

ENTUPIMENTO DE EMISSORES ENTERRADOS SOB A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR APÓS TRÊS ANOS DE CULTIVO EM CONDIÇÕES FERTIRRIGADAS

ALEXANDRE BARCELLOS DALRI¹; LUIZ FABIANO PALARETTI¹; RAIMUNDO LEITE CRUZ²; JOSÉ RENATO ZANINI¹; ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA¹; GILMAR OLIVEIRA SANTOS³

¹ Prof. Dr. Departamento de Engenharia Rural UNESP/FCAV, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP. Fone 55 16 3209 2637, dalri@fcav.unesp.br; lfpalaretti@fcav.unesp.br; jrzanini@fcav.unesp.br; rogeriofaria@fcav.unesp.br

² Prof. Dr. Departamento de Engenharia Rural UNESP/FCA, Botucatu, SP. cruz@fca.unesp.br

³ Doutorando em Agronomia. UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP. gilmar_engambiental@yahoo.com.br

1 RESUMO

A prática da irrigação no cultivo da cana-de-açúcar proporciona aumentos na produção de biomassa fresca e açúcar, bem como melhorias no ambiente de produção. Um dos sistemas de irrigação possíveis de serem utilizadas nesta cultura é o gotejamento subsuperficial (IGS), promovendo o uso mais eficiente da água, porém, a intrusão de radículas é uma das principais desvantagens apresentada por este sistema. O objetivo deste trabalho foi avaliar o entupimento de emissores enterrados sob a cultura da cana-de-açúcar após três anos de cultivo e sujeitos a condições de fertirrigação e injeção de trifluralina na água de irrigação. O experimento foi conduzido na UNESP Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Botucatu. Foram retirados ao acaso, de cada tratamento fertirrigado de cana-de-açúcar, 72 emissores, os quais estavam sob a soqueira da cana-de-açúcar. No total, foram retirados 216 emissores. Para efeito de comparação, os emissores retirados do solo foram comparados aos emissores novos. Para avaliação do desempenho dos gotejadores, foram utilizados os seguintes parâmetros: vazão média (\bar{q}), coeficiente de variação de vazão (CVq), vazão relativa (Qr), grau de entupimento (GE) e uniformidade de distribuição (UD). Para as condições de manejo em que o sistema esteve sujeito, é possível concluir que as vazões dos gotejadores não apresentaram mudanças significativas quando comparado com o novo. O CVQ dos gotejadores usados aumentou, superando o limite máximo de 7% preconizado pela norma ABNT NBR ISO 9261:2006, entretanto, não foi verificado em nenhum dos 216 gotejadores analisados, entupimento ou presença de raízes em qualquer emissor. Desta maneira, pode-se concluir que o manejo de irrigação adotado, confirma a viabilidade do uso de gotejadores enterrados sob a cultura da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: intrusão, gotejamento, trifluralina

2 INTRODUÇÃO

Atualmente, a cana-de-açúcar é cultivada no Brasil em uma área de aproximadamente 8,5 milhões de ha, representado 3,8% da área total agricultável no país. O gotejamento enterrado em cana-de-açúcar é uma técnica ainda incipiente. Com o aumento do plantio e colheita mecanizada da cultura da cana-de-açúcar, do custo de produção, do transporte da matéria-prima, do valor da terra e da mão de obra, o uso da irrigação como incremento da

produtividade da respectiva cultura pode se tornar uma condição obrigatória em curto prazo nas regiões do Brasil onde o déficit hídrico é acentuado.

Entre os sistemas de irrigação, o gotejamento possui suas vantagens e limitações, como citado por Frizzone et al. (2012). Para viabilizar o uso da irrigação por gotejamento na cultura da cana-de-açúcar há necessidade que as linhas laterais com os seus respectivos emissores sejam enterrados, pois desta maneira o manejo da cultura bem como as colheitas anuais não ficam prejudicados. A irrigação gotejamento subsuperficial (IGS) é uma adaptação do tradicional sistema de gotejamento, se caracterizando especificamente pela localização dos gotejadores abaixo da superfície do solo.

