

Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café

Tédson Luis de Freitas Azevedo¹, Altair Bertonha^{1*}, Antônio Carlos Andrade Gonçalves¹, Paulo Sérgio Lourenço de Freitas¹, Roberto Rezende¹ e José Antônio Frizzone²

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Departamento de Engenharia Rural, Esalq, Universidade de São Paulo. *Autor para correspondência. e-mail: abertonha@uem.br

RESUMO. O trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do polímero de poliácridamida denominado de polímero superabsorvente, adicionado ao substrato de transplantio no armazenamento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cv. Tupi (Rubiaceae). O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro Técnico de Irrigação da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, no período de agosto a outubro de 1998. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 16 tratamentos e 5 repetições, na forma de fatorial 4 x 4. Os tratamentos consistiram na utilização de quatro turnos de regas T₁ = 10; T₂ = 20; T₃ = 30 e T₄ = 40 dias e quatro níveis de polímero de poliácridamida hidratado, P₁ = 0; P₂ = 15; P₃ = 30 e P₄ = 45, adicionados ao substrato de transplantio. A altura e o peso seco da planta aumentaram com a adição de polímero superabsorvente no substrato de transplantio e diminuíram com o aumento do intervalo entre irrigações. A presença de polímero no substrato de transplantio permite aumentar o intervalo entre as irrigações, sem comprometer o crescimento, o acúmulo e a manutenção seca do cafeeiro.

Palavras-chave: polímero, irrigação, café.

ABSTRACT. Levels of superabsorbent polymer, irrigation interval and coffee plant growth. The purpose of this work was to evaluate the response of coffee (*Coffea arabica* L.), cv. Tupi (Rubiaceae) crop to water supplied by the polyacrylamide polymer denominated of superabsorbent polymer. The experiment was conducted on greenhouse, in the experimental area of the Centro Técnico de Irrigação, at the Universidade Estadual de Maringá, state of Paraná, from August to October/1998. It was conducted in a 4 x 4 factorial way, with 16 treatments and 5 repetitions. Each treatment was obtained by combinations of two variation sources: irrigation frequency and percentage of polymer on substrate. Irrigation was done every 10; 20; 30 and 40 days (four levels). Polymer was added to substrate to make four levels: 0; 15; 30 and 45% of total mass. Crop response to treatments was measured using two variables. The height and the dry matter of the plants increased with the addition of the polymer to the substratum and they decreased with the increase in the interval between irrigations. The use of polymer in the substratum allows greater intervals between irrigation without damage to the coffee plants growth and increase of dry matter.

Key words: polymer, irrigation, coffee.

Introdução

Os polímeros sintéticos à base de poliácridamida, denominados de superabsorventes, surgiram na década de 50. São utilizados para aumentar a capacidade de armazenamento de água do substrato (Shainberg, *et al.* 1990; Johnson, 1984a). Este aumento no armazenamento de água é atribuído à capacidade que o polímero tem de se expandir.

Os polímeros utilizados como condicionadores de solo são identificados com as seguintes nomenclaturas na literatura: polímeros hidroretentores, hidrogel, gel ou polímero superabsorvente (Gehring e Lewis 1980; Balena 1998; Pill 1988; El Sayed *et al.* 1991). São substâncias insolúveis em água, com capacidade de absorver mais de cem vezes a sua própria massa em água (Pill 1988), com tamanho de partículas variando de 1,0 a 3,0 mm³ na forma de grão branco e cristalino, quando secos. Quando hidratados, adquirem a

forma de gel transparente, podendo atingir o tamanho de 1 cm³. Possuem a capacidade de permanecer ativos (absorvendo e liberando água) no solo por um período de cinco anos. A dissociação deste polímero no solo resulta em dióxido de carbono, água e nitrogênio na forma amoniacal (Wallace *et al.* 1986).

São constituídos por uma cadeia de unidades estruturais repetidas chamadas monômeros. A polimerização ocorre quando duas ou mais moléculas pequenas se combinam para formarem moléculas maiores (Balena 1998).

Segundo Balena (1998), nos polímeros superabsorventes a água acumulada por uma fraca ligação de hidrogênio e uma força de Van der Waals, sendo retida e liberada por longo tempo.

Os polímeros de poliacrilamidas são cadeias longas de acrilamidas, unidas por ligações cruzadas (Wang e Gregg, 1990), com a habilidade de absorver água entre 150 a 400 vezes sua massa seca, sendo 98% dessa água disponibilizada para as plantas (Nissen, 1994).

Segundo Balena (1998), a adição de polímero superabsorvente pode até duplicar a capacidade de solos argilosos armazenar água e aumentar até 7,5 vezes essa capacidade dos solos arenosos. Bearce e Mccollum (1993) conseguiram aumentar a disponibilidade de água no solo, que passou de 39% para 52%, quando tratado com polímero. Azzam (1983), trabalhando em solos arenosos, observou que houve um ganho de 31% na capacidade de armazenamento de água no solo.

A adição desse polímero no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular (Henderson e Hensley 1985; Lamont e O'connell 1987). Segundo Pill e Stubbolo (1986), a adição de polímero superabsorvente aumenta em 16% a porosidade do solo, devido ao movimento de expansão, quando em fase de hidratação, e de contração, quando em fase de desidratação.

A evapotranspiração também aumenta, tanto pela maior disponibilidade de água no solo, como pelo aumento das folhas das plantas cultivadas em solos que contenham polímero superabsorvente (Bearce e Mccollum, 1993).

Szmidt e Graham (1991) afirmam que as poliacrilamidas não são degradadas biologicamente. Por isso, uma vez aplicadas ao solo, sofrem uma paulatina degradação ou dissociação por ação do cultivo, dos raios ultravioletas do sol e um contínuo fracionamento por meio dos implementos agrícolas.

De acordo com Johnson (1984a) e James e Richards (1986), os sais podem intensificar a deterioração dos polímeros de acrilamida. No entanto, soluções de Ca, Mg e Fe são as que mais rapidamente o danificam.

Quando se trabalha com nutrientes que interferem na sua capacidade de retenção de água, (principalmente íons bivalentes), o recomendado para manter a capacidade de retenção do polímero é usar fonte de nutrientes que se quelatizem (James e Richards 1986).

Taylor e Halfacre (1986), estudando o efeito do polímero superabsorvente na retenção de água e disponibilidade de nutrientes para *Ligustrum lucidum* Ait., observaram que as plantas cresceram e necessitaram, para o tratamento com polímero, de baixa frequência de irrigação, quando comparada com o tratamento testemunha.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficiência do polímero de poliacrilamida no armazenamento de água para a planta de café (*Coffea arabica* L.) cv. Tupi (Rubiaceae).

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, instalada no campus da Universidade Estadual de Maringá - Centro Técnico de Irrigação do Departamento de Agronomia, no município de Maringá, Estado do Paraná, localizada geograficamente, a 23° 25' de latitude Sul e 51° 57' de longitude Oeste, com altitude de 542 metros acima do nível do mar.

Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo "Cfa", mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão e inverno seco, com índice médio anual de precipitação igual a 1500 mm, ocorrendo as maiores precipitações nos meses de dezembro e janeiro e as menores em julho e agosto. Quanto à temperatura, apresenta índice médio anual de 16,7° C, sendo que a média das mínimas atinge 10,3° C e a média da máxima 33,6° C. O valor médio da umidade relativa do ar é igual a 66%.

Neste trabalho, foram utilizados polímeros à base de poliacrilamida que, segundo Nissen (1994), possuem cadeias longas de composição orgânica com a habilidade de absorver de 150 - 400 vezes seu peso seco em água destilada.

Utilizaram-se mudas de café (*Coffea arabica* L.), variedade Tupi, com três meses de idade, produzidas em tubetes de 50 mL. Essas mudas foram transplantadas para os recipientes definitivos, no dia 07/08/98. Esses recipientes eram sacos de polietileno com capacidade para 9 kg de substrato e com dimensões de 40 cm de altura e 17 cm de diâmetro.

O substrato utilizado foi composto de polímero superabsorvente hidratado (166,6 vezes o seu peso seco) e terra fina seca ao ar com 1% de areia grossa, 4% de areia fina, 31% de silte e 64% de argila passada em uma peneira com diâmetro de 8 mesh.

Foi incorporado ao substrato, em cada vaso, 6,62 g de fosfato monoamônico (MAP) com 20,86% de P no transplantio e 2,25 g de cloreto de potássio (KCl), com 60% de K₂O no transplantio e 60 dias após.

Imediatamente, após o transplantio das mudas, todos os vasos foram irrigados com o propósito de uniformizar a umidade do substrato.

O experimento foi estabelecido segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 16 tratamentos e cinco repetições, constituído de um fatorial 4 x 4, combinando quatro intervalos entre irrigações e quatro níveis de polímero superabsorvente. Cada vaso com uma planta correspondia a uma unidade experimental.

Os intervalos entre irrigações foram T₁ = 10; T₂ = 20; T₃ = 30 e T₄ = 40 dias e os níveis de polímero superabsorvente hidratado P₁ = 0; P₂ = 15; P₃ = 30 e P₄ = 45% do peso total do substrato, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Constituição do substrato de transplantio

Níveis de polímero superabsorvente	Polímero superabsorvente hidratado (kg)	Terra Fina seca ao ar (kg)	Polímero superabsorvente desidratado (kg)
P ₁	0,0	9,0	0,000
P ₂	1,35	7,65	0,0081
P ₃	2,70	6,30	0,0162
P ₄	4,05	4,95	0,0243

As variáveis de crescimento vegetativo da planta de café avaliadas foram: Altura de Planta (ALT) e Matéria Seca da Planta (MSA), 83 dias após o transplantio.

O estudo do efeito dos tratamentos que constituíram o fatorial 4 x 4 foi realizado com o uso de análise de regressão, a partir do modelo polinomial quadrático com duas variáveis independentes, dado por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 P_i + \beta_2 T_i + \beta_3 P_i^2 + \beta_4 T_i^2 + \beta_5 P_i T_i + \beta_6 P_i^2 T_i^2 + e_i,$$

em que:

Y_i = características estudadas;

P_i = níveis de polímero;

T_i = intervalos entre irrigações;

β_j = parâmetros a serem estimados;

e_i = erro aleatório.

A partir do modelo completo apresentado, foi selecionado o polinômio com o maior coeficiente de

determinação (R²) e a maior significância da regressão testada pelo teste F (p ≤ 1%), conforme Araujo *et al.* (1994) e que apresentou o menor coeficiente de variação, de acordo com Pimentel Gomes (1987). O polinômio foi montado somente com os coeficientes significativos pelo teste t de Student (p ≤ 10%).

Resultados e discussão

As alturas das plantas de café, 83 dias após o transplantio, apresentadas na Figura 1, que é a representação gráfica da equação (1), diminuíram medida que se aumentava o turno de rega, no tratamento onde não foi introduzido polímero superabsorvente.

Observa-se, ainda na Figura 1, que no tratamento de turno de rega de 10 dias, a presença de polímero superabsorvente teve pouca influência na altura das plantas e que o efeito de déficit hídrico na altura das plantas foi mais pronunciado no maior intervalo entre irrigações quando não havia polímero superabsorvente no substrato.

Estimando os valores com a equação (1), para os turnos de rega de 10 dias, com 35,5% de polímero superabsorvente no substrato, a altura máxima das plantas de café foi 26,8 cm e, para o turno de rega de 20 dias, foi 25,3 cm, atingida com 43,8% de polímero superabsorvente. Para os turnos de rega de 30 e 40 dias, o nível de polímero superabsorvente que maximiza a altura da planta coincidiu com o nível máximo de polímero superabsorvente adicionado ao substrato. Taylor e Halfacre (1986) também observaram uma relação semelhante à encontrada neste trabalho para níveis de polímero superabsorvente e altura de plantas, no entanto não quantificaram este efeito.

À medida que o turno de rega aumentou, o nível de polímero superabsorvente no substrato passou a determinar a altura da planta, atingindo, para o turno de rega de 40 dias, 55,06; 75,77 e 90,7% da altura estimada, respectivamente, para os níveis de 0, 15 e 30% de polímero superabsorvente quando comparados com o nível máximo de polímero superabsorvente adicionado ao substrato (Tabela 2).

Observa-se, ainda na Tabela 2, que, no turno de rega de 10 dias, o efeito da adição de polímero superabsorvente no substrato foi pouco pronunciado sobre a altura da planta de café, respectivamente 14,2; 4,9; 0,4 e 1,1% menor que a altura máxima estimada com a equação (1) para os tratamentos de 0, 15, 30 e 45% de polímero.

$$ALT = 26,532 - 0,352.T + 0,163.P - 0,003.P^2 + 0,005.T.P$$

$$R^2 = 71,51\% \quad (1)$$

em que:

ALT - altura de plantas, cm

CV = 11,16%

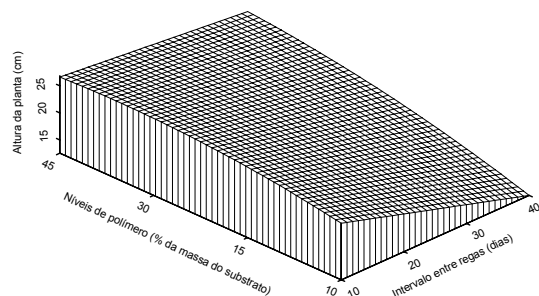


Figura 1. Altura de plantas de café em função dos intervalos entre irrigações e do nível de polímero superabsorvente, aos 83 dias após o transplântio

Tabela 2. Altura de planta (cm) estimada pela equação (1) em função do nível de polímero superabsorvente hidratado no substrato (%) e do intervalo entre irrigações (dias)

Polímero superabsorvente* (%)	Intervalo entre irrigações (dias)			
	10	20	30	40
0,0	23,0	19,5	16,0	12,5
15,0	25,5	22,8	20,0	17,2
30,0	26,7	24,7	22,7	20,6
45,0	26,5	25,3	24,0	22,7

* Volume de polímero superabsorvente hidratado no volume de terra fina seca ao ar.

O aumento do intervalo entre irrigações também reduziu a matéria seca acumulada no período, sendo compensado com a adição de polímero superabsorvente no substrato, conforme a Figura 2, que é a representação gráfica da equação (2). Observa-se, também, que a planta acumulou menos matéria seca na parte aérea na ausência de polímero superabsorvente e no maior intervalo entre irrigações.

Observa-se, ainda na Figura 2, que o acúmulo de matéria seca pela planta no período estudado foi proporcional à altura da planta, 83 dias após o transplântio.

À medida que o turno de rega aumentou, o nível de polímero superabsorvente passou a determinar o acúmulo de matéria seca pela planta, atingindo no turno de rega de 40 dias 55,06; 75,77 e 90,70% da altura estimada com o nível de polímero superabsorvente máximo (45%), respectivamente, para 0, 15 e 30% de polímero superabsorvente na massa do substrato, conforme Tabela 3.

Verifica-se ainda na Tabela 3 que para os intervalos entre irrigações de 10 e 20 dias, o nível de polímero superabsorvente que maximiza o acúmulo de matéria seca são respectivamente 31,10 e 42,42%.

Como o acúmulo de matéria seca pelas plantas está relacionado com o vigor de crescimento

(segundo Szmidt e Graham (1991), a incorporação de polímero superabsorvente no substrato melhora este desempenho, sendo atribuída à maior disponibilidade de água para a planta, tanto do substrato quanto do polímero.

Wofford Jr (1989) e Nissen (1994) também conseguiram aumentar a produtividade de tomate e framboesa, respectivamente, com a adição de polímero, como o observado neste trabalho.

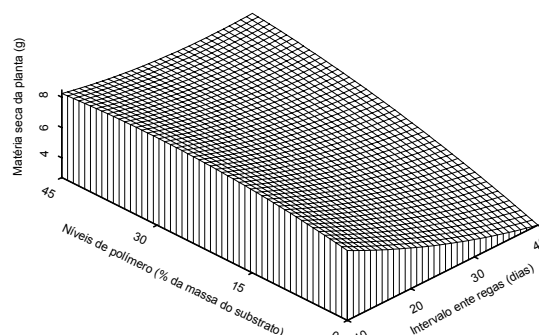


Figura 2. Matéria seca por planta de café em função dos intervalos entre irrigações e do nível de polímero superabsorvente, aos 83 dias após o transplântio

$$\text{MSP} = 9,658 - 0,254.T + 0,0478.P + 0,002.T^2 - 0,001.P^2 + 0,002.T.P. \quad R^2 = 68,55\% \quad (2)$$

em que:

MSP - matéria seca da planta, (g).

CV = 16,17%

Tabela 3. Matéria seca por planta (g) estimada pela equação (2) em função do nível de polímero superabsorvente no substrato (%) e do intervalo entre irrigações (dias)

Polímero superabsorvente no substrato de transplântio (%)	Intervalo entre irrigações (dias)			
	10	20	30	40
0,0	7,32	5,38	3,84	2,70
15,0	8,17	6,64	5,50	4,77
30,0	8,48	7,35	6,62	6,29
45,0	8,25	7,53	7,20	7,28

* Volume de polímero superabsorvente hidratado no volume de terra fina seca ao ar

Aumentando o intervalo entre irrigações, na ausência de polímero superabsorvente no substrato, as plantas acumularam menos matéria seca no período, e, aumentando o nível de polímero superabsorvente no substrato, o efeito do déficit hídrico tende a ser anulado, conforme pode ser observado na Figura 2.

