



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.5, n°. 3, p 235-244., 2011
 ISSN 1982-7679 (On-line)
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>
 Protocolo 052 11 -22/02/2011 – Aprovado em 27/09/2011

ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL¹

Camila Aparecida da Silva Martins², Edvaldo Fialho dos Reis³, Giovanni de Oliveira Garcia³, Michelle Machado Rigo⁵, Glaucio Luciano Araujo⁶

¹Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pela primeira autora a Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

² Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Produção Vegetal, Bolsista da CAPES/REUNI, Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFES/ Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal; Caixa Postal 16, CEP: 29500-000, Alegre, ES, e-mail: camila.cca@hotmail.com

³ Engenheiro Agrícola, Prof. Dr. Associado 1, Departamento de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, e-mail: edreis@cca.ufes.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. Adjunto 2, Departamento de Produção Vegetal, CCAUFES, Alegre, ES, e-mail: giovanni@ambientalis-es.com.br

⁵ Bióloga, Mestranda em Produção Vegetal, Bolsista da CAPES/Demanda Social, Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFES/ Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal; Caixa Postal 16, CEP: 29500-000, Alegre, ES, e-mail: michelle.rigo@gmail.com

⁶ Acadêmico de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da UFES, Departamento de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, e-mail: glaucio_araujo@yahoo.com.br

RESUMO: A análise de sistemas de irrigação em nível de campo contribui para atenuar as perdas que ocorrem durante e após a aplicação de água pelo sistema. Neste sentido, este trabalho teve o objetivo de comparar as lâminas aplicadas pelos sistemas com aquelas utilizadas para elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo em áreas cultivadas com café Conilon no Sul do Estado do Espírito Santo. Para alcançar tal objetivo, foram determinadas, em duas propriedades onde é cultivado o café Conilon irrigado, as lâminas de irrigação real necessária para se elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo. Essas determinações foram realizadas imediatamente antes do produtor iniciar a irrigação, que, por sua vez, foi quantificada para se fazer uma comparação entre valores das lâminas necessárias e aplicadas. Pelos resultados obtidos, conclui-se que nas propriedades avaliadas, onde cada uma apresenta um projeto de irrigação por aspersão convencional, a lâmina aplicada pelo sistema no período avaliado foi superior à lâmina real necessária para que o teor de umidade do solo chegasse à capacidade de campo.

Palavras-Chave: irrigação real necessária, umidade do solo, lâmina aplicada.

**ANALYSIS OF CONVENTIONAL SPRINKLER IRRIGATION SYSTEMS IN
 THE SOUTH OF THE STATE OF ESPIRITO SANTO, BRAZIL**

ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

ABSTRACT: The analysis of irrigation systems on field level contributes to lessen the losses that happen during and after the application of water by the system. This way, this work had the objective of comparing the applied sheets by the systems with those used to elevate the tenor of soil humidity to the field capacity in areas cultivated with coffee Conilon in the South of Espírito Santo State. To reach such objective, it was determined, in two properties where the irrigated coffee Conilon is cultivated, the sheets of necessary real irrigation to elevate the soil humidity tenor to the field capacity. Those determinations were accomplished immediately before the producer began the irrigation, which was measured to make a comparison between the values of sheets needed and applied. From the results, we conclude that on the properties evaluated, where each one presents a conventional sprinkler irrigation project, applied by sheets system in the studied period was higher than the real sheets needed so that the soil moisture content reached the capacity field.

Keywords: necessary real irrigation, soil humidity, applied sheets.

INTRODUÇÃO

A água é de extrema importância para a sobrevivência e por esta razão é necessário utilizá-la de maneira racional. A sustentabilidade deverá superar a escassez promovendo uma nova ética aos recursos hídricos, tendo como base a otimização da utilização, controle dos desperdícios, além da promoção do desenvolvimento (TUNDISI, 2005). Com isso, a adoção de técnicas de manejo do solo e da água é fundamental para a sustentabilidade, pois é possível economicamente, manter esses recursos em quantidade e qualidade suficientes para a manutenção de níveis satisfatórios de produtividade (WUTKE et al., 2000).

No Sul do Estado do Espírito Santo, os projetos de irrigação vêm se consolidando como importante alternativa na modernização e crescimento da agricultura nesta região. A aplicação de determinadas medidas, como por exemplo, a análise de sistemas de irrigação a nível de campo, contribui para atenuar as perdas que ocorrem durante e após a aplicação de água pelo sistema.

