

AValiação DE Diferentes Modelos, Vazões E Espaçamentos DE GOTEJADORES NA Irrigação DO MELOEIRO

Nildo Da Silva Dias¹; José Francismar De Medeiros¹; Marconi Batista Teixeira²

¹Departamento de Engenharia Agrícola, Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, RN

²Departamento de Engenharia Agrícola, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP

1 RESUMO

Com objetivo de avaliar os efeitos de diferentes modelos, vazões e espaçamentos de gotejadores novos e após um ciclo cultural do meloeiro, no desenvolvimento da cultura do meloeiro, foi realizado um experimento na fazenda São João Ltda, Município de Mossoró-RN. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados completos em parcelas subdivididas com três repetições. Nas parcelas experimentais foram instaladas diferentes linhas de gotejador, cujos tratamentos foram identificados de acordo com o modelo, vazão e espaçamento, respectivamente: katif 3,75 L h⁻¹, 0,80 m – L₁; katif 3,75 L h⁻¹, 0,60 m - L₂; katif 2,3 L h⁻¹, 0,60 m – L₃; katif 2,3 L h⁻¹, 0,40 m – L₄; Hydrodrip II 2,3 L h⁻¹, 0,50 m – L₅; Hydrodrip II 2,3 L h⁻¹, 0,30 m – L₆; Netafim ST-125 1,65 L h⁻¹ 0,50 m - L₇; Chapin 15 Mil 1,12 L h⁻¹, 0,30 m – L₈; Queen gil 1,42 L h⁻¹, 0,30 m - L₉. Nas subparcelas caracterizaram-se os tempos de determinação: antes do cultivo – T₁ e após o primeiro cultivo – T₂. Os resultados demonstraram que os valores médios de vazão aumentaram significativamente com o tempo de uso e que os valores médios dos coeficientes de variação de vazão e uniformidade foram adequados para todas as linhas de gotejadores estudadas.

UNITERMOS: *Cucumis melo* L., coeficiente de uniformidade de vazão, coeficiente de variação

DIAS, N. da S; MEDEIROS, J. F. de; TEIXEIRA, M. B. EVALUATION OF MODELS, FLOW RATES AND SPACING OF DRIP EMITTERS FOR MELON IRRIGATION

2 ABSTRACT

An experiment was developed at São João Ltda farm in Mossoró-RN, Brazil, in order to evaluate models, spacing and flow rates of drip emitters used in melon culture irrigation. The experimental design had completely randomized blocks and drip lines that were settled with three replications and identified according to the model, flow rate and spacing, respectively: Katif 3.75 L h⁻¹, 0.80 m – L₁; Katif 3.75 L h⁻¹, 0.60 m - L₂; Katif 2.3 L h⁻¹, 0.60 m – L₃; Katif 2.3 L h⁻¹, 0.40 m – L₄; Hydrodrip II 2.3 L h⁻¹, 0.50 m – L₅; Hydrodrip II 2.3 L h⁻¹, 0.30 m – L₆; Netafim ST-125 1.65 L h⁻¹ 0.50 m - L₇; Chapin 15 Mil 1.12 L h⁻¹, 0.30 m – L₈; and Queen gil 1.42 L h⁻¹, 0.30 m - L₉. Two periods were also evaluated: before melon plantation (T₁) and after it (T₂). The results showed that the flow rate averages increased significantly overtime and flow rate variation coefficient and uniformity coefficient averages were appropriate for all drip lines studied.

KEYWORDS: *Cucumis melo* L., uniformity coefficient, flow rate variation coefficient

3 INTRODUÇÃO

No Estado do Rio Grande do Norte, devido às condições ambientais satisfatórias, a fruticultura irrigada vem se desenvolvendo amplamente (GRANJEIRO et al., 1999). Nos últimos anos o cultivo do melão tem apresentado expressiva expansão na área cultivada na região Nordeste, principalmente por causa das condições climáticas favoráveis à colheita em épocas de escassez do produto no sul e sudeste do país, como também a excelente qualidade do fruto no que diz respeito ao teor de açúcar, tornando-se estes fatores preponderantes para a expansão da área cultivada (FARIA et al., 1994).

O aumento da produtividade e o alto nível de qualidade das frutas podem ser alcançados por diferentes formas, entre as quais se destaca o dimensionamento e o manejo adequado do sistema de irrigação localizada, de modo a proporcionar condições de produção econômica. De acordo com Leite (1995), o uso de sistema de irrigação localizada na agricultura viabilizou soluções para diversos problemas enfrentados pelos agricultores, tais como o cultivo em solos com baixa fertilidade natural e em terrenos acidentados, além de reduzir os riscos de salinização dos solos, permitindo a otimização da produção.

A eficiência e a uniformidade de aplicação de água desse método de irrigação oferece grande potencial de benefícios para a cultura, aumentando a sua produção, além de reduzir os custos pela economia de água, fertilizantes e mão-de-obra (BERNARDO, 2002). De acordo com Frizzone (1992), a eficácia da irrigação é algo que se identifica por uma relação custo-benefício, cuja maximização depende de fatores que vão desde as condições de mercado para os produtos agrícolas, até as características de desempenho dos emissores.

Por causa de exigência do mercado por uma maior facilidade de manuseio, associado à necessidade de redução nos custos de implantação de sistemas de irrigação localizada, surgiram no mercado vários sistemas de gotejamento confeccionados com material flexível (tubos gotejadores).

A relação entre vazão e pressão na entrada do gotejador, a perda de carga localizada com a sua inserção no tubo e o tamanho e a forma da passagem de água nele existente constituem características dos gotejadores (RAVINA et al., 1992). Tais características, segundo Gilaad et al. (1974), são influenciadas pela geometria, pelo material de constituição, pelo processo de fabricação e pelo método de instalação do gotejador na linha lateral.

O coeficiente de uniformidade de distribuição da água e a eficiência de aplicação são os principais parâmetros utilizados na avaliação de sistema de irrigação por gotejamento, pois expressam a qualidade da irrigação e são decisivos no planejamento e operação desses sistemas (BERNARDO, 2002).

No gotejamento, segundo Howell & Hiller (1974), a uniformidade de aplicação de água ao longo da linha lateral está intimamente relacionada com a variação de vazão dos gotejadores, variação esta devida às perdas de energia da água por atrito ao longo do tubo e nas inserções dos gotejadores, ganho ou perda de energia de posição, qualidade de matéria prima e dos processos de fabricação, obstruções e efeitos da temperatura da água sobre o regime de escoamento e geometria do gotejador. Portanto, é necessário que se conheçam estas características, para um bom dimensionamento da linha lateral de irrigação.

Solomon (1979) cita que a variação de fabricação do dispositivo de emissão é um importante fator que influencia na uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por gotejamento. Afirma que o formato do gotejador, os materiais usados em sua construção e o

cuidado com que é fabricado determinam a qualidade de variação esperada de qualquer modelo do gotejador.

Howell & Hiller (1974) citam que vários tipos de gotejadores estão disponíveis e, geralmente, as características hidráulicas de operação de cada tipo de gotejador são diferentes. Daí o surgimento de dúvidas na escolha do tipo de gotejador e na elaboração do projeto hidráulico de um sistema de gotejamento.

No sistema de irrigação localizada, como em nenhum outro sistema, há uma grande dependência da qualidade de seus componentes que podem comprometer a uniformidade e a eficiência de aplicação de água, que são fatores de grande importância no rendimento das culturas. Estes fatores dependem, inclusive, de normas de fabricação que sofrem variações nas diferentes marcas existentes no mercado (SCALOPPI, 1986).

Uma grande variedade de componentes deste sistema de irrigação tem sido colocada no mercado e nem sempre com informações técnicas suficientes para verificar seu desempenho, sobretudo no campo, seja nos componentes novos, como após um período de uso. Entretanto, para um dado tipo de solo e vazão de gotejador, existe um espaçamento de emissor adequado capaz de molhar uma faixa contínua de solo, o que possibilita semear independente da distância entre os gotejadores na linha, permitindo uma possível mecanização desta atividade.

Desse modo, objetivou-se avaliar os diferentes modelos, vazões e espaçamentos de gotejadores novos e após um período de aproximadamente 60 dias de uso, no desenvolvimento da cultura do meloeiro.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da fazenda São João Ltda, localizada no município de Mossoró, RN. O solo da área experimental é classificado como um Luvissoilo Crômico (EMBRAPA, 1999). A análise física do solo da área experimental é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise física do solo da área experimental

Características físico-hídricas		Profundidade (m)		
		0 – 0,15	0,15 – 0,35	0,35 – 0,84
Granulometria (%)	Areia	54,82	54,83	47,18
	Silte	10,14	10,25	10,03
	Argila	35,04	34,92	42,79
Densidade do solo (kg m ⁻³)		1670	1630	1590
Densidade de partículas (kg m ⁻³)		2500	2520	2520
Tensão (MPa)		Umidade volumétrica (%)		
0,01		32,94	31,25	29,90
1,50		16,21	15,71	16,50

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados completos em parcelas subdivididas com três repetições. Os blocos foram compostos por cada terça parte (30 m) de mangueiras de gotejadores testadas. Nas parcelas experimentais foram instaladas as diferentes linhas de gotejadores com vazões e espaçamentos entre gotejadores previamente definidos (katif 3,75 L h⁻¹, 0,80 m – L₁; katif 3,75 L h⁻¹, 0,60 m – L₂; katif 2,3 L h⁻¹, 0,60 m – L₃; katif 2,3 L h⁻¹, 0,40 m – L₄; Hydrodrip II 2,3 L h⁻¹, 0,50 m – L₅; Hydrodrip II 2,3 L h⁻¹, 0,30 m – L₆; Netafim

ST-125 1,65 L h⁻¹ 0,50 m - L₇; Chapin 15 Mil 1,12 L h⁻¹, 0,30 m - L₈; Queen gil 1,42 L h⁻¹, 0,30 m - L₉). Nas subparcelas, caracterizaram-se os tempos de determinação: antes do cultivo - T₁ e após o primeiro cultivo - T₂. Para avaliar o sistema em campo, selecionaram-se em cada parcela experimental (30 m de linha), 16 emissores equidistantes no trecho. Mediu-se no mesmo instante as pressões no início e no final de cada linha lateral utilizando-se um manômetro de 5,0 kPa e a vazão dos emissores selecionados, no início e no final do ciclo da cultura. Utilizou-se o tempo de um minuto para coleta dos volumes de água dos emissores selecionados.

Foi realizada a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5 % de probabilidade (GOMES, 1990).

4.1 Características Avaliadas

4.1.1 Coeficiente de uniformidade de vazão (CU)

Esta avaliação visou observar a variação de vazão entre cada tipo de gotejador, em razão das suas diferenças decorrentes do processo de fabricação e condições do sistema no campo. O coeficiente de uniformidade de vazão foi estimado pela equação proposta por Keller & Karmeli (1975):

$$CU = (q_{\min}/q_{\text{med}}) \times 100 \quad (\text{equação 1})$$

em que:

CU : coeficiente de uniformidade (%)

q_{min} : vazão média dos 25% (1/4) menores valores de vazão coletada (L h⁻¹)

q_{med} : média de todas as vazões coletadas (L h⁻¹).

4.1.2 Coeficiente de variação de vazão (CV)

O coeficiente de variação de vazão foi estimado, segundo Projeto de Normas da ABNT (2000) por meio da relação entre o desvio padrão e a média das vazões dos emissores amostrados, em cada parcela experimental.

4.1.3 Bulbo molhado

Para avaliação do efeito das diferentes vazões e espaçamentos dos gotejadores foi realizada, aos 48 dias da semeadura, a medição do perfil umedecido em cada linha de gotejadores, medindo-se a largura na superfície e a 0,10 e 0,20 m de profundidade. A medida determinada na trincheira aberta transversalmente à linha de irrigação, foi feita de modo que coincidissem com o gotejador e a outra com o ponto médio entre os gotejadores, calculando-se a largura como sendo a média das duas medidas, possibilitando desta forma verificar se ocorreu ou não a formação da faixa contínua.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a composição química da água apresentada na Tabela 2, a água utilizada na irrigação do presente estudo foi proveniente do aquífero arênítico, obtida de poço à aproximadamente 1000 m de profundidade. A água é livre de ferro, mas o fato da mesma estar sob o arenito calcário, o que provavelmente exista uma pequena passagem de água entre os dois aquíferos, elevando, em alguma do ano, as concentrações de Ca e HCO₃ desta água, mas não diferindo de muitas águas superficiais da região. Considerando um Índice de Saturação de Langelir (ISL) positivo (0,35) seria uma água com riscos potenciais de obstrução por precipitado químico.

Com base nos resultados da análise de variância (Tabela 3), verificaram-se efeitos significativos dos fatores estudados para a vazão média, coeficiente de uniformidade e coeficiente de variação, sendo que para vazão a interação também foi significativa.

Tabela 2 - Análise das águas utilizadas na irrigação

Água	CE	pH _a	ISL*	Ca	Mg	K	Na	Cl	HCO ₃	CO ₃
Arenítica	0,55	7,8	0,351	3,1	1,2	0,61	0,91	1,4	3,2	0,4

*ISL – Índice de Saturação de Langelier

Tabela 3 – Resumo da ANOVA para a variável vazão dos gotejadores (q), coeficiente de variação (CV) e coeficiente de uniformidade (CU)

Fontes de variação	Estatística F		
	Q	CV	CU
Gotejador	953,65**	8,79**	8,41**
QMR ¹	0,27	0,64	1,06
Época	441,60**	9,68**	11,47 ^{ns}
Época x Gotejador	38,64**	0,61 ^{ns}	0,70**
QMR	0,81	1,29	2,30

* e ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01, respectivamente.

¹ Quadrado médio do resíduo

Observou-se que a interação foi significativa para vazão e coeficiente de uniformidade para os diferentes modelos de gotejadores versus a época, não sendo, porém, para coeficiente de variação de vazão.

A Tabela 4 apresenta os valores médios dos coeficientes de uniformidade de vazão das diferentes mangueiras estudadas, para o sistema recém-instalado e após o primeiro ciclo do melão. De acordo com o Projeto de Normas da ABNT (2000), a uniformidade de vazão do emissor é classificada como médio para o gotejador Chapin 0,30 m e bom para os demais gotejadores estudados. Enquanto que a classificação apresentada por Abréu et al. (1987), os gotejadores estudados são bons. Apesar de haver diferença estatística entre os valores médios do coeficiente de variação, estes não apresentaram diferença na classificação da uniformidade de vazão, exceto para o gotejador Chapin 0,30 m que apresentou um coeficiente de variação de 6,59 %. Cararo (2004) também constatou aumento expressivo no coeficiente de variação de vazão para este modelo de emissor após 373 h de aplicação de água residual.

O coeficiente de uniformidade (CU) entre as linhas de gotejadores variou de 91,81 a 97,26 %, sendo o gotejador Chapin 0,30 m o que apresentou menor valor. Os valores médios dos coeficientes de uniformidade são considerados aceitáveis para todos os gotejadores estudados. Considerando os coeficientes medidos antes e após o primeiro cultivo, verifica-se que o CV aumentou e o CU diminuiu significativamente, embora dentro da faixa considerada muito boa.

A pressão no início e no final de cada linha lateral e os valores médios de vazão antes e após o primeiro ciclo estão apresentados na Tabela 5. Os valores médios de vazão aumentaram em função do tempo de uso das linhas de gotejadores, sendo observado um aumento médio de 7,4 %, exceto para o gotejador Netafim ST-125 1,65 L h⁻¹ 0,50 m que apresentou um pequeno decréscimo de 3,2 % em sua vazão após o final do ciclo da cultura. Os gotejadores Katif 3,75 L h⁻¹, Hydrodrip II 2,3 L h⁻¹ 0,30 m e Chapin 0,30 m foram aqueles que apresentaram maior acréscimo na vazão (superior a 10 %).

Tabela 4 – Valores do coeficiente de variação de vazão (CV) e coeficiente de uniformidade (CU) para os diferentes tipos de gotejadores, antes (1) e após (2) o primeiro cultivo do melão

Linhas de gotejadores	VARIÁVEL**	
	CV	CU
L ₁	3,40 ^B	95,70 ^A
L ₂	3,46 ^B	95,58 ^A
L ₃	4,54 ^{AB}	94,18 ^{AB}
L ₄	4,36 ^{AB}	95,53 ^A
L ₅	2,90 ^B	96,45 ^A
L ₆	3,68 ^B	95,40 ^A
L ₇	2,52 ^B	97,26 ^A
L ₈	6,59 ^A	91,81 ^B
L ₉	4,99 [*]	94,50 [*]
Época		
1	3,42 ^B	95,98 ^A
2	4,45 ^A	94,50 ^B

* média antes do cultivo de melão.

**letras diferentes nas colunas mostram diferenças significativas entre tratamentos em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Como a variação de pressão no início e no final de cada mangueira variou dentro da faixa recomendada pelo fabricante (20 %), e considerando desprezível a variação de pressão durante a realização dos testes, antes e após o primeiro cultivo, não se pode atribuir este aumento ou diminuição de vazão à variação de pressão (Tabela 5). Estes resultados podem ser explicados, no caso dos gotejadores Katif, pelo ressecamento da membrana controladora de pressão. A diminuição da vazão do gotejador Netafim ocorreu, provavelmente, pela obstrução parcial de emissores, provocada pela fertirrigação e impurezas, impedindo a passagem da água, uma vez que possui um sistema de pré-filtragem sensível. Os valores médios de vazão antes do cultivo do melão estão de acordo com as médias fornecidas pelos fabricantes.

Tabela 5 – Valores médios de vazão e pressão no início e no final da linha lateral, antes e depois do cultivo

Gotejador	Antes cultivo				Após 1º cultivo			
	Vazão		Pressão (kPa)		Vazão		Pressão (kPa)	
	L h ⁻¹	L h ⁻¹ m ⁻¹	Início	Final	L h ⁻¹	L h ⁻¹ m ⁻¹	Início	Final
L ₁	3,71	4,64	150	140	4,15	5,19	160	150
L ₂	3,81	6,35	140	120	4,15	6,92	140	125
L ₃	2,32	3,87	155	150	2,34	3,90	150	140
L ₄	2,20	5,50	140	130	2,38	5,95	130	110
L ₅	2,50	5,00	130	115	2,52	5,04	130	120
L ₆	2,54	8,47	140	120	2,80	9,33	130	120
L ₇	1,87	3,74	150	145	1,81	3,62	150	140
L ₈	0,91	3,03	130	120	1,01	3,37	140	130
L ₉	1,84	6,13	110	105	-	-	-	-

Os valores de área de seção transversal da faixa molhada pelos gotejadores aos 48 dias após o plantio são apresentados na Tabela 6. Observa-se que aos 48 dias após o plantio, para a secção transversal aos 0,20 m de profundidade, maior parte do solo estava umedecido,

indicando que mesmo com gotejadores de vazão menor se consegue molhar pelo menos 64 % do espaçamento da cultura, devido à característica argilosa do solo. Vale salientar que a largura da faixa molhada deve ter atingido estas proporções a partir dos 35 – 45 dias, quando o volume de água por irrigação atingiu valores acima de 10 L m⁻¹ de linha lateral.

Na superfície do solo, a faixa molhada pelos gotejadores foi inferior, devido esta camada ser menos argilosa e a provável existência de uma camada de impedimento provocada pelas arações (pé-de-arado). Keller & Blisner (1990) consideram que se deve medir a largura da faixa molhada entre as profundidades de 0,15-0,30 m. Sendo assim, considerando a necessidade de faixa molhada para cultivo do melão, os gotejadores estudados podem ser instalados a espaçamento superiores aos testados, sendo necessário avaliar no início do cultivo, onde se precisa molhar uma faixa contínua na superfície do solo possibilitando a germinação das sementes do meloeiro.

Tabela 6 – Largura da seção transversal média (m) da área molhada pelos gotejadores em diferentes profundidades

Linha de gotejador	Profundidade (m)		
	0	0,10	0,20
L ₁	1,38	1,52	1,75
L ₂	1,29	1,45	2,00
L ₃	1,28	1,47	1,55
L ₄	1,32	1,40	2,00
L ₅	1,31	1,36	1,50
L ₆	1,18	1,50	1,60
L ₇	1,00	1,19	1,27
L ₈	1,13	1,27	1,37
L ₉	0,89	1,20	1,30

6 CONCLUSÕES

Para o tipo de solo em questão, onde se avaliou as diferentes linhas de gotejadores, poderão ser usados espaçamentos maiores principalmente para os gotejadores de maior vazão ($q \geq 2,3 \text{ L h}^{-1}$), pois permitem uma faixa molhada relativamente larga, necessitando-se apenas de se preocupar com a posição de semeadura, ou a aplicação de lâminas de irrigação pós-plantio para garantir a faixa molhada contínua.

Os coeficientes de uniformidade de vazão diminuíram em média de 96,0 para 94,5 % durante um ciclo do melão.

A linha de gotejador Chapin 0,30 m foi a que apresentou maior valor do coeficiente de variação de vazão.

Os valores médios de vazão aumentaram com o tempo de uso, principalmente para o gotejador Katif 3,75 L h⁻¹ em ambos os espaçamentos utilizados.

Houve diferença entre os valores médios dos coeficientes de variação para as linhas de gotejadores estudados, porém foram considerados bons.

Os valores médios dos coeficientes de uniformidade de vazão são considerados aceitáveis para todas as linhas de gotejadores estudadas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÉU, J.M.H. et al. **El riego localizado**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987. 317 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Emissores para sistemas de irrigação localizada. Avaliação das características operacionais**. PNBR 12: 02–08–021. São Paulo, 2000. 7 p.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 2002. 656 p.
- CARARO, D.C. **Manejo de irrigação por gotejamento para aplicação de água residuária visando a minimização do entupimento de emissores**. 2004. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- FARIA, C.M.B.; PEREIRA, J.R.; POSSÍDIO, E.L. Adubação orgânica e mineral para a cultura do melão em vertissolo do submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.191-197, 1994.
- FRIZZONE, J.A. **Uniformidade e eficiência de irrigação**. Piracicaba: Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1992. 11 p.
- GILAAD, Y.; KRISTAL, L; EANKER, K. Hydraulic and mechanical properties of drippers. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2, **proceedings...** San Diego: University of California, 1974. v.2, p.311-316.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 468 p.
- GRANJEIRO L.C. et al. Qualidade de híbridos de melão amarelo em diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.110-113, jul. 1999.
- HOWELL; T.A.; HILLER, C.A. Trickle irrigation lateral design. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v.17, n.5, p. 902 - 908, Sept-Oct. 1974.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.
- KELLER, J.C.; BLISNER, R.D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: van Norstrand Reinhold, 1990. 652 p.
- LEITE, J.A.O. **Avaliação da susceptibilidade de tubogotejadores ao entupimento por precipitados químicos de carbonato de cálcio**. 1995. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

RAVINA, I. et al. Control of emitter clogging in drip irrigation with reclaimed wastewater. **Irrigation Science**, New York, v.13, n.3, p.129-139, Sept. 1992.

SCALOPPI, E.J. Características dos principais sistemas de irrigação. **ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.25, p.22-27, jun. 1986.

SOLOMON, K. Manufacturing variation of trickle emitters. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v.22, n.5, p.1034-1038, 1043, Sept. – Oct. 1979.