

EFEITO DA FERTIRRIGAÇÃO COM FONTES DE NITROGÊNIO EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA POR GOTEJAMENTO

I. O. F. Silva¹, L. N. S. dos Santos², F. N. Cunha³, G. S. Moraes⁴, E. S. Cunha⁵,
D. K. M. Alves⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência da fertirrigação com fontes de nitrogênio em um sistema de irrigação localizada por gotejamento. O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada na área experimental do IFGoiano – Campus Rio Verde. A casa de vegetação é constituída de cobertura de filme plástico polietileno transparente, de 150 micras e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação. O delineamento experimental utilizado é em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 5 x 6, com três repetições. Os tratamentos consistiram em cinco fontes de N (nitrato de potássio, sulfato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de amônio e ureia) e seis tempos de funcionamento (100, 200, 300, 400, 500 e 600 h). Foi utilizado um modelo de tubo gotejador com vazão nominal de 2 L h⁻¹, diâmetro nominal 16 mm, diâmetro interno 13 mm, pressão de operação 100 a 350 kPa e espaçamento entre emissores de 0,7 m. O procedimento para realização da leitura de vazão consistiu da pressurização do sistema, estabilização da pressão em 150 kPa (+/- 5 kPa) no início da linha, posicionamento dos coletores sob os respectivos gotejadores com três segundos de defasagem e retirada dos coletores com a mesma sequência e defasagem de tempo após 5 min de coleta. Depois de tabulados os dados, foram determinadas a vazão e a vazão relativa. A vazão relativa é superior a 90% somente quando utiliza-se na fertirrigação a ureia.

PALAVRAS-CHAVE: ureia, uniformidade, obstrução

EFFECT OF FERTIRRIGATION WITH NITROGEN SOURCES IN AN IRRIGATION SYSTEM LOCATED BY DRIPPING

¹ Mestrando em Ciências Agrárias - Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP: 75.901-170, Rio Verde – GO, e-mail: igorolacirrv95@gmail.com

² Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Engenharia Agrícola, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: leonardo.santos@ifgoiano.edu.br

³ Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: fernandonobrecunha@hotmail.com

⁴ Mestrando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: giovanisantosrv@gmail.com

⁵ Mestrando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: eduardosousacunha3@gmail.com

⁶ Acadêmica de Engenharia Ambiental, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: daniely_karen@hotmail.com

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of fertirrigation with nitrogen sources in a drip irrigation system. The experiment was realized in a greenhouse located in the experimental area of the IFGoiano - Rio Verde Campus. The greenhouse consists of roof of film plastic transparent polyethylene, of 150 microns and closed sides, with screen with 30% interception. The experimental design used in randomized block, analyzed in a factorial scheme 5 x 6, with three replications. The treatments consisted of five sources of N (potassium nitrate, ammonium sulfate, calcium nitrate, ammonium nitrate and urea) and six operating times (100, 200, 300, 400, 500 and 600 h). Used a drip tube model with nominal flow of 2 L h^{-1} , nominal diameter 16 mm, internal diameter 13 mm, operating pressure 100 to 350 kpa and spacing between emitters of 0.7 m. The procedure to realization of flow reading consisted in pressurizing the system, stabilization of the pressure at 150 kPa (+/- 5 kPa) at the beginning of the line, positioning the collectors under the respective drippers with three seconds of lag and removing the collectors with the same sequence and lag of time after 5 min of collection. After of tabulated the data, were determined the flow and the relative flow. The relative flow is higher than 90% only when is used in fertirrigation the urea.

KEYWORDS: urea, uniformity, obstruction

INTRODUÇÃO

Um dos sistemas de irrigação em notável expansão é o sistema de irrigação por gotejamento, que apresenta vantagens como economia de água e energia, com possibilidade de fertirrigação (Sousa et al., 2011).

Este método tem sido bastante utilizado devido suas características de aplicações de pequenas vazões e alta frequência, aplicação de fertilizantes via água de irrigação, alta eficiência, possibilitando um controle eficiente da lâmina de irrigação (Bernardo et al., 2008).

As alterações na vazão estão relacionados ao processo de obstrução, cujo principal responsável é a qualidade da água, uma vez que o problema não afeta igualmente todos os gotejadores, sendo dependente também do coeficiente de variação de fabricação (Ribeiro et al., 2010).

O acréscimo ou decréscimo da vazão pode ser ocasionado tanto pelo entupimento parcial ou total dos emissores, geralmente estes estão mais relacionados à diminuição da vazão, mas em alguns modelos pode ocorrer o inverso (Cunha et al., 2013).

Objetivou-se, desta forma avaliar a influência da fertirrigação com fontes de nitrogênio em um sistema de irrigação localizada por gotejamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada na área experimental do IFGoiano – Campus Rio Verde. A casa de vegetação é constituída de cobertura de filme plástico polietileno transparente, de 150 micras e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen (2013), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35 °C e as precipitações variam de 1.500 a 1.800 mm anuais.

O delineamento experimental utilizado é em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 5 x 6, com três repetições. Os tratamentos consistiram em cinco fontes de N (nitrato de potássio, sulfato de amônio, nitrato de cálcio e nitrato de amônio e ureia) e seis tempos de funcionamento (100, 200, 300, 400, 500 e 600 h). Foi aplicada uma dose de nitrogênio igual para todos os tratamentos, equivalente a uma recomendação de 100 kg ha⁻¹ de N.

Foi utilizado um modelo de tubo gotejador com vazão nominal de 2 L h⁻¹, diâmetro nominal 16 mm, diâmetro interno 13 mm, pressão de operação 100 a 350 kpa e espaçamento entre emissores de 0,7 m.

À entrada das linhas gotejadoras foi instalada uma tomada de pressão, permitindo que a cada medição de vazão a pressão fosse checada e, se necessário, ajustada àquela pré-estabelecida. Para isso, foi utilizado um manômetro de bourdon com faixa de leitura de 0 - 4 Kgf cm⁻². Durante todo o período do ensaio foram realizadas as leituras de temperatura da água no reservatório de captação, com aplicação dos tratamentos com temperatura da água na faixa de 25°C (25°C ± 1°C).

O tempo de injeção dos fertilizantes corresponderam a 2 horas como forma de garantir uma melhor aplicação das fontes de nitrogênio, com base em uma diluição mínima. Para injeção dos fertilizantes no sistema de irrigação optou-se por um injetor Venturi que realizava a sucção do fertilizante depois de dissolvidos em uma caixa reservatório com capacidade para 50 L. A Tabela 1 apresentam as características do nitrato de potássio, sulfato de amônio, nitrato de cálcio e nitrato de amônio e ureia utilizados na fertirrigação.

O procedimento para realização da leitura de vazão consistiu da pressurização do sistema, estabilização da pressão em 150 kPa (+/- 5 kPa) no início da linha, posicionamento dos coletores sob os respectivos gotejadores com três segundos de defasagem e retirada dos coletores com a mesma sequência e defasagem de tempo após 5 min de coleta. Foi utilizado o método gravimétrico para a determinação do volume coletado de cada emissor. O monitoramento da vazão dos gotejadores, permitiu a obtenção da vazão média dos gotejadores, utilizando-se a equação 1.

Depois de tabulados os dados de vazão, foram efetuados os cálculos da vazão e da vazão relativa, conforme as equações 1 a 2.

$$q = \frac{P}{1000 t d} 60 \quad (1)$$

$$Q_r = \frac{Q_{x,y}}{Q_i} \quad (2)$$

Em que:

q – vazão do gotejador, L h⁻¹;

Q_r – vazão relativa, %;

Q_{x,y} – vazão de um emissor x num dia y de irrigação, L h⁻¹;

Q_i – vazão desse emissor no primeiro dia de irrigação, L h⁻¹;

P – peso da água coletada, g;

t – tempo de coleta, min e

d – densidade da água utilizada no ensaio, g L⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, e em casos de significância, foi realizada a análise de regressão, e as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR[®] (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 são apresentados os valores da vazão média dos emissores para as fontes de N nos tempos de funcionamentos.

Nos tempos de funcionamento de 100 e 300 h não houve diferença significativa para a vazão média entre as fontes de N de nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato

de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia), já no tempo de funcionamento de 200 h o maior valor da vazão média foi obtido na fertirrigação com ureia, a qual foi superior as demais fontes.

A vazão média de emissores pode ser considerada bom parâmetro para avaliar alterações quanto ao funcionamento adequado de emissores, que pode ser por problemas de entupimento parcial e total ou por outros problemas (Cararo et al., 2006; Mélo, 2007; Cunha et al., 2014).

No tempo de funcionamento final verificou-se como maior valor de vazão na fonte de N de ureia, como valor intermediário no nitrato de potássio (NitK) e como menor valor de vazão no nitrato de cálcio (NitCa).