Entretanto, a avaliação do desempenho de sistemas de irrigação é uma prática cujos irrigantes não têm dado importância, apesar de terem

acesso à tecnologia, muitos não a utilizam de maneira adequada, por falta de conhecimento ou até mesmo de orientação (SILVA e SILVA, 2005). Isto indica que a irrigação pode ser excessiva ou deficitária sendo demonstrado em ambos os casos, prejuízos econômicos relevantes na agricultura irrigada.

A cultura do café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) exerce uma função de suma importância para o desenvolvimento social e econômico do país, além de propiciar um aumento de divisas e um desenvolvimento regional acentuado. O Brasil é o segundo maior produtor e o terceiro maior exportador mundial desse produto agrícola, tendo como maiores concorrentes o Vietnã e a Indonésia (FERRÃO et al., 2007). Entre os Estados Brasileiros produtores de café Conilon, se destaca o Estado do Espírito Santo que responde por 72% da produção nacional, devido à adoção de novas tecnologias, tais como as variedades clonais, o plantio em linha, o uso da irrigação, a poda, o adensamento e os avanços em nutrição mineral.

Atualmente, estima-se que 200.000 ha de cafezais vêm recebendo irrigação e há um potencial de expansão, para áreas marginais, onde

ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

existem aproximadamente 100.000 hectares de lavouras, além do aproveitamento de novas áreas de plantio, já de início, implantadas com irrigação. Nesta perspectiva, a importância da irrigação está, assim, relacionada com a viabilização de regiões ou de empreendimentos cafeeiros onde as condições hídricas eram ou passaram a ser inadequadas, representando fator de garantia para os investimentos também na melhoria de outras práticas de manejo dos cafezais, gerando, assim, um novo padrão tecnológico de lavoura, que pode ser mais eficiente e econômico. Essas regiões novas podem responder por 6 a 8 milhões de sacas de café por ano.

Nesse contexto, vale ressaltar que na irrigação do cafeeiro um dos principais problemas é quantificar adequadamente o volume de água a ser aplicado por determinado método de irrigação nos períodos críticos da cultura: da iniciação floral até a granação dos frutos, passando pela diferenciação floral, florada e expansão dos frutos, considerando-se, ainda, os períodos de maior crescimento vegetativo da planta (FERRÃO et al., 2007). Assim, o volume de água aplicado deverá completar as precipitações insuficientes, objetivando aproveitar a umidade do solo adequadamente e evitar perdas vegetativas e produtivas do cafeeiro sem alterar as propriedades físico-químicas do solo.

Para alcançar tais objetivos, torna-se necessário um programa de manejo onde os dados climáticos interagem com dados da cultura, do solo e do sistema de irrigação, otimizando a utilização da água na irrigação. Neste sentido, este trabalho teve o objetivo de comparar as lâminas aplicadas pelos projetos de irrigação por aspersão convencional com aquelas utilizadas para elevar o teor de umidade do solo à

capacidade de campo em áreas cultivadas com café Conilon no Sul do Estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no mês de agosto de 2008 em duas propriedades produtoras de café Conilon no Município de São José do Calçado, localizado na região Sul do Estado do Espírito Santo. Nas áreas de estudo foram avaliados dois projetos de irrigação por aspersão convencional com o tempo de uso de 7 e 24 meses.

Cada uma das propriedades em estudo abrange uma área de aproximadamente 6 hectares (ha), dos quais 2 ha são cultivados com café Conilon, com 3 e 2 meses de idade, respectivamente nos projetos 1 e 2.

Segundo Lani et al. (2007), no Estado do Espírito Santo a cultura do café Conilon é cultivada em locais com altitudes inferiores a 500 m, com clima quente e relevo que varia de suave ondulado a acidentado e apresentam distribuição irregular das precipitações ao longo do ano, normalmente com déficit hídrico anual, solos de baixa fertilidade natural, baixa capacidade de armazenamento de água sujeitos a erosão, em que altas temperaturas e ventos constantes, principalmente, em determinadas épocas do ano, ocasionam elevada evapotranspiração, prejudicando o cafeeiro, o que assemelha as condições de cultivo do café Conilon na região em estudo.

O clima da região é classificado como Cwa, segundo Köppen, apresentando chuvas no verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 1300 mm e temperatura média anual entre 25° C. O relevo predominante nas áreas irrigadas é suavemente ondulado com declividade de 2 a 3%.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (2006), o solo das áreas de

ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

estudo são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média (LVAméd), que se caracteriza por apresentar baixa capacidade de troca de cátions, baixa fertilidade, elevados valores de saturação de alumínio e textura média, por possuir na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia. Por isso, o manejo da irrigação nesse solo deve ser cuidadoso, considerando a média capacidade de retenção de água no solo.

Nas áreas em estudo foram coletadas amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média, para a determinação das características físico-hídricas dos solos onde estão instalados os projetos de irrigação por aspersão convencional avaliados.

Em cada área em estudo, as amostras de solo foram retiradas ao acaso em cinco pontos de cada área irrigada na profundidade de 0,00 - 0,40 m para avaliação do desempenho da irrigação nos projetos de irrigação em estudo. Para cada área, a amostragem de solo foi realizada antes da irrigação, coletando-se amostras deformadas com o auxílio de um trado tipo holandês. As amostras foram acondicionadas em recipientes vedados, para determinação da umidade atual do solo pelo método termogravimétrico, conforme preconizado pela EMBRAPA (1997).

Simultaneamente à determinação da umidade do solo, foram coletadas duas sub-amostras em cada um dos

locais amostrados, que depois 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 0,1 MPa, com o auxílio do extrator de Richards, de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

Após a amostragem de solo, mediu-se a vazão nos bocais, de maior e de menor diâmetro, do aspersor, a pressão de serviço do aspersor e o volume d'água coletada em cada "pluviômetro", no final do tempo de irrigação.

Para a medição de vazão nos projetos de irrigação, foi coletado em cada aspersor, previamente selecionado, o volume aplicado em um tempo de três minutos, com auxílio de cronômetro, mangueiras, coletores e proveta graduada.

De posse dos resultados das análises físicas e hídricas do solo das áreas irrigadas em estudo, foram calculadas as lâminas de irrigação necessária para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, sendo esses valores comparados aos das lâminas aplicada pelos irrigantes, sem interferência no momento de irrigar.

As lâminas de irrigação real necessária a serem aplicadas para elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo foram calculadas utilizando-se a seguinte equação:

$$IRN = \frac{(Cc - Ua)}{10} Ds Z$$

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; e

Z = profundidade efetiva do sistema radicular, em cm.

A profundidade efetiva do sistema radicular da cultura irrigada para determinação da lâmina de

ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

irrigação real necessária foi definida a partir de valores citados por Manfron et al. (2003). Foram utilizados valores de 30 cm para o projeto 1 e de 25 cm no projeto 2, porque devido aos estádios de desenvolvimento inicial e vegetativo

das culturas, 80% das raízes se concentram nessas profundidades.

Após, a determinação da IRN, determinou-se a lâmina aplicada durante a irrigação por meio da seguinte expressão:

$$Lapl = \frac{1000 Q T}{E_A E_{LL}}$$

em que:

Lapl = lâmina aplicada, mm;

Q = vazão do sistema, m³ h⁻¹;

T = tempo de irrigação, h;

E_A = espaçamento entre aspersores ao longo da linha lateral, m; e

E_{LL} = espaçamento entre linhas laterais, m.

Posteriormente, determinou-se a lâmina média coletada (mm), que é a média aritmética das lâminas coletadas

durante o teste de uniformidade de aplicação de água realizado no campo de acordo com a metodologia apresentada por Mantovani et al. (2009).

Na Tabela 1 são apresentados os valores da vazão do sistema (Q), do tempo de irrigação (T), do espaçamento entre aspersores (E_A) e do espaçamento entre linhas laterais (E_{LL}) dos projetos de irrigação avaliados.

Tabela 1 - Valores da vazão do sistema (Q), do tempo de irrigação (T), do espaçamento entre aspersores (E_A) e do espaçamento entre linhas laterais (E_{LL}) dos projetos de irrigação avaliados

Projeto	Q	T	E _A	E _{LL}
	---- m ³ h ⁻¹ ----	---- h ----	----- m -----	
1- Aspersão Convencional	6,62	1	18	24
2- Aspersão Convencional	7,02	1	24	24

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da Tabela 2, observa-se que a umidade atual do solo foi de 14,66 e 21,30% no dia avaliado, a umidade do solo na capacidade de campo foi de 18,48 e 25,33% e a densidade do solo de 1,06 e 1,09 g cm⁻³ nas áreas irrigadas em estudo.

A densidade do solo (Ds) influencia a irrigação real necessária (IRN) porque reflete o arranjo das partículas do solo, que por sua vez define as características do sistema poroso. Por isso, o aumento da Ds acarreta diminuição do volume total de

poros, redução da permeabilidade e da infiltração de água, quebra dos agregados e aumento da resistência mecânica à penetração, ocasionando prejuízo à qualidade física do solo (MARTINS et al., 2007). Relacionando a Ds e a IRN, verifica-se que os resultados obtidos neste trabalho são semelhantes aos obtidos por Costa (2006), no qual observou um aumento da IRN à medida que a Ds diminuiu. Contudo, os valores de Ds encontrados neste trabalho não são considerados restritivos às culturas, de acordo com Effgen (2006).

ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Tabela 2 - Valores de umidade do solo na capacidade de campo (Cc), umidade atual do solo (Ua) e densidade do solo (Ds) dos solos onde estão instalados os projetos de irrigação avaliados

Projeto	Cc	Ua	Ds
	----- % -----		-- g cm ⁻³ --
1- Aspersão Convencional	25,33	21,30	1,06
2- Aspersão Convencional	18,48	14,66	1,09

Os valores da IRN para elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo no momento da irrigação, bem como as lâminas aplicadas (Lapl) e as lâminas média coletadas durante a avaliação estão apresentados na Tabela

3. Sendo válido ressaltar que a decisão do momento de irrigar, bem como da quantidade de água a ser aplicada, partiu do agricultor, não havendo nenhuma interferência na tomada de decisão sobre quando e quanto irrigar.

Tabela 3 - Irrigação real necessária (IRN), lâmina aplicada (Lapl) e lâmina média coletada (Lmcol) nos projetos avaliados

Projeto	IRN	Lapl	Lmcol
	----- mm -----		
1- Aspersão Convencional	12,82	15,32	13,69
2- Aspersão Convencional	10,41	12,19	11,18

Com relação a IRN e a Lapl, verifica-se que nos projetos de irrigação avaliados, a Lapl foi maior que a IRN (Tabela 3), indicando que os projetos em estudo aplicavam água em excesso, apresentando, portanto, baixa eficiência de aplicação, o que difere dos resultados obtidos por Souza et al. (2008) em sistemas de irrigação por aspersão convencional instalado na Vila Rural Flor do Campo, localizada na região Noroeste do Estado do Paraná, onde a Lapl foi inferior à lâmina real necessária, indicando que a irrigação foi deficitária. Por isso, devem-se adotar métodos de estimativa e controle da necessidade e aplicação de água para qualquer sistema de irrigação, a fim de evitar os desperdícios.

Durante o teste de uniformidade de aplicação a lâmina média coletada (Lmcol) variou de 11,18 a 13,69 mm nos projetos avaliados. Nota-se que o

projeto 1 apresenta o maior valor e o projeto 2 o menor valor. Esse resultado está relacionado com o tempo de uso do equipamento de irrigação, que no projeto 1 é de 7 meses e no projeto 2 é de 24 meses, o que interfere diretamente na uniformidade e eficiência de aplicação de água do sistema em estudo, uma vez que os irrigantes não realizam o manejo do sistema de irrigação.

Os resultados obtidos nas avaliações dos projetos de irrigação em estudo indicam que, além de falhas na decisão sobre quando e quanto irrigar há também a adoção de espaçamento entre aspersores e entre linhas laterais, maior do que o necessário, o que ocasiona perdas de água por percolação profunda, devido à irrigação excessiva em áreas cultivadas com café Conilon no Sul do Estado do Espírito Santo. Essas distorções podem ser observadas nas Figuras 1 e 2 que apresentam os

ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

percentuais de área irrigada em cada projeto avaliado em função das lâminas: coletada, aplicada e real necessária.

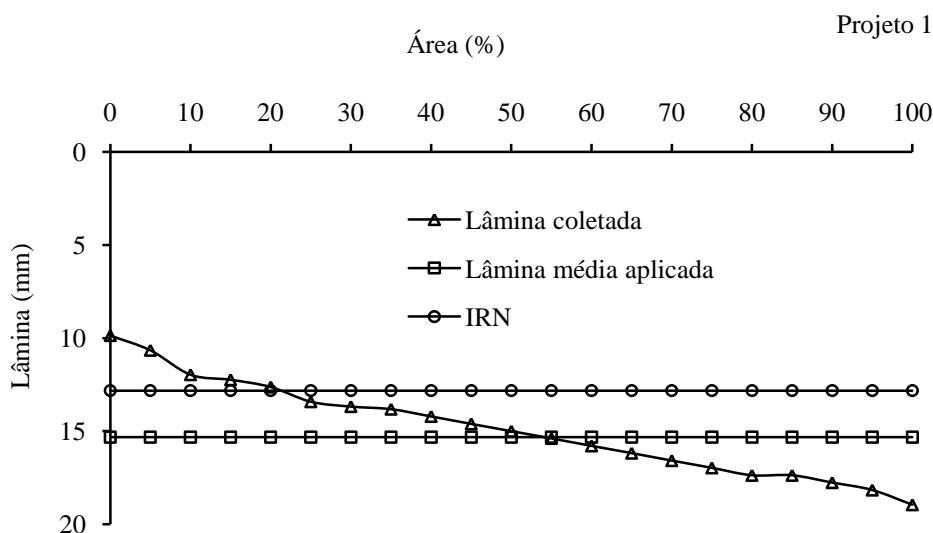


Figura 1 - Percentual de área irrigada pelo Projeto 1 de Aspersão Convencional avaliado em função das lâminas: coletada, aplicada e real necessária.

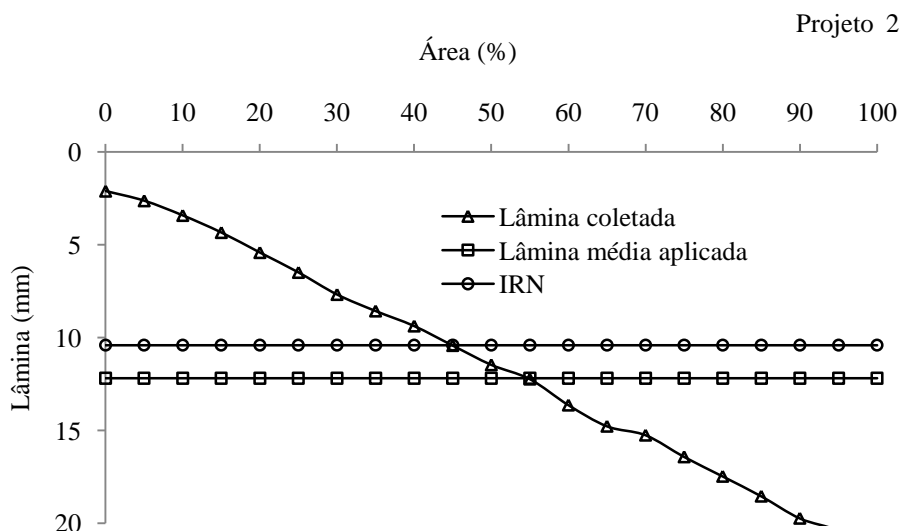


Figura 2 - Percentual de área irrigada pelo Projeto 2 de Aspersão Convencional avaliado em função das lâminas: coletada, aplicada e real necessária.

Em todos os projetos de irrigação, a quantidade de água que a cultura necessita é inferior a lâmina média aplicada, para o período avaliado (Figuras 1 e 2). Esses resultados indicam 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

ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

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.

Tendo em vista que o cafeeiro, como as demais culturas agrícolas, necessita de água disponível no solo em sua fase vegetativa, para promover o crescimento de ramos plageotrópicos e em sua fase reprodutiva (floração, expansão e granação dos frutos), para se desenvolver e produzir satisfatoriamente (MANTOVANI e SOARES, 2003) torna-se imprescindível a adoção de práticas de manejo da irrigação, tais como a determinação da umidade do solo ou da evapotranspiração real da cultura antes de efetuar a irrigação, entre outras, que reduzem os desperdícios de água, energia elétrica e de fertilizantes em áreas irrigadas e aumentam a produtividade das culturas, pelo fato de auxiliar os irrigantes na tomada de decisões sobre quando e quanto irrigar, considerando as características edafoclimáticas da área cultivada.

Observa-se na Figura 1 que em 80% da área irrigada do projeto 1 a lâmina coletada (Lcol) durante o teste de uniformidade de aplicação de água foi superior a IRN, o que difere do percentual de área de área irrigada do projeto 2, que por meio da Figura 2 é possível observar que em 55% da área irrigada a Lcol foi superior a IRN. O que corrobora os resultados obtidos por Soares e Nascimento (1998).

As diferenças entre as lâminas requeridas e aplicadas pelos projetos avaliados existem devido ao inadequado manejo da irrigação. Por isso, os irrigantes devem adotar métodos de estimativa e controle da necessidade e aplicação de água com o intuito de evitar desperdícios.

As práticas de manejo são extremamente importantes para todos os

projetos de irrigação, contribuindo para uma irrigação eficiente, atendendo às necessidades hídricas da cultura, o que, segundo Mantovani et al. (2009), podem beneficiar uma cultura de várias formas, entre elas, aumentando sua produtividade e permitindo maior eficiência no uso de fertilizantes na agricultura.

