

DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO NA CULTURA DE *Citrus sinensis* L. Osbeck cv. FOLHA MURCHA

Michelle Machado Rigo¹, Talita Miranda Teixeira Xavier², Camila Aparecida da Silva Martins², Guilherme Ungaro Caracini³, Edvaldo Fialho dos Reis⁴

1. Mestranda em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, Brasil (michelle.rigo@gmail.com)
 2. Doutoranda em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil
 3. Graduando de Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo
 4. Prof. Dr. Associado II da Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural, CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil
- Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

RESUMO

A irrigação localizada, apesar de ser um método de irrigação no qual se tem um bom controle da lâmina aplicada é recomendável, após a instalação do sistema e a cada dois anos de funcionamento determinar a uniformidade e a eficiência de aplicação de água pelo sistema. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, quanto à uniformidade e a eficiência de aplicação da água na cultura de *Citrus sinensis* (L.) cultivar Folha Murcha, no Município de Jerônimo Monteiro, Espírito Santo. O experimento foi conduzido em uma área de 3,0 ha cultivado com o cultivar Folha Murcha, com espaçamento de 4,5 m x 3,5 m, onde cada fileira de planta possui uma linha lateral de polietileno com 25 m de comprimento e 19 mm de diâmetro, contendo 01 emissor por planta com vazão nominal de 38 L h⁻¹ no espaçamento de 3,50 m entre emissores. Conclui-se que a análise conjunta dos coeficientes de uniformidade é essencial para avaliar o desempenho de sistemas de irrigação. O projeto de irrigação avaliado apresenta boa uniformidade de aplicação de água, mas a lâmina aplicada no período avaliado é superior a lâmina real necessária à cultura irrigada.

PALAVRAS-CHAVE: Laranja, uniformidade e eficiência de aplicação de água.

SYSTEM PERFORMANCE MICRO SPRINKLER IRRIGATION IN THE CULTURE *Citrus sinensis* L. OSBECK cv. FOIL WILT

ABSTRACT

The irrigation trickle, despite being an irrigation method in which it has a good control of irrigation water applied is recommended, after the system installation and every two years of operation determine the uniformity and efficiency of water use by the system. Thus, this study aimed to evaluate the performance of a micro irrigation system, the uniformity and efficiency of water application in the culture of *Citrus sinensis* (L.) cultivar leaf wilt in the city of Jerônimo Monteiro, the Espírito Santo. The experiment was conducted in an area of 3,0 ha planted with the cultivar leaf wilt, with

spacing of 4,5 m x 3,5 m, where each row of plants have a lateral line of polyethylene with 25 m long and 19 mm in diameter, containing 01 emitter per plant with nominal flow of 38 L h⁻¹ at 3,50 m spacing between emitters. It was concluded that the joint analysis of the coefficients of uniformity is essential for assessing the performance of systems irrigation. The project irrigation rated shows good uniformity of water application, but the sheet applied in the study period was higher than the necessary real sheet for irrigated.

KEYWORDS: Orange, uniformity and efficiency of water application.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural importante, pois é necessária a biodiversidade do planeta, entretanto a disponibilidade e qualidade desse recurso encontram-se reduzido, ocasionando problemas ambientais, sociais e econômicos. A intensificação desse fato é devido à forma não-sustentável como a humanidade conduziu a exploração dos recursos hídricos (PRADO et al., 2004). Diante desse contexto, é cada vez mais necessário que a sua utilização na agricultura seja a mais eficiente possível sem causar prejuízos ao desenvolvimento da cultura.

A irrigação, portanto, precisa ser utilizada de forma eficiente, sendo essencial o manejo de irrigação visando manter a eficiência de aplicação dos sistemas, especificada para cada sistema. Mas, a avaliação do desempenho de sistemas de irrigação é uma questão pouco discutida pelos produtores, pois mesmo tendo acesso à tecnologia, muitos não a utilizam de maneira apropriada, devido à falta de conhecimento e orientação (SILVA & SILVA, 2005).

Para MATOS et al. (1999) os sistemas de irrigação localizada são de suma importância para agricultura brasileira, por viabilizar a irrigação para diversas culturas, entre as quais destacam-se as frutíferas e olerícolas. O sistema de irrigação por microaspersão caracteriza-se pela aplicação de água diretamente sobre a região explorada pelo sistema radicular da cultura, com pequenas vazões e alta frequência, o que contribui para manter um conteúdo adequado de umidade do solo (LOPEZ et al., 1992; BERNARDO et al., 2006).

Esse método de irrigação tem um consumo menor de energia e necessita de menos mão-de-obra pra o manejo do sistema. Além disso, precisa de sistemas de filtragem para seu correto funcionamento podendo apresentar valores de eficiência de uniformidade de aplicação de água da ordem de 85 a 95% (MANTOVANI et al., 2007). É relevante ressaltar, que a distribuição de água pelo sistema de irrigação localizada é influenciada pela alteração de pressão ao longo das tubulações, devido ao entupimento dos emissores. Assim, é essencial avaliar os sistemas periodicamente, de modo a minimizar perdas de água, energia elétrica e fertilizantes.

A uniformidade de distribuição de água é essencial em qualquer método de irrigação, pois afeta a eficiência do uso da água e como consequência, a quantidade e a qualidade da produção. Em sistemas de irrigação por microaspersão a uniformidade de aplicação de água pode ser expressa por meio de vários coeficientes, destacando-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), na forma proposta por Keller e Karmeli (apud MANTOVANI et al., 2007), que compara a média de 25% dos

menores valores de vazões observadas com a média total e a Uniformidade estatística (Us), entre outros.

A produção brasileira de laranja em 2009 foi de 17.618.450 toneladas, com um rendimento de 22,38 toneladas por hectare (EMBRAPA, 2009). Deste montante, destacam-se a produção das cultivares Pêra, Natal e Valência.

De acordo com NASCENTE & JESUS (2004), a espécie *Citrus sinensis* L. Osbeck, conhecida vulgarmente como Folha Murcha, Valência Folha Murcha, Natal Folha Murcha e Seleta Folha Murcha, pertencente à família botânica Rutaceae, se caracteriza por apresentar frutos de ótima qualidade, cuja maturação ocorre nos meses de janeiro a março nas condições da região Sudeste do Brasil, responsável por 82,12% da produção nacional de laranja em 2009. Por apresentar bom rendimento, quando comparada com as outras variedades tardias, pode ser utilizada na diversificação agrícola para fins industriais.

A fim de influenciar o uso do sistema de irrigação com eficiência e conseqüentemente, um melhor aproveitamento da cultura, é necessário aos produtores, informações referentes ao manejo adequado da irrigação em sua propriedade. Isso deve ser intensificado principalmente pelo fato da região em estudo ser referência na cultura da laranja.

Logo, esse trabalho visou avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, quanto à uniformidade de distribuição de água, eficiência de aplicação da água na cultura de *Citrus sinensis* (L.) cultivar Folha Murcha, no Município de Jerônimo Monteiro, Espírito Santo.

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido, no mês de novembro de 2010 em uma propriedade produtora de *Citrus sinensis* (L.) cultivar Folha Murcha irrigada por microaspersão, que está localizada no Distrito de Barra Limpa pertencente ao Município de Jerônimo Monteiro, situado na região Sul do Estado do Espírito Santo. De acordo com a classificação Köppen o clima predominante na região é o Cwa, caracterizado por apresentar chuvas no verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 1321 mm e temperatura média anual de 25°C.

A propriedade abrange uma área total de 55 hectares, dos quais 3,0 ha são cultivados com o cultivar Folha Murcha, com 2,5 anos de idade e turno de rega de 3 dias. O experimento foi realizado com o cultivar Folha Murcha de espaçamento de 4,5 m x 3,5 m, onde cada fileira de planta possui uma linha lateral de polietileno com 25 m de comprimento e 19 mm de diâmetro, contendo 01 emissor por planta com vazão nominal de 38 L h⁻¹, no espaçamento de 3,5 m entre emissores e pressão de serviço de 196Kpa.

Foram retiradas amostras de solo para a determinação das características físico-hídricas do solo. As coletas de solo, para a avaliação do manejo de irrigação foram realizadas em três linhas laterais, conforme a seguinte disposição: primeira linha lateral; linha lateral situada no meio; e a última linha lateral da linha de derivação.

Em cada uma dessas linhas laterais, foram retiradas amostras de solos, próximo a três plantas, sendo a primeira planta da linha lateral, uma planta situada no meio e a última planta da linha lateral. Os pontos de coleta de solo foram tomados a cerca de 15 cm do emissor, sendo as amostras retiradas, imediatamente,

antes da irrigação, na profundidade de 0,00 - 0,30 m e transportadas em recipientes vedados para o laboratório, para determinação da umidade atual do solo pelo método-padrão de estufa, conforme preconizado pela EMBRAPA (1997).

Foram coletadas duas subamostras em cada um dos locais amostrados, que em seguida foram misturadas, a fim de formar uma amostra composta para a determinação da densidade do solo pelo método da proveta; da umidade do solo na capacidade de campo a tensão de 0,01 MPa; e da umidade do solo no ponto de murcha permanente a tensão de 1,5 MPa com o auxílio do extrator de Richards, de acordo com EMBRAPA (1997).

A vazão real dos emissores, vou medida de acordo com a metodologia de KELLER & KARMELI (1975), com modificação proposta por DENÍCULI et al. (1980) e apresentada por MANTOVANI et al. (2009), para avaliar a uniformidade de aplicação de água do projeto de irrigação localizada. Essa metodologia consiste na coleta de vazões de oito emissores em quatro linhas laterais, ou seja, a primeira lateral, a linha lateral situada a 1/3 da origem, a situada a 2/3 e a última linha lateral de cada unidade operacional do projeto de irrigação em estudo. Em cada uma das linhas laterais, foram selecionados oito emissores (o primeiro emissor, o situado a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 do comprimento da linha lateral e o último emissor), conforme ilustrado na Figura 1.

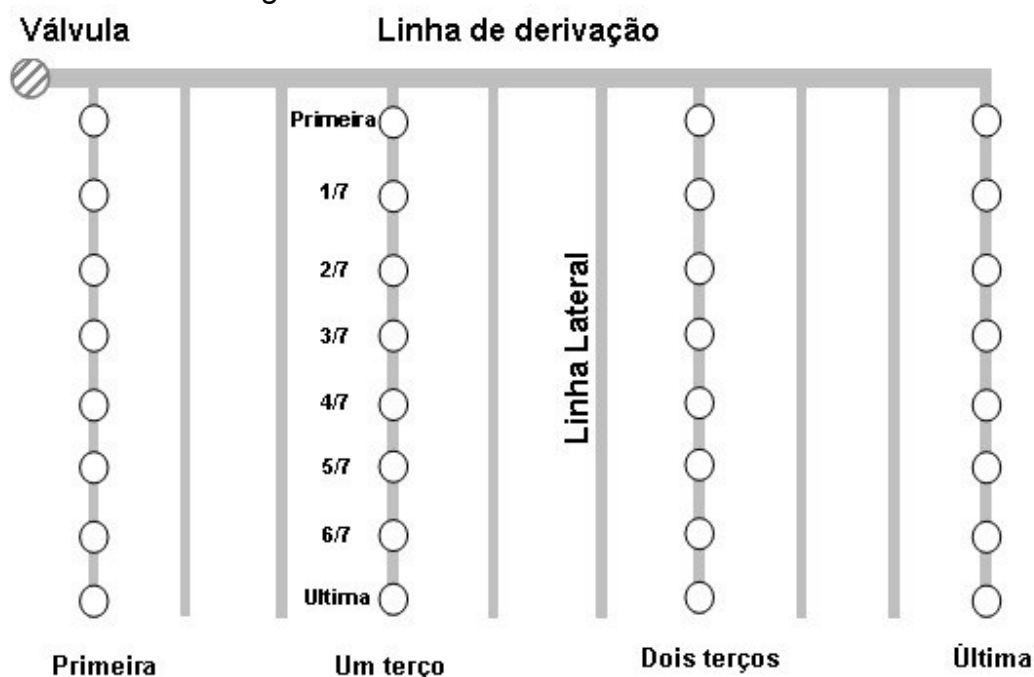


Figura 1. Esquema da seleção dos pontos de coleta no sistema de irrigação por microaspersão na cultura de *Citrus sinensis* (L.) cultivar Folha Murcha de acordo com a metodologia proposta por DENICULLÍ et al. (1980) e apresentada por MANTOVANI et al. (2009).

Com um cronômetro digital, um coletor e uma proveta graduada de 500 mL, mediram-se a vazão dos emissores e com um manômetro mediu-se a pressão de serviço. As medições das vazões dos emissores foram realizadas em oito emissores de cada linha lateral, com três repetições de coleta para obtenção da média, com o

tempo de 60 segundos para cada coleta e as pressões medidas na entrada e saída das linhas laterais selecionadas durante a avaliação.

A uniformidade de aplicação de água foi estimada, utilizando-se a vazão de cada emissor avaliado, em função do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), do Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do Coeficiente de Uniformidade de Emissão Absoluta (CUEa) e do Coeficiente de Uniformidade Estatística (Us), determinados pelas equações 1, 2, 3 e 4, respectivamente descritas por BERNARDO et al. (2006) e MANTOVANI et al. (2009).

$$CUC=1-\left\{\frac{\sum_{i=1}^n |q_i-q_m|}{n \cdot q_m}\right\} \quad (1)$$

onde:

CUC = Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, em %;

Q_i = Vazão de cada emissor, L h⁻¹;

Q_m = Vazão média dos emissores, L h⁻¹; e

N = Número de emissores.

$$CUE=\frac{Q_{25\%}}{Q_m} 100 \quad (2)$$

onde:

CUE = Coeficiente de Uniformidade de Emissão, em %;

$Q_{25\%}$ = Média de 25% dos menores valores de vazões observadas, L h⁻¹; e

Q_m = Média de todas as vazões coletadas, L h⁻¹.

$$CUEa=100\left(\frac{q_n}{q_m} + \frac{q_m}{q_x}\right) \quad (3)$$

onde:

q_n = Média de 25 % das vazões, com menores valores, L h⁻¹;

q_m = Vazão média, considerando todos os coletores, L h⁻¹; e

q_x = Média das 12,5 % maiores vazões observadas, L h⁻¹.

$$Us=100 (1-CVq) \text{ ou } Us=100\left(1-\frac{S_q}{q_m}\right) \quad (4)$$

onde:

CV_q : Coeficiente de variação da vazão do emissor;

S_q : Desvio padrão da vazão do emissor;

q_m : Vazão média do emissor.

A interpretação dos valores dos coeficientes de uniformidade (CUC, CUE, CUEa e Us) baseou-se na metodologia apresentada por MANTOVANI (2001) que está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos valores do desempenho de sistemas de irrigação localizada em função do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), do Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do Coeficiente de Uniformidade de Emissão Absoluta (CUEa) e do Coeficiente de Uniformidade Estatística (Us)

CLASSE	CUC (%)	CUE (%)	CUEa (%)	(Us) (%)
Excelente	> 90	>84	> 90	> 90
Bom	80 - 90	68 – 84	80 - 90	80 – 90
Razoável	70 - 80	52 – 68	70 - 80	70 – 80
Ruim	60 - 70	36 – 52	< 70	60 – 70
Inaceitável	< 60	<36	-	< 60

Fonte: MANTOVANI (2001).

De posse dos resultados das análises físicas e hídricas do solo do projeto em estudo, foi calculada a lâmina de irrigação real necessária para elevar a umidade do solo à capacidade de campo.

A lâmina de irrigação real necessária a ser aplicada para elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo foi calculada utilizando-se a equação 5 descrita por MANTOVANI et al. (2009).

$$IRN \leq \frac{(C_c - U_a)}{10} \cdot D_s \cdot Z \cdot ET_0 \cdot kc \cdot 0,1 \cdot \sqrt{P} \quad (5)$$

em que:

IRN = Irrigação real necessária, em mm;

Cc = Umidade do solo na capacidade de campo, % em peso;

Ua = Umidade atual do solo, antes da irrigação, % em peso;

Ds = Densidade do solo, g cm⁻³;

Z = Profundidade efetiva do sistema radicular, em cm;

ET₀ = Evapotranspiração de referência, em mm dia⁻¹;

kc = Coeficiente da cultura; e

P = Percentagem de área molhada, em relação à área total irrigada.

A profundidade efetiva do sistema radicular da cultura irrigada para determinação da lâmina de irrigação real necessária foi definida a partir de valores citados por BERNARDO et al. (2006) e confirmados em campo por meio de observações. Foram utilizados valores de 0,30 m para o projeto em estudo, porque devido ao estágio de desenvolvimento inicial da cultura, 80% das raízes se concentram nessa profundidade.

Para estimar a evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹) pelo método padrão de referência, método de Penman-Monteith FAO 56 (ALLEN et al., 1998), utilizou-se os dados climáticos referentes ao período de avaliação do projeto de irrigação em estudo, obtidos via plataforma de coleta de dados (PCD's) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (CPTEC/INPE). A ET₀ no período de avaliação foi de 6,45 mm dia⁻¹.

O coeficiente da cultura (kc) foi determinado em função do estágio de desenvolvimento da cultura de acordo com a metodologia apresentada por BERNARDO et al. (2006). O coeficiente da cultura utilizado foi de 0,75 para o projeto em estudo.

Foi utilizado o valor da área molhada de 31% no projeto, por causa das características do emissor (vazão, espaçamento) e da cultura irrigada (espaçamento e desenvolvimento).

Após, a determinação da IRN, determinou-se a lâmina aplicada durante a irrigação por meio da expressão 6 descrita por MANTOVANI et al. (2009).

$$Lapl = \frac{Qm \cdot T}{E_1 \cdot E_2} \quad (6)$$

em que:

Lapl = Lâmina aplicada durante a irrigação, mm;

Qm = Vazão média do emissor, L h⁻¹;

T = Tempo de irrigação, h;

E₁ = Espaçamento entre emissores, m; e

E₂ = Espaçamento entre linhas laterais, m.

Além da Lapl, determinou-se a lâmina percolada média (mm), ou seja, a média do excesso da lâmina aplicada em relação à IRN. Simultaneamente, realizou-se a determinação das perdas de água por percolação (Pper) e da eficiência de aplicação de água do sistema (Ea), de acordo com a metodologia apresentada por BERNARDO et al. (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados dos coeficientes de uniformidade obtidos (Tabela 2), verifica-se que o desempenho do projeto de irrigação em estudo quanto à uniformidade de aplicação de água é considerado bom, de acordo com a metodologia descrita por MANTOVANI (2001).

Tabela 2. Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), do Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do Coeficiente de Uniformidade de Emissão Absoluta (CUEa) e do Coeficiente de Uniformidade Estatística (Us) do projeto de microaspersão avaliado

CUC (%)	CUE (%)	CUEa (%)	Us (%)
89,39	82,23	82,74	85,49

Observa-se que para o sistema de irrigação por microaspersão avaliado o CUE foi inferior ao CUC. Para LÓPEZ et al. (1992), isso ocorre porque o CUE é um coeficiente mais rigoroso quanto aos problemas de distribuição de água, que ocorrem ao longo da linha lateral, além de aumentar o peso de plantas que recebem menos água. Resultados semelhantes foram obtidos por MACEDO et al. (2010), em um sistema de irrigação por microaspersão utilizando dois tipos de emissores, instalado com a cultura do mamão no perímetro irrigado Araras Norte, Varjota-CE e por MARTINS (2009) em sistemas de irrigação localizada (gotejamento, microaspersão e microspray) na região Sul do Estado do Espírito Santo.

CORDEIRO (2006), em sistemas de irrigação por microaspersão, no Norte do Estado do Espírito Santo, também encontrou valores semelhantes de CUC e CUE. Tais resultados demonstram que os sistemas de irrigação necessitam de um manejo adequado para apresentar bom desempenho, e assim, refletir em uma melhor

colheita, menor gasto com energia elétrica e conseqüentemente maior rendimento por unidade de área. É válido ressaltar que mesmo em irrigações com alta uniformidade, a eficiência de distribuição depende da quantidade de água aplicada, logo a uniformidade poderá ser alta, entretanto a distribuição dessa água poderá ser deficitária ou até mesmo excessiva, o que inviabiliza o uso do sistema (FRIZZONE & NETO, 2003).

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de umidade do solo na capacidade de campo (Cc), da densidade do solo (Ds) e umidade atual (Ua) do solo onde está instalado o projeto de irrigação por microaspersão avaliado.

Com os dados da Tabela 3, realizou-se o cálculo da IRN (Tabela 4), que no projeto em estudo apresentou o valor de 8,50 mm, em função do teor de umidade no solo antes de efetuar a irrigação no período avaliado.

Sendo válido ressaltar que a Ds influencia a IRN, pois esta relacionada ao arranjo das partículas do solo, que por sua vez define as características do sistema poroso. Por isso, o aumento excessivo da Ds acarreta redução do volume total de poros, bem como a redução da permeabilidade e da infiltração de água, quebra dos agregados e aumento da resistência mecânica à penetração, o que ocasiona prejuízo à qualidade física do solo (VAN LIER, 2000).

Tabela 3. Valores de umidade do solo à capacidade de campo (Cc), umidade do solo no ponto de murcha permanente, densidade do solo (Ds) e umidade atual do solo (Ua) do solo onde está instalado o projeto de irrigação por microaspersão avaliado.

Cc (%)	Ua (%)	Ds (g cm ⁻³)
20,1	17,7	1,18

Na Tabela 4 são apresentados os valores de Irrigação real necessária (IRN), lâmina aplicada durante a irrigação (Lapl), lâmina percolada média (Lperc), perdas de água por percolação profunda (Pper) e eficiência de aplicação de água (Ea) do projeto de irrigação avaliado.

Tabela 4. Irrigação real necessária (IRN), lâmina aplicada durante a irrigação (Lapl), lâmina percolada média (Lperc), perdas de água por percolação profunda (Pper) e eficiência de aplicação de água (Ea) do projeto de irrigação avaliado.

IRN (mm)	Lapl (mm)	Lperc (mm)	Pper (%)	Ea (%)
8,50	18,81	10,31	54,82	45,18

Analisando-se a Tabela 4 verifica-se que a lâmina aplicada no período avaliado foi superior a irrigação real necessária (IRN) para elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo visando atender a demanda hídrica da cultura irrigada. Isto indica que a irrigação foi excessiva e propiciou uma lâmina média percolada de 10,31mm, equivalente a 54,82% de perdas de água por percolação profunda, ocasionando conseqüentemente perdas de nutrientes por lixiviação e desperdício de água e de energia elétrica. Resultados semelhantes foram obtidos por MARTINS (2009) em um sistema de irrigação por microaspersão em área cultivada com laranja na região Sul capixaba.

A produtividade agrícola em áreas irrigadas depende de vários fatores, dentre os quais, destacam-se o dimensionamento e a manutenção dos sistemas de irrigação utilizados. A irrigação em excesso ou deficitária prejudica o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade e a rentabilidade do agricultor. Por isso, é fundamental avaliar os sistemas de irrigação periodicamente, a fim de melhorar a uniformidade de distribuição e a eficiência de aplicação de água para minimizar as perdas de água, energia elétrica e de fertilizantes (SILVA & SILVA, 2005).

Quanto à eficiência de aplicação de água (E_a), verifica-se que o projeto tem uma eficiência de 45,18% (Tabela 4), apesar de apresentar boa uniformidade de distribuição de água. Isto indica que o projeto de irrigação avaliado possui baixa eficiência de aplicação de água, pois a E_a obtida é inferior ao valor recomendado pela literatura para sistemas de irrigação localizada, que é de 90%. Isto é explicado pela ausência de manejo da irrigação na área em estudo.

De acordo com BERNARDO et al. (2006), quando um projeto de irrigação apresenta uma eficiência de aplicação inferior ao valor recomendado pela literatura, o agricultor possivelmente terá problemas na produtividade e rentabilidade da cultura, devido a baixa eficiência de aplicação de água dos sistemas de irrigação que limita as produções agrícolas, além de causar possíveis problemas no solo e na raiz da cultura.

Na Figura 2, observa-se que a lâmina média aplicada foi superior a IRN em 100% da área irrigada. E o perfil de distribuição d'água em 57% da área irrigada foi superior a lâmina aplicada durante a irrigação que foi de 18,81 mm.

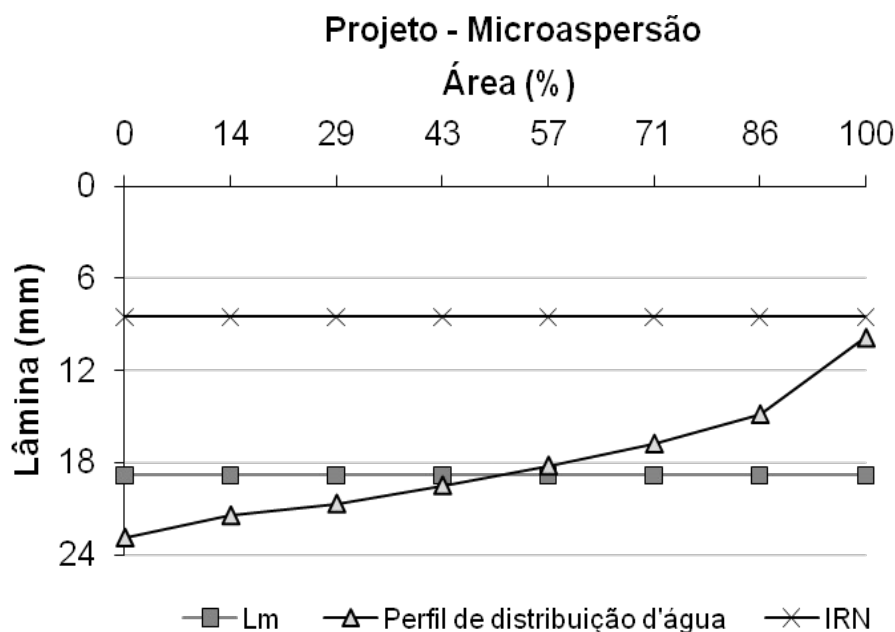


Figura 2. Lâmina média aplicada (Lm); perfil de distribuição de água pelos emissores e irrigação real necessária ao desenvolvimento da cultura (IRN) em ordem decrescente em relação ao percentual da área irrigada do projeto de microaspersão avaliado.

CONCLUSÕES

Com base neste experimento, conclui-se que a análise conjunta dos coeficientes de uniformidade é essencial para avaliar o desempenho de sistemas de irrigação. O projeto de irrigação avaliado apresenta boa uniformidade de aplicação de água. A lâmina aplicada no período avaliado é superior a lâmina real necessária à cultura irrigada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements. Rome: **FAO**, 1998. 301p. FAO Irrigation and Drainage. Paper 56

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

CORDEIRO, E. A. **Diagnóstico e manejo da irrigação na cultura do mamoeiro na região norte do Estado do Espírito Santo**. 2006. 100 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, MG, 2006.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo, num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa. 1980. v 27, n. 150, p. 155- 162.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Produção **Agrícola Municipal**. 2009. Disponível em:<<
http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Laranja_Brasil_2009.pdf. >> Acesso em: 18 de abril de 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212p.

FRIZZONE, J.A.; DOURADO NETO, D. Avaliação de Sistemas de Irrigação. In Miranda, J. H.; PIRES, R.C.M. **Irrigação: Série Engenharia Agrícola**. Piracicaba: FUNEP, 2003. Seção 5. p 573-651.

LÓPEZ, J. R., ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNÁNDEZ, J. F. G. **Riego Localizado**. Madrid, Espana: Mundi – Prensa, 1992. 405p.

MACEDO, A. B. M., GOMES FILHO, R. R., LIMA, S. C. R. V., VALNIR JÚNIOR, M., CAVALCANTE JÚNIOR, J. A. H., ARAÚJO, H. F. Desempenho Hidráulico de um Sistema de Irrigação por Microaspersão Utilizando dois Tipos de Emissores. **Revista Bras. Agric. Irrigada** v.4, n.2, p.82-86, 2010.

MANTOVANI, E. C. AVALIA: **Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2007. 318p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.

MARTINS, C. A. da S. **Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação em áreas cultivadas no Sul do Estado do Espírito Santo**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2009.

MATOS, J. A.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M. Avaliação da distribuição de água de um microaspersor autocompensante. **Revista Irriga**, Botucatu, v.4, n.3, p. 168-174, 1999.

NASCENTE, A. S.; JESUS, A. C. S. de. **A cultura da Laranja - Produção, Colheita Pós-colheita**. 2004. Disponível em: www.cpagro.embrapa.br. Acessado em 18 de abril de 2011.

PRADO, R. B.; TAVARES, S. R. de L.; BEZERA, F. B.; RIOS, L. da C. **Manual técnico de coleta, acondicionamento, preservação e análises laboratoriais de amostras de água para fins de agrícolas e ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 98p.

SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ano 4, n. 8, 2005.

VAN LIER, Q. de JONG. Índices da disponibilidade de água às plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. (Org.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, v. 1, p. 95-106.