



## DESEMPENHO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA EM CAFÉ CONILON E ARÁBICA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

---

Joabe Martins de Souza<sup>1</sup>, Lucas Rosa Pereira<sup>2</sup>, Edvaldo Fialho dos Reis<sup>3</sup>

1. Doutorando em Produção Vegetal pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, Brasil (joabenv@gmail.com)
2. Mestrando em Produção Vegetal pelo CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil
3. Prof. Dr. em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Rural, CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

---

### RESUMO

O café é o principal segmento agrícola, responsável por alavancar a economia do setor, para a obtenção de uma bebida de qualidade e alta produtividade, é necessária manejar de forma eficiente a irrigação da cultura. A uniformidade de aplicação de água é um dos parâmetros básicos para o manejo da irrigação. Com isso, objetivou-se avaliar a uniformidade de um sistema de irrigação localizado em Café Conilon e Arábica. A uniformidade de aplicação de água foi estimada através do coeficiente de uniformidade de Christiansen, de emissão e pelo coeficiente estatístico. Todos os coeficientes de uniformidade ficaram acima dos 90%, o sistema de irrigação do café Arábica apresentou menores valores para o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e para o coeficiente estatístico (Us) em relação ao café Conilon. Os projetos de irrigação avaliados apresentaram excelentes uniformidades para todos os coeficientes de distribuição de água, porém a lâmina aplicada foi deficitária.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coffea canefora* Pierre, *Coffea arábica*, Gotejamento, Manejo de irrigação

### PERFORMANCE OF IRRIGATION SYSTEM LOCALIZED IN COFFEE CONILON AND ARABICA IN THE SOUTH OF THE ESPÍRITO SANTO

#### SUMMARY

Coffee is the main agricultural segment, responsible for leveraging the economics of the industry, to obtain a beverage quality and high productivity, it is necessary to efficiently manage irrigation culture. The uniformity of water application is one of the basic requirements for irrigation management parameters. Thus, the objective was to evaluate the uniformity an irrigation system located in Conilon and Arabica Coffee. The uniformity of water application was estimated by Christiansen uniformity coefficient, emission coefficient and the statistical. All uniformity coefficients were above 90%, the irrigation system Arabica coffee had lower values for the Christiansen uniformity coefficient (CUC) and the statistical coefficient (Us) in relation

to Conilon coffee. Irrigation projects evaluated had excellent uniformity for all water distribution coefficients, but the blade was applied deficit.

**KEYWORDS:** Irrigation management, *Coffea canephora* Pierre, *Coffea arabica*, Drip.

## INTRODUÇÃO

A implantação de áreas cultivadas para regiões mais secas e o aumento do déficit hídrico mesmo em regiões tradicionalmente consideradas aptas, intensificou o uso da irrigação, cuja implantação traduz-se em retornos produtivos e vantajosos com ótima relação custo benefício, como também por eliminar riscos sobre os investimentos realizados no processo produtivo, especialmente nos sistemas de produção mais tecnificados (MATIELLO et al., 2009).

No Espírito Santo a cultura do café é o principal segmento agrícola, responsável por alavancar a economia do setor, através da geração de emprego e renda no estado. Mas nos últimos anos, o mercado do café tem exigido um produto com melhor qualidade, tanto na pré-colheita, como também na pós-colheita (REIS et al., 2013).

Mas como é de conhecimento de muitos, para a obtenção de uma bebida de qualidade nos padrões exigidos pelo mercado, dentre outros pontos é necessário manejar de forma eficiente a irrigação da cultura. A não observação do manejo da irrigação tem contribuído para puxar os índices de qualidade e produtividade da cafeicultura capixaba para baixo, fazendo com que o produto reduza sua competitividade frente a outros mercados (ARAUJO et al., 2011).

Uma estratégia para minimizar o consumo desacerbado da água é o gerenciamento da cultura irrigada, que leva em consideração possíveis ocorrências de déficits hídricos e ainda o ganho em qualidade e produtividade da lavoura. Para tanto de acordo com MANTOVANI et al. (2009), a uniformidade de aplicação de água deve ser um dos parâmetros básicos para o manejo da irrigação.

Em sistemas de irrigação localizada, 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) (BERNARDO et al., 2006). Segundo MANTOVANI et al. (2009), o coeficiente de uniformidade de emissão é o mais utilizado para avaliar o desempenho de sistemas de irrigação localizada, por ser uma medida mais restrita, mas principalmente, porque levam em consideração as plantas que podem receber menor quantidade de água.

A avaliação do desempenho de sistemas de irrigação localizada tem o mesmo princípio da avaliação de outros sistemas (MANTOVANI et al., 2009). PIZARRO (1990) acrescenta que para avaliar a uniformidade de distribuição de água em sistemas localizados, determina-se, inicialmente, o número de gotejadores a ser estudado. A escolha da metodologia é feita em função das características da área de estudo onde pesam as condições do setor a ser estudada, a presença de mão-de-obra, dentre outros fatores.

A avaliação do desempenho de sistemas de irrigação é uma prática cujos irrigantes não têm dado importância (MARTINS et al., 2013), apesar de terem acessos à tecnologia, muitos não a utilizam de maneira adequada, por falta de conhecimento ou até mesmo de orientação (SILVA & SILVA, 2005). Isto indica que a

irrigação pode ser excessiva ou deficitária sendo demonstrado em ambos os casos, prejuízos econômicos relevantes na agricultura irrigada (MARTINS et al., 2011a).

Diante da necessidade de difundir a prática do manejo da irrigação nos empreendimentos agrícolas, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar o desempenho em um sistema de irrigação localizada em Café Conilon e Arábica no sul do Estado do Espírito Santo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação do sistema de irrigação foi realizada no mês de novembro de 2013 em uma área com cultivo de café Conilon (*Coffea canefora* Pierre), variedade Robusta Tropical, e outra com café Arábica (*Coffea arabica*), ambas localizadas na área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, no sul do Estado do Espírito Santo situada sob as coordenadas geográficas 41°32' de longitude Oeste e 20°43' de latitude Sul. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado pelo inverno seco e verão chuvoso, com precipitação média anual de 1400 mm e temperatura média anual entre 28° C.

A área do cultivo de Conilon e Arábica possuía 2,79 ha, as culturas com idade de seis meses para Conilon e 10 anos para o café Arábica, ambas as lavouras estavam no espaçamento 3 m x 1 m. Os sistemas de irrigação para os dois cultivos eram composto por filtros para retirada de impurezas da água, em cada fileira de planta possui uma linha lateral de polietileno com 22 metros de comprimento e 19 mm de diâmetro, contendo um emissor por planta com espaçamento de um metro entre emissores.

Foram coletadas amostras indeformadas e deformadas de solo em três pontos (repetição) dentro da área avaliada nas camadas de 0,00-0,20 m e 0,20-0,40 m de profundidade, para a determinação da densidade do solo, umidade do solo na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha (PMP), com o auxílio do extrator de Richards de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997), e para determinação da umidade atual, utilizou-se o método padrão de estufa.

A vazão real dos emissores foi 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).

A uniformidade de aplicação de água do sistema foi estimada através do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e do Coeficiente de Uniformidade de emissão (CUE) determinados pelas equações 1 e 2, respectivamente descritas por BERNARDO et al. (2006) e MANTOVANI et al. (2009) e o Coeficiente Estatístico (Us) proposto por WILCOX & SWAILES (1947) (equação 3).

$$CUC=100\left(1-\frac{\sum_{i=1}^n |L_i-L_m|}{nL_m}\right) \quad (1)$$

$$CUE=100\left(\frac{Lq_{25\%}}{L_m}\right) \quad (2)$$

$$U_s=100\left(1-\frac{S_d}{L_m}\right) \quad (3)$$

em que,

$L_m$  = lâmina média de todas as observações (mm);

$L_i$  = lâmina obtida no emissor "i" (mm);

$n$  = número de emissores;

$Lq_{25\%}$  = média de 25% dos menores valores de lâminas observadas nos emissores (mm);

$S_d$  = desvio padrão dos dados de precipitação.

