treatment and hydrogel were used as control treatment. The hydrogel was hydrated for 24 hours for a later measure of holding capacity of nutrient solution. We noticed that besides the electric conductivity of nutrient solution the different fertilizer interfered with the holding capacity of nutrient solution.

Key words: hydrogel, nutrients, retention curve.

Introdução

O hidrogel agrícola de poliacrilamida é um produto sintético, derivado de petróleo, que apresenta propriedades físico-químicas capaz de reter água. Sua utilização na agricultura brasileira tem crescido nos últimos anos, principalmente na silvicultura, fruticultura e na composição de substratos para produção de mudas. De acordo com Azevedo *et al.* (2002), essa consolidação se deve, em grande parte, pela capacidade que o hidrogel possui de armazenar e disponibilizar água para as plantas. Isso faz com que haja uma diminuição da lixiviação de nutrientes, já que o hidrogel apresenta uma capacidade de troca catiônica (CTC) elevada (Taylor e Halfacre, 1986).

Segundo Fonteno e Bilderback (1993), a capacidade de aproveitamento de água do hidrogel pelas plantas está muito em função da superfície de contato das raízes com os grânulos de hidrogel hidratado. Flannery e Busscher (1982), trabalhando com as culturas de azaléia e centeio, demonstraram que ao adicionar polímero no substrato de cultivo, elevou-se a capacidade de retenção de água desse substrato e grande quantidade dessa água armazenada pelo hidrogel ficou prontamente disponível para as plantas, contribuindo para a diminuição da frequência e quantidade total das irrigações.

Paschold e Kleber (1995) cultivaram alface no hidrogel com a técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT) e constataram que a planta se desenvolveu de forma satisfatória. No entanto, para que essa forma de

cultivo seja recomendada, ainda é preciso que a pesquisa sobre o tema seja intensificada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de retenção de solução de sulfatos pelo hidrogel hidratado com soluções de diferentes fertilizantes.

Material e métodos

A determinação da capacidade de retenção de soluções nutritivas pelo hidrogel foi realizada no laboratório do Centro Técnico de Irrigação da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná.

Os fertilizantes foram: sulfato ferroso, sulfato de magnésio, sulfato de zinco, sulfato de amônio e sulfato de cobre. Para a formação das diferentes soluções nutritivas, as respectivas doses de 0,4, 0,8, 1,2, 1,6 e 2,0 g de cada fertilizante foram diluídas em 500 g de água destilada. As soluções nutritivas foram acondicionadas dentro de *beckers* e para cada 500 g, de cada solução, foram adicionados 1,0 g do hidrogel seco para hidratação.

O hidrogel foi deixado por um período de 24 horas para hidratação, conforme Bowman *et al.* (1990) e Bowman e Evans (1991). Antes e depois da hidratação do hidrogel, a condutividade elétrica (mS cm⁻¹) foi medida para cada um dos tratamentos.

Para a determinação da capacidade de retenção de soluções nutritivas pelo hidrogel de poliácridamida, as 500 g das diferentes soluções foram drenadas em uma peneira de diâmetro de malha de 0,5 mm. O excesso de solução drenada foi subtraído de 500 e a diferença foi quantificada como a capacidade de retenção de solução de sulfatos pelo hidrogel (RET), conforme equação a seguir:

$$RET = S_T - S_L ,$$

Em que:

S_T - total de solução e; S_L - solução drenada depois de 24 horas de hidratação do hidrogel.

O trabalho foi constituído de 26 tratamentos (5 fertilizantes, 5 doses e 1 testemunha) e 4 repetições, dispostos em esquema fatorial (5 x 5 + 1) em um delineamento inteiramente casualizado. O tratamento testemunha, 500 g de água destilada mais 01 g de hidrogel seco, foi comum para todos os tratamentos.

Os dados de capacidade de retenção de solução do hidrogel *versus* condutividade elétrica gerada pelas diferentes doses dos fertilizantes, foram submetidos à análise de regressão e a escolha do modelo que melhor representou o fenômeno estudado foi determinado pelo maior coeficiente de determinação corrigido (R²). Foi aplicado um teste de média, Tukey, para avaliar o efeito de doses sobre a

condutividade elétrica.

Resultados e discussão

A Tabela 1 mostra que houve diferença significativa entre doses de fertilizantes e condutividade elétrica das soluções. O maior valor de condutividade elétrica, 3,19 mS cm⁻¹, foi para a maior dose de fertilizante, 2,0 g.