O ganho da matéria seca pelas plantas observado neste trabalho vem corroborar com o observado por Lamont e O'Connell (1987), Vlach (1991) e Henderson e Hensley (1993), segundo os quais as plantas cultivadas podem fazer uso da água retida no solo ou no polímero superabsorvente. Bearce e

Mccollum (1993) evidenciam que o polímero superabsorvente pode disponibilizar água para a planta diretamente ou indiretamente, fornecendo água para o solo e deste para as plantas.

O uso de polímero superabsorvente permite que a reposição de água ao solo seja mais espaçada, sem que as plantas apresentem sintomas de stress hídrico, tanto no crescimento como no acúmulo de matéria seca. Este efeito é proporcional à concentração de polímero superabsorvente no substrato de transplante.

Referências

- ARAÚJO, Q. R. *et al.* Ação da queima e da percolação sobre propriedades físicas de um latossolo vermelho-amarelo variável. *Revista Ceres*, Viosa, v. 41, n. 237, p. 537-558, 1994.
- AZZAM, R. A. I. Polymeric conditioner gels for desert soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, Monticello, v. 14, p. 739-760, 1983.
- BALENA, S. P. *Efeito de polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos*. 1998. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- BEARCE, B. C.; MCCOLLUM, R. W. A comparison of peat-lite and noncomposted hardwood-bark mixes for use in pot and bedding-plant production and the effects of a new hydrogel soil amendment on their performance. Disponível em: <<http://www.hydrosources.com>> Acesso em: 21 de novembro de 1998.
- EL SAYED, H. *et al.* The effects of a hydrogel polymer on the growth of certain horticultural crops under saline conditions. *J. Exp. Bot.*, Oxford, v. 42, n. 240, p. 891-899, 1991.
- GEHRING, J. M.; LEWIS, A. J. III. Effect of hydrogel on wilting and moisture stress of bedding plants. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v. 105, p. 511-513, 1980.
- HENDERSON, J. C.; HENSLEY, D. L. Ammonium and nitrate retention by a hydrophilic gel. *HortScience*, Alexandria, v. 20, n.4, p. 667-667, 1985.
- HENDERSON, J. C.; HENSLEY, D. L. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. *HortScience*, Alexandria, v. 21, n. 4, p. 991-992, 1993.
- JAMES, E. A.; RICHARDS, D. The influence of iron source on the water-holding properties of potting media amended with water-absorbing polymers. *Sci. Hortic.*, Amsterdam, v. 28, p. 201-208, 1986.
- JOHNSON, M. S. Effect of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioners. *J. Sci. Food Agric. Sussex*, v. 35, n.10, p. 1063-1066, 1984a.
- LAMONT, G. P.; O'CONNELL, M. A. Shelf-life of bedding plants as influenced by potting media and hydrogels. *Sci. Hortic.*, Amsterdam, v. 31, p. 141-149, 1987.
- NISSSEN, J. Uso de hidrogeles en la producción de frambuesas (*Rubus idaeus*) del sur de Chile. *Agro Sur*, Valdivia, v. 22, n. 2, p. 160-164, 1994.
- PILL, W. G.; STUBBOLO, M. R. Tomato seedling growth in peat and peat-lite blocks amended with hydrophilic polymer. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, Monticello, v. 17, n.1, p. 45-61, 1986.
- PILL, W. G. Granular gels as growth media for tomato seedlings. *HortScience*, Alexandria, v. 23, p. 998-1000, 1988.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. São Paulo: Nobel, 1987.
- SHAINBERG, I. *et al.* Water quality and PAM interactions in reducing surface sealing. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 149, n. 5, p. 301-307, 1990.
- SZMIDT, R. A. K.; GRAHAM, N. B. The effect of poly (ethylene oxide) hydrogel on crop growth under saline condition. *Hort. Acta*, v. 287, p. 211-218, 1991.
- TAYLOR, K. C.; HALFACRE, R. G. The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. *HortScience*, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1159-1161, 1986.
- WALLACE, A.; WALLACE, G. A. Effect of polymer soil conditioners on emergence of tomato seedlings. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 141, n.5, p. 321-323, 1986.
- WANG, Y. T.; GREGG, L. L. Hydrophilic polymers: Their response to soil amendments and effect on properties of soilless potting mix. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v. 115, p. 943-948, 1990.
- WILLINGHAM, JR.; COFFEY, D. L. Influence of hydrophilic amended soil on growth of tomato transplants. *HortScience*, Alexandria, v. 16, n. 3, p. 289, 1981.

Received on July 13, 2001.

Accepted on June 24, 2002.