A vazão relativa como na vazão média não foram observadas diferenças entre as fontes de N no tempo de funcionamento de 100 e 300 h. No tempo de funcionamento de 200 h a maior vazão relativa foi verificada na fonte de N de ureia, com um valor de aproximadamente 96% (Tabela 3).

A menor vazão relativa foi observada na fertirrigação com sulfato de amônio (SAm) no tempo de funcionamento de 400 h; já no tempo de funcionamento de 500 h praticamente não foram observadas grandes diferenças na vazão relativa entre as fontes de N, indicando uma diferença máxima de 1,5%, observada entre a fonte de N de nitrato de cálcio (NitCa) e a de nitrato de amônio (NitAm).

Teixeira et al. (2014) Observaram uma variação dos valores de vazão média e vazão relativa após cada leitura semanal, podendo de uma semana para outra a vazão média e a vazão relativa apresentar valores baixos e altos respectivamente.

No tempo de funcionamento de 600 h os maiores valores de vazão relativa em ordem decrescente são: ureia, sulfato de amônio (SAm), nitrato de potássio (NitK), nitrato de amônio (NitAm) e Nitrato de cálcio (NitCa).

A vazão média se adequou a um modelo linear, com R^2 acima de 95%, indicando que no máximo 4,78% das variações da vazão média não são explicadas pela variação do tempo de funcionamento (Figura 1).

A Figura 1 apresenta o comportamento da vazão média para cada fonte de N em função do tempo de funcionamento. Comparando o tempo de funcionamento de 100 e 600 h, observa-se reduções na vazão média de aproximadamente 8,4, 6,8, 7,3, 6,3 e 5,7%, quando utilizou-se na fertirrigação a fonte de N de nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia), respectivamente.

Souza et al. (2006) verificaram na maioria dos modelos de gotejadores o mesmo comportamento, onde a vazão diminuiu à medida que mostrou problemas de entupimento.

A vazão relativa em função do tempo de funcionamento se adequou ao modelo linear para nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia), com R^2 acima de 90% (Figura 2).

A Figura 2 apresenta o comportamento da vazão relativa para cada fonte de N em função do tempo de funcionamento. Levando em consideração o tempo de funcionamento de 100 e 600 h, observa-se reduções na vazão relativa de aproximadamente 8,1, 6,5, 7, 6,1 e 5,1%, quando utilizou-se na fertirrigação a fonte de N de nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia), respectivamente.

A vazão relativa a cada aumento de 100 h no tempo de funcionamento demonstra um decréscimo de 1,63, 1,21, 1,4, 1,29 e 1,18%, quando aplicadas via água de irrigação as fontes de N de nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia), respectivamente.

CONCLUSÕES

A vazão relativa é superior a 90% somente quando utiliza-se na fertirrigação a ureia.

A vazão média e a vazão relativa tem redução mais significativa quando é utilizado como fonte de N o nitrato de cálcio e o nitrato de amônio.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, pelo apoio financeiro e estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8ed. Viçosa: UFV, 2008. 625 p.

CARARO, D. C.; BOTREL, T. A.; HILLS, D. J.; LEVERENZ, H. L. Analysis of clogging in drip emitters during wastewater irrigation. Applied Engineering in Agriculture, St. Joseph, v.22, n.2, p.251-257, 2006.

CUNHA, F. N.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, N. F.; MOURA, L. M. F.; TEIXEIRA, M. B.; GOMES FILHO, R. R. Variabilidade temporal da uniformidade de distribuição em sistema de gotejamento. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v.7, n.º. 4, p. 248 - 257, 2013.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; Teixeira, M. B.; RIBEIRO, P. H.; MOURA, L. M. F.; SANTOS, C. C. Repetibilidade de um sistema de irrigação por gotejamento sob entupimento. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 8, p. 343-353, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. (Ed.). *Fertilizantes fluidos*. Piracicaba: Potafos, 1994. p. 227-260.

KÖPPEN, W. Köppen climate classification. *Geography about*. (2013). Disponível em: <<http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm>>. Acessado em: 7 Janeiro. 2017.

MÉLO, R. F. Dinâmica e controle do entupimento de gotejadores em função de precipitados químicos e plâncton. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007, 189p.

RIBEIRO, P. A. de A.; COELHO, R. D.; TEIXEIRA, M. B. Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidade de água. *Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.30, n.2, p.279-287, mar./abr. 2010.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. *Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 771 p.

SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. *Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças*. Embrapa: Informação Tecnológica, Brasília, 2011, 771p.