Tabela 1. Comparação de doses dos fertilizantes *versus* condutividades elétrica (mS cm⁻¹).

Doses de fertilizantes (g 500 g água ⁻¹)	Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹)*
0,0	0,20a
0,4	0,92b
0,8	1,55c
1,2	2,13d
1,6	2,70e
2,0	3,19f

*Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si em 5% de significância pelo teste de Tukey.

A análise estatística mostrou que houve diferença significativa, em nível de 5%, entre os fertilizantes sulfato de magnésio e sulfato de cobre, sulfato de amônio e sulfato de zinco e cobre *versus* capacidade de retenção de solução (Tabela 2). Essa diferença estatística é explicada pelo aumento da salinidade da solução, ampliada com o aumento da dose e o tipo de fertilizante. O sulfato de cobre, ao contrário do sulfato de amônio, foi o fertilizante que mais interferiu, negativamente, na capacidade de retenção do hidrogel.

Tabela 2. Comparação de médias de diferentes fertilizantes *versus* capacidade de retenção de solução pelo hidrogel (g g⁻¹).

Fertilizante	RET do hidrogel (g g ⁻¹)*
Sulfato ferroso	84,75 bcd
Sulfato de magnésio	89,68 bc
Sulfato de zinco	76,32 cd
Sulfato de amônio	110,24 ab
Sulfato de cobre	58,63 d

*Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si em 5% de significância pelo teste de Tukey.

A hidratação do hidrogel com soluções de diferentes condutividades elétricas, geradas pelos diferentes sais de sulfatos estudados, apresentou diferença significativa para os coeficientes das equações de regressão, em nível de 5%. O modelo de regressão que melhor se ajustou e representou o fenômeno estudado foi o potencial, apresentado na Tabela 3 com seus respectivos coeficientes de determinação corrigidos.

Tabela 3. Equações de regressão de capacidade de retenção de solução pelo hidrogel (RET), com os respectivos R² para os diferentes fertilizantes, onde X é a condutividade elétrica em mS cm⁻¹.

Fertilizante	Equação	R ²
Sulfato ferroso	RET = 69,770 X ^{-0,9562}	0,9700
Sulfato de magnésio	RET = 70,550 X ^{-0,8602}	0,9893
Sulfato de zinco	RET = 36,715 X ^{-1,4065}	0,9566
Sulfato de amônio	RET = 137,752 X ^{-0,4631}	0,9956
Sulfato de cobre	RET = 8,424 X ^{-2,4234}	0,9192

Foi observado que no tratamento testemunha, somente hidrogel e água destilada, 24 horas depois da hidratação do hidrogel, houve um acréscimo na condutividade elétrica dessa água de hidratação de $0,0 \text{ mS cm}^{-1}$ para $0,2 \text{ mS cm}^{-1}$. Por esse motivo, uma amostra da água destilada utilizada no ensaio e uma outra amostra da água que permaneceu 24 horas na presença do hidrogel foram analisadas e constatou-se a presença de 2,6 e 48 ppm de sódio, respectivamente. Esse aumento da concentração do sódio na água de hidratação do hidrogel ocorreu, provavelmente, pela liberação para o meio do sódio constituinte da molécula do polímero. Os hidrogéis agrícolas comercializados hoje em dia possuem o potássio na molécula polimérica em substituição ao sódio e uma das vantagens do potássio é o valor nutricional dele em relação ao do sódio. Taylor e Halfacre (1986) constataram o aumento dos níveis de potássio em todos os tecidos das plantas cultivadas com hidrogel e atribuíram esse aumento à absorção do potássio que constituía a molécula do hidrogel.

Na Figura 1, é possível observar a interferência da solução de sulfato ferroso na capacidade de retenção de solução do hidrogel. Com o aumento da condutividade elétrica da solução, provocada pelo aumento da dose de sulfato ferroso, a RET reduziu-se de forma potencial, conforme equação de regressão na Tabela 3. A Figura 1 mostra também que para o tratamento testemunha, onde a condutividade elétrica é próxima de zero, a RET é máxima, chegando a aproximadamente $287,2 \text{ g}$ de solução armazenada para cada grama de hidrogel seco utilizado. Por outro lado, para a condutividade de $3,0 \text{ mS cm}^{-1}$, ocasionado pela maior dose do fertilizante, $2,0 \text{ g}$, a RET foi de $20,1 \text{ g}$ para cada grama de hidrogel utilizado.

