

ENTUPIMENTO DE GOTEJADORES COM APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO

G. S. Moraes¹, L. N. S. dos Santos², F. N. Cunha³, I. O. F. Silva⁴, E. S. Cunha⁵,
D. K. M. Alves⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar o grau de entupimento de gotejadores submetidos a aplicação de nitrato de potássio, sulfato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de amônio e ureia. 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 de vazão, foram determinados o grau de entupimento e o coeficiente de uniformidade estatístico. A aplicação de nitrato de cálcio provoca o maior grau de entupimento dos gotejadores.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, obstrução, sulfato de amônio

OBSTRUCTION OF DRIPPERS WITH NITROGEN APPLICATION

ABSTRACT: The objective was to evaluate the degree of obstruction of drippers submitted to the application of potassium nitrate, ammonium sulfate, calcium nitrate, ammonium nitrate and

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: giovanisantosrv@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: igorolacirrv95@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

urea. 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 flow data, were determined the degree of obstruction and the coefficient of statistical uniformity. The application of calcium nitrate causes the greatest degree of obstruction of the drippers.

KEYWORDS: fertirrigation, obstruction, ammonium sulfate

INTRODUÇÃO

A irrigação na agricultura deve ser entendida como uma técnica que dê condições para que o material genético expresse em campo todo o seu potencial produtivo, além disso a irrigação é um instrumento muito eficaz no aumento da rentabilidade (Hernandez, 2004; Silva; Silva, 2005).

Sistemas de irrigação localizada são tecnologias onde pode-se utilizar técnicas como a aplicação de fertilizantes solúveis via água de irrigação, assumindo importância econômica e ambiental na atividade agrícola (Borssoi et al., 2012).

O entupimento de emissores está diretamente relacionado a qualidade da água de irrigação que inclui fatores como: quantidade de partícula suspensa, composição química e população microbiana; assim com isto, também pode-se observar um agravamento no entupimento de emissores, devido à prática da fertirrigação, técnica cada vez mais frequente em sistemas de irrigação localizada (Ribeiro et al., 2005; Coelho, 2007).

Objetivou-se, deste modo avaliar o grau de entupimento de gotejadores submetidos a aplicação de nitrato de potássio, sulfato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de amônio e ureia.

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 de uniformidade de aplicação de água e do grau de entupimento, conforme as equações 1 a 2.

$$CUE = 100 \left(1 - \frac{S}{\bar{X}} \right) \quad (1)$$

$$GE = \left(1 - \frac{q_{\text{usado}}}{q_{\text{novo}}} \right) 100 \quad (2)$$

Em que:

CUE - coeficiente de uniformidade estatístico, em %;

GE – grau de entupimento, %.

X_i = vazão de cada gotejador, em L h⁻¹;

\bar{X} = vazão média dos gotejadores, em L h⁻¹;

q_{novo} – vazão do gotejador novo, L h⁻¹;

q_{usado} – vazão do gotejador usado, L h⁻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

O coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) no tempo de funcionamento de 100 h foi maior do que 98%, apenas onde foi utilizado como fonte de N a ureia, já no tempo de funcionamento de 200 h o nitrato de cálcio (NitCa) nitrato de potássio (NitK) e o sulfato de amônio (SAm) não apresentaram diferença significativa (Tabela 2).

No tempo de funcionamento de 300 h a ureia apresentou uma diferença no CUE de 1,2% para o nitrato de potássio (NitK). No tempo de funcionamento de 400 h o maior CUE também foi verificado quando utilizou-se para a fertirrigação a fonte de N de ureia seguido do nitrato de amônio (NitAm) e sulfato de amônio (SAm), nitrato de potássio (NitK), Nitrato de cálcio (NitCa) e nitrato de potássio (NitK).

Cunha et al. (2014) observaram que de maneira geral o CUC foi o que apresentou maior sensibilidade no que diz respeito à uniformidade, conseguindo identificar 62,5% dos distúrbios de vazões, seguido do CUE que distinguiram entorno de 56,25% das alterações ocorridas na vazão.

A fertirrigação com ureia e nitrato de amônio (NitAm) foram as que propiciaram os melhores valores de CUE, principalmente nos tempos de funcionamento finais onde demonstraram os maiores valores de uniformidade (>93,7%), de maneira geral houver maior desuniformidade quando foi utilizado o nitrato de potássio (NitK) na fertirrigação.

Na Tabela 3, encontram-se os valores médios do grau de entupimento (GE) dos emissores para as fontes de N conforme os tempos de funcionamento.

As médias do GE entre as fontes de N não apresentaram diferenças significativas nos tempos de funcionamento de 100 e 300 h, mostrando de maneira geral um GE médio de 4 e 6,9% respectivamente, já no tempo de funcionamento de 200 h verificou-se o menor GE para a fertirrigação com ureia enquanto entre as demais fontes de N não houve diferença significativa.

O entupimento pode ser parcial, reduzindo a uniformidade de aplicação, ou total, interrompendo por completo o funcionamento do sistema, causando sérios problemas às culturas (Cararo, 2004).

Os maiores GE tenderam a ser encontrados na fonte de N de nitrato de cálcio (NitCa), valores intermediários foram verificados no nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK) e sulfato de amônio (SAm), enquanto que os menores valores foram encontrados na fertirrigação com ureia.

O CUE se adequou a um modelo linear, com R^2 acima de 97%, indicando que no máximo 2,43% das variações do CUE não são explicadas pela variação do tempo de funcionamento (Figura 1).