SOUZA, J. A. A.; CORDEIRO, É. A.; COSTA, É. L. Aplicação de hipoclorito de sódio para recuperação de gotejadores entupidos em irrigação com água ferruginosa. *Revista brasileira engenharia agrícola ambiental*. 2006, vol.10, n.1, p. 5-9.

TEIXEIRA, M. B.; COELHO, R. D.; CUNHA, F. N.; SILVA, N. F. Curva característica da vazão de gotejadores em diferentes temperaturas da água e ação do cloro ou ácido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 8, p. 220-233, 2014.

VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertilizantes e fertirrigação. In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. (Ed.). *Fertilizantes fluidos*. Piracicaba: Potafos, 1994. p. 262-281.

Tabela 1. Concentração de nutriente das fontes de nitrogênio utilizadas na fertirrigação

Fontes de nitrogênio ¹	Concentração de nutriente (g kg ⁻¹)			
	N	S	Ca	K ₂ O
Sulfato de amônio	200	240	-	-
Nitrato de cálcio	140	-	280	-
Nitrato de potássio	130	-	-	460
Nitrato de amônio	340	-	-	-
Ureia	450	-	-	-

¹Adaptado de Frizzone e Botrel (1994); Vitti et al. (1994) e Sousa et al. (2011).

Tabela 2. Vazão (Q) para as fontes de nitrogênio e tempos de funcionamento

Fontes de N ¹	Tempo de funcionamento (h)											
	100		200		300		400		500		600	
NitCa	1,99	a	1,97	b	1,94	a	1,90	bc	1,86	c	1,83	c
NitAm	1,98	a	1,96	b	1,93	a	1,91	ab	1,90	a	1,85	bc
NitK	2,00	a	1,96	b	1,93	a	1,91	b	1,88	bc	1,85	b
SAm	1,99	a	1,97	b	1,93	a	1,89	c	1,88	abc	1,86	ab
Ureia	1,99	a	2,00	a	1,93	a	1,93	a	1,89	ab	1,88	a

¹Nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia). Médias com a mesma letra minúscula na coluna não indica diferença significativa pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Vazão relativa (QR) para as fontes de nitrogênio e tempos de funcionamento

Fontes de N	Tempo de funcionamento (h)											
	100		200		300		400		500		600	
NitCa	96,25	a	94,61	b	93,51	a	91,59	bc	89,74	b	88,15	c
NitAm	95,54	a	94,30	b	93,08	a	92,15	ab	91,28	a	89,05	bc
NitK	96,28	a	94,54	b	92,94	a	91,86	bc	90,27	ab	89,25	b
SAm	95,86	a	94,79	b	93,08	a	90,82	c	90,61	ab	89,77	ab
Ureia	95,85	a	96,19	a	93,09	a	93,09	a	90,96	a	90,71	a

¹Nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia). Médias com a mesma letra minúscula na coluna não indica diferença significativa pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

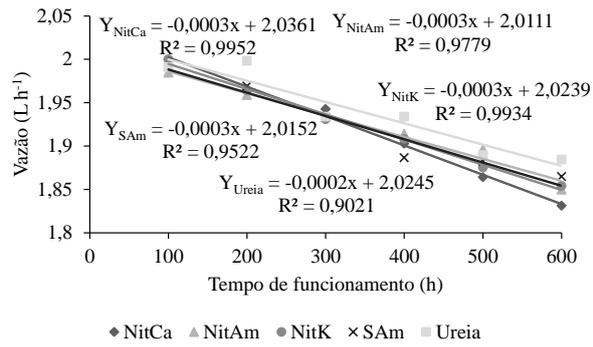


Figura 1. Vazão em função do tempo de funcionamento para nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia).

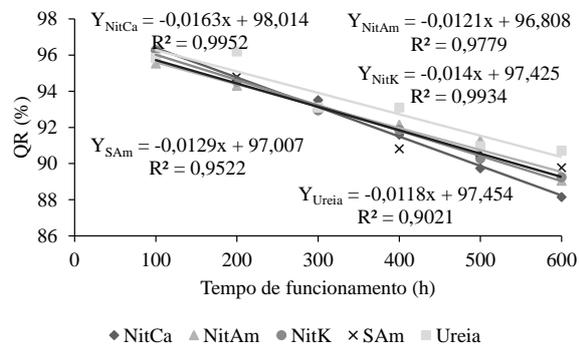


Figura 2. Vazão relativa em função do tempo de funcionamento para nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia).