

## **USO DA TRIFLURALINA NO CONTROLE DE INTRUSÃO RADICULAR EM GOTEJADORES ENTERRADOS SOB A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**ALEXANDRE BARCELLOS DALRI<sup>1</sup>; RAIMUNDO LEITE CRUZ<sup>2</sup>; ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA<sup>1</sup>; FABIO MAZZONETTO<sup>4</sup> E RENATO ZAPPAROLI CORBANI<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, dalri@fcav.unesp.br

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, cruz@fca.unesp.br

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, dalri@fcav.unesp.br

<sup>4</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Camilo Castelo Branco, Descalvado, SP, famazzonetto@hotmail.com

<sup>5</sup>FEB. Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, SP, renatozapparoli@hotmail.com

### **1 RESUMO**

A irrigação por gotejamento subsuperficial é definida como aplicação de água abaixo da superfície do solo por meio de emissores com taxa de descarga semelhante a irrigação por gotejamento superficial. O que limita a aplicação desta tecnologia são os problemas com intrusão de raízes nos emissores. O objetivo deste trabalho foi avaliar a intrusão de raízes de cana-de-açúcar em gotejadores enterrados na ausência ou presença de trifluralina na água de irrigação. Os tratamentos utilizados consistiram na aplicação de diferentes doses de trifluralina. Pelos resultados obtidos pode-se concluir que: não há, para estas condições, necessidades de injetar trifluralina até o oitavo mês após a germinação da cana-de-açúcar e a partir do oitavo mês, após germinação da cana-de-açúcar, sugere-se a aplicação de trifluralina na dose 0,25 cm<sup>3</sup> por emissor para manter a vazão relativa próxima a 100%.

**Palavras-chave:** emissor, entupimento, gotejamento subsuperficial.

**DALRI, A.B.; CRUZ, R.L.; FARIA, R.T. de; MAZZONETTO, F.; CORBANI, R.Z.  
USE OF TRIFLURALIN TO CONTROL ROOT INTRUSION IN DRIPPERS BURIED  
UNDER SUGAR CANE CROP**

### **2 ABSTRACT**

Subsurface dripping irrigation is defined as water application below the soil surface by emitters with discharge rate similar to that of the surface dripping irrigation. Problems related to intrusion of roots into the emitters are some pitfalls of this technology. The objective of this study was to evaluate the intrusion of sugar cane roots into emitters buried in the absence or presence of Trifluralin in the irrigation water. Different levels of Trifluralin were the treatments applied. The results showed that for these study conditions, there is no need of Trifluralin injection until the eighth months after sugar cane germination, and as of the eighth

month, after the sugar cane germination, Trifluralin is recommended at the dose of 0.25 cm<sup>3</sup> by emitter in order to keep the relative flow rate close to 100%.

**Keywords:** emitters, clogging, subsurface dripping

### 3 INTRODUÇÃO

A irrigação por gotejamento está desenvolvendo-se satisfatoriamente nas últimas décadas graças ao acesso mais fácil de matéria prima, como o polietileno, e a facilidade de importação de produtos de alta qualidade, como os gotejadores autocompensantes. Os gotejadores podem ser instalados acima da superfície, suspenso por arames, sobre a superfície e sob a superfície, essa última denominada irrigação por gotejamento subsuperficial.

A irrigação por gotejamento subsuperficial é definida como aplicação de água abaixo da superfície do solo por meio de emissores com taxa de descarga semelhante a irrigação por gotejamento superficial, ASAE (1997). Portanto, o gotejamento subsuperficial é uma variação do tradicional sistema de gotejamento, onde os tubos são enterrados a uma profundidade que pode variar de 15 a 60 cm. A irrigação por gotejamento subsuperficial se caracteriza pela aplicação localizada de água diretamente na zona radicular da cultura (Lamm & Camp, 2007) favorecendo a eficiência do uso da água. Lamm et al. (1995) verificaram, avaliando a lâmina de água consumida pela cultura do milho por meio do gotejamento subsuperficial, que o consumo de água foi reduzido em 25%, quando comparado com o da irrigação por gotejamento superficial. O gotejamento subsuperficial, 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 tratos 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 do gotejamento enterrado, 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, sendo estes os principais problemas a serem resolvidos (Coelho et al., 2007; Lima et al., 2010).

