

DOSES E FREQUÊNCIA DE TRIFLURALINA COMO INIBIDOR DE INTRUSÃO RADICULAR NO GOTEJAMENTO ENTERRADO EM LAVOURA CAFEIEIRA

**PEDRO LUIZ TERRA LIMA¹; ALBERTO COLOMBO²; LUIZ ANTONIO LIMA²;
MICHAEL SILVEIRA THEBALDI³; MATHEUS DE FIGUEIREDO B. COLARES⁴ e
RAFAEL FREES GATTO⁵**

¹Engenheiro Agrícola, Doutorando, Lancaster Environmental Centre, Lancaster University, Reino Unido, pedroterralima@yahoo.com.br

²Professor Adjunto, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG, acolombo@deg.ufla.br, lalima@deg.ufla.br

³Engenheiro Agrícola, Doutorando, Department of Land, Air and Water Resources, University of California, EUA, micksilveira@gmail.com

⁴Agrônomo, Doutorando, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG, matheus-colares@hotmail.com

⁵Engenheiro Agrícola, MSc, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG, rafaelfgatto@hotmail.com

1 RESUMO

Avaliou-se o efeito do herbicida Trifluralina como inibidor de intrusão radicular, em gotejamento enterrado, durante a fase inicial de desenvolvimento do cafeeiro. Diferentes doses e frequências de aplicação foram testadas numa lavoura cultivada em um Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf). O delineamento experimental, inteiramente casualizado, foi realizado com quatro doses de Trifluralina (0,00; 0,05; 0,15 ou 0,25 mL i.a. por gotejador) e três frequências (3, 6 e 12 meses de intervalo) com quatro repetições cada. O gotejamento enterrado constituiu-se de tubo gotejador de 15 m de comprimento, com emissores com vazão de 1,0 L h⁻¹ espaçados a cada 0,45 m, instalados a 0,20 m à direita da linha de plantio, na profundidade de 0,20 m. Resultados permitiram concluir que até 18 meses após o plantio, a lavoura cafeeira não sofreu qualquer influência no crescimento vegetativo com a aplicação da Trifluralina, mesmo na dose mais elevada (0,25 mL do ingrediente ativo por gotejador). Não foram observados entupimentos por intrusão radicular, mesmo sem aplicação de Trifluralina.

Palavras-chave: gotejamento subsuperficial, *Coffea arabica* L., Topázio MG 1190, Trifluralina, herbicida

**LIMA, P. L. T.; COLOMBO, A.; LIMA, L. A.; THEBALDI, M. S.; COLARES, M. de
F. B.; GATTO, R. F.**

**DOSES AND FREQUENCY OF TRIFLURALIN AS INHIBITOR OF ROOT
INTRUSION IN SUB-SURFACE DRIP IRRIGATION OF COFFEE PLANTS**

2 ABSTRACT

The effects of Trifluralin, used as an inhibitor of root intrusion in sub-surface drip irrigation (SDI), were evaluated at the initial growth of coffee (*Coffea Arabica* L.) plants cultivated in an Oxisol soil. The SDI system consisted of 15 meter long drip tape with 1.0 L/H outlets

located at every 45 cm, installed 20 cm apart from the plant row at 20 cm deep. Trifluralin was tested in four doses (0.00; 0.05; 0.15 or 0.25 mL a.i. per dripper) and 3 frequencies (3, 6 and 12 month interval) with 4 replications each. The results revealed that up to 18 months after planting, no reduction in plant growth was observed, even for the highest application dose (0.25 mL a.i. per dripper). No clogging was observed as a result of root intrusion, even with no application of Trifluralin.

Keywords: subsurface drip, *Coffea Arabica L.*, Topazio MG 1190, Trifluralin, herbicide

3 INTRODUÇÃO

A cafeicultura representa uma importante atividade econômica brasileira e o uso de tecnologias, visando o aumento da produtividade, torna-a mais atrativa. Dentre várias tecnologias, a irrigação se destaca, sendo os sistemas mais empregados a aspersão e o gotejamento, o último é subdividido em superficial e subsuperficial.

O sistema do gotejamento apresenta desvantagens, como cuidados nos tratamentos culturais que podem danificar os tubogotejadores, por exemplo, a capina manual da fase inicial. Já a aspersão, que demanda mais água em relação ao gotejamento, também requer cuidados especiais no manejo, pois os frutos em maturação podem fermentar-se, reduzindo sua qualidade na composição da bebida (BERNARDO et al., 2006).

Assim, uma alternativa é o emprego do gotejamento enterrado. Este sistema se caracteriza por manter a umidade do solo na zona radicular próxima da capacidade de campo, uma vez que há aplicação de lâminas de água com pequena intensidade e alta frequência (PIZARRO CABELLO, 1996). Este tipo de irrigação é considerado o que melhor se adapta à cultura do café, sendo que chega a apresentar maior desenvolvimento da planta em seu estágio inicial e níveis de produtividade superiores ao dobro das condições de cultivo em sequeiro (COSTA et al., 2010; DALRI e CRUZ, 2002).

Este procedimento vem sendo testado há mais de uma década, sendo que uma das principais limitações do sistema é relacionada a obstruções externas no tubogotejador, por vácuo ou por raízes em crescimento, sendo necessários a utilização de procedimentos de modo a prevenir tais situações (LAMM et al., 2009; MARQUES et al., 2006; PIZARRO CABELLO, 1996). Enquanto a ocorrência de vácuo pode ser eliminada com a instalação de válvulas anti-vácuo na rede hidráulica, a intrusão radicular ainda requer a avaliação de possíveis medidas de controle. Em outras culturas como a cana de açúcar, a intrusão radicular tem sido evitada com emprego de herbicidas seletivos para gramíneas, como a Trifluralina (DALRI et al., 2002; LIMA et al., 2012), um herbicida de mobilidade muito restrita no solo, em função de sua baixa solubilidade em água e alta adsorção à fração argila ou à fração orgânica do solo (CHRISTOFFOLETI & OVEJERO, 2009). Sua eficácia como inibidor de intrusão radicular do cafeeiro ainda precisa ser avaliada, assim como os possíveis riscos de toxicidade excessiva.

Dalri et al. (2002) testaram diferentes dosagens de Trifluralina para a cultura da cana de açúcar aplicando doses do produto comercial de 0,25 e 0,05 mL/gotejador, em ensaios subsequentes, obtendo sucesso na prevenção à intrusão em todas as doses. Pizarro Cabello (1996) cita que a dose de Trifluralina aplicada por emissor no combate à intrusão radicular deve variar entre 0,20 a 0,25 cm³ com frequência variando entre 5 e 6 meses.

Considerando que o cafeeiro possa ter resposta distinta à Trifluralina, decidiu-se pesquisar em campo a possível intrusão radicular e o efeito de diferentes doses e frequências

de aplicação da Trifluralina em gotejamento enterrado em lavoura cafeeira na fase de desenvolvimento inicial.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma lavoura de café localizada na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, com latitude sul de 21°13'33" e longitude oeste de 44°58'13", a 945 metros de altitude. A mesma foi implantada em janeiro de 2010. O solo foi classificado como Latossolo vermelho-escuro Distroférrico, com textura argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 2013). Os principais atributos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo.

Atributo	LVdf	
	0-20cm	20-40cm
pH	5,1	4,9
P (mg dm ⁻³)	31,8	8,6
K (mg dm ⁻³)	164,5	123,0
Ca (cmol _c dm ⁻³)	2,0	1,3
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,4	0,3
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,4	0,7
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	6,7	8,3
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,9	1,9
t (cmol _c dm ⁻³)	3,3	2,6
T (cmol _c dm ⁻³)	9,8	10,2
V (%)	28,8	19,2
MO (g kg ⁻¹)	35,9	32,4
B (mg dm ⁻³)	0,6	0,7
Cu (mg dm ⁻³)	6,4	5,1
Fe (mg dm ⁻³)	67,5	69,1
Mn (mg dm ⁻³)	29,1	23,1
Zn (mg dm ⁻³)	8,6	5,7
Areia (g kg ⁻¹)	210	119
Silte (g kg ⁻¹)	97	169
Argila (g kg ⁻¹)	693	712

Analísado de acordo com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1997.

A cultivar plantada foi Topázio MG 1190 (*Coffea arabica* L.), sua característica é ser de porte baixo, com excelente produtividade e elevado vigor vegetativo (PEREIRA et al., 2010). O espaçamento foi de 2,5 metros entre linhas e 0,50 metros entre plantas de café na linha. O manejo da cultura foi o mesmo das lavouras tradicionais, ou seja, foram realizadas desbrotas, capinas manuais e inspeções manuais para controle de doenças e pragas. No plantio, foi realizada adubação com o intuito de corrigir as deficiências nutricionais, assim como recomendado por CFSEMG (1999).

O tubogotejador utilizado (Hidrolite) foi instalado a 0,20 m de profundidade, localizado 0,20 m à direita da linha de plantio. O diâmetro do tubogotejador é de 22 mm, parede de 0,32 mm, vazão de 1,0 L h⁻¹, com saídas espaçadas a cada 0,45 m.

A água foi bombeada até um reservatório de 30 mil litros, instalado ao lado do experimento, e depois pressurizada por um conjunto motobomba com potência de 0,85 cv. À jusante do conjunto motobomba foi instalado um filtro de discos (120 mesh), de modo a garantir a qualidade da água, ao qual sua qualidade foi analisada no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia (LAADEG) da UFLA. A irrigação teve frequência de dois dias, com lâmina determinada a partir da leitura de sensores Watermark® (profundidade de 0,20 e 0,40 m), mantendo as leituras em valores de tensões superiores a -50 kPa. A irrigação foi aplicada de modo a trazer a tensão de água no solo próximo à capacidade de campo (-10 kPa).

O experimento foi realizado em três tratamentos com níveis de 0,05; 0,15 e 0,25 mL de produto comercial (45,5 % de i.a.) de Trifluralina por gotejador. Cada nível teve quatro repetições. Cada tubogotejador tinha 45 metros de comprimento, divididos em três segmentos de 15 metros, com registro de esfera e medidor volumétrico no início de cada segmento. Cada um dos segmentos teve uma frequência de aplicação de Trifluralina (0, 3, 6 e 12 meses de intervalo), consistindo a frequência 0 (testemunha) sem aplicação do herbicida.

O design estatístico foi um fatorial duplo com tratamento adicional (testemunha) de 3 doses por 4 frequências e 4 repetições cada. Com auxílio da Tabela 1 pode-se visualizar a distribuição dos tratamentos. As parcelas indicadas como B referem-se à parcelas eliminadas devido ausência de várias plantas na lavoura utilizadas para o experimento.

Linha	15m	15m	15m
1	B	F1D1R4	T4
2	B	F3D1R1	F2D2R4
3	F2D2R3	T3	F1D1R1
4	F1D2R2	F3D1R4	F3D3R3
5	F2D2R2	F1D3R1	F3D2R3
6	T2	F3D3R4	F2D3R1
7	F3D3R2	F2D1R3	F2D3R4
8	F2D2R1	T1	F1D1R3
9	F1D2R4	F3D2R1	F3D3R1
10	F3D2R2	F2D1R1	F3D2R4
11	F3D1R3	F2D1R2	F1D3R2
12	F1D3R4	F3D1R2	F2D3R3
13	F1D2R1	F2D3R2	F1D1R2
14	F2D1R4	F1D2R3	F1D3R3

Figura 1. Distribuição dos tratamentos no campo (B: bordadura, T: testemunha, F: frequência, D: dose, R: repetição).

Considerando a vazão de $1,0 \text{ L h}^{-1}$ por gotejador, operando com a bomba injetora e o tempo de injeção de 6,5 minutos, foram aplicados 110 mL de solução por gotejador que resultaram nas doses prescritas. A solução foi injetada através de bomba acionada por bateria 12 V (bomba de aplicação de água em para-brisas), diretamente conectada no tubogotejador de cada tratamento. A aplicação das doses foi realizada quando a tensão de água no solo estava variando entre -45 e -50 kPa.

Como o volume de água de irrigação e de Trifluralina podem afetar o desenvolvimento das plantas, foram realizadas 5 avaliações mensais (de janeiro a maio de

2011) do diâmetro do caule e a altura de 3 plantas em cada segmento de tubogotejador. Para a determinação da altura foi utilizada uma mira estadimétrica, medindo-se do colo da planta até o ponto de inserção da gema apical. O diâmetro do caule foi medido com o uso de um paquímetro ao nível do solo. Foi realizada análise estatística dos dados dos tratamentos referentes ao desenvolvimento do cafeeiro, pelo teste de Scott e Knot (1974), ao nível de 5%. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2008).

Após doze meses de uso do sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial, foi realizada a retirada dos tubogotejadores, sendo os mesmos levados ao Laboratório de Hidráulica da UFLA para análise visual da possível intrusão radicular ocorrida.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados com relação ao desenvolvimento das plantas de café foram submetidos à análise estatística pelo software Sisvar[®] (FERREIRA, 2008) e, aplicando-se o teste de Scott-Knott, chegou-se aos valores médios de diâmetro do caule (Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6) e altura (Tabelas 7, 8, 9, 10 e 11) para cinco diferentes datas de avaliação.

Tabela 2. Diâmetro do caule (cm) de plantas de café submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 29/01/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	1,61 Aa	1,53 Aa	1,65 Aa
6	1,63 Aa	1,55 Aa	1,50 Aa
12	1,66 Aa	1,44 Aa	1,57 Aa
			cv = 10,83%
Testemunha		1,42	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 3. Diâmetro do caule (cm) de plantas de café submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 28/02/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	2,15 Aa	2,06 Aa	2,18 Aa
6	2,12 Aa	2,02 Aa	2,04 Aa
12	2,28 Aa	2,07 Aa	1,95 Aa
			cv = 8,24%
Testemunha		1,85	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 4. Diâmetro do caule (cm) de plantas de café submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 28/03/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	2,47 Aa	2,36 Aa	2,43 Aa
6	2,35 Aa	2,31 Aa	2,31 Aa
12	2,57 Aa	2,43 Aa	2,23 Aa
	cv = 8,08%		
Testemunha	2,21		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 5. Diâmetro do caule (cm) de plantas de café submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 28/04/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	2,62 Aa	2,49 Aa	2,66 Aa
6	2,53 Aa	2,46 Aa	2,42 Aa
12	2,75 Aa	2,64 Aa	2,51 Aa
	cv = 7,50%		
Testemunha	2,34		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 6. Diâmetro do caule (cm) de plantas de café submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 30/05/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	2,74 Aa	2,57 Aa	2,77 Aa
6	2,61 Aa	2,52 Aa	2,49 Aa
12	2,85 Aa	2,73 Aa	2,59 Aa
	cv = 7,43%		
Testemunha	2,41		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Em todas as avaliações, o diâmetro médio do caule entre as diferentes variações dos tratamentos não apresentou diferença significativa pelo teste F de Scott-Knott ($p < 0,05$). Baixos coeficientes de variação em todas as análises de variância ressaltam tal fato. Tais resultados permitem observar a não influência da aplicação do herbicida, independente da dose e frequência aplicada, no desenvolvimento do caule e cafeeiros em seu desenvolvimento inicial (até um ano e meio após plantio). A referida influência seria provocada por possível toxidez do herbicida limitando o desenvolvimento da parte aérea da planta, especificamente o caule. Aliás, os primeiros sintomas de toxidez por herbicidas se apresentam através de queima do tecido foliar, sendo que nem mesmo este sintoma foi observado.

Tabela 7. Altura de plantas de café (cm) submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 29/01/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	57,08 Aa	58,29 Aa	58,88 Aa
6	56,92 Aa	56,84 Aa	55,67 Aa
12	60,01 Aa	53,08 Aa	54,63 Aa
			cv = 8,83%
Testemunha	53,5		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 8. Altura de plantas de café (cm) submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 28/02/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	70,58 Aa	72,75 Aa	73,58 Aa
6	72,09 Aa	71,75 Aa	68,96 Aa
12	74,08 Aa	69,09 Aa	68,50 Aa
			cv = 6,82%
Testemunha	66,5		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 9. Altura de plantas de café (cm) submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 28/03/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	79,71 Aa	79,79 Aa	81,42 Aa
6	76,83 Aa	78,25 Aa	74,17 Aa
12	81,67 Aa	75,42 Aa	74,13 Aa
			cv = 7,27%
Testemunha	75,7		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 10. Altura de plantas de café (cm) submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 28/04/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	84,21 Aa	84,67 Aa	86,17 Aa
6	81,27 Aa	82,33 Aa	78,38 Aa
12	85,21 Aa	79,42 Aa	81,71 Aa
			cv = 7,85%
Testemunha	79,4		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 11. Altura de plantas de café (cm) submetidas a diferentes aplicações de doses e frequências de Trifluralina. Data de avaliação: 30/05/2011.

Frequência (meses)	Doses (mL por gotejador)		
	0,05	0,15	0,25
3	90,38 Aa	92,58 Aa	94,75 Aa
6	87,38 Aa	87,50 Aa	82,38 Aa
12	93,79 Aa	85,75 Aa	90,50 Aa
		cv = 8,64%	
Testemunha		85,7	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974). Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Em todas as avaliações realizadas para a medição da altura da planta não foi observada entre os tratamentos, diferença significativa pelo teste F de Scott-Knott ($p < 0,05$), assim como para o diâmetro do caule. Foram encontrados relativamente baixos coeficientes de variação nas análises de variância ($cv < 10,00$). De modo similar ao observado para o diâmetro do caule, pode-se observar que o herbicida Trifluralina também não influenciou na variável altura da planta do cafeeiro em seu desenvolvimento inicial (até um ano e meio de plantio). Tal comportamento pode ser explicado pela maior capacidade do solo em reter Trifluralina do que água tornando-a menos disponíveis às plantas (FARIA, 2011).

Não houve obstrução de gotejadores em nenhum tratamento, inclusive na testemunha, uma vez que não foi encontrado nenhum material obstrutivo nos emissores, como representado na Figura 2.



Figura 2. Detalhe de emissor sem obstrução por radicelas.

Faria (2002) testou diferentes tipos de gotejadores enterrados na cultura do café em vasos de cimento amianto e concluiu que houve intrusão por radicelas nos emissores, sendo que tal ação ocasionou variações de vazão de forma acentuada em emissores enterrados a 30 cm de profundidade. A ausência de intrusão radicular passível de provocar redução da vazão

neste experimento pode ser explicada pelo fato de que as raízes, em campo (livre), apresentam comportamento diferenciado de crescimento, se comparado com o que pode ocorrer em vasos (confinamento), em que o processo de intrusão radicular pode ser mais acelerado, conforme verificado por Faria (2002). Faz-se necessário a condução deste experimento por um maior período de tempo, com diferentes modelos de tubogotejadores, com o intuito de se confirmar a ausência de intrusão radicular independentemente da utilização de diferentes doses e frequências de aplicação da Trifluralina, em gotejamento enterrado de uma lavoura cafeeira.

6 CONCLUSÕES

O cafeeiro não sofreu alterações em seu crescimento inicial e nem sofreu efeitos de fitotoxicidez, quando submetido a doses de Trifluralina de até 0,25 mL (i.a.) por gotejador no período de 0 a 18 meses, conferindo a estas doses isenção de efeitos prejudiciais ao desenvolvimento vegetativo das plantas avaliadas.

Os tubogotejadores enterrados não tiveram intrusão radicular no desenvolvimento inicial (0-18 meses) da lavoura cafeeira, independente da dose e frequência de Trifluralina aplicada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625 p.

COSTA, É.L. et al. Irrigação. In: REIS, P.R.; CUNHA, R.L. **Café Arábica do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 447-517.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; OVEJERO, R.F.L. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 72 p.

CFSEMG (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

DALRI, A.B. et al. Uso da Trifluralina para controle de intrusão em gotejadores enterrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2002. 1 CD ROM.

DALRI, A.B.; CRUZ, R.L. Efeito da frequência de irrigação subsuperficial por gotejamento no desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*). **Irriga**, v. 7, n.1, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FARIA, F.H.S. **Sorção e mobilidade do herbicida Trifluralina em duas classes texturais de solo do Norte de Minas Gerais**. 2011. 140 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FARIA, L. F. et al. Entupimento de gotejadores e seu efeito na pressão da rede hidráulica de um sistema de microirrigação. **Revista Brasileira Engenharia de Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 195-198, 2002.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

LAMM, F.R. et al. **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: 21 jan. 2011.

LIMA, P.L.T. et al. Trifluralin leaching in soils cultivated with sugarcane irrigated by sub-surface drip system. **Irriga**, Botucatu, v.17, n.1, p. 39-45, jan.-mar. 2012.

MARQUES, P.A.A.; FRIZZONE, J.A.; TEIXEIRA, M.B. o estado da arte da irrigação por gotejamento subsuperficial. **Colloquium Agrariae**, v.2, n.1, p.17-31, 2006.

PEREIRA, A.A. et al. Cultivares: origem e suas características. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café Arábica do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p.163-221.

PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación**. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 513p.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Arlington, v.30, n.2, p.507-512, 1974.