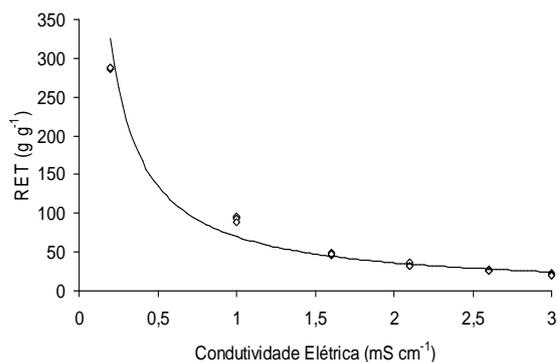


Figura 1. Capacidade de retenção de solução (RET) do hidrogel em função da condutividade elétrica da solução de sulfato ferroso.

O sulfato ferroso degradou o hidrogel durante as 24 horas de hidratação do mesmo. O grânulo de hidrogel, quando seco, adquire a forma de grão branco e cristalino, porém quando hidratado, apresenta-se na forma de gel transparente e consistente. Com a presença da solução de sulfato ferroso, o hidrogel mostrou-se liquefeito,

perdendo suas características originais.

A solução de hidratação do hidrogel feita com sulfato de magnésio reduziu de forma potencial a RET, como observado na Figura 2. O sulfato de magnésio, quando comparado com o sulfato de ferroso, reduziu, de forma mais suave, a RET do hidrogel. A condutividade elétrica da solução de sulfato ferroso, para a dose de $2,0 \text{ g}$ foi de $3,0 \text{ mS cm}^{-1}$ com uma RET de aproximadamente $20,1 \text{ g g}^{-1}$, enquanto que para o sulfato de magnésio, para a mesma dose, foi de $2,4 \text{ mS cm}^{-1}$ com a RET de $32,9 \text{ g g}^{-1}$.

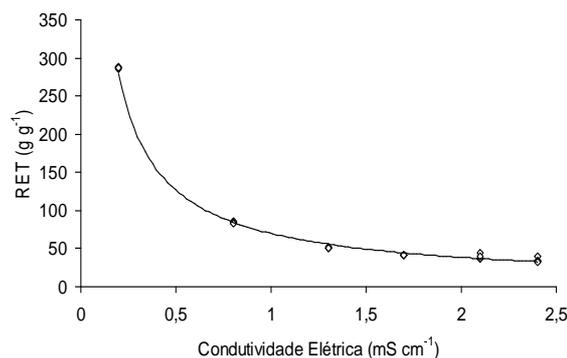


Figura 2. Capacidade de retenção de solução (RET) do hidrogel em função da condutividade elétrica da solução de sulfato de magnésio.

Dentre todas as soluções de sulfatos utilizados no ensaio, a de cobre foi a que mais reduziu a RET do hidrogel (Figura 3), seguida pela de zinco (Figura 4).

É recomendável um constante monitoramento da condutividade elétrica quando se utiliza soluções de sulfatos de cobre e zinco, pois os mesmos reduzem significativamente a capacidade de armazenamento do hidrogel. Para o sulfato de cobre, a RET do hidrogel foi de $54,2 \text{ g g}^{-1}$ e $2,2 \text{ g g}^{-1}$, respectivamente, para valores de condutividade elétrica de $0,7 \text{ mS cm}^{-1}$ e de $2,2 \text{ mS cm}^{-1}$. Para o sulfato de zinco, a RET foi de $90,8 \text{ g g}^{-1}$ para valor de condutividade elétrica de $0,7 \text{ mS cm}^{-1}$ e de $10,6 \text{ g g}^{-1}$ para condutividade de $2,2 \text{ mS cm}^{-1}$.

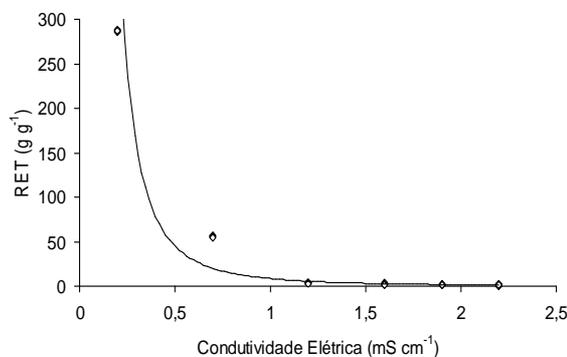


Figura 3. Capacidade de retenção de solução (RET) do hidrogel em função da condutividade elétrica da solução de sulfato de cobre.

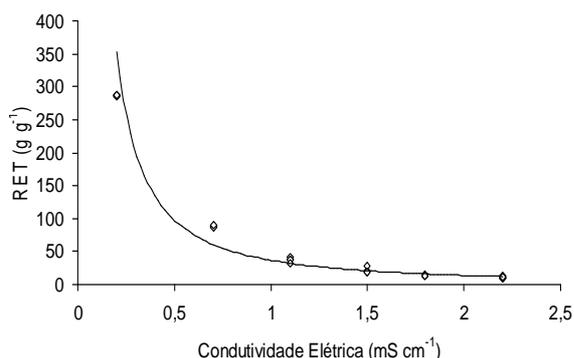


Figura 4. Capacidade de retenção de solução (RET) do hidrogel em função da condutividade elétrica da solução de sulfato de zinco.

De todos os tratamentos com sulfatos, o de amônio foi o que mais salinizou a solução nutritiva (Figura 5), porém, ao contrário dos demais, foi o que menos interferiu na RET do hidrogel. Para a dose de 0,4 g 500 g de água⁻¹, a condutividade elétrica da solução foi de 1,8 mS cm⁻¹ e a RET de 106,7 g g⁻¹. Para valores de condutividade elétrica de 6,8 mS cm⁻¹, equivalente a 2,0 g 500 g de água⁻¹, a RET do hidrogel foi de 56,7 g g⁻¹. Está provado que, além da condutividade elétrica da solução de hidratação, os diferentes tipos de fertilizantes também modificam a RET do hidrogel. Isto é relevante, principalmente na utilização do hidrogel em cultivos onde o uso de fertilizantes é intensivo e objetiva-se aproveitar o máximo da capacidade de armazenamento de água do hidrogel.

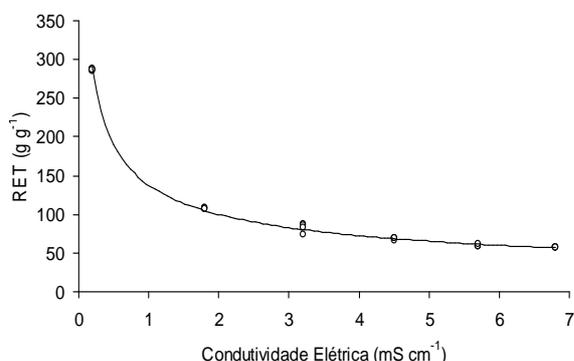


Figura 5. Capacidade de retenção de solução (RET) do hidrogel em função da condutividade elétrica da solução de sulfato de amônio.

Conclusão

Tanto a condutividade elétrica da solução nutritiva quanto o fertilizante interferiram na capacidade de retenção do hidrogel. O sulfato de cobre e o sulfato de zinco foram os fertilizantes que mais reduziram a capacidade de retenção de solução do hidrogel. O hidrogel degradou-se completamente em 24 horas na presença de sulfato ferroso.

Para um melhor aproveitamento do hidrogel como condicionador de solo, faz-se necessário conhecer a sua capacidade de armazenamento em função da condutividade elétrica da solução.

Referências

- AZEVEDO, T.L.F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. *Acta Sci.*, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1239-1243. 2002.
- BOWMAN, D.C.; EVANS, R.Y. Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. *Hortic. Sci.*, Stuttgart, v. 26, n. 8, p. 1063-1065, 1991.
- BOWMAN, D.C. et al. Fertilizer salts reduces hydration of polyacrylamide gels and affect physical properties of gel - amended container media. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v. 115, p. 382-386, 1990.
- FLANNERY, R.L.; BUSSCHER, W.J. Use of a synthetic polymer in potting soil to improve water holding capacity. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, Monticello, v. 13, n. 2, p.103-111, 1982.
- FONTENO, W.C.; BILDERBACK, T.E. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v. 118, n. 2, p. 217-222. 1993.
- PASCHOALD, P.J.; KLEBER, J. Production of vegetable transplants for NFT in pure hydrogel. *Acta Hortic.*, Wageningen, v. 396, p. 297-304, 1995.
- TAYLOR, K.C.; HALFACRE, R.G. The effect of hydrophylic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. *Hortic. Sci.*, Stuttgart, v. 21, n. 5, p. 1159-1161, 1986.

Received on July 12, 2005.

Accepted on March 17, 2006.