A IGS, quando comparado aos demais sistemas de irrigação, apresenta como vantagens: facilidade do manejo da irrigação e da cultura, pois a superfície do solo estará com baixo teor de água reduzindo o desenvolvimento e germinação de plantas daninhas, permite o livre tráfego de máquinas e tratamentos culturais na superfície mesmo quando o sistema estiver ligado e apresenta uma menor perda de água por evaporação direta da superfície do solo e grande potencial de automatização (Camp et al., 2000; Lamm et al., 2009; Lima, et al., 2010).

Como limitações do uso da IGS, existe a possibilidade de formação de vácuo no interior dos tubos e gotejadores, tornando possível a sucção de partículas de solo pelos emissores, além de intrusão radicular da cultura no orifício dos gotejadores, causando obstrução dos mesmos (Coelho et al., 2007; Lima et al., 2010).

Um manejo eficiente do sistema de irrigação pode evitar que isso ocorra, possibilitando que a irrigação por gotejamento subsuperficial seja uma alternativa viável. A aplicação de trifluralina no sistema de irrigação é um dos manejos adotados para prevenir que ocorra a obstrução dos emissores pelas radículas. Trifluralina é o ingrediente ativo de alguns herbicidas usados na agricultura.

O problema de intrusão de emissores por raízes pode ser evitado com a aplicação de trifluralina no sistema de irrigação (Lima et al., 2010). Oron et al. (1991) citam que a injeção de 0,5 gramas de trifluralina por emissor, durante a período de crescimento de culturas como o trigo, milho, ervilha e algodão, previne a intrusão de raízes. Estudos realizados por Ruskin et al. (1990) mostraram que a concentração de trifluralina no solo para controlar o desenvolvimento de ervas daninhas é de 0,5 a 2,0 ppm. Pizarro (1996) cita uma frequência de injeção de trifluralina entre 5 a 6 meses.

Observa-se, portanto uma indefinição da dose e da frequência da aplicação deste herbicida com o objetivo de prevenir o crescimento de radículas no interior do orifício do gotejador.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o entupimento de emissores enterrados sob a cultura da cana-de-açúcar após três anos de cultivo e sujeitos a condições de fertirrigação e injeção de trifluralina na água de irrigação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UNESP - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Botucatu, sendo as coordenadas geográficas 22° 52' 20'' S, e 48° 26' 37'' W e altitude média de 786 m. O solo em que a cana-de-açúcar foi cultivada é classificado como Nitossolo Vermelho transição para latossolo, textura média/argilosa (Embrapa, 1999). Após o preparo convencional do solo, o plantio foi realizado manualmente com uma densidade de 15 gemas por metro linear e com um espaçamento entre linhas de 1,5 m. Foi utilizada nesse experimento a variedade RB 72 454, cultivada nas principais regiões canavieiras do Brasil.

Ano 1 - cana-planta

A adubação de plantio foi a mesma para todos os tratamentos, com 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, e 60 kg ha⁻¹ K₂O na forma de cloreto de potássio. Decorridos 60 dias após o plantio foi feita a adubação de cobertura com 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, e 60 kg ha⁻¹ K₂O na forma de cloreto de potássio. O adubo foi aplicado manualmente no plantio e na adubação de cobertura.

Ao longo dos primeiro 18 meses, ou seja, no ciclo da cana-planta, a cultura e o sistema de irrigação foi manejado tendo como base o aumento de produtividade com a variação da frequência de irrigação.

Ano 2 e ano 3 - cana-soca

No segundo e terceiro ciclo da cana-de-açúcar a cultura foi manejada buscando o aumento da produtividade com o incremento da adubação nitrogenada e potássica, aplicada via fertirrigação.

O manejo de irrigação da cultura foi realizado por meio do tanque Classe A. A colheita, a qualidade tecnológica da matéria-prima e a produtividade ao longo dos três anos estão descritos em Dalri & Cruz (2008). Os tratamentos foram assim definidos: ano (1): L1, L2 e L3. O sistema de irrigação era acionado quando a lâmina evapotranspirada era superior a L1= 10 mm, L2= 20 mm e L3= 30 mm (Equação 1).

$$\sum_{i=1}^n Etc_i - P_i \geq L_i \quad (1)$$

em que: Etc_i é a evapotranspiração da cultura no i-ésimo dia (mm), P_i é a precipitação total no i-ésimo dia, mm e L_i é a lâmina evapotranspirada, sendo L₁ = 10 mm, L₂ = 20 mm e L₃ = 30 mm.

Os tratamentos para o ano 2 e 3 foram a variação da dose de fertilizante, sendo denominados de NK₅₀, NK₁₀₀ e NK₁₅₀, os quais representam, respectivamente, 50%, 100% e 150% da recomendação da adubação de nitrogênio e potássio. A lâmina de irrigação foi fixa, repondo a Etc. A adubação realizada via fertirrigação.

Aplicação da trifluralina

No ano 1 (cana-planta) a trifluralina foi aplicada quatro vezes, com intervalo de três meses. No ano 2 e 3 a trifluralina foi aplicada a cada 6 meses.

As doses de trifluralina foram: ano 1 – no primeiro ano deste experimento foi aplicado 0,125 ml de trifluralina por emissor. Ano 2 e 3 – no segundo e terceiro ano do experimento foi aplicada uma dose de 0,05 ml de trifluralina por emissor. A trifluralina foi aplicada por meio de injetor do tipo Venturi e os volumes injetados são do produto comercial. Durante os três anos de uso do sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial (IGS) não foi realizada a injeção de cloro ou ácido nas linhas de irrigação.

Montagem e avaliação do tubo emissor

O tubo emissor instalado foi o modelo Rain-Tape TPC[®]. Os emissores desse tubo são do tipo labirinto integrado à própria parede do tubo, espaçados de 30 cm, com vazão nominal

de 1,0 L h⁻¹ a 55 kPa. A profundidade de instalação foi de 0,3 m abaixo da superfície do solo. Foram montadas 48 linhas laterais de 8 m de comprimento contendo cada uma 27 emissores. No final de cada linha lateral foi instalada uma válvula de drenagem. A água utilizada para irrigação e fertirrigação era oriunda da SABESP, cuja análise química apresentou um valor de 2,1 mg L⁻¹ de resíduos sólidos. Para prevenir entupimentos, foi instalado um filtro de disco de 200 mesh.

Para avaliar o entupimento por partículas do solo e intrusão de raízes nos emissores, foram retirados de cada tratamento fertirrigado, com o auxílio de uma retroscavadeira, 72 emissores, os quais estavam sob a soqueira da cana-de-açúcar. No total, portanto, foram retirados aleatoriamente 216 emissores. Os emissores retirados foram avaliados uma bancada hidráulica especialmente desenvolvida para este fim.

A vazão do emissor foi obtida por meio da razão entre o volume de água aplicado e o tempo de coleta de três minutos, sendo também determinado o coeficiente de variação de vazão (CVq), calculado pelo desvio-padrão dos valores de vazão da amostra, em relação à vazão média, representado uma medida de dispersão relativa dos dados (Equação 2).

$$CVq = \frac{S}{q_m} 100 \quad (2)$$

em que: CVq é o coeficiente de variação de vazão (%), S é o desvio-padrão da amostra (L h⁻¹) e q_m é a vazão média da amostra (L h⁻¹).

Para avaliação do desempenho dos gotejadores também foram utilizados os seguintes parâmetros: vazão relativa (Qr), grau de entupimento (GE), uniformidade de distribuição (UD), representados pelas Equações 3, 4 e 5 respectivamente.

$$Qr = \frac{Qa}{Qi} 100 \quad (3)$$

em que: Qr é a vazão relativa (%), Qi é a vazão média do tubo emissor novo início do experimento (L h⁻¹) e Qa é a vazão atual (L h⁻¹).

$$GE = \left(1 - \frac{Qa}{Qi} \right) 100 \quad (4)$$

em que: GE é o grau de entupimento (%), Qa é a vazão atual (L h⁻¹) e Qi é a vazão no início do experimento (L h⁻¹).

$$UD = 100 \frac{q_{25\%}}{q_m} \quad (5)$$

em que: UD é a uniformidade de distribuição (%) e q_{25%} é a média dos 25% menores valores de vazão observados (L h⁻¹).

