

## EFICIÊNCIA DE APLICAÇÃO DOS EMISSORES USANDO FONTES DE NITROGÊNIO PARA FERTIRRIGAÇÃO

I. O. F. Silva<sup>1</sup>, L. N. S. dos Santos<sup>2</sup>, F. N. Cunha<sup>3</sup>, G. S. Moraes<sup>4</sup>, E. S. Cunha<sup>5</sup>,  
F. R. Cabral Filho<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito de fontes de nitrogênio na eficiência de aplicação de 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<sup>-1</sup>, 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 coeficiente de uniformidade de Hart e a eficiência padrão da HSPA. O desempenho dos gotejadores é principalmente afetado pela aplicação de nitrato de potássio.

**PALAVRAS-CHAVE:** nitrato de amônio, distúrbios de vazão, uniformidade

## EFFICIENCY OF APPLICATION OF EMITTERS USING NITROGEN SOURCES FOR FERTIRRIGATION

<sup>1</sup>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

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

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

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

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

<sup>6</sup>Acadêmico de Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: fernandorcfilho10@gmail.com

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen sources on the efficiency of application of 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  $2 \text{ L h}^{-1}$ , 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 Hart uniformity coefficient and standard HSPA efficiency. The performance of the drippers is mainly affected by the application of potassium nitrate.

**KEYWORDS:** ammonium nitrate, flow disturbances, uniformity

## INTRODUÇÃO

A irrigação localizada vem se destacando por apresentar características como o uso racional da água com baixos volumes e altas frequências, com elevado grau de uniformidade de aplicação e distribuição da água (Laperuta Neto, 2011).

A uniformidade de aplicação de água é um parâmetro que caracteriza o sistema de irrigação em função da diferença de volume aplicado na planta, além disso a uniformidade de aplicação de água pelos gotejadores é fator fundamental ao sucesso do empreendimento (Barreto Filho et al., 2000, Faria et al., 2004).

Com o avanço da utilização da irrigação localizada, começam a ser observados problemas de perda de desempenho de equipamentos devido à presença de fertilizantes e de sólidos em suspensão que podem entupir tubulações e emissores, conseqüentemente reduzindo a vazão dos emissores (Silva et al., 2012). A uniformidade de aplicação de água é afetada por fatores hidráulicos, como a qualidade da água, o uso da fertirrigação que podem ocasionar o entupimento dos emissores (Cunha et al., 2013).

Objetivou-se, assim avaliar o efeito de fontes de nitrogênio na eficiência de aplicação de 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<sup>-1</sup> de N.

Foi utilizado um modelo de tubo gotejador com vazão nominal de 2 L h<sup>-1</sup>, 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<sup>-2</sup>. 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 uniformidade de aplicação de água, conforme as equações 1 a 2.

$$CUH = 100 \left\{ 1 - \sqrt{\frac{2}{\pi} \left( \frac{S}{\bar{X}} \right)} \right\} \quad (1)$$

$$UDH = 100 \left( 1 - 1,27 \frac{S}{\bar{X}} \right) \quad (2)$$

Em que:

CUH - coeficiente de uniformidade de Hart, em %;

UDH - eficiência padrão da HSPA, em %;

$\bar{X}$  = vazão média dos gotejadores, em L h<sup>-1</sup>;

S = desvio-padrão dos dados de vazão, em L h<sup>-1</sup>;

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<sup>®</sup> (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A uniformidade de água no tempo de funcionamento de 100 h apresentou valores variando entre 86 e 90% com destaque para a fertirrigação com ureia que apresentou o maior coeficiente de uniformidade de Hart (CUH); para o CUH o sulfato de amônio (SAm) e nitrato de amônio (NitAm) não apresentaram diferença significativa (Tabela 2).

Nos tempos de funcionamento de 200 e 300 h a fertirrigação com ureia demonstrou os melhores valores do CUH, em contraste com isso a aplicação com nitrato de potássio (NitK) via água de irrigação mostrou os menores valores de CUH.

A análise de coeficientes de uniformidade possibilita uma medida mais restrita, evitando incorrer em excesso ou falta de água para a cultura (Frizzone; Dourado Neto, 2003).

Nos tempos de funcionamento de 400 e 500 h a fertirrigação com ureia também apresentou os maiores valores do CUH, enquanto que o nitrato de cálcio (NitCa) e nitrato de potássio (NitK), os valores de uniformidades foram os mais baixos, ficando próximos a 80%.

Os maiores CUH no tempo de funcionamento de 600 h em ordem decrescente foram: ureia e nitrato de amônio (NitAm), os quais não indicaram diferenças significativas, sulfato de amônio (SAm), nitrato de cálcio (NitCa) e nitrato de potássio (NitK), sendo estes dois últimos também iguais.

No tempo de funcionamento de 100 h a eficiência padrão da HSPA (UDH) foi de 97,6 e 96,4% para a fertirrigação com ureia e nitrato de potássio (NitK), respectivamente, indicando uma diferença de 1,2 % (Tabela 3).

A UDH foi igual para as fontes de N de sulfato de amônio (SAm), nitrato de potássio (NitK) e nitrato de cálcio (NitCa) no tempo de funcionamento de 200 h. Já o menor UDH no tempo de funcionamento de 300 e 400 h ocorreram quando foi aplicado nitrato de potássio (NitK) na água de irrigação, sendo estes valores de 94 e 92,5%, respectivamente; o nitrato de amônio (NitAm) e o sulfato de amônio (SAm) apresentaram a mesma uniformidade neste tempo de funcionamento.

Ribeiro e Paterniani (2013) observaram que ocorreu uma diminuição de uniformidade de distribuição de água ao longo do tempo, entre a primeira e a quarta, indicando que houve uma tendência de entupimento dos gotejadores.

Nos tempos de funcionamento finais observa-se que a aplicação da ureia foi a fonte de N que menos influenciou na uniformidade seguido do nitrato de amônio (NitAm), sulfato de amônio (SAm), nitrato de cálcio (NitCa) e nitrato de potássio (NitK).

O CUH 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  $R^2$  superior a 98,8% (Figura 1).

A Figura 1 apresenta o coeficiente de uniformidade de Hart para cada fonte de N em função do tempo de funcionamento. No tempo de funcionamento de 100 e 600 h, observa-se reduções no CUH de aproximadamente 9,5, 8, 9,6, 8,7 e 8,2%, 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.

Para a correta avaliação da uniformidade de distribuição é importante à utilização de mais de um coeficiente, podendo ser um deles o CUH, por apresentar maior distinção dos resultados (Cunha et al., 2013).

O CUH a cada aumento de 100 h no tempo de funcionamento demonstra um decréscimo de 1,8, 1,54, 1,91, 1,67 e 1,6%, 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.

A UDH se adequou a um modelo linear, com  $R^2$  acima de 97,6%, indicando que no máximo 2,4% das variações da UDH não são explicadas pela variação do tempo de funcionamento (Figura 2).

A Figura 2 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 na UDH de aproximadamente 6,6, 5,1, 7, 5,8 e 4,9%, 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 CUH a cada aumento de 100 h no tempo de funcionamento demonstra um decréscimo de 1,24, 0,98, 1,39, 1,12 e 0,97%, 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

O desempenho dos gotejadores é principalmente afetado pela aplicação de nitrato de potássio.

Os maiores coeficiente de uniformidade de hart e da eficiência padrão da HSPA são obtidos quando a fertirrigação é realizada com as fontes de N de ureia e 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

- BARRETO FILHO, A. A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J. A.; GOMES, E. M.; Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 309- 314, 2000.
- CUNHA, F. N.; OLIVEIRA, R. C.; BASTOS, F. J. C.; TEODORO, J. P. R.; TEIXEIRA, M. B.; GOMES FILHO, R. R. Análise de coeficientes de uniformidade em pivôs centrais instalados na região sudoeste de Goiás. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 7, p. 181-190, 2013.
- 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, Fortaleza, v. 7, n. 4, p. 248-257, 2013.
- FARIA, L. F.; COELHO, R. D.; RESENDE, R. S. Variação de vazão de gotejadores de fluxo normal enterrados na irrigação de café. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 589-602, 2004.
- 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.
- FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. Avaliação de sistemas de irrigação. In: MIRANDA, J. H de.; PIRES, R. C. de M. Irrigação (Série Engenharia Agrícola). Piracicaba: FUNEP, 2003. p.573-651.
- KÖPPEN, W. Köppen climate classification. Geography about. (2013). Disponível em: <<http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm> >. Acessado em: 7 Janeiro. 2017.
- LAPERUTA NETO, J.; CRUZ, R. L.; LAPERUTA FILHO, J.; PLETSCHE, T. A. Perda de carga em mangueiras gotejadoras novas e usadas. Irriga, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 329-338, jul./set. 2011.
- RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S. Comparação de elementos filtrantes no grau de obstrução em irrigação por gotejamento. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.33, n.3, p.15, 2013.
- SILVA, L. P.; SILVA, M. M.; CORREA, M. M.; SOUZA, F. C. D.; SILVA, E. F. F. E. Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, p. 480- 486, 2012.

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 <sup>1</sup>	Concentração de nutriente (g kg <sup>-1</sup> )			
	N	S	Ca	K <sub>2</sub> O
Sulfato de amônio	200	240	-	-
Nitrato de cálcio	140	-	280	-
Nitrato de potássio	130	-	-	460
Nitrato de amônio	340	-	-	-
Ureia	450	-	-	-

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

**Tabela 2.** Coeficiente de uniformidade de Hart (CUH) para as fontes de nitrogênio e tempo de funcionamento

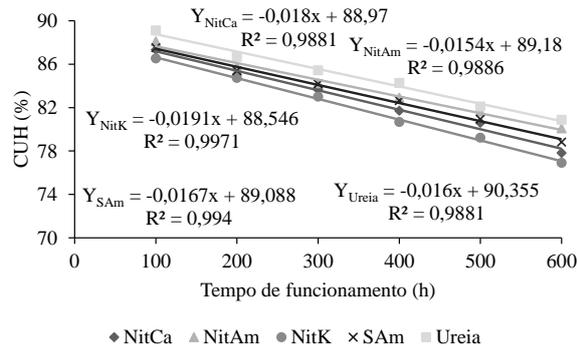
Fontes de N <sup>1</sup>	Tempo de funcionamento (h)											
	100		200		300		400		500		600	
NitCa	87,34	bc	85,02	bc	83,66	bc	81,71	c	80,60	c	77,82	c
NitAm	88,11	b	85,78	ab	84,23	b	82,92	b	81,64	ab	80,08	a
NitK	86,53	c	84,74	c	83,02	c	80,67	d	79,23	d	76,92	c
SAm	87,51	b	85,40	bc	84,18	b	82,64	bc	80,94	bc	78,83	b
Ureia	89,11	a	86,69	a	85,44	a	84,28	a	82,11	a	80,89	a

<sup>1</sup>Nitrato 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.

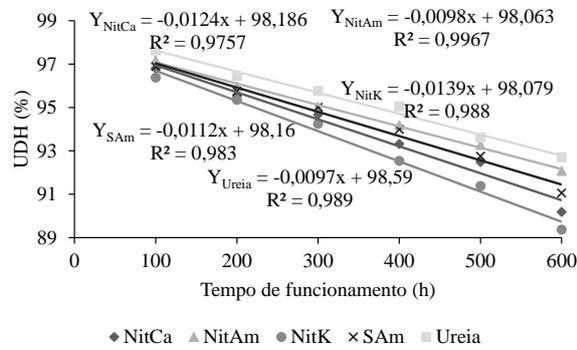
**Tabela 3.** Eficiência padrão da HSPA (UDH) para as fontes de nitrogênio e tempo de funcionamento

Fontes de N <sup>1</sup>	Tempo de funcionamento (h)											
	100		200		300		400		500		600	
NitCa	96,80	bc	95,52	b	94,67	bc	93,32	c	92,49	c	90,18	c
NitAm	97,18	ab	95,97	ab	95,04	b	94,18	b	93,27	ab	92,08	a
NitK	96,38	c	95,35	b	94,24	c	92,54	d	91,38	d	89,37	d
SAm	96,89	bc	95,75	b	95,01	b	93,99	b	92,75	bc	91,05	b
Ureia	97,63	a	96,46	a	95,77	a	95,05	a	93,62	a	92,70	a

<sup>1</sup>Nitrato 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 de Hart (CUH) 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.** Eficiência padrão da HSPA (UDH) 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).