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

**TABELA 1** - Classificação dos valores do desempenho dos sistemas de irrigação por aspersão.

Classe	CUC (%)	CUE (%)	$U_s$ (%)
Excelente	>90	>84	>90
Bom	80 – 90	68 – 84	80 – 90
Razoável	70 -80	52 – 68	70 – 80
Ruim	60 – 70	36 – 52	60 – 70
Inaceitável	<60	<36	<60

De posse dos resultados dos parâmetros físico-hídricos do solo da área em estudo, foi calculada a lâmina de irrigação real necessária (IRN) para elevar a umidade atual do solo à capacidade de campo, utilizando-se a metodologia, descrita por MANTOVANI et al. (2009). Foi utilizado valor de  $Z = 30$  cm para o projeto em estudo. Após a determinação da IRN, determinou-se a lâmina aplicada durante a irrigação.

Determinou-se a também, a lâmina média coletada ( $L_{col}$ , em mm), a lâmina deficitária ( $L_{def}$ , em mm), e o coeficiente de déficit ( $C_d$ , em %) através da metodologia descrita por BERNARDO et al. (2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características do solo da área de avaliação estão apresentadas na Tabela 2. Pode-se observar uma maior densidade do solo na camada de 0,00-0,20 m do solo na lavoura com café Arábica, devido ao manejo do solo do cultivo anterior que era realizado na área, com a horticultura, realizando o manejo do solo com gradagem e aração, o que proporcionou uma compactação da camada superficial do solo.

A densidade do solo influencia a irrigação real necessária (IRN) porque define as características do sistema poroso. Por isso, o aumento da densidade do solo acarreta diminuição do volume total de poros, redução da permeabilidade e da infiltração de água, fato pode ser observado no volume total de poros para a lavoura

com café Conilon que apresentou maior porosidade do solo em relação à lavoura com Arábica, fato devido a menor densidade do solo na lavoura com café Conilon.

O solo apresentou uma capacidade de retenção de água semelhante para ambas as umidades atuais lavouras e profundidades estudadas, pode-se verificar também que às umidades atual do solo se encontravam com valores intermediários entre capacidade de campo e ponto de murcha.

**TABELA 2** - Características físico-hídricas do solo.

Cultura	Profundidade (m)	Ds (g cm <sup>-1</sup> )	CC (%)	PMP (%)	Ua (%) *	VTP (%)
Café	0,00-0,20	1,53	16,60	13,70	15,34	36,42
Conilon	0,20-0,40	1,57	19,50	16,20	17,91	36,96
Café	0,00-0,20	1,68	19,20	17,69	18,70	35,68
Arábica	0,20-0,40	1,62	20,40	18,20	19,66	33,16

Em que: Ds - densidade, CC – capacidade de campo, PMP – ponto de murcha, VTP - volume total de poros, Ua – umidade atual. \* % peso.

As lâminas coletadas durante o período de avaliação dos dois sistemas estão apresentadas na Tabela 3, na qual percebe-se um desvio padrão entre as lâminas coletadas de 0,126 e 0,176 mm para café Conilon e Arábica respectivamente, a lâmina mínima também foi próxima, nas duas lavouras, já a lâmina máxima apresentou um maior intervalo entre o sistema de irrigação de gotejamento em café Conilon e Arábica, sendo que no café Arábica apresentou uma maior lâmina.

As lâminas médias do sistema empregado no café Conilon apresentaram-se próximas às lâminas máxima e mínima, permitindo assim uma menor variação, fato contrário ao encontrado no café Arábica, no qual os sistema de irrigação possuem uma maior variação das lâminas, apesar disso ambas apresentaram baixa variação com também seu desvio padrão.

**TABELA 3** - Estatística descritiva das lâminas coletadas para o sistema de irrigação por gotejamento em lavoura de café Conilon e Arábica.

Cultura	Lâminas (mm)			Variação	Desvio Padrão
	Máx	Mín	Média		
Café Conilon	1,98	1,53	1,77	0,0160	0,126
Café Arábica	2,37	1,56	1,89	0,0309	0,176

A pequena variação encontrada nas lâminas pode ser atestada pelos valores do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), do coeficiente de uniformidade de emissão (CUE), e do o coeficiente de uniformidade estatístico (Us) que foram classificados de acordo com MANTOVANI (2001).

Todos os coeficientes de uniformidade ficaram acima dos 90%, comparando os dois sistemas utilizados, o sistema de irrigação do café Arábica apresentou menores valores para o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e para o coeficiente estatístico (Us), fato relacionado a uma maior idade do sistema utilizado nessa variedade de café, diminuindo assim sua uniformidade.

Verifica-se também que o CUE é inferior ao CUC. Segundo LÓPEZ et al. (1992), isso ocorre porque o primeiro coeficiente da um tratamento mais rigoroso a problemas de distribuição de água, que ocorrem ao longo da linha lateral.

De acordo com BERNARDO et al. (2006) projetos de irrigação por aspersão devem apresentar coeficientes de uniformidade da ordem de 75 a 90%, o que resultaria em boa distribuição espacial de água e conseqüentemente maior uniformidade da lavoura, o que foi observado no sistema avaliado, no qual 94,19 e 93,45 % da área está recebendo uma lâmina maior ou igual à lâmina média de aplicação para o período noturno e diurno respectivamente.

RODRIGUES et al. (2013) estudaram a uniformidade de irrigação em um sistema de por gotejamento em café Conilon com dois anos de idade, e encontraram valores de 90,40 %, 83,31% e 88,15% para CUC, CUE e Us respectivamente, resultados de coeficientes esses menores que encontrados nesse trabalho para CUE e Us, sendo que aos autores obtiveram classificação com bom para esses coeficientes, diferentes também dos encontrados nesse trabalho para ambos as variedades.

**TABELA 4** - Coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) de emissão (CUE) e estatístico (Us) e classificação de dois sistemas de irrigação por gotejamento cultivada com café.

Cultura	Coeficientes (%)			Classificação
	CUC	CUE	Us	
Café Conilon	94,19	90,49	92,92	Excelente
Café Arábica	93,45	90,03	90,50	Excelente

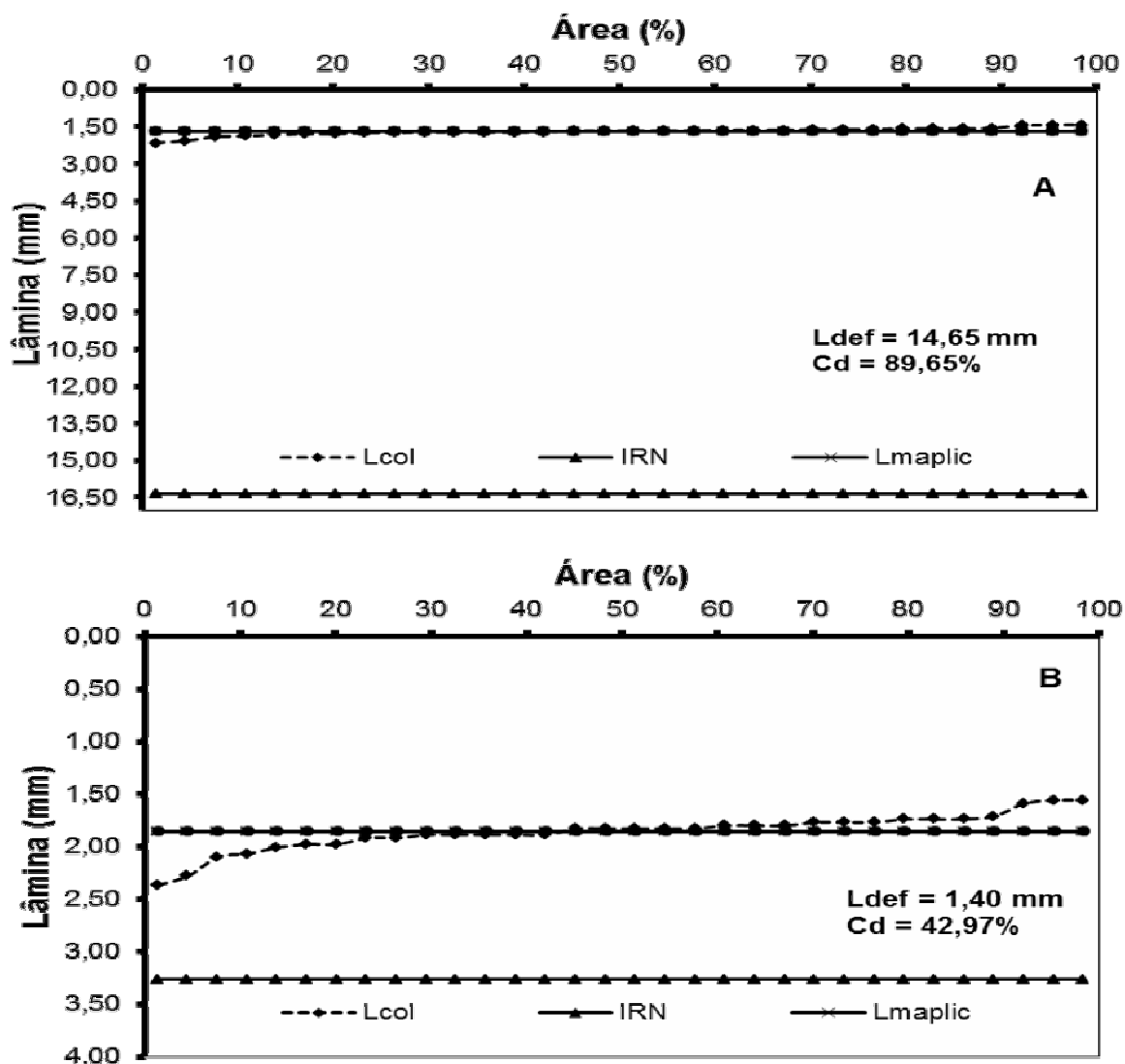
Em trabalho de MARTINS et al. (2013) com sistema de irrigação localizada com microaspersão e microspray obtiveram coeficientes com classificação excelente para ambos os sistemas para CUC e CUE semelhantes ao encontrado nesse trabalho, já para o coeficiente estatístico obtiveram classificação como bom, diferente desse trabalho.

VICENTE et al. (2011) avaliando sete sistemas de irrigação por gotejamento observaram que três deles, ou seja, 43% apresentaram valores do coeficiente de uniformidade de emissão (CUE) acima de 90%, considerados excelentes para esse tipo de equipamento. Outros dois sistemas apresentaram valores considerados bons (entre 80 e 90%), e um sistema exibiu valor de CUE considerado aceitável (entre 70 e 80%) e apenas um enquadrado-se na classificação inaceitável.

De acordo com a Figura 1 a lâmina aplicada (Lmapl) foi inferior a irrigação real necessária (IRN). Pode-se observar que em ambos os sistemas de irrigação por gotejamento houve uma irrigação em déficit, o que proporcionou uma lâmina deficitária de 14,65 mm e 1,40 mm para sistema com café Conilon e Arábica respectivamente. Esses resultados representam um coeficiente de déficit de 89,65 % e 42,97 % para Conilon e Arábica respectivamente, apesar das excelentes uniformidades de distribuição apresentadas. Resultados esses são diferentes dos encontrados por MARTINS et al. (2013) que verificaram que as lâminas aplicadas foram excessivas, muito superior à lâmina real necessária às plantas, os autores verificaram que na microaspersão aplicou-se 35,60 mm de água, enquanto a IRN era de 8,58 mm. Na irrigação por microspray aplicou-se uma lâmina de 66,64 mm, quando a IRN era de 8,72 mm, ou seja, uma lâmina 7,6 vezes maior que a necessária.

REIS et al. (2005), avaliando sistemas de irrigação por gotejamento na bacia do rio Itapemirim, Espírito Santo, observaram que houve aplicação excessiva de água em todos os projetos analisados, alcançando valores de 118% de perda de

água. MARTINS (2009) estudando um sistema de irrigação por microaspersão em área cultivada com laranja na região Sul capixaba verificou excessiva irrigação diferentes do encontrado nesse trabalho.



**FIGURA 1.** Relação entre Irrigação real necessária (IRN), lâmina coletada (Lcol), Lâmina média coletada (Lmcol), lâmina média aplicada (Lmapl), lâmina deficitária (Ldef) e coeficiente de déficit (Cd) em sistema de gotejamento em café Conilon (A) e Arábica (B).

Esses resultados indicam, conforme MARTINS et al. (2011b), que os cafeicultores irrigantes devem realizar um manejo da irrigação, com aplicação de lâminas visando o momento atual e o futuro, verificando se há a necessidade ou não de se elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo durante o ciclo da cultura irrigada, para evitar que a irrigação seja excessiva ou deficitária. Uma vez que tanto o excesso como o déficit de água no solo causam prejuízos relevantes na agricultura, pelo fato da aplicação de água em excesso frequentemente promover a degradação do solo por meio da erosão hídrica e da lixiviação de nutrientes, além de causar problemas de drenagem e de sais em áreas de regiões áridas e semiáridas.

## CONCLUSÕES

Os projetos de irrigação avaliados apresentaram excelentes uniformidades de aplicação de água para todos os coeficientes de distribuição de água, porém a lâmina aplicada foi deficitária.

A idade dos sistemas de irrigação não interferiu na uniformidade de distribuição de água.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. L.; REIS, E. F.; W. B. MORAES; GARCIA, G. O.; NAZÁRIO A. A. Influência do Déficit Hídrico no Desenvolvimento Inicial de duas Cultivares de Café Conilon. **Irriga**, v.16, n.2, p.115-124, 2011.

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

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**, v.27, n.50, p.155-162, 1980.

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

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinklers Manufacturing Corp., 1975. 133 p.

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

MATIELLO, J. B., FERNANDES, A. L., SANTINATO, R. **Facilitando a irrigação em cafezais**. PROCAFÉ. 82 p. 2009.

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**. 2. ed. atual. e ampl. Viçosa: UFV, 2009. 358 p.

MARTINS, C. L; BUSATO, C.; SILVA, S. F.; RODRIGUES, W. N.; REIS, E. F. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação no sul do Estado do Espírito Santo. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 2, p. 236-241, 2013.

MARTINS, C. A. S.; REIS, E. R.; GRACIA, G. O.; RIGO, M. M.; ARAUJO, G. L.



Análise de sistemas de irrigação por aspersão convencional no sul do estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, n. 3, p 235-244, 2011a.

MARTINS, C. A. S.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R.; GRACIA, G. O. Desempenho de sistemas de irrigação por aspersão convencional na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Idesia**, v. 29, n. 3. p. 65-74, 2011b.

MARTINS, C. A. 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, 2009.

PIZARRO C. F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990. 471p.

REIS, E. F.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; PREZOTTI, L. C. A **Recirculação da Água no Processamento dos Frutos do Cafeeiro como Importante Ferramenta para a Viabilidade Ambiental**. In. TOMAZ, M. A. [et al.] Tópicos especiais em produção vegetal IV. ed. 1. Alegre, ES: CAUFES, 2013. 694 p.

REIS, E. F. ; BARROS F. M.; CAMPANHARO, M.; PEZZOPANE, J. E. M. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.13, n.2, p.74-81, 2005.

RODRIGUES, R. R.; COLA, M. P. A.; NAZÁRIO, A. A.; AZEVEDO, J. M. G.; REIS, E. F. Eficiência e uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Ambiência**, v.9 n.2 p. 323 – 334, 2013.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 4, n. 8, p. 12-16, 2005.

VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. C.; FERNANDES, A. L. T.; VIEIRA, G. H. S.; SEDIYAMA, G. C.; FIGUEREDO, E. M. Análise técnica dos sistemas de irrigação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na região oeste da Bahia. **Coffee Science**, v.6, n.2, p.147-158, 2011.

WILCOX, J.C.; SWAILES, G.E. Uniformity of water distribution by some undertree orchard sprinklers. **Scientific Agricultural**, v.27, p.565-583, 1947.