Um dos fatores que limita e inibe o uso do sistema de gotejamento subsuperficial é a possibilidade de entupimento do emissor por partículas do solo e principalmente por raízes, as quais são atraídas pela umidade próxima ao emissor. Há modelos de gotejadores que são mais susceptíveis ao entupimento por raízes como por partículas do solo (Resende, 2003). Segundo o mesmo autor, a magnitude de variação de vazão dos gotejadores autocompensantes é superior quando comparado aos gotejadores não-compensantes quando estão operando em condições enterradas.

O problema de intrusão de emissores por raízes pode ser evitado com a aplicação de trifluralina no sistema de irrigação (Lima et al., 2010). A trifluralina é o ingrediente ativo de alguns herbicidas utilizados na agricultura. Possui translocação insignificante no solo, sendo fortemente adsorvidos pelos coloides da matéria orgânica e de argila. Seu mecanismo de ação afeta a divisão celular nos tecidos meristemáticos, inibindo a formação de novas células na radícula e caulículo (Rodrigues & Almeida, 1995).

Segundo Ruskin & Ferguson (2013), existem quatro maneiras de inibir a intrusão radicular nos emissores, as quais são: desenvolvimento de emissores dotados de barreiras mecânicas, injeção do herbicida trifluralina na água de irrigação, adição de trifluralina no plástico dos emissores durante a fabricação, sendo este liberado lentamente durante sua utilização, impregnação dos anéis do sistema filtrante com o produto, uma vez que este sistema irá liberar a trifluralina lentamente durante as irrigações.

Oron et al. (1991) citam que a injeção de 0,5 gramas de trifluralina por emissor, durante o 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. Essa dosagem previne o crescimento e alongamento das raízes para o interior do emissor.

De acordo com Pizarro (1996), a dose de trifluralina a ser aplicada no sistema de gotejamento subsuperficial para prevenir a obstrução do emissor pelas radículas varia de 0,20 a 0,25 cm<sup>3</sup> por emissor, com uma frequência de injeção de 5 a 6 meses.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a intrusão de raízes em gotejadores enterrados sob a cultura da cana-de-açúcar com diferentes doses de trifluralina adicionadas na água de irrigação.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu, Departamento de Engenharia Rural.

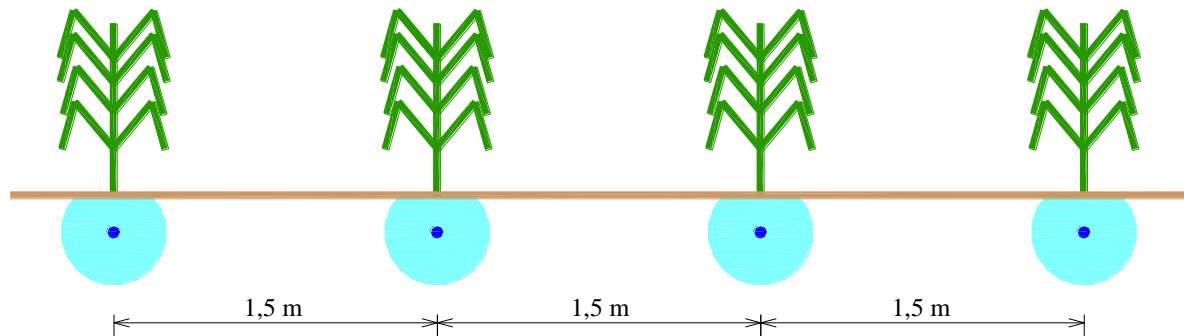
A cana-de-açúcar foi plantada e cultivada em um solo classificado como Nitossolo Vermelho Latossólico (Embrapa, 2006). Na Tabela 1 encontram-se os dados das características físicas do solo. Os valores apresentados indicam que este solo possui elevado teor de areia em todas as camadas analisadas, com quantidades reduzidas de silte.

**Tabela 1.** Características físicas do solo da área experimental.

Prof. (cm)	Dens. solo (g cm <sup>-3</sup> )	Dens. de partículas (g cm <sup>-3</sup> )	Areia total			Textura do solo
			Argila	Silte	(g kg <sup>-1</sup> )	
0 – 20	1,64	2,42	610	330	60	Média
20 – 40	1,74	2,42	610	350	40	Argilosa
40 – 60	1,74	2,50	610	360	30	Argilosa

A cultura da cana-de-açúcar, variedade RB 72 454, foi plantada em toletes com densidade de 15 gemas por metro linear e com 1,5 m de espaçamento entre sulcos de plantio. Antecedendo o plantio da cana-de-açúcar, foi realizada a instalação do sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial. O tubo gotejado foi instalado a uma profundidade aproximada de 30 cm e sob a linha de cana-de-açúcar (Figura 1).

**Figura 1.** Instalação do tubo gotejador sob a linha de plantio.



A lâmina bruta de irrigação calculada foi fixa, variando-se o turno de rega. O momento correspondente em iniciar a irrigação foi quando o somatório da evapotranspiração diária da cultura superasse 10 mm acumulados (Equação 1). A evapotranspiração diária da cultura foi estimada pelo Tanque Classe A, localizado próximo ao experimento.

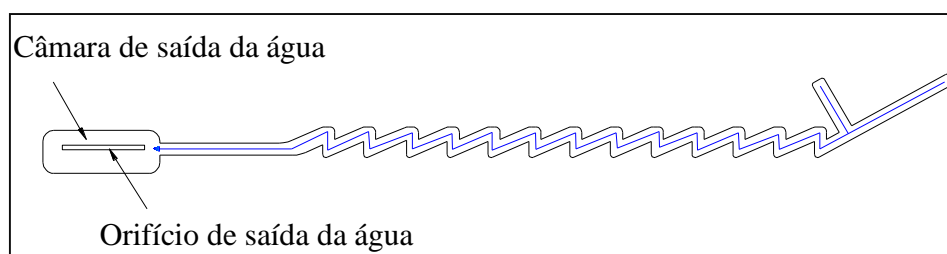
$$\sum_{i=1}^n Etc_i - P_i \geq 10 \quad (1)$$

em que,  $Etc_i$  - evapotranspiração da cultura no  $i$ -ésimo dia, mm e  $P_i$  - precipitação total no  $i$ -ésimo dia, mm.

Esse manejo foi adotado para que a cultura não sofresse déficit hídrico, e o teor de água no solo fosse elevado durante este período. Segundo Frizzone et al. (2012), os níveis de potencial mátrico crítico da água no solo para o pleno desenvolvimento da cana-de-açúcar estão em torno de - 80 kPa e - 150 kPa. De acordo com o manejo realizado, o nível de tensão de água no solo no experimento ficou entre o sugerido pelos autores.

Na instalação do gotejamento subsuperficial foi utilizado o tubo gotejador Rain-Tape TPC<sup>®</sup> (Figura 2), fabricado pela Rain Bird, com diâmetro interno de 16 mm, espessura da parede de 355  $\mu$ m, e emissores tipo labirinto integrados à parede do tubo, espaçados 0,3 m, e vazão nominal, segundo o fabricante, de 1,0 L.h<sup>-1</sup> quando operado a 100 kPa. A pressão de trabalho, ajustada por meio de um regulador de pressão instalado no início da área experimental, foi de 100 kPa.

**Figura 2.** Desenho esquemático do gotejador Rain Tape TPC.



Para avaliar o efeito da concentração de trifluralina na intrusão das raízes nos emissores foram definidas quatro doses de trifluralina aplicado por emissor (cm<sup>3</sup> emissor<sup>-1</sup>), as quais foram:  $D_1 = 0,000$ ;  $D_2 = 0,05$ ;  $D_3 = 0,125$ ;  $D_4 = 0,250$ . A trifluralina foi injetada diretamente na linha lateral do respectivo tratamento, não havendo a possibilidade de contaminação, pelo

herbicida, em outras linhas de irrigação. A injeção do herbicida, como inibidor do desenvolvimento radicular, ocorreu duas semanas após a germinação da cana-de-açúcar em uma única aplicação.

Em um intervalo de quatro meses a partir da data da germinação da cana-de-açúcar, foi retirado com o auxílio de um enxadão oito emissores de cada tratamento. Cada emissor analisado foi considerado uma amostra.

Depois de retirados, os emissores foram submetidos a ensaios em bancada de teste, no Laboratório de Hidráulica da FCA/Unesp. No ensaio de vazão dos emissores, em que se buscou verificar o entupimento dos gotejadores, procurou manter a mesma pressão de trabalho em que os emissores estavam sujeitos no campo. Na bancada de teste, o volume de água coletado por emissor foi pesado em balança com precisão de 1 grama. A duração do ensaio foi de 15 minutos, com três repetições. Considerou-se a massa específica da água com valor unitário.

Para avaliar o entupimento dos gotejadores foi analisada a vazão média do gotejador na pressão de serviço, coeficiente de variação de vazão (CVQ) e vazão relativa (Qr).

O coeficiente de variação de vazão (CVQ) é um índice estatístico que informa a variação da vazão para uma determinada amostra de gotejadores. É decorrente do projeto do gotejador, material utilizado em sua fabricação e da qualidade com que o gotejador é fabricado. Segundo Keller & Bliesner (1990), seu valor é calculado pela Equação 2.

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

em que, CVQ - coeficiente de variação de vazão, porcentagem, S - desvio-padrão da amostra, L h<sup>-1</sup> e q<sub>m</sub> - vazão média da amostra, L h<sup>-1</sup>.

Existem diversas propostas de classificação do coeficiente de variação de vazão dos emissores. A classificação recomendada pela ABNT NBR ISO 2006 (ABNT, 2006) para emissores novos é que os gotejadores apresentem um coeficiente de variação de fabricação menor ou igual a 0,07.

Com o objetivo de mostrar os efeitos de entupimento após dado período de uso de um emissor, Capra & Scicolone (2004) propuseram o uso do índice de redução de vazão (Qr), o qual pode ser determinado pela Equação 3.

$$Qr = \left( \frac{q_a}{q_n} \right) 100 \quad (3)$$

em que, Qr - vazão relativa, porcentagem, q<sub>a</sub> - vazão atual, L h<sup>-1</sup>, q<sub>n</sub> - vazão inicial, L h<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo software Sistema para Análise de Variância - SISVAR.

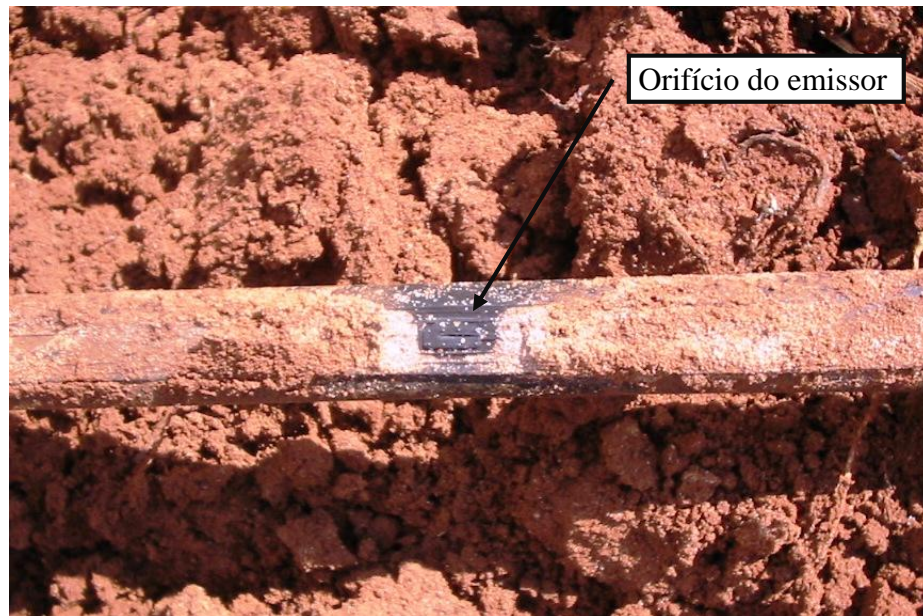
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização do experimento não foi observado sintomas de déficit hídrico na cultura da cana-de-açúcar e o teor de água no solo foi mantido elevado, próximo à capacidade de campo, durante o período experimental de 12 meses. Atingido o tempo de 4, 8 e 12 meses de desenvolvimento da cana-de-açúcar, foram desenterrados, em cada período, 8 emissores de

cada tratamento e que estavam sob a cultura da cana-de-açúcar. Após a retirada dos emissores foi realizada uma análise visual na saída dos emissores retirados. Não foi constatada, com essa análise, a presença de raízes no emissor (Figura 3).

A Tabela 2 apresenta os valores médios observados da vazão ( $q$ ), do coeficiente de variação da vazão (CVQ), e da vazão relativa ( $Q_r$ ), observados nos emissores coletados aos 4, 8 e 12 meses após o plantio da cana-de-açúcar.

**Figura 3.** Ilustração do emissor do tubo gotejador após a retirada do solo.



**Tabela 2.** Valores médios observados de vazão ( $q$ ), coeficiente de variação da vazão (CV) e vazão relativa ( $Q_r$ ) aos 4, 8 e 12 meses após a germinação da cana-de-açúcar.

Tratamento	$q$ (L h <sup>-1</sup> )	CVQ <sup>(1)</sup> (%)	$Q_r$ (%)
4 meses após germinação da cana-de-açúcar			
D <sub>1</sub>	1,05 ns	1,93 a	102,11 ns
D <sub>2</sub>	1,09 ns	5,42 b	105,94 ns
D <sub>3</sub>	1,06 ns	4,77 b	102,93 ns
D <sub>4</sub>	1,10 ns	2,54 a	107,38 ns
F	2,15	5,19	2,16
C.V. (%)	3,14	40,50	3,23
8 meses após germinação da cana-de-açúcar			
D <sub>1</sub>	1,19 a	2,50 a	102,59 a
D <sub>2</sub>	1,23 b	5,79 b	106,26 b
D <sub>3</sub>	1,18 a	6,61 b	101,85 a
D <sub>4</sub>	1,25 b	2,55 a	107,73 b
F	4,21	6,14	4,03
C.V. (%)	2,72	39,81	2,70
12 meses após germinação da cana-de-açúcar			
D <sub>1</sub>	1,13 ns	3,42 a	92,56 a
D <sub>2</sub>	1,21 ns	8,76 b	98,86 b

D <sub>3</sub>	1,14 ns	9,58 b	93,20 a
D <sub>4</sub>	1,24 ns	3,11 a	102,06 c
F	2,385	2,97	2,38
C.V. (%)	6,12	63,74	6,13

ns.: não significativo pelo teste F ( $P > 0,05$ )

<sup>(1)</sup> médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observa-se que não houve diferença significativa entre os dados de vazão (q) dos emissores quando o mesmo foi amostrado aos 4 meses após a germinação da cana-de-açúcar. Este resultado demonstra que não houve problemas com a intrusão de raízes da cana-de-açúcar nos emissores até este período de desenvolvimento da cultura, ou seja, até esta etapa, pode-se propor que não há necessidade do uso da trifluralina como inibidor do crescimento das radículas no interior do labirinto do gotejador. De acordo com a norma ABNT NBR ISO 9621 (ABNT, 2006), os valores do coeficiente de variação de vazão dos emissores ficaram dentro padrão sugerido, ou seja, CVQ ficou abaixo de 7%.

A vazão relativa (Qr) dos emissores, determinada aos 4 meses de uso, também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, característica essa que demonstra o não entupimento dos emissores após esse período de uso. De acordo com Capra & Scicolone (2004) quando o índice Qr resultar valores maior que 100% indica que a vazão aumentou nos emissores.

Os emissores amostrados 8 meses após a germinação da cana-de-açúcar apresentaram diferença significativa para a vazão (q), CVQ e Qr, conforme pode ser observado na Tabela 5. Nota-se que quando se elevou a dose de trifluralina aplicada D<sub>1</sub> para as doses representadas pelos tratamentos D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub> ocorreu o aumento do valor do coeficiente de variação de vazão, comportamento semelhante aos 12 meses. Como este coeficiente analisa o efeito dos fatores construtivos dos emissores do tubo gotejador, o efeito da adição de produtos químicos nos sistemas de irrigação deve ser analisado, pois a adição pode modificar o comportamento hidráulico dos emissores. Entretanto a dose de produto químico utilizada neste experimento foi muito baixa, sendo pouco provável qualquer alteração nos emissores devido a este fato. Este resultado é uma hipótese, pois, o mesmo comportamento não ocorreu com a aplicação da dose superior de trifluralina (D<sub>4</sub>).

Lima et al. (2010) não observaram após 70 dias do plantio da cana-de-açúcar a intrusão por raízes em gotejadores enterrados a 20 cm de profundidade, como também não observado nessa pesquisa.

Também foi constatado que aos 12 meses o efeito do enterrio do tubo gotejador sob a cultura da cana-de-açúcar não causou entupimento aos mesmos, pois não houve alteração significativa ( $P > 0,05$ ) da vazão média (q) observada nesse período. Entretanto o coeficiente de variação de vazão elevou-se quando foi utilizada a dose D<sub>2</sub> e dose D<sub>3</sub>, prejudicando a uniformidade de aplicação de água no sistema de irrigação.

Neste mesmo período de análise, ou seja, aos 12 meses, a vazão relativa (Qr) dos emissores reduziu significativamente quando não foi utilizado trifluralina (D<sub>0</sub>), reduzindo a vazão dos emissores e conseqüentemente alterando a vazão de projeto do sistema de irrigação. Nota que quando o fator Qr é igual a 100% é indicativo de que não houve alteração da vazão original do gotejador, quando Qr é menor que 100% é indicativo que houve redução da vazão original do gotejador. Desta maneira e de acordo com os dados obtidos, observou-se que houve redução de 7,44% na vazão dos gotejadores em que não foi aplicado trifluralina.

Vasconcelos & Garcia (2005) analisando o desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar, RB 72 454, aos 16,5 meses de idade, verificaram que 35% das raízes

ultrapassaram 20 cm de profundidade, portanto, pode-se afirmar que houve possibilidade de contato direto das raízes com o tubo gotejador. Segundo Suarez-Rey et al. (2006), a injeção de trifluralina para controlar a intrusão de raízes de grama em gotejadores, não prejudicou o desenvolvimento da cultura, bem como o crescimento das raízes. Yu Yingduo et al. (2010) avaliaram o efeito da trifluralina utilizada como inibidor de crescimento das raízes no gotejador, na cultura do trigo e observaram que o respectivo produto não provocou danos ao trigo.

Sugere-se que novos estudos sejam realizados em outros modelos de emissores e culturas, sempre buscando minimizar a dose aplicada e prolongando o intervalo entre as injeções do herbicida.

## 6 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que: a) os coeficientes de variação de vazão permaneceram dentro da norma ABNT NBR ISO 9261:2006 quando se utilizou a maior dose de trifluralina, ou seja, nos três tempos de análise os coeficientes ficaram abaixo de 0,07; b) não há, para as condições experimentais, necessidades de injetar trifluralina até o oitavo mês após a germinação da cana-de-açúcar.

## 7 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.

ASAE - American Society of Agricultural Engineers. Soil and Water Terminology: S526.1. In: **ASAE Standards** 1997. 44. ed. St Joseph, 1997, p.936-952.

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.

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Emitter and filter tests for wastewater reuseby drip irrigation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.68, n.2, p.135-149, 2004.

COELHO, R. D.; FARIA, L. F.; MELO, R. F. Obstrução de gotejadores autocompensantes enterrados na irrigação de citrus causada por intrusão radicular. **Irriga**, Botucatu, v.12, p.393-408, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2006. 306p.

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

KELLER, J.; BLEISNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652p.



LAMM, F. R.; CAMP, C. R. Subsurface drip irrigation. In: **Microirrigation for Crop Production: Design, Operation, and Management**. Eds. LAMM, F. R.; AYARS, J. E.; Nakayama, F. S. Amsterdam: Elsevier. p.473-551, 2007.

LAMM, F.R.; ROGERS, D.H.; ALAM, M.; O'BRIEN, D.M.; TROOIJEN, 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.

LAMM, F.R.; MANGES, H.L.; STONE, L.R.; KHAN, A.H.; ROGERS, D.H. Water requirement of subsurface drip-irrigated corn in northwest Kansas. **Transactions of the ASAE**, v.38, n.2, p.441-448, 1995.

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)**. ed.3., Bilbao. 1996. 513p.

RESENDE, R.S. **Intrusão radicular e efeito de vácuo em gotejamento enterrado na irrigação de cana-de-açúcar**. 2003. 124 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. ed.3. Brasil: Londrina. 1995. 675p.

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.

RUSKIN, R.; FERGUNSON, K. R. Protection of subsurface drip irrigation systems from root intrusion. Disponível em: <<http://www.geoflow.com/protection.html>>. Acesso em: 16 abr. 2013

SUAREZ-REY, E.M.; CHOI, C.Y.; MCCLOSKEY, W.B.; KOPEC, D.M. Effects of chemicals on root intrusion into subsurface drip emitters. **Irrigation and Drainage**. v.55, p.501-509, 2006.

VASCONCELOS, A.C.M.; GARCIA, J.C. **Desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar**. Potafos, Jun/2005. 5p. (Encarte Técnico, n.110).

YU YINGDUO, Y.; SHIHONG, G.; DI, X.; JIANDONG, W.; XIAOPENG, M. Effects of Treflan injection on winter wheat growth and root clogging of subsurface drippers. **Agricultural Water Management**. n.97, p.723-730, 2010.