A vazão média do tubo emissor novo, determinada na bancada hidráulica e sujeita a pressão de 100 kPa foi de 1,16 (L h⁻¹). Essa vazão média obtida de 72 emissores foi tomada como referência para o cálculo dos parâmetros estudados, pois a medição da vazão

independente de cada emissor com a respectiva identificação antes da instalação e plantio da cana-de-açúcar foi tecnicamente inviável de ocorrer.

Os dados obtidos foram analisados e tabulados em planilha eletrônica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No manejo da irrigação do ano 1 ou cana-planta foi observado que o tratamento L_1 , o qual esteve sujeito ao turno de rega mais frequente, foi necessário à realização de 115 irrigações durante o período de desenvolvimento da cana-de-açúcar. Para os tratamentos L_2 e L_3 , foram realizadas 51 e 32 irrigações, respectivamente. A lâmina aplicada via irrigação no tratamento (L_1) foi 1.150 mm e nos tratamentos L_2 e L_3 1.020 e 960 mm, respectivamente.

O manejo da irrigação do ano 2 ou cana-soca teve seu início logo após a colheita. Para este ciclo, foi necessária a realização de 26 irrigações. Totalizando uma lâmina aplicada de 520 mm durante o período de crescimento da cultura e para o ano 3 foi necessária a realização de 37 irrigações, totalizando uma lâmina aplicada de 740 mm durante o período de crescimento da cultura.

Vazão média

Estão apresentados na Figura 1 os valores médios totais e do quartil inferior da vazão de 72 emissores em função dos tratamentos utilizados no manejo da cultura da cana-de-açúcar. Observa-se que a vazão média total (q_m) do tubo emissor enterrado sob a cultura da cana-de-açúcar, após o período de três safras, não apresentaram mudanças bruscas. Podendo-se afirmar que não houve entupimento dos emissores pelo sistema radicular da cana-de-açúcar, bem como por partículas do solo. Aliás, os tratamentos L_1/NK_{50} e L_2/NK_{100} apresentaram um pequeno aumento no valor da vazão média do emissor em relação ao novo. O tratamento L_3/NK_{150} , o qual o tubo foi utilizado, apresentou uma redução média de $0,0199 \text{ L h}^{-1}$, por emissor. Porém este valor não é um indicativo para afirmar que o respectivo manejo na cultura provocou obstrução aos gotejadores. Esse resultado permite confirmar que é possível realizar a irrigação por gotejamento subsuperficial na cultura da cana-de-açúcar, mesmo quando o tubo emissor for instalado sob a soqueira da cultura.

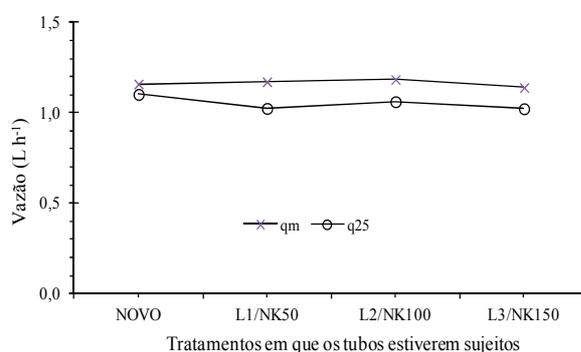


Figura 1. Valores médios totais (q_m) e do quartil inferior (q_{25}) da vazão dos emissores sujeitos aos tratamentos de manejo L_1/NK_{50} , L_2/NK_{100} e L_3/NK_{150} , em função dos três ciclos de colheita e para o tubo emissor novo.

Resultados apresentados por Coelho et al., (2007) e Faria et al., (2004) apresenta a intrusão radicular nos emissores quando foram enterrados, afetando significativamente a vazão dos mesmos, resultados diferentes desta pesquisa. Entretanto os respectivos autores não aplicaram trifluralina ou outro produto para criar uma barreira química ao redor do emissor.

Em relação ao valor das 25% menores vazões dos emissores, houve uma pequena redução da vazão em relação aos gotejadores novos, para todos os tratamentos de manejo da cultura; valores estes da ordem de 7,03%, 3,66% e 7,20% para os manejos L_1/NK_{50} , L_2/NK_{100} , L_3/NK_{150} , respectivamente.

Coeficiente de variação de vazão

Analisando o coeficiente de variação de vazão (CVq), Figura 2, observa-se que o respectivo valor do coeficiente atende a exigência da norma brasileira NBR ISO 9261:2006 (ABNT, 2006), ou seja, a norma exige que o valor do coeficiente de variação de fabricação, expressa pela mesma equação, deve ser menor que 7%, e como pode ser observado, o valor do coeficiente de variação do tubo emissor novo é de 3,91%.

Como era esperado, o envelhecimento do tubo emissor provocou uma perda de qualidade neste coeficiente, superando inclusive os 7% exigido pela norma, sendo os valores iguais a 12,99%, 8,99% e 7,63% para os tratamentos L_1/NK_{50} , L_2/NK_{100} e L_3/NK_{150} , respectivamente.

A variação do CVq é um indicativo para que o fabricante melhore a qualidade da matéria-prima utilizada na fabricação do tubo emissor, pois com o uso os valores do CVq superou o limite permitido pela norma brasileira.

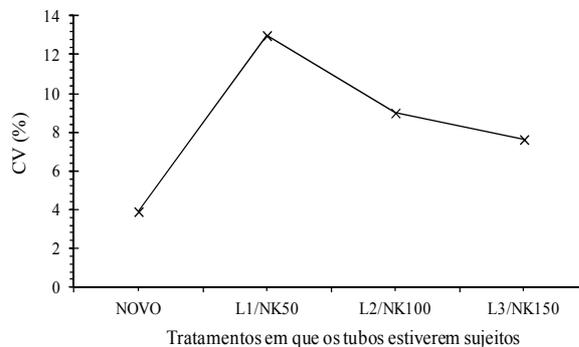


Figura 2. Valores dos coeficientes de variação de vazão (CVq) dos emissores sujeitos aos tratamentos de manejo L_1/NK_{50} , L_2/NK_{100} e L_3/NK_{150} , em função dos três ciclos de colheita e para o tubo emissor novo.

De uma maneira geral e independente se o tubo emissor está na superfície do solo ou sobre a superfície do solo, os valores do CVq aumentam com o tempo de uso, principalmente quando a qualidade da água é ruim, conforme pode ser observado nas pesquisas realizadas.

Vazão relativa

Em relação aos valores da vazão relativa (Qr), pode ser observado na Figura 3 que a maioria dos emissores não apresentou redução de vazão. Quando o valor de Qr é igual a 50%, significa que a vazão do emissor foi reduzida pela metade. De acordo com a Figura 3 não foi observado um Qr inferior a 50%. O menor valor de Qr ocorreu no tratamento L_1/NK_{50} , sendo

igual a 62,51%. Valores de Q_r maior que 100% é um indicativo que houve aumento de vazão. Na análise deste parâmetro, observou-se no tratamento L_1/NK_{50} , que apenas um emissor atingiu o valor de 166,42%.

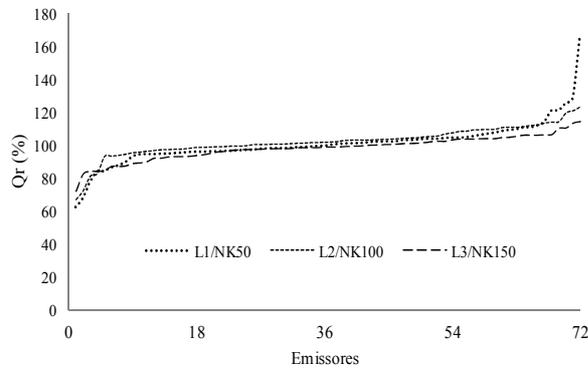


Figura 3. Vazão relativa (Q_r) dos emissores enterrados sob a cultura da cana-de-açúcar após três ciclos de colheita e sujeitos aos tratamentos L_1/NK_{50} , L_2/NK_{100} e L_3/NK_{150} , com a injeção de trifluralina.

Grau de entupimento

Ainda não consta em bibliografia especializada um índice que expresse a severidade do grau de entupimento de um gotejador. Para $GE = 0$ representa que não ocorreu entupimento e quando $GE = 100\%$, o gotejador está totalmente obstruído e $GE < 0$, houve aumento da vazão. A Figura 4 apresenta o grau GE do modelo de tubo emissor estudado quando sujeito aos três manejos da cultura da cana-de-açúcar. Observa-se que não houve emissores com valores do GE calculado superiores a 40%, indicando novamente que não há emissores entupidos.

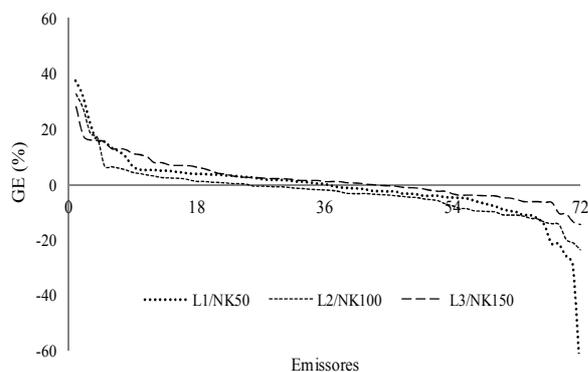


Figura 4. Grau de entupimento (GE) dos emissores enterrados sob a cultura da cana-de-açúcar após três ciclos de colheita e sujeitos aos tratamentos L_1/NK_{50} , L_2/NK_{100} e L_3/NK_{150} , com a injeção de trifluralina.

A Figura 5 mostra, para os diferentes tipos de manejo e aplicação trifluralina, a distribuição percentual do número de emissores para diferentes faixas do GE . Os três manejos do sistema de irrigação adotado apresentaram desempenho quanto a este parâmetro analisado. Observa-se que a quantidade de emissores com valores de GE superiores a 10% foi pequena

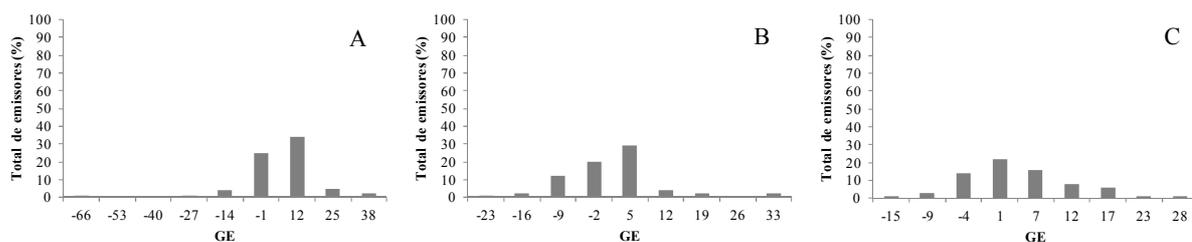


Figura 5. Percentual do número total de emissores (n=72) analisados em função dos tratamentos de manejo L_1/NK_{50} (A), L_2/NK_{100} (B) e L_3/NK_{150} (C), para os três ciclos de colheita.

Na Figura 6 estão apresentados os respectivos valores médios obtidos do UD, nos casos em que a cultura da cana-de-açúcar irrigada esteve sujeita aos tratamentos L_1/NK_{50} , L_2/NK_{100} e L_3/NK_{150} , ao longo do tempo de funcionamento do sistema, ou seja, nos três ciclos de colheita. Observa-se que houve redução nos valores médios da UD com o tempo de uso do sistema de irrigação. Porém a redução percentual foi muito baixa, variado de 5,9 pontos percentuais para o tratamento L_2/NK_{100} e L_3/NK_{150} e 8,7 pontos percentuais para o tratamento L_1/NK_{50} . Mesmo apresentando esta redução nos valores dos coeficientes de variação, os emissores são classificados segundo Frizzone & Dourado Neto (2003) como de uniformidade boa para as três situações de manejo da cultura da cana-de-açúcar.

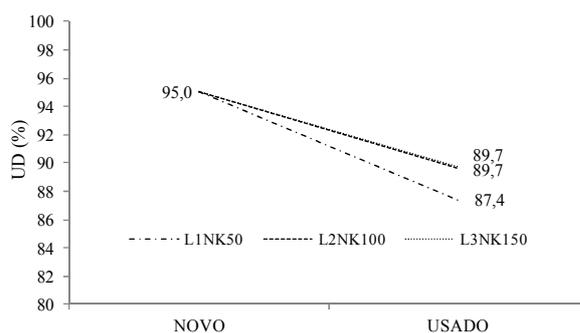


Figura 6. Valores médios da UD (%), para os emissores novos e enterrados sob a cultura da cana-de-açúcar após três ciclos de colheita e sujeitos aos tratamentos L_1/NK_{50} , L_2/NK_{100} e L_3/NK_{150} , com a injeção de trifluralina.

Durante o ensaio, não foi verificado em nenhum dos 216 gotejadores analisados, entupimento ou presença de raízes em qualquer emissor. Considera-se, portanto que a aplicação de trifluralina, na respectiva dose e frequência citada, inibe a intrusão de raízes no interior do labirinto dos emissores.

Vale ressaltar que os resultados encontrados nesta análise de comparação dos gotejadores novos e os utilizados no sistema de irrigação subsuperficial, aplicam-se apenas para o lote amostrado e não devem, necessariamente, abranger todos os gotejadores produzidos e comercializados pelo fabricante.

Este manejo do sistema permite afirmar que é viável e possível o uso de gotejadores enterrados sob a cultura da cana-de-açúcar.

5 CONCLUSÕES

O uso provocou injúrias aos emissores apenas do ponto de vista de sua qualidade construtiva, afetando o CVq não havendo impedimento na estrutura do labirinto que prejudicasse a vazão.

O manejo de irrigação e fertirrigação adotado não favoreceu a intrusão radicular no interior do labirinto dos emissores.

A adição na água de irrigação de 0,05 mL de trifluralina por emissor, com intervalo de 6 meses, é um indicativo para inibir o crescimento de radículas no interior dos emissores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9261**: Equipamentos de irrigação agrícola. Emissores e tubos emissores. Especificação e métodos de ensaio. São Paulo, 2006.

CAMP, C. R.; LAMM, F. R.; EVANS, R. G.; PHENE, C. J. Subsurface drip irrigation: past, present and future. In: DECENNIAL IRRIGATION SYMPOSIUM, 4. **Proceedings...** St Joseph: American Society of Agricultural Engineering, 2000. p. 363-372.

COELHO, R. D.; FARIA, L. F.; MÉLO, R. F. Obstrução de gotejadores autocompensantes enterrados na Irrigação de citros causada por intrusão radicular. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.3, p.393-408, jul./set., 2007.

DALRI, A. B.; CRUZ, R.L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.3, p. 516-524, set., 2008.

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, set./dez., 2004.

FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. **Avaliação de sistemas de irrigação**. In: (Miranda, J. H. de; Pires, R. C. de M.). Irrigação, v.2., Jaboticabal, 703 p., 2003.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L. de; REZENDE, R.; FARIA, M. A. de. **Microirrigação**: gotejamento e microaspersão. Maringá: Eduem, 2012. 356 p.

LAMM, F. R.; ROGERS, D. H.; ALAM, M.; O'BRIEN, D. M.; TROOEN, T. P. Twenty years of progress with SDI in Kansas. St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. 23 p. ASABE paper no. 095923. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/sdi/Reports/2009/FRL20Yr09.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2013.

LIMA, P. L. T.; MAGALHÃES, C. A. S.; LIMA, J. M. L.; LIMA, L. A.; CARBALHO, R. F. Trifluralina como inibidor de intrusão radicular em gotejamento subsuperficial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 39, 2010. **Anais...** Vitória 2010, CDROM.

ORON, G.; DEMALACH, J.; HOFFMAN, Z.; CIBOTARU, R. Subsurface Microirrigation with Effluent. **Journal Irrigation and Drainage Engineering**, v.117, n.1, p.25-37, 1991.

PIZARRO, F. **Riegos Localizados de alta Frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación**. 3 ed. rev.ampl. Madrid: Mundi Prensa, 1996. 513p.

RUSKIN, R.; VAN VORIS, P.; CATALDO, D. A. Root Intrusion protection of buried drip irrigation devices with slow-release herbicides. In: **Proceedings...** Irrigation Symposium, 3, ASAE, St. Joseph, p.211-216, 1990.