A Figura 1 apresenta o comportamento da uniformidade de aplicação para cada fonte de N em função do tempo de funcionamento. Comparando o tempo de funcionamento de 100 e 600 h, observa-se reduções no CUE de aproximadamente 5,2, 4, 5,5, 4,6 e 3,9%, 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.

O coeficiente de uniformidade de distribuição da água e a eficiência de aplicação são os principais parâmetros utilizados, pois expressam a qualidade da irrigação e são decisivos na operação desses sistemas (Oliveira & Villas Bôas, 2008).

O CUE a cada aumento de 100 h no tempo de funcionamento demonstra um decréscimo de 0,98, 0,77, 1,1, 0,88 e 0,76%, 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.

O GE 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 do grau de entupimento para cada fonte de N em função do tempo de funcionamento. Comparando o tempo de funcionamento de 100 e 600 h, observa-se incrementos no GE 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.

O GE a cada aumento de 100 h no tempo de funcionamento demonstra um acréscimo 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 aplicação de nitrato de cálcio provoca o maior grau de entupimento dos gotejadores.

O nitrato de amônio e sulfato de amônio entre as fontes de N indicam valores intermediários de uniformidade e de entupimento.

A fonte de N de ureia utilizada na fertirrigação é a que provoca menor entupimento dos emissores.

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

BORSSOI, A. L. et al. Water application uniformity and fertigation in a dripping irrigation set. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 718-726, 2012.

CARARO, D. C. Manejo de irrigação por gotejamento para aplicação de água residuária visando a minimização do entupimento de emissores. Tese Doutorado. (Irrigação e Drenagem), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. 130 p.

COELHO, R. D. Contribuição para irrigação pressurizada no Brasil. 2007. 192p. Tese (Livre de docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2007.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; SANTOS, C. C. Coeficientes de uniformidade em sistema de irrigação por gotejamento. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 8, p. 444-454, 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.

HERNANDEZ, F. B. T. Manejo da irrigação. 2004. Disponível em <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.html>. Acesso em 18 jan. 2017.

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

OLIVEIRA, M. V. A. M.; VILLAS BÔAS R. L. Uniformidade de distribuição do potássio e do nitrogênio em sistema de irrigação por gotejamento. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.1, p.95-103, jan./mar. 2008

RIBEIRO, T. A. P.; AIROLDI, R. P. DA SILVA; PARTENIANI, J. E. S.; SILVA, M. J. M. Efeito da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.9, 2005. Campina Grande – PB.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. Revista científica eletrônica de agronomia. Faculdade de agronomia e engenharia florestal de Garça /FAEF, n.8, pg. 1-17, 2005.

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.

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. Coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) para as fontes de nitrogênio e tempos de funcionamento

Fontes de N ¹	Tempo de funcionamento (h)											
	100		200		300		400		500		600	
NitCa	97,48	bc	96,48	b	95,80	bc	94,74	c	94,09	c	92,27	c
NitAm	97,78	ab	96,83	ab	96,09	b	95,42	b	94,70	ab	93,76	a
NitK	97,15	c	96,34	b	95,47	c	94,13	d	93,22	d	91,63	d
SAm	97,55	bc	96,65	b	96,07	b	95,27	b	94,29	bc	92,96	b
Ureia	98,13	a	97,21	a	96,67	a	96,10	a	94,97	a	94,25	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. Grau de entupimento (GE) para as fontes de nitrogênio e tempos de funcionamento

Fontes de N ¹	Tempo de funcionamento (h)											
	100		200		300		400		500		600	
NitCa	3,75	a	5,39	a	6,49	a	8,41	a	10,26	a	11,85	a
NitAm	4,46	a	5,70	a	6,92	a	7,85	ab	8,72	b	10,95	ab
NitK	3,72	a	5,46	a	7,06	a	8,14	ab	9,73	ab	10,75	ab
SAm	4,14	a	5,21	a	6,92	a	9,18	a	9,39	ab	10,23	bc
Ureia	4,15	a	3,81	b	6,91	a	6,91	b	9,04	ab	9,29	c

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.

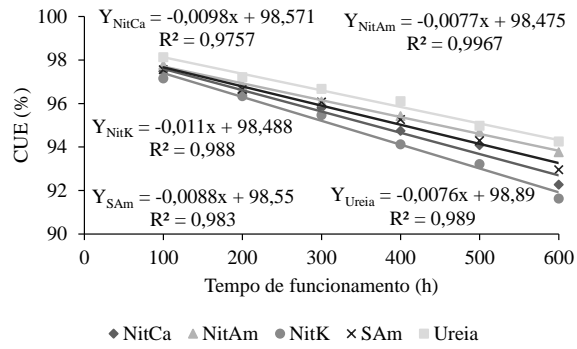


Figura 1. Coeficiente de uniformidade estatístico em função do tempo de funcionamento para nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia).

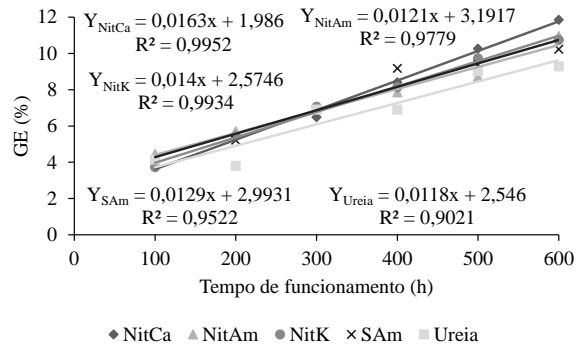


Figura 2. Grau de entupimento em função do tempo de funcionamento para nitrato de cálcio (NitCa), nitrato de amônio (NitAm), nitrato de potássio (NitK), sulfato de amônio (SAm) e ureia (Ureia).