Mas, antes de implementar qualquer prática de manejo da irrigação os cafeicultores irrigantes devem receber orientações técnicas sobre a gestão da irrigação, por meio de palestras, minicursos e dia de campo em áreas onde se pratica o manejo adequado da irrigação. Tendo em vista que a água tem papel importantíssimo durante todo o ciclo do cafeeiro e que reduções na disponibilidade hídrica até a 18ª semana após a floração podem reduzir o crescimento vegetativo, com a conseqüente redução da produção de nós disponíveis para a formação de flores, o que reduz a produção de frutos e causa prejuízos à produtividade, ao tipo e à bebida do café (MOURA et al., 2007).

CONCLUSÃO

Conclui-se que nos projetos de irrigação avaliados, a lâmina aplicada durante o período de estudo foi superior a lâmina real necessária à cultura do café Conilon.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de Bolsas de Doutorado ao primeiro autor e de Mestrado ao quarto autor.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do CCA/UFES pelo apoio técnico e científico.

**ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO
CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, M. B. da. **Avaliação da irrigação por pivô central na cultura do café (*Coffea canephora* L.) e na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no município de Pinheiros-ES.** 2006. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- EFFGEN, T. A. M. **Atributos do solo em função de tratos culturais em lavouras de cafeeiro conilon no sul do Estado do Espírito Santo.** 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. (Eds.) **Café Conilon.** Vitória: INCAPER, 2007. 702 p.
- LANI, J. A.; BRAGANÇA, S. M.; PREZOTTI, L. C.; MARTINS, A. G.; DADALTO, G. G. Preparo, Manejo e Conservação do Solo. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. (Eds.) **Café Conilon.** Vitória, INCAPER, 2007. 702p.
- MANFRON, P. A.; BACCHI, O. O. S.; DOURADO NETO, D.; PEREIRA, A. R.; MEDEIROS, S. L. P.; PILAU, F. G. Modelo da profundidade efetiva do sistema radicular na cultura de milho em função de graus-dia acumulados. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 2, p. 327-332, 2003.
- MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro:** informações técnicas e coletânea de trabalhos. Viçosa, MG: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2003. 260 p. (Engenharia na Agricultura – Boletim Técnico, 8).
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação:** princípios e métodos. 3. Ed., Viçosa: UFV, 2009. 355 p.
- MARTINS, C. A. da S.; OLIVEIRA, C. M. R.; PANDOLFI, F.; MENDONÇA, G. P. de M.; PASSOS, R. R.; REIS, E. F.; GRIFFO, M. Alterações na densidade do solo de um Latossolo vermelho-amarelo sob diferentes coberturas vegetais. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11., 2007, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2007. p. 2238-2240. 1 CD-Rom.
- MOURA, W. de M.; PEREIRA, A. A.; LIMA, P. C.; DONZELES, S. M. L.; CAIXETA, G. Z.; COSTA, É. L. da.; SOARES, S. F.; SANTOS, I. C. dos.; RIBEIRO, M. de F.; ALVARENGA, A. de P.; VENZON, M. **Café (*Coffea arabica* L.).** In: PAULA JÚNIOR, T. J. de.; VENZON, M. (Coords.) **101 Culturas:** manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte, EPAMIG, 2007. 800p.
- SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. da. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista**

**ANÁLISE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO
CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

Científica Eletrônica de Agronomia,
v. 2, n. 8, p. 1-17, 2005.

SOARES, J. M.; NASCIMENTO, T.
Avaliação técnica do sistema de
irrigação por aspersão do perímetro
irrigado Barreiras. **Revista Brasileira
de Engenharia Agrícola e Ambiental**,
v. 2, n. 2, p. 136-141, 1998.

SOUZA, E. A. M. de; SOUZA, P. C.
de.; BOAS, M. A. V. Avaliação do
desempenho de sistemas de irrigação
por aspersão convencional fixo e
gotejamento em vila rural. **Irriga**, v. 13,
n. 1, p. 47-62, 2008.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI:
enfrentando a escassez**. 2. Ed. São
Carlos: Rima, 2005. 248 p.

WUTKE, E. B.; ARRUDA, F. B.;
FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. N.
A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.;
AMBROSANO, G.M.B. Propriedades
do solo e sistema radicular do feijoeiro
irrigado em rotação de culturas. **Revista
Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n.
3, p. 621-633, 2000.