

EDNALDO MIRANDA DE OLIVEIRA

**PRODUTIVIDADE DOS TREZE CLONES DO CAFEIRO CONILON
VITÓRIA SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

O48p
2014

Oliveira, Ednaldo Miranda de, 1983-
Produtividade dos treze clones do cafeeiro Conilon Vitória
submetido a diferentes lâminas de irrigação / Ednaldo Miranda
de Oliveira. – Viçosa, MG, 2014.
xii, 97f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Rubens Alves de Oliveira.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.89-97.

1. Irrigação. 2. Irrigação - Manejo. 3. Agricultura irrigada.
4. Cafeeiro. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Engenharia Agrícola. Programa de Pós-graduação em
Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 631.587

EDNALDO MIRANDA DE OLIVEIRA

**PRODUTIVIDADE DOS TREZE CLONES DO CAFEEIRO CONILON
VITÓRIA SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

APROVADA: 14 de março de 2014.

Mauro Aparecido Martinez

Carlos Augusto Brasileiro de Alencar

Sílvio Bueno Pereira

Edvaldo Fialho dos Reis

Rubens Alves de Oliveira
(Orientador)

À minha esposa ANGÉLICA e aos meus pais LEÔNCIO e IRACILDA

... à quem **DEDICO** e **OFEREÇO**, com muita satisfação, esta realização.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida.

À minha esposa Angélica, pela dedicação, paciência e apoio incondicional.

À minha família, pelo carinho, pela dedicação e confiança, pelos conselhos e apoio infinito; aos meus irmãos Reginaldo, Leonardo e Leandro, pela torcida.

Ao meu avô Pedro e à minha avó Palmerinda, pelos ensinamentos, incentivo, dedicação e apoio incondicional.

Aos meus tios Genilton e Janeth, Edimilson e Eliane, pelo lar que me concederam e por me acolherem como filho; e aos meus primos Lucas e Gabriel, minhas primas Bárbara e Bruna, por me receberem como irmão.

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Rubens Alves de Oliveira, pela oportunidade de realizar este trabalho e pela amizade, confiança e orientação.

Aos Professores conselheiros Paulo Roberto Cecon, Everardo Chartuni Mantovani e Élio de Almeida Cordeiro, pela atenção e colaboração, pela assistência e pelos esclarecimentos durante o trabalho.

Ao meu amigo Roberto Milagres, pela grande amizade e pela contribuição profissional.

Aos estudantes de Iniciação Científica e amigas amiga Jessica Loss e Franciane, pela valiosa ajuda em campo.

A todos os meus amigos do Departamento de Engenharia Agrícola, por, de alguma forma, terem contribuído para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

EDNALDO MIRANDA DE OLIVEIRA, filho de Leôncio Bento de Oliveira e Iracilda Miranda de Oliveira, nasceu em Mantena, MG, em 3 de outubro de 1983.

Em março de 2003, ingressou no Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, concluindo-o em janeiro de 2008. Durante a graduação, foi bolsista de iniciação científica por dois anos consecutivos, pelo Programa PIBIC/CNPq.

Em março de 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Engenharia Agrícola da UFV, na área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, submetendo-se à defesa da dissertação em julho de 2009.

Em agosto de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Engenharia Agrícola da UFV, na área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais.

Sumário

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. ASPECTOS BOTÂNICOS, ORIGEM E DIVERSIDADE GENÉTICA DO COFFEA CANEPHORA	4
2.2. CAFÉ NO MUNDO	5
2.3. CAFÉ NO BRASIL	6
2.4. CAFÉ CONILON NO BRASIL	7
2.5. CAFÉ CONILON NO ESPÍRITO SANTO	7
2.6. VARIEDADES DE CAFÉ CONILON	9
2.7. O MANEJO DA IRRIGAÇÃO	13
2.8. CONSUMO HÍDRICO DO CAFEIEIRO	13
2.9. DÉFICIT HÍDRICO	16
2.10. POTENCIAL DA ÁGUA NA PLANTA	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. ÁREA EXPERIMENTAL	20
3.2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	27
3.3. MANEJO DA IRRIGAÇÃO	32
3.4. SENSIBILIDADE DO CAFEIEIRO AO DÉFICIT HÍDRICO	36
3.5. POTENCIAL HÍDRICO NA FOLHA NA ANTEMANHÃ (Ψ_{AM})	37
3.6. PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO BENEFICIADO	38
3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1. ELEMENTOS METEOROLÓGICOS	39
4.2. PRODUTIVIDADE DE CAFÉ BENEFICIADO	45
4.4. COEFICIENTE DE RESPOSTA DA CULTURA DO CAFÉ AO DÉFICIT HÍDRICO	60
4.5. VARIAÇÃO SAZONAL DO POTENCIAL DE ÁGUA NA PLANTA NA ANTEMANHÃ ..	78
5. CONCLUSÕES	87
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

RESUMO

OLIVEIRA, Ednaldo Miranda de, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2014. **Produtividade dos treze clones do cafeeiro conilon vitória submetido a diferentes lâminas de irrigação.** Orientador: Rubens Alves de Oliveira. Coorientadores: Élio de Almeida Cordeiro, Paulo Roberto Cecon e Everardo Chartuni Mantovani.

Até poucos anos atrás a cafeicultura era explorada quase que exclusivamente em áreas não-irrigadas. As mudanças no perfil da cafeicultura brasileira, na última década, potencializaram a busca de sistemas altamente tecnificados, que incorporam novos conhecimentos científicos e uma gestão empresarial, tanto em nível de pequenos quanto de grandes cafeicultores. Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo geral avaliar o desempenho do café conilon Vitória irrigado e o manejo da irrigação para esta variedade de café consorciado com a cultura do coco, nas condições edafoclimáticas de Santa Teresa-ES. O experimento foi instalado e conduzido na área experimental do campus do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), em Santa Teresa, ES, nas coordenadas geográficas: latitude de 19°48' Sul, longitude 40°40' Oeste e altitude de 174 m. O cafeeiro utilizado no experimento foi a variedade clonal conilon Vitória, composto por 13 clones, plantado em março de 2006, no espaçamento 3,0 x 1,5 m, num Latossolo Vermelho-Amarelo. O sistema de irrigação instalado na área experimental é por gotejamento, constituído por linhas principal e derivação de PVC enterradas e linhas laterais sobre o solo ao longo das fileiras de plantas. A irrigação foi conduzida com turno de rega variável. O experimento teve início em janeiro de 2011, abrangendo as safras 2011/2012 e 2012/2013. Para os 13 clones estudados (V1 a V13), foram feitas aplicações de cinco diferentes lâminas de irrigação (L1 = 40%, L2 = 60%, L3 = 80%,

L4 = 100% e L5 = 120% da ET_0), durante as duas safras. Avaliou-se a produtividade de quatro plantas de cada tratamento, que foi posteriormente convertida em sacas por hectare de café beneficiado. Para analisar os efeitos do manejo da irrigação sobre a produtividade da cultura do cafeeiro foi determinado o coeficiente de resposta da produção ou índice de sensibilidade ao déficit hídrico (ky) e o potencial hídrico da planta. De acordo com os resultados, para a safra 2011/2012, podemos verificar que os clones V4 e V5 foram os mais produtivos, com 56,82 e 56,93 $sc.ha^{-1}$ de café beneficiado, respectivamente, seguidos pelo clone V11 com 41,35 $sc.ha^{-1}$, considerando a menor lâmina de irrigação. O clone V8 foi o menos produtivo com apenas 22,76 $sc.ha^{-1}$ de café beneficiado. Comparadas à média estadual (26,09 $sc.ha^{-1}$ de café beneficiado), para as condições de maior restrição hídrica (lâmina de irrigação igual a 40% da ET_0), as produtividades dos clones V4 e V5, foram aproximadamente 118 e 117%, respectivamente, maiores. Já para o clone V8, a produtividade foi 12% menor que a média estadual para a cultura. Para a safra 2012/2013, verificou-se que, para as lâminas de irrigação iguais a 40, 60 e 80% da ET_0 , não houve diferença significativa na produtividade do café conilon Vitória. Já para a lâmina de irrigação igual a 100% da ET_0 , os clones V4, V5, V9 e V12 foram os mais produtivos com 88,09; 82,56; 101,23 e 82,98 $sc.ha^{-1}$ de café beneficiado, respectivamente. Estes valores foram 237, 216, 288 e 218%, respectivamente, para os mesmos clones, maiores que a produtividade média estadual do café conilon. Considerando a lâmina de maior disponibilidade hídrica (120% da ET_0), os clones V2, V4, V5, V9, V11 e V12 foram os mais produtivos com 93,38; 96,51; 90,97; 113,62; 84,63 e 100,70 $sc.ha^{-1}$ de café beneficiado, respectivamente. Notam-se valores dos coeficientes de resposta ao déficit hídrico maiores que 1,15 apenas para os clones V7 e V9, com a lâmina de 40% da ET_0 , para a safra de 2011/2012. De acordo com a classificação, estes clones têm alta sensibilidade ao déficit hídrico. Os clones V8 e V12, com coeficientes de resposta ao déficit hídrico com valores iguais a 1,11 e 1,06, respectivamente, foram classificados como de média/alta sensibilidade ao déficit hídrico. Para esta lâmina, os clones V3, V4 e V5, com ky iguais a 0,83; 0,75 e 0,79, respectivamente, ficaram classificados como de baixa sensibilidade ao déficit hídrico. Os demais clones, com ky entre 0,85 e 1,00, foram classificados como de baixa/média sensibilidade. Ainda nesta mesma safra, para a lâmina de irrigação de 60%, os clones V1, V3, V11, V12 e V13, com coeficientes ky entre 1,00 e 1,15, foram classificados como de média/alta sensibilidade ao déficit hídrico; os clones V4 e V5, com coeficientes iguais e de valor 0,91, foram classificados

como de baixa/média sensibilidade e os demais clones tiveram alta sensibilidade ao déficit hídrico ($k_y > 1,15$). Na safra 2012/2013, observa-se que, para as lâminas de 40% da evapotranspiração, os clones V2, V3, V6, V10 e V13 apresentaram valores de k_y menores que 0,85, sendo classificados como de baixa sensibilidade ao déficit hídrico. Para a lâmina de irrigação igual a 60% da E_{To} , os clones V3 e V6 foram classificados como de baixa sensibilidade ao déficit hídrico, enquanto o clone V10 foi classificado como de baixa/média sensibilidade. Já os clones V2, V4, V5, V8, V12 e V13 foram classificados como de média/alta sensibilidade e os demais como de alta sensibilidade ao déficit hídrico. Considerando a lâmina de irrigação igual a 80% da E_{To} , exceto os clones V3 e V6, que foram classificados como de baixa/média sensibilidade, os clones foram classificados como de alta sensibilidade. De modo geral, o comportamento dos clones foi bastante semelhante, com a ocorrência de maiores potenciais de água nas folhas das plantas entre os meses de novembro e março, cujos valores variaram entre -0,4 e -0,2 MPa e coincidentes com os meses de maiores precipitações. Por outro lado, nos meses de agosto e setembro foram observados os menores valores de potenciais de água na planta, da ordem de -1,44, -1,45 e -1,41 MPa para os clones V1, V2 e V9, respectivamente.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Ednaldo Miranda de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March of 2014. **Productivity of thirteen clones conilon coffee Vitoria under different irrigation depths.** Adviser: Rubens Alves de Oliveira. Co-advisers: Elio de Almeida Cordeiro, Paulo Roberto Cecon and Everardo Chartuni Mantovani.

Until a few years ago the coffee was exploited almost exclusively in non - irrigated areas. Changes in the profile of Brazilian coffee in the last decade have made it possible to search for highly technical systems that incorporate new scientific knowledge and business management, at both the small as large farmers. In this context, this work was to evaluate the overall performance of irrigated conilon Vitória and irrigation management for this variety of coffee intercropped with coconut crops, at conditions of Santa Teresa - ES. The experiment was carried in the experimental area in Instituto Federal do Espírito Santo campus in Santa Teresa, ES, in geographic coordinates: latitude 19° 48' South, longitude 40° 40' West and altitude of 174 m. The coffee used in the experiment was the variety clonal conilon Vitória, comprising 13 clones, planted in March 2006, spaced 3.0 x 1.5 m, an red latosol. The irrigation system is installed in the experimental area drip, comprising main lines and derivation of PVC buried on the ground side and along rows of plants lines. Irrigation was carried out with variable irrigation schedule, allowing the adaptation of the irrigation in different stages of vegetative development of the crop. The experiment began in January 2011, covering the 2011/2012 and 2012/2013 seasons. For the 13 clones studied (V1 to V13), five different irrigation depths (L1 = 40 % = 60 % L2, L3 = 80 %, L4 and L5 = 100 % = 120 % of ETo) applications were made during the two harvests. We evaluated the

productivity of four plants in each treatment, which was subsequently converted into bags per hectare. To analyze the effects of irrigation management on the productivity of coffee plantations was determined response coefficient of production or sensibility factor to water deficit (ky) and plant water potential. According to the results for the 2011/2012 harvest, we can verify that the V4 and V5 clones were the most productive, with 56.82 and 56.93 $sc.ha^{-1}$ processed coffee, respectively, followed by clone V11 with 41.35 $sc.ha^{-1}$, considering the smallest water depth. The V8 clone was the least productive with only 22.76 $sc.ha^{-1}$ processed coffee. Compared to the state average (26.09 $sc.ha^{-1}$ processed coffee) for conditions of greater water stress (water depth equal to 40% of E_{To}), the productivity of clones V4 and V5 were approximately 118 and 117%, respectively, higher. As for the clone V8, productivity was 12% lower than the state average for the crop. For the 2012/2013 harvest, it was found that, for the blades irrigation equal to 40, 60 and 80% E_{To} , there was no significant difference in productivity Conilon Victory. As for the water depth equal to 100% of E_{To} , V4, V5, V9 and V12 were the most productive clones with 88.09; 82.56; 101.23 and 82.98 $sc.ha^{-1}$ processed coffee, respectively. These values were 237, 216, 288 and 218%, respectively, for the same clones larger than average productivity of the state Conilon. Considering the blade greater water availability (120% E_{To}), V2, V4, V5, V9, V11 and V12 were the most productive clones with 93.38; 96.51; 90.97; 113.62; 84.63 and 100.70 $sc.ha^{-1}$ processed coffee, respectively. One sees coefficients of response to water deficit greater than 1.15 only for V7 and V9 clones with the blade 40% of E_{To} for the harvest of 2011/2012. According to the classification, these clones have high sensitivity to water stress. Clones V8 and V12, with coefficients of response to water deficit equal to 1.11 and 1.06, respectively, were classified as medium/high sensitivity to water stress values. For this blade, V3, V4 and V5 clones with 0,83 ky ; 0.75 and 0.79, respectively, were classified as having low sensitivity to water stress. The other clones with ky between 0.85 and 1.00 were classified as low/medium sensitivity. Still in the same season for the irrigation depth of 60%, V1, V3, V11, V12 and V13, with ky coefficients between 1.00 and 1.15, clones were classified as medium/high sensitivity to water stress; V4 and V5 clones with equal coefficients and value 0.91 were classified as low/medium sensitivity and all clones showed high sensitivity to water stress ($ky > 1.15$). In the season 2012/2013, it is observed that, for the blades 40% evapotranspiration, V2, V3, V6, V10 and V13 clones showed values lower than 0.85 ky , being classified as low sensitivity to water stress. For water depth equal to 60% of E_{To} ,

V3 and V6 clones were classified as low sensitivity to water stress, while the V10 clone was classified as low/medium sensitivity. Have the V2, V4, V5, V8, V12 and V13 clones were classified as medium/high sensitivity and others as high sensitivity to water stress. Considering the water depth equal to 80% of ETo, except V3 and V6 clones, which were classified as low/medium sensitivity, the clones were classified as high sensitivity. In general, the behavior of clones was quite similar, with the occurrence of major water potentials in leaves between November and March, with values ranging between -0.4 and -0.2 MPa and coincident with months increased precipitation. On the other hand, in the months of August and September the lowest values of water potential in the plant, of the order of -1.44, -1.45 and -1.41 MPa for V1, V2 and V9 clones were observed, respectively.

1. INTRODUÇÃO

A produção de café no mundo em 2013, segundo a Organização Internacional do Café (OIC), foi cerca de 146,3 milhões de sacas de 60 kg. Desse total, o Brasil produziu mais de 49,1 milhões, seguido pelo Vietnã (25 milhões), Indonésia (11,6 milhões), Colômbia (11 milhões) e ainda Etiópia, Índia, Honduras, Peru e México e outros países (CONAB, 2013).

Para 30% dos países produtores, o café representa mais da metade da receita total com as exportações. Embora a produção ocorra em um grande número de países, apenas dez produziram 88% de todo o café comercializado no mundo, na safra 2013. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013), na América do Sul, os dois maiores produtores de café são o Brasil, com 33,7% da produção mundial e 28,1% das exportações, e a Colômbia, com 7,5% da produção mundial e 6,3% das exportações, em 2013. No Brasil, o Estado de Minas Gerais é atualmente o maior produtor, com 1,04 milhões de hectares plantados e 27,7 milhões de sacas beneficiadas (CONAB, 2013). O Espírito Santo ocupa a segunda posição, com 0,5 milhões de hectares plantados e 0,12 milhões de sacas beneficiadas (CONAB, 2013).

O café é portanto, um produto de grande relevância econômica para diversos países, incluindo o Brasil. Em virtude disso, nos últimos anos, tem-se observado uma grande expansão das fronteiras cafeeiras em nosso país, o que vem exigindo cada vez mais novas técnicas relacionadas ao manejo, que proporcionem maior produtividade e melhor qualidade do produto, visando a sustentabilidade econômica. Insere-se nestas novas técnicas o papel da irrigação e da fertirrigação como insumos voltados aos reais objetivos anteriormente descritos.

Há alguns anos atrás a cafeicultura era explorada quase que exclusivamente em áreas não-irrigadas. As mudanças no perfil da cafeicultura brasileira, nas últimas décadas, potencializaram a busca de sistemas de produção altamente tecnificados, que incorporam novos conhecimentos científicos e uma gestão empresarial, tanto em nível de pequenos quanto de grandes cafeicultores (EVANGELISTA, 2011). Dentre os avanços alcançados, destaca-se a intensificação do uso da irrigação, que pode proporcionar menores riscos à produção, maior eficiência na aplicação e utilização de insumos, uniformização de floradas, além de maior produtividade e melhor qualidade do produto (OLIVEIRA et al., 2010).

Atualmente, um café de excelente qualidade é produzido em regiões anteriormente consideradas impróprias, pelo elevado déficit hídrico, destacando-se o Triângulo Mineiro e o Alto Paranaíba no Estado de Minas Gerais, o norte do Estado do Espírito Santo e a região oeste do Estado da Bahia. O uso da irrigação suplementar tem se mostrado vantajoso até em locais com períodos curtos de deficiência hídrica, mas que coincidem com as fases críticas da cultura, sendo uma técnica em considerável expansão.

Um fator importante e polêmico relacionado à irrigação do cafeeiro é a discutida necessidade de um déficit hídrico, para a quebra de dormência do botão floral e a posterior abertura das flores. O déficit ideal para que ocorra a uniformização da florada, sem causar danos à produção, ainda não está bem estabelecido, necessitando, portanto, de mais pesquisas (SOARES et al., 2005; SILVA et al., 2009).

Um melhor conhecimento das causas da ocorrência e interrupção da dormência dos botões florais do cafeeiro é de grande utilidade na seleção de áreas adequadas à cultura de café, como também na aplicação da irrigação no momento certo, uniformizando as floradas e, conseqüentemente, a colheita.

A cafeicultura irrigada é uma realidade em várias regiões brasileiras, principalmente em virtude da grande competitividade dos sistemas de irrigação modernos, associada a uma nova visão empresarial do processo produtivo, em que a rentabilidade está relacionada a pontos fundamentais como altas produtividades, qualidade do produto e redução dos riscos do sistema de produção.

A irrigação do cafeeiro tem sido preferencialmente realizada com o uso de sistemas pressurizados por aspersão ou localizada. Inclusive, deve-se destacar que o marco do início da irrigação pressurizada no Brasil, na década de 50, ocorreu no Estado de São Paulo, com a cultura do café. Dentre os sistemas de irrigação destacam-se a

irrigação por aspersão convencional (média pressão e canhão hidráulico), o autopropelido, o pivô central e o gotejamento (MANTOVANI et al., 2009).

Nos últimos anos, a irrigação localizada vem apresentando uma expansão expressiva na cultura do cafeeiro, devido à sua adaptação à cultura, apresentando, por um lado, maior custo do sistema de irrigação por unidade de área e, por outro, economia de água, energia e mão de obra e facilidade para o uso da fertirrigação.

O grande potencial de expansão da irrigação localizada, tanto para o cafeeiro quanto em outras culturas, está associado às possibilidades de alta uniformidade de aplicação da água, à elevada eficiência de irrigação, à baixa perda por percolação e por evaporação, ao bom controle do volume de água a ser aplicada em cada irrigação, à adaptação a diferentes tipos de solo e topografia, à possibilidade de utilização de água salina ou em solos salinos e à possibilidade de aplicação de fertilizantes diluídos na água.

O Estado do Espírito Santo, segundo a CONAB (2013), produziu, no ano de 2013, 8,2 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg de café conilon, que representa mais de 75% da produção nacional desta espécie. Além de apresentar grande importância para o agronegócio brasileiro, o conilon possui um papel social de extrema relevância para o Estado. De acordo com CETCAF (2011), são mais de 300 mil hectares da cultura, que gera aproximadamente 250 mil postos de trabalho, para 78 mil famílias envolvidas no setor produtivo do café conilon. De acordo com Pezzopane et al. (2011) e Martins et al. (2006), apenas uma parte dessa área cultivada com café é irrigada e apresenta bons resultados. Sabemos também que, a irrigação é um fator que contribui para o aumento da produtividade e é cada vez mais decisiva para a continuidade de uma lavoura.

Pela importância econômica e social que o café conilon tem, principalmente no Estado do Espírito Santo, há a necessidade de obtenção de maiores informações técnico-científicas básicas e aplicadas, referentes aos aspectos de produtividade e qualidade, lâmina de irrigação, resposta ao déficit hídrico, fertirrigação dentre outros (FERRÃO et al., 2008; CETCAF, 2011).

Neste contexto, esse trabalho teve como objetivos gerais avaliar a produtividade de treze clones do café conilon Vitória submetidos a diferentes lâminas de irrigação e determinar o coeficiente de sensibilidade dos clones ao déficit hídrico, nas condições edafoclimáticas do município de Santa Teresa do Estado do Espírito Santo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos botânicos, origem e diversidade genética do *Coffea canephora*

O café (*Coffea* spp.) é originário do continente africano, sendo que a espécie *Coffea canephora*, Pierre ex Froehner, conhecido mundialmente como café robusta, tinha sua concentração nas regiões equatoriais de baixa altitude e úmidas da bacia do rio Congo (FERRÃO, 2004). De acordo com o mesmo autor, essa espécie é de ampla distribuição geográfica, sendo adaptada a regiões quentes e úmidas, e em áreas baixas da floresta tropical.

O *C. canephora* é a segunda espécie do gênero mais cultivada no mundo, representando cerca de 40% da produção de café. No Brasil, é cultivada em regiões baixas, geralmente abaixo dos 500 metros de altitude, onde as temperaturas médias ficam entre 22 °C e 26 °C, destacando nestas condições o Estado do Espírito Santo (FERRÃO et al., 2007a).

O *C. canephora* é uma espécie alógama, perene, de porte arbustivo, com caules lenhosos geralmente ramificados; possui resistência à seca e a doenças, suas folhas são alongadas, de coloração verde clara, bordas onduladas e nervuras bem salientes (FERRÃO, 2004). Suas flores são brancas, que aparecem em grande número por inflorescência e axila foliar, é diploide, com predominância de polinização cruzada à existência do fenômeno genético. Seus frutos apresentam formato variável, conforme o material genético; e sua coloração, quando maduros, é vermelha, amarela ou alaranjada (FERRÃO, 2004). Os frutos dessa espécie apresentam alto conteúdo de sólidos solúveis, característica de interesse para as indústrias. A maior resistência a seca do *C.*

canephora está relacionada à diferenciação na fisiologia das folhas que faz com que em condições de déficit hídrico a planta reduza a transpiração e mantenha o potencial hídrico foliar.

Em sua forma natural de reprodução, a incompatibilidade é fato determinante no *C. canephora*, as populações tendem a apresentar uma grande heterogeneidade, sendo difícil a caracterização de variedades dentro da espécie (FAZUOLI, et al. 2002). Para tal, é realizado o agrupamento de diferentes acessos de germoplasma dessa espécie, segundo algumas características agrônômicas e morfológicas em comum.

Para o *C. canephora* são incluídas diversas variedades como: Kouillou (Conilon), Robusta, Sankuru, Bukaba, Niacalui, Uganda, Maclaud, Laurentti, Petit, Indénié, Nana, Polusperma, Oka, entre outras (BRAGANÇA et al., 2001). De acordo com esses autores, a variedade Kouillou (Conilon) foi observada pelos franceses em 1880, em estado selvagem, entre Gabão e o Rio Congo, junto ao ribeirão Kouillou na África. Segundo o Instituto Brasileiro do Café (VERDIN FILHO, 2011), a introdução da espécie no Estado do Espírito Santo, não é contundente em relação a data. Em documento sobre a cafeicultura neste Estado, a variedade robusta foi introduzida por volta de 1925, (CORTEZ, 1998). Nas últimas décadas, o plantio do *C. canephora* se expandiu rapidamente, principalmente nas regiões baixas ao norte do Estado do Espírito Santo e em regiões como o sul do Estado da Bahia, o vale do Rio Doce no Estado de Minas Gerais e nos Estados de Rondônia e Mato Grosso (MATIELLO, 1998).

Atualmente, o Estado do Espírito Santo, sob a supervisão do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), detém o maior acesso de diversidade do *C. canephora*, variedade conilon no Brasil. O banco ativo de germoplasma desta espécie está localizado no Município de Marilândia e apresenta, atualmente 375 acessos, que vêm sendo caracterizados através de avaliações agromorfológicas e de DNA (FERRÃO et al., 2007b).

2.2. Café no mundo

A importância econômica e social do café no setor agrícola mundial é indiscutível. Mesmo sendo um produto primário, a sua comercialização é uma das mais valiosas no mundo, com cerca de 100 bilhões de dólares por ano (VERDIN FILHO, 2011).

O café é consumido por milhões de pessoas, de forma crescente. Os maiores produtores de café do mundo são países em desenvolvimento, entre os quais se destaca o Brasil com uma produção de 33,7% dos cafés do mundo. Os maiores consumidores, com exceção do Brasil, são países tipicamente desenvolvidos que demandam por um produto de melhor qualidade, respeitando, principalmente, as questões ambientais. Em termos de continente, a Europa é o maior importador mundial de café desde 1967; no entanto, os Estados Unidos lideram as importações por país, responsável por 17,3% do total mundial (OIC, 2013).

A espécie *C. arábica* era o café tradicional de produção no Brasil e no mundo até o final do século XIX. Com o aparecimento de um grande surto de ferrugem, que afetou os cafezais asiáticos, fizeram com que a espécie *C. canephora*, que apresentava maior resistência a essa doença, se tornasse alvo de estudos científicos, visando a exploração da espécie com objetivos comerciais (VOSSEN, 1985; RODRIGUES, 2010).

2.3. Café no Brasil

A importância do café para o Brasil é expressa na sua história desde o período imperial, acompanhando a evolução, a queda e os desafios da história nacional (CHAUFOUN & REIS, 2010).

As áreas adequadas para o cultivo do café são aquelas que apresentam temperatura média entre 19 e 22 °C e déficit hídrico inferior a 150 mm por ano para o *C. arábica* e temperatura média entre 22 e 26 °C e déficit hídrico inferior a 200 mm por ano para o *C. canephora*. Dessa forma, a cultura se adaptou bem às condições climáticas e edáficas, tornando-se um produto de grandes áreas de cultivo e de forte consumo no país (EMBRAPA CAFÉ, 2012).

A produção brasileira de café nas safras de 2010, 2011, 2012 e 2013 foi de 48,1; 43,5; 50,8 e 49,2 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas, respectivamente, sendo que, para todos esses anos, a participação do Brasil na produção mundial se manteve acima de 33% (CONAB, 2013).

O Brasil, além de ser o maior produtor, é também o segundo maior consumidor de café mundial, tornando o mercado interno um ponto forte para comercialização do produto. Em 2013, o consumo interno foi em torno de 21 milhões de sacas, superado apenas pelos Estados Unidos (OIC, 2013).

2.4. Café conilon no Brasil

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de *C. canephora*, possuindo um parque cafeeiro na ordem de 1.152.591 covas, inseridas numa área de 557.776 hectares (CONAB, 2010).

Segundo a CONAB (2013), a produção foi de aproximadamente 10.866 mil sacas beneficiadas de robusta na safra agrícola de 2012/2013. O Estado do Espírito Santo e Rondônia são os principais estados produtores com mais de 88% da produção nacional. Apesar das oscilações existentes nos preços praticados no setor, existe uma tendência de aumento ao longo dos anos. Para a CONAB (2010), os principais fatores que afetam a produção do conilon em certas regiões são: logística, mão de obra envolvida na cultura, colheita manual, topografia e clima.

2.5. Café conilon no Espírito Santo

O Estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do Brasil e o maior produtor nacional de café conilon. Na safra de 2013, o Estado alcançou a produção de 8,2 milhões de sacas de 60 kg de conilon, responsável por mais de 75% da produção nacional da espécie (CONAB, 2013).

O desenvolvimento do Espírito Santo se caracteriza por uma importante participação da colonização europeia, com base na agricultura familiar e uma significativa diversidade agrícola. Desta forma, a economia capixaba fortaleceu-se na agricultura e essa atividade se tornou uma forte aliada do Estado.

A área de cultivo de café conilon no Estado tem oscilado muito pouco, com certo declínio ao longo dos anos, mas é também constatado que nestes períodos houve um aumento expressivo na produção e na produtividade (CONAB, 2010). O principal motivo desse aumento é a utilização de novas tecnologias, como variedades clonais, nutrição e manejo adequado, o que tem proporcionado ao produtor de café conilon capixaba alcançar um bom desempenho em suas atividades.

O Estado serve de referência nacional e internacional no cultivo do café conilon, desde o início da década de 90, principalmente após lançamento das primeiras variedades clonais (BRAGANÇA, 1993). Com o lançamento dessas variedades clonais, o produtor iniciou novos plantios e este momento foi o ponto fundamental para alavancar um crescimento na produção e produtividade das novas lavouras, somando a

utilização de outras tecnologias como irrigação, nutrição, poda, manejo fitossanitário e outros. No período de 1993 a 2010, a produtividade média do café conilon no Espírito Santo alcançou um acréscimo de 211%, passando de 9,2 sc ha⁻¹ para 26,09 sc ha⁻¹ obtidas em 2010 (CONAB, 2010).

O Estado do Espírito Santo, segundo o Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café (CETCAF), tem no café conilon o seu principal produto agrícola e com grande importância social e econômica. São mais de 300 mil hectares da cultura, gerando em torno de 250 mil postos de trabalho, com aproximadamente 78 mil famílias envolvidas no setor produtivo (VERDIN FILHO, 2011). Dos 78 municípios do Estado, 64 produzem conilon. A atividade é realizada em sua maioria por cafeicultores familiares e se dá em 40 mil propriedades rurais capixabas (FERRÃO et al., 2008a; INCAPER, 2007). Do montante de sacas beneficiadas de café produzidas no Estado, 66,2% estão concentradas em 14 municípios da região Norte do Estado, localizados na margem esquerda do Rio Doce (IBGE, 2011).

Para esses municípios são observadas mudanças importantes ao longo dos anos quando comparadas principalmente com os avanços em produção total e produtividade, acompanhando assim a evolução tecnológica da cafeicultura capixaba. O município de Vila Valério lidera o ranque de produção no Estado com 642 mil sacas beneficiadas, representando mais de 8,0% da produção estadual. Porém, a maior produtividade de café conilon pertence ao município de Pinheiros, com média de 38,0 sc ha⁻¹, enquanto a média estadual para a espécie é de 26,09 sc ha⁻¹.

Os principais municípios produtores de conilon no Estado, em ordem decrescente de produção, são: Vila Valério, Jaguaré, Sooretama, Rio Bananal, Nova Venécia, Pinheiros, São Mateus, Linhares, Boa Esperança, São Gabriel da Palha, Vila Pavão, Marilândia, Colatina e Águia Branca (IBGE, 2011).

O *C. canephora* é uma espécie mais adaptada a regiões quentes e úmidas, com genótipos que têm tolerância ao calor e à seca. Como referência, a cultivar Robustão Capixaba, desenvolvida pelo INCAPER e derivada do Conilon, apresenta boa tolerância à seca (FONSECA et al., 2007; FERRÃO et al., 2007c).

É importante considerar que a necessidade hídrica do cafeeiro depende de vários aspectos, destacando-se a fase da cultura, o espaçamento entre plantas, o índice de área foliar, os aspectos nutricionais e fitossanitários, entre outros. Reduções na disponibilidade de água no solo podem afetar o crescimento das plantas do cafeeiro, ainda que não se observem murcha ou quaisquer outros sinais visíveis de déficit hídrico.

A redução no crescimento das plantas do cafeeiro significa menor produção de nós disponíveis para a formação de flores, acarretando, conseqüentemente, queda na produção de frutos. Deste modo, a compreensão das relações hídricas no cafeeiro e de suas implicações fisiológicas pode oferecer subsídio ao técnico e ao cafeicultor, para que possam avaliar melhor a importância da água para o crescimento vegetativo e reprodutivo dessa cultura.

Estudos que tratam deste assunto foram conduzidos por Fernandes et al. (1998), Karasawa (2001) e Martins et al. (2002). Estes estudos tiveram como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento vegetativo e a produtividade de cafeeiros, mostrando que variações de lâminas afetam diretamente a produtividade por meio de alterações nos parâmetros de desenvolvimento vegetativo da parte aérea da planta.

A irrigação é uma prática usada no incremento tecnológico da produção agrícola, sendo capaz de viabilizar o cultivo do café em várias regiões, principalmente naquelas onde há ocorrência acentuada de déficit hídrico. Assim, é importante a condução de estudos aplicados à irrigação do cafeeiro no Brasil, especialmente em regiões com expressiva produção, como o Estado do Espírito Santo.

De acordo com a Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do Espírito Santo (SEAG, 2009), a cafeicultura capixaba ocupava naquele ano a primeira posição no ranking nacional de produção de café conilon, sendo responsável por aproximadamente 70% da produção. Segundo a CONAB (2013), a safra do referido ano, girou em torno de 8,2 milhões de sacas o que representou aproximadamente 75% da produção total do país neste produto.

2.6. Variedades de café conilon

Desde 1985, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) vem desenvolvendo um programa de pesquisa na área de melhoramento genético com a cultura do café conilon. Este programa tem como principais objetivos desenvolver e indicar aos cafeicultores tecnologias apropriadas para a exploração racional do conilon. Até então, pouco se conhecia a respeito do café conilon, exceto esforços dos próprios cafeicultores pioneiros, que após o programa de erradicação do café no Brasil optaram pelo cultivo dessa espécie, mais rústica e,

portanto, mais adaptada às condições de clima e solos tidas como marginais ao cultivo de café arábica no Estado do Espírito Santo.

O conilon poder ser propagado assexuadamente por estaquia através da clonagem de plantas e sexuadamente via sementes. As variedades clonais são formadas pelo agrupamento de clones geneticamente compatíveis entre si, que se destacam em determinadas características de interesse quando estudadas em condições experimentais, e possuem capacidade de expressar o potencial produtivo quando cultivadas com técnicas pré-estabelecidas para a cultura (FERRÃO et al., 2007c). Já as variedades originadas da propagação por sementes são formadas por uma população básica de plantas com polinização aberta.

Para obtenção de uma variedade clonal, são efetuadas seleções por fenótipo de indivíduos considerados superiores em campos de polinização aberta. Estas lavouras, quando implantadas em campo, devem ser bem conduzidas e o local de sua implantação deve ser representativo para a região. Os ensaios dos genótipos clonados deverão ser avaliados por, pelo menos, quatro safras e têm como objetivo acompanhar o desempenho produtivo desses materiais e outras características desejáveis para definição das plantas superiores. Após a realização das avaliações e de testes de compatibilidade genética, os clones eleitos são agrupados, formando assim uma nova variedade (FERRÃO et al., 2007a).

Em 1993 o Incaper lançou e recomendou as três primeiras variedades de café conilon para o Estado, denominadas “Emcapa 8111” de maturação precoce, “Emcapa 8112” de maturação intermediária e “Emcapa 8113” de maturação tardia, divergentes somente pela época de maturação (BRAGANÇA et al., 1993; 2001). Posteriormente, o Incaper lançou mais duas variedades clonais, “Emcapa 8141 Robustão Capixaba”, com característica de tolerância a seca e “Vitória Incaper 8142”, que agrega várias características, em destaque a alta produtividade, a estabilidade de produção, a tolerância a seca, a uniformidade de maturação, entre outras. Já para a variedade oriunda de sementes, o Incaper lançou uma variedade denominada de “Emcaper 8151 Robusta Tropical”, que é formada por populações básicas de 53 materiais existentes nas variedades clonais (FERRÃO et al., 2007a).

O Conilon Vitória é uma variedade formada pelo agrupamento de 13 clones superiores, selecionados entre os materiais genéticos considerados como “elite” do programa de melhoramento (FERRÃO et al., 2007a). Foram selecionados os clones que

reuniam simultaneamente características de interesse que os distinguíssem entre os mais adequados, considerando-se, entre outros, o potencial produtivo.

Essa nova variedade sobressaiu-se em relação a uma série de critérios quando comparada aos demais materiais genéticos utilizados como testemunhas nos trabalhos experimentais, destacando-se de forma especial por seu desempenho em relação ao alto nível de produtividade média obtida ao longo de um período mínimo de oito safras, com cultivo não irrigado. Segundo o INCAPER (2007), o resultado alcançado pela variedade Conilon Vitória, de 70,4 sc ha⁻¹ de café beneficiado, superou em 21,05% a média das demais variedades já recomendadas pelo próprio Instituto no ano de 2004. Os clones mais produtivos alcançaram níveis de produtividade média superior a 83 sc ha⁻¹ de café beneficiado, não tendo sido selecionado qualquer clone com produtividade menor que 62 sc ha⁻¹.

O Conilon Vitória é constituído por 13 clones, cada um plantado numa linha de cultivo, sendo recomendado no cultivo semi-adensado. As plantas são moderadamente resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e ao déficit hídrico, apresentam alto vigor vegetativo, com maturação uniforme dos frutos, com estabilidade na produção e a propagação se dá de forma assexuada (clones).

A literatura sobre o Conilon Vitória, irrigado ou não, ainda é bastante restrita, sendo muitas informações disponíveis fundamentadas em experiências empíricas de produtores, por ainda não encontrarem informações baseadas na pesquisa científica, além da realizada pelo Incaper. Portanto, há a necessidade de se determinar o desempenho dessa nova variedade de café conilon no cultivo irrigado, proporcionando, assim, condições para a cultura expressar o seu potencial produtivo.

Em 2013, o Incaper lançou 3 novas variedades, “Diamante Incaper 8112”, “Jequitibá Incaper 8122” e “Centenária Incaper 8132”. O “Diamante Incaper 8112”, com maturação precoce e colheita no mês de maio, é formada pelo agrupamento de nove clones de maturação precoce. Apresenta produtividade média de 80,73 sc ha⁻¹ de café beneficiado, sendo superior em 39,19% e 14,73% às variedades testemunhas Emcapa 8111 e Vitória Incaper 8142, lançadas em 1993 e 2004, respectivamente. A variedade “Jequitibá Incaper 8122” tem maturação intermediária e a colheita concentra-se no mês de junho. É formada pelo agrupamento de nove clones de maturação intermediária. Apresenta produtividade média de 88,75 sc ha⁻¹ de café beneficiado, sendo superior em 47,92% e 26,07% a média das variedades testemunhas Emcapa 8121 (maturação intermediária) e Vitória Incaper 8142, lançadas em 1993 e 2004,

respectivamente. E por último, o “Centenária Incaper 8132”, com maturação tardia e colheita no mês de julho. É formada pelo agrupamento de nove clones de maturação tardia. A produtividade média é de 82,36 sc ha⁻¹ de café beneficiado, sendo superior em 37,27% e 16,99% a média das variedades testemunhas Emcapa 8131 (maturação tardia) e Vitória Incaper 8142, lançadas em 1993 e 2004, respectivamente pelo Incaper.

Na Tabela 1, estão apresentadas algumas características das variedades desenvolvidas pelo Incaper.

Tabela 1 - Constituição das variedades, maturação dos frutos, número de clones, forma de propagação e ano de lançamento das variedades de café conilon para o Espírito Santo.

Variedades	Maturação de frutos	Número de clones	Forma de propagação	Ano de lançamento
Emcapa 8111	Precoce	9	Clonal	1993
Emcapa 8121	Intermediária	14	Clonal	1993
Emcapa 8131	Tardia	9	Clonal	1993
Emcapa 8141 Robustão Capixaba	-	10	Clonal	1999
Emcapa 8151 Robusta Tropical	-	53	Semente	2000
Vitória Incaper 8142	-	13	Clonal	2004
Diamante Incaper 8112	Precoce	9	Clonal	2013
Jequitibá Incaper 8122	Intermediária	9	Clonal	2013
Centenária Incaper 8132	Tardia	9	Clonal	2013

(Adaptado de FERRÃO et. al., 2007).

No Estado do Espírito Santo estima-se que, entre 1995 e 2007, aproximadamente 35% da área ocupada com café conilon, cerca de 105 mil hectares, tenha sido renovada com a utilização das variedades melhoradas do Incaper. Nesse período foi constatado um incremento de 166% na produtividade média, que passou de 8,99 para 24,00 sc ha⁻¹ de café beneficiado. A projeção para 2017 é que seja alcançada uma área adicional renovada com a variedade Conilon Vitória, de aproximadamente, 91 mil hectares e uma produtividade média estadual da ordem de 32,6 sc ha⁻¹ de café beneficiado (INCAPER, 2007).

2.7. O manejo da irrigação

Em razão das condições de distribuição irregular das chuvas no Espírito Santo e à ocorrência de elevados déficits hídricos, o cultivo do café conilon tem sido feito predominantemente sob irrigação.

A irrigação promove o incremento da produção, já que a produtividade da lavoura é comprometida quando ocorrem períodos críticos de deficiência hídrica durante as fases de florada e frutificação até, aproximadamente a décima oitava semana após a floração (MARTINS et al., 2006; BONOMO et al., 2008).

Após a implantação do sistema de irrigação é fundamental implementar o manejo da água do cafeeiro. Na determinação do momento de irrigar e da quantidade de água a ser aplicada à cultura, destaca-se o método do balanço hídrico, que tem como fundamento o balanço de água no sistema solo-planta-atmosfera, intervalo de tempo. Neste método, a entrada pode ser representada pelas irrigações e, ou, precipitações, e a saída é dada pela evapotranspiração, devendo ser ressaltado que o excesso se perde por escoamento superficial e pela percolação no perfil do solo.

As principais técnicas para estimar o requerimento de água pelas plantas são baseadas em dados meteorológicos. Considerando uma disponibilidade inicial de água no solo, a determinação da evapotranspiração da cultura permite, a qualquer momento, definir a quantidade de água utilizada, possibilitando a identificação do momento da irrigação e da lâmina de água necessária (RODRIGUES et al., 2010).

Existem vários métodos ou técnicas para estimativa da ETo (evapotranspiração de referência) a partir de dados meteorológicos, testados em diferentes condições climatológicas e geográficas. A partir da ETo, pode-se também estimar a evapotranspiração de uma cultura qualquer, utilizando coeficientes de cultura (Kc) determinados em várias regiões do mundo, com o cuidado de considerar todos os fatores variáveis que fazem parte desse contexto (BERNARDO et al., 2006).

2.8. Consumo Hídrico do Cafeeiro

Romitelli e Paterniani (2007), afirmaram que a agricultura é responsável por mais da metade do consumo mundial de água doce no planeta. Tal fato tem demandado a adoção de tecnologias cada vez mais eficientes na irrigação, como também a utilização de métodos que quantifiquem as reais necessidades hídricas das culturas, para

que haja o uso racional da água. Esta quantificação possibilita projetar sistemas de irrigação mais adequados, o que conduz a uma redução do uso de água e, conseqüentemente, de energia.

Na cultura do café, o fator hídrico afeta o desenvolvimento vegetativo das plantas e a produtividade da cultura. Entretanto, há necessidade de investigações sobre o lâmina e a frequência de aplicação de água adequada, abordando o sistema de produção e suas peculiaridades. O déficit hídrico não deve ser muito acentuado, pois refletirá em um desenvolvimento lento e baixa produtividade. Desta forma, conhecendo-se qual a quantidade de água a ser fornecida para as plantas e qual a frequência que deve ser usada, pode-se garantir um manejo eficiente da irrigação, reduzindo custos e evitando excessos desnecessários (KOBAYASHI et al., 2008; KOBAYASHI, 2007; KOBAYASHI et al., 2007).

O consumo de água pelo cafeeiro, para melhor definição da lâmina de irrigação a ser aplicada, tem sido quantificado, principalmente, pelo uso de fatores climatológicos, através da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultura (K_c) (DOORENBOS & KASSAN, 1979), ou mediante a adaptação do balanço hídrico do solo (CAMARGO & PEREIRA, 1994). Além disso, a determinação do momento para efetuar a irrigação é um dos passos fundamentais para racionalização do manejo de água na agricultura irrigada (SILVA et al., 1998).

Smith (1991) definiu a evapotranspiração de referência como sendo aquela de uma cultura hipotética, com altura uniforme de 0,12 m, albedo igual a 0,23 e resistência da cobertura ao transporte de vapor de água igual a 70 s m^{-1} , o que representaria a evapotranspiração de um gramado verde, de altura uniforme, em crescimento ativo, cobrindo totalmente a superfície do solo e sem falta de água. De acordo com Allen et al., (1998), a evapotranspiração máxima de uma cultura ocorre em condições ideais de disponibilidade de água no solo, sendo relacionada à evapotranspiração de referência, mediante um coeficiente de cultura.

O coeficiente de cultura (K_c) é obtido experimentalmente através da relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o) (DOORENBOS & PRUIT, 1977), sendo uma variável de grande significado físico e biológico, uma vez que depende da área foliar, arquitetura da planta, cobertura vegetal e transpiração da planta (ALLEN et al., 1994; ALLEN et al., 1998, MEDEIROS et al., 2001), e ainda, sofre influência com a presença de plantas daninhas (VILLA NOVA et al., 2002).

O valor de Kc depende do método de estimativa de ETo utilizado na sua determinação (MEDEIROS et al., 2005). A sua determinação para o cafeeiro demanda maior experimentação agrônômica para as diversas condições edafoclimáticas brasileiras.

O Kc é definido, de acordo com Allen et al. (1998), como:

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (1)$$

em que:

ETc - Evapotranspiração da cultura (mm d⁻¹);

ETo - Evapotranspiração de referencia (mm d⁻¹);

Em pesquisas realizadas no município de Ecoporanga, ES, Martins et al. (2011) obtiveram Kc para o café conilon variando de 0,9 a 1,2 para cafeeiros com diversas idades. Santinato e Fernandes (2005) obtiveram coeficientes de cultivo do café variando de 0,9 a 1,2, para cultura com espaçamento longo (3,5 a 4 m entre linhas e de 0,70 m entre plantas), 1,2 a 1,4, para espaçamento adensado (1,5 a 2,5 m entre linhas e de 0,5 a 0,7 m entre plantas) e 1,4 a 1,6, para espaçamento super adensado (<1,5 m entre linhas e 0,5 a 0,7 m entre plantas), em lavouras irrigadas no Triângulo Mineiro.

Santinato et al. (1996), em pesquisa realizada com café arábica em Campinas, SP, considerando-se a idade e a densidade de plantas, obtiveram valores iguais a 0,6; 0,7 e 0,8 em lavouras com até 12 meses, 0,8; 0,9 e 1,0 em lavouras entre 12 e 36 meses, e iguais a 1,0; 1,1 e 1,2, com idade superior a 36 meses, para densidades de 2.500 plantas ha⁻¹, 3.300 plantas ha⁻¹ e 6.700 plantas ha⁻¹, respectivamente. Arruda et al. (2000) obtiveram valores de Kc entre 0,73 e 0,75 nos primeiros anos de idade da planta, e entre 0,87 e 0,93 aos sete e oito anos, respectivamente, para a região de Pindorama, SP.

Para cafeeiros cujas plantas possuem altura de 2 a 3 m, em clima subúmido, onde o manejo é realizado de maneira adequada, Allen et al. (1998) indicam Kc do café arábica entre 0,90 e 0,95 e entre 1,05 e 1,10, respectivamente, na ausência e na presença de plantas daninhas, com a evapotranspiração de referência estimada pela equação de Penman-Monteith.

Em experimento conduzido em Piracicaba, SP, com cafezal arábica adensado (3,5 m x 0,9 m) e idades de 1 a 2 anos, Righi (2004) obteve valores de Kc entre 1,04 e 1,30, sendo que os resultados obtidos foram altamente dependentes da umidade do solo.

Faria e Rezende (1997) apresentam valores aproximados de Kc para cafeeiros baseados em experimentos e acompanhamento de campo, em lavouras irrigadas do Triângulo Mineiro, nordeste de Minas Gerais e oeste da Bahia. Os valores de coeficientes de cultura, estabelecidos para fins manejo de irrigação e em função da densidade e idade das plantas, são: 0,6; 0,7; 0,8 e 0,9 para plantas de 0 a 1 ano, 0,8; 0,9; 1,0 e 1,1 de 1 a 3 anos, e 1,0; 1,1; 1,2 e 1,3 com mais de 3 anos, para densidades de 2.500; 3.333; 6.666 e 13.333 plantas ha⁻¹, respectivamente.

2.9. Déficit hídrico

Segundo Rena e Maestri (2000), o estudo das relações hídricas no cafeeiro é de particular interesse, uma vez que pequenas reduções na disponibilidade de água podem diminuir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem murcha nas folhas ou quaisquer outros sinais visíveis de déficit hídrico. A redução no crescimento significa menor produção de nós disponíveis para a formação de flores, acarretando, conseqüentemente, queda na produção de frutos. Deste modo, a compreensão das relações hídricas no cafeeiro e de suas implicações ecofisiológicas pode oferecer subsídios ao técnico e ao cafeicultor, para que eles possam avaliar melhor a importância da água para os crescimentos vegetativo e reprodutivo dessa cultura, permitindo-lhes, ainda, tomar decisões mais conscientes sobre o manejo global da lavoura.

A uniformidade da floração tem implicações diretas na uniformidade de maturação dos frutos de café, que, por sua vez, terá grande influência na qualidade do produto. Desta forma, o conhecimento de técnicas viáveis de uniformização da floração é de fundamental importância para organização e redução dos custos da colheita e para obtenção de um produto de melhor qualidade e maior valor agregado (FERRÃO et al., 2007a).

Tendo em vista determinar a importância dos efeitos do manejo hídrico sobre a produtividade de uma cultura vem se destacando o método que quantifica a produtividade em função do efeito hídrico na planta. Para a determinação desse efeito deve se calcular o coeficiente de resposta da produção ou índice de sensibilidade ao déficit hídrico (ky).

Pesquisas já foram realizadas com o objetivo de determinar o ky em algumas culturas, tais como no café (ARRUDA & GRANDE, 2003; PICINI et al., 1999), na batata (BEZERRA et al., 1999), no feijão (CARVALHO et al., 2000) e no quiabo (PAES, 2003).

O déficit hídrico na cultura influencia a evapotranspiração e o seu rendimento. Define-se evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima (ET_m) como os valores de evapotranspiração que, ao longo do ciclo total de uma cultura, realmente ocorreram e o que poderia ser atingido potencialmente com ótimas condições de cultivo, respectivamente (DOORENBOS & KASSAM, 1979).

Para prever a redução da produtividade de uma cultura quando submetida a um estresse hídrico, Doorenbos e Kassam (1979) propuseram um modelo com base na penalização da produtividade potencial da cultura, em função da relação ET_r/ET_m ocorrida durante o seu ciclo. Uma relação inferior à unidade pode indicar que a cultura ficou sujeita a um estresse hídrico.

O rendimento máximo de uma cultura (Y_m) é aquele obtido com uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao respectivo ambiente de crescimento, cultivada em condições em que não haja limitação de fatores como água, nutrientes, pragas e doenças, durante seu cultivo até o amadurecimento (DOORENBOS & KASSAM, 1979); em geral, a diminuição na produtividade ocasionada por déficit hídrico durante o período vegetativo e de maturação, é relativamente pequena, enquanto durante o florescimento e os períodos de formação da produtividade será grande (ALLEN et al., 1998).

A utilização do ky para planejamento, dimensionamento e manejo de áreas irrigadas, permite ao produtor avaliar o efeito da lâmina de irrigação e definir sua utilização, em termos de rendimento e produção total da cultura.

A sensibilidade das culturas ao déficit hídrico (ky) pode ser assim classificada: baixa ($ky < 0,85$); baixa/média ($0,85 < ky < 1,00$); média/alta ($1,00 < ky < 1,15$) e alta ($ky > 1,15$) (DOORENBOS & KASSAM, 1979).

2.10. Potencial da água na planta

O estado de água nos diversos órgãos das plantas é uma condição momentânea afetada pelo balanço entre a perda do vapor de água pelas folhas para a atmosfera e a absorção de água pelas raízes. As taxas de fotossíntese, de transpiração e de crescimento

são afetadas pelo estado hídrico em que as plantas se encontram. Um dos meios para caracterizar o estado hídrico nas plantas é a avaliação do potencial de água (ANGELOCCI, 2002).

Em uma planta, o potencial hídrico varia amplamente conforme a espécie, a variedade, a época do ano e o horário do dia, sendo menor na época seca e por volta do meio-dia, quando a transpiração é mais intensa (TOBIN et al., 1999). O potencial hídrico na folha, medido antes do nascer do sol, é um parâmetro indicativo do armazenamento de água no solo, uma vez que há tendência de equilíbrio entre as condições hídricas da planta e do solo (SILVA et al., 2003).

De acordo com Arruda e Grande (2003), em casos de deficiência hídrica extrema, as raízes não conseguem suprir de água a parte aérea da planta em quantidade suficiente para atender às diversas demandas. Assim, os estômatos fecham-se para reduzir as perdas de água, provocando a murcha das folhas.

Os estômatos são sensíveis ao potencial da água da folha, com clara tendência de fechamento do ostíolo com o decréscimo do potencial. Tal fechamento pode ocorrer em diferentes condições de conteúdo de água no tecido foliar, sendo que essa relação pode ser modificada pela exposição da folha a um fator de estresse. A regulação estomática é também dependente de outros fatores indiretos, denominados de mensageiros químicos, originários da raiz em resposta à deficiência hídrica no solo (MARIN, 2003).

A umidade do ar influencia a regulação estomática e pela análise do déficit de pressão de vapor (DPV) entre a folha e o ar podemos compreender melhor esta relação. Com o aumento do DPV, ocorre o fechamento do poro estomático devido à defasagem entre o fluxo de água para as células-guarda e a demanda atmosférica. É importante destacar que os aumentos na resistência estomática, devido ao incremento no déficit de saturação de vapor do ar, na maior parte dos casos não são suficientes para reduzir a transpiração sob condições não limitantes de água no solo, como demonstrado experimentalmente para citros (MEYER & GREEN, 1981; HALL et al, 1975) e macadâmia (LLOYD, 1991). A magnitude dessa resposta varia conforme a espécie, o estágio fenológico e o potencial da água na folha, havendo respostas mais pronunciadas sob altas temperaturas ou em plantas estressadas (JONES, 1992).

De acordo com Kobayashi (2007), a fotossíntese das folhas do cafeeiro não é afetada por potenciais hídricos de até -1,0 MPa, mas é reduzida em 25% quando o potencial diminui para -2,0 MPa. Por outro lado, mesmo com o solo estando na capacidade de campo, nas horas mais quentes do dia o potencial hídrico foliar pode

alcançar valores próximos de -1,5 MPa, não diferenciando muito de solos com 50% de água disponível. Segundo Silva et al. (2008), não há necessidade de irrigar o cafeeiro enquanto o teor de água no solo não alcançar a metade da água disponível, o que sugere que o cafeeiro é uma espécie relativamente resistente à seca.

Conforme Drinnan e Menzel (1994), cafeeiros que atingem potencial hídrico na folha menor que -2,5 MPa florescem dentro de aproximadamente nove dias após a irrigação, sugerindo a existência de algum sinal hídrico para o florescimento. De acordo com Silva et al. (2001), é provável que o florescimento e o desenvolvimento dos frutos estariam associados às variações edafoclimáticas, principalmente no que se refere às alterações no potencial hídrico nas folhas das plantas do cafeeiro.

Portanto, além da necessidade de determinar o desempenho do café conilon Vitória irrigado, deve-se considerar a importância da determinação de variáveis relacionadas ao manejo racional da água. As informações geradas serão importantes para auxiliar técnicos e agricultores nas tomadas de decisões que levem ao êxito na exploração da cafeicultura irrigada, possibilitando melhor utilização dos recursos ambientais e desempenho econômico satisfatório, o que permitirá a sua sustentabilidade no longo prazo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental

O foi estudo conduzido no Campus do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), situado no município de Santa Teresa, ES. As coordenadas geográficas são: latitude de 19°48' Sul, longitude de 40°40' Oeste e altitude de 174 m.

De acordo com Nóbrega et al. (2008), o clima da região é considerado do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.408 mm, sendo novembro o mês mais chuvoso e junho o único mês do ano com uma precipitação média inferior a 60 mm. A temperatura média anual é de 19,9° C, sendo as médias das máximas e das mínimas iguais a 26,2 °C e 14,3 °C, respectivamente.

O cafeeiro utilizado no experimento foi a variedade clonal conilon Vitória, plantado em março de 2006, no espaçamento 3,0 x 1,5 m, num Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura média, consorciado com a cultura do coco-anão (*Cocos nucifera* L.), que atua na mitigação dos efeitos de temperaturas elevadas e ventos fortes em alguns períodos do ano. Os coqueiros foram plantados no espaçamento 8 x 8 m (Figura 1).

Na condução do trabalho, percebeu-se variabilidade nas características fisiológicas entre os diversos clones, assim como sua suscetibilidade ao ataque de doenças e pragas. A seguir, é apresentada uma descrição de algumas características observadas nos 13 clones do café Vitória, como porte da planta, característica dos grãos e susceptibilidade a doenças e pragas.



(a)

Vitória 1 (V1)

Porte da planta: Médio

Grãos: Predominância de maduros

Doenças e pragas: Ausente



(b)

Vitória 2 (V2)

Porte da planta: Alto

Grãos: Predominância de verdes, entre nó curto

Doenças e pragas: Ausente



(c)

Vitória 3 (V3)

Porte da Planta: Muito alto

Grãos: Verdes e secos, entre nó muito curto

Doenças: Ausente

Pragas: Alta incidência de broca-do-café



(d)

Vitória 4 (V4)

Porte da Planta: Médio

Grãos: Predominância de verdes e cereja

Doenças: Ausente

Pragas: Ácaro vermelho

Figura 1 - Características dos diversos clones do café conilon Vitória.



(e)

Vitória 5 (V5)

Porte da Planta: Médio

Grãos: Predominância de verdes com tamanho pequeno.

Doenças e pragas: Ausente



(f)

Vitória 6 (V6)

Porte da Planta: Baixo

Grãos: Predominância de verdes com poucos grãos por roseta

Doenças e pragas: Ausente



(g)

Vitória 7 (V7)

Porte da Planta: Alto

Grãos: Predominância de verdes e cereja

Doenças e pragas: Ausente



(h)

Vitória 8 (V8)

Porte da Planta: Alto

Grãos: Predominância de cereja, formato mais arredondado, entre nó curto

Doenças: Ausente

Pragas: Ácaro vermelho

Figura 1 – Continuação.



(i)

Vitória 9 (V9)

Porte da Planta: Médio

Grãos: Predominância de verdes e cereja, formato fino e comprido

Doenças e pragas: Ausente



(j)

Vitória 10 (V10)

Porte da Planta: Baixo

Grãos: Predominância de verdes e cereja, tamanho menor.

Doenças e pragas: Ausente



(k)

Vitória 11 (V11)

Porte da Planta: Médio

Grãos: Todos os estágios de maturação presentes, tamanho maior

Doenças e pragas: Ausente



(l)

Vitória 12 (V12)

Porte da Planta: Alto

Grãos: Predominância de verdes

Doenças e pragas: Ausente

Figura 1 – Continuação.



Vitória 13 (V13)

Porte da Planta: Médio

Grãos: Predominância de verdes e muitos por roseta;

Doenças e pragas: Ausente

(m)

Figura 1 - Continuação.

Como pode ser visualizado na Figura 1, as folhas caídas dos coqueiros foram dispostas nas entrelinhas do cafeeiro, de forma a proteger o solo.

Alguns clones do café conilon Vitória apresentam uma grande desuniformidade na maturação, podendo na mesma planta ser encontrados frutos cereja, verde e seco, simultaneamente (Figura 2). Em consequência da ocorrência de frutos maduros antes da colheita em algumas plantas, oriundos de frutos precoces, aumentou a incidência da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) com prejuízos na qualidade do produto, uma vez que se tem frutos maduros por mais tempo no campo. Essa desuniformidade de maturação foi observada em todos os clones durante as duas safras do período experimental.



Figura 2 - Planta do cafeeiro com frutos cereja, verde e seco, simultaneamente.

De acordo com Benassi (2000), apesar da broca atacar todas as espécies, o *Coffea canephora*, variedade conilon, apresenta características mais favoráveis ao seu desenvolvimento, quando comparada com a espécie *C. arabica*, devido a maior desuniformidade na maturação dos frutos, menor quantidade de água nos grãos e por ser cultivada em regiões com temperaturas mais elevadas e de baixas altitudes. Esses fatores possibilitam o desenvolvimento do maior número de gerações do inseto durante o ano. A incidência da broca no clone V3 pode ser em decorrência deste clone iniciar a maturação dos frutos precocemente, se comparado aos outros clones.



Figura 3 - Vista da área experimental.

O sistema de irrigação instalado na área experimental é por gotejamento, constituído por um conjunto motobomba com potência de 15 cv, cabeçal de controle, sistema de filtragem, com filtro de areia e em seguida filtro de tela, linha principal de PVC de 75 mm de diâmetro e linha de derivação de PVC de 50 mm de diâmetro, ambas enterradas. As linhas laterais, de 16 mm de diâmetro, foram instaladas sobre o solo e ao longo das fileiras das plantas. Os emissores foram espaçados de 1,5 m, com vazão de $22,5 \text{ L h}^{-1}$, regulada para os emissores que aplicavam a lâmina correspondente à 100% da ETo e pressão de serviço de 150 kPa.

A irrigação foi conduzida com turno de rega variável, o que permitiu a adequação da irrigação à variação da demanda evapotranspirométrica ao longo do ciclo anual da cultura. O turno de rega variou entre 3 e 8 dias.

A capacidade de campo foi determinada pelo método de campo em amostras de solo representativas das camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, obtendo-se os valores de 0,228 e 0,220 g g^{-1} , e o ponto de murcha permanente foi obtido na tensão de 1.500 kPa

usando-se o Extrator de Richards, conforme recomendação da EMBRAPA (1997), em amostras de solo representativas das mesmas camadas, obtendo-se valor de 0,155 e 0,161 g g⁻¹. A densidade do solo das duas camadas foi determinada pelo método do anel volumétrico, recomendado pela EMBRAPA (1997) e os valores obtidos foram 1,50 e 1,59 g cm⁻³, respectivamente, para as camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm.

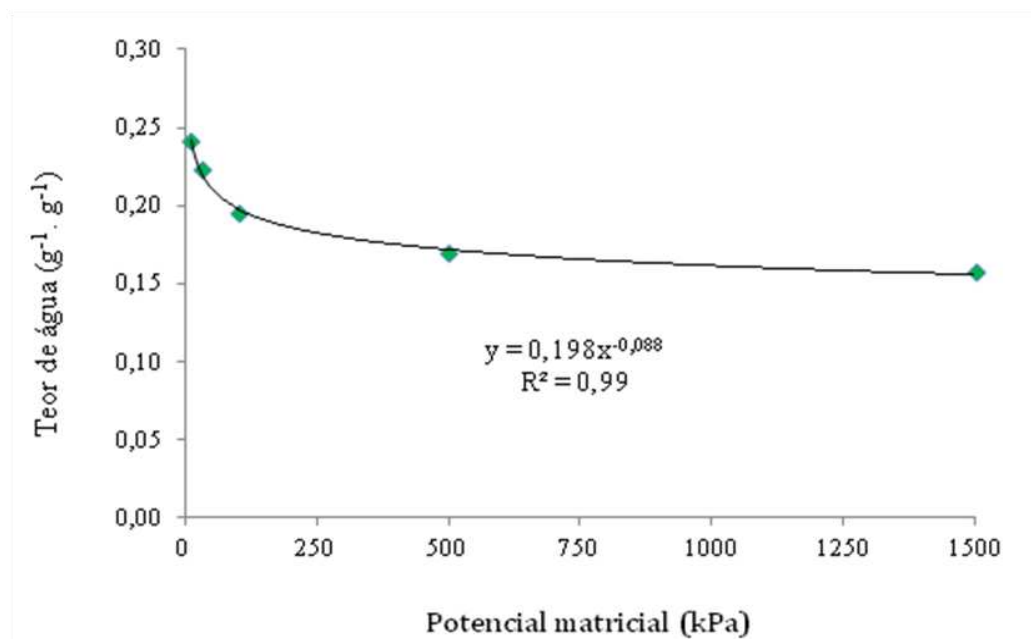


Figura 4 - Curva de retenção de água no solo para a camada de 0 a 40 cm.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados da distribuição granulométrica e as análises físico-hídricas do solo.

Tabela 2 - Distribuição granulométrica e análise físico-hídrica do solo

Camada (cm)	Teor de água no ponto de murcha (g g ⁻¹)	Teor de água na capacidade de campo (g g ⁻¹)	Densidade do solo (g cm ⁻³)	Distribuição granulométrica (dag kg ⁻¹)		
				Argila	Silte	Areia
0 - 20	0,155	0,228	1,50			
20 - 40	0,161	0,220	1,59	36,56	9,36	54,08

O experimento teve início em janeiro de 2011, abrangendo as safras 2010/2011, 2011/2012 e 2012/2013. As adubações de manutenção foram efetuadas de acordo com análises química do solo e recomendações técnicas do INCAPER (PREZOTTI, 2010).

Para a análise química, foram retiradas amostras de solo nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm e estas misturadas formaram uma amostra composta (0 a 40 cm), com o

objetivo de reduzir o número de análises. Na Tabela 3, observam-se os resultados da análise química do solo para a camada de 0 a 40 cm.

3.2. Procedimentos experimentais

O preparo do solo para o início do experimento constituiu de aplicação e incorporação de calcário dolomítico, na quantidade de 758 g por planta, de acordo com a análise do solo, para uma elevação da saturação de base, e adubação parcelada com três doses de 210 g por planta do formulado 36-00-34, mais uma dose de 112 g por planta de superfosfato simples. Foi realizada também a aplicação de 30 g de FTE BR-12, que é uma mistura de cálcio, enxofre, boro, cobre, manganês, molibdênio e zinco, por planta para reposição desses micronutrientes no solo. Esta aplicação foi feita juntamente com a primeira dose do formulado, de acordo com recomendação técnica (PREZOTTI, 2010). Durante a condução do experimento, foram realizadas duas análises de solo em cada safra e, de acordo com os resultados, foram feitas aplicações de adubo. Os resultados destas análises estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 - Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 a 40 cm

pH	Al	H+Al	Ca	Mg	K	Na	P	M.O.	CTC	S.B.	V	m	ISNa	Saturação da CTC %		
em Água	cmolc/dm ³				mg/dm ³			dag/dm ³	cmolc/dm ³		%			Ca	Mg	K
5,6	0,0	4,8	2,3	1,1	20,0	10,0	14,2	0,1	8,3	3,5	42,6	0,0	0,5	28	13	1

P, Na, K : Extrator Mehlich - 1

Ca, Mg, Al : KCl 1 Mol/l

H+Al : acetato de cálcio 0,5 mol/l

M.O: C.org. x 1,724

Tabela 4 - Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 a 40 cm para

Análise	pH	Al	H+Al	Ca	Mg	K	Na	P	M.O.	CTC	S.B.	V	m	ISNa	Saturação da CTC %		
	em Água	cmolc/dm ³				mg/dm ³			dag/dm ³	cmolc/dm ³	%			Ca	Mg	K	
2011/2012																	
1	5,5	0,0	4,6	2,4	1,1	18,4	8,2	13,8	0,1	8,4	3,4	42,4	0,0	0,5	29	10	1
2	5,6	0,0	4,7	2,3	1,2	19,1	9,7	13,9	0,1	8,2	3,5	43,3	0,0	0,4	26	11	1
2012/2013																	
3	5,8	0,0	4,5	2,1	0,9	19,6	10,2	11,8	0,2	7,6	2,8	40,4	0,0	0,7	23	9,4	1
4	5,6	0,0	4,3	1,9	1,0	20,1	9,9	10,9	0,1	7,2	2,5	41,3	0,0	0,5	25	8,8	1

P, Na, K : Extrator Mehlich - 1

Ca, Mg, Al : KCl 1 Mol/l

H+Al : acetato de cálcio 0,5 mol/l

M.O: C.org. x 1,724

Foram realizadas, também, aplicações de defensivos químicos, durante a condução do experimento, para controle e prevenção do ácaro vermelho (*Oligonychus ilicis*) e da broca (*Hypothenemus hampei*). Para o controle do ácaro vermelho, foi utilizado um produto com Triazophos como princípio ativo, na dosagem de $0,5 \text{ L ha}^{-1}$, e para o controle da broca do café, foi utilizado um produto com Endosulfan como princípio ativo, na dosagem de 2 L ha^{-1} .

Para os 13 clones estudados (V1 a V13), foram feitas aplicações de cinco diferentes lâminas de irrigação ($L1 = 40\%$, $L2 = 60\%$, $L3 = 80\%$, $L4 = 100\%$ e $L5 = 120\%$ da ET_0) por meio de um sistema de gotejamento, durante duas safras. Como cada clone da variedade estudada está plantado em linha, a variação das lâminas se deu também ao longo da linha. Para isso, a aplicação das diferentes lâminas de irrigações nas subparcelas foi realizada variando-se a vazão dos gotejadores ao longo da linha lateral, mantendo-se o mesmo tempo de irrigação. Para variar a vazão e, conseqüentemente, a lâmina de irrigação, foi utilizado o gotejador regulável GA da marca Agrojet. A filtragem da água de irrigação foi feita com o uso de um filtro de areia, seguido por um filtro de tela, sendo este lavado após cada evento de irrigação, para evitar o entupimento dos emissores e, até mesmo, para evitar redução significativa na vazão do sistema.



Figura 5 - Gotejador regulável utilizado para aplicar diferentes lâminas de irrigação no experimento.

Para a avaliação da produtividade, foram colhidos os frutos de quatro plantas de cada tratamento, determinando-se o volume de frutos produzidos por planta que, posteriormente, foram beneficiados para determinação da produtividade em sacas por hectare.

Para analisar os efeitos do manejo da irrigação sobre a produtividade da cultura do cafeeiro (produtividade em função do efeito hídrico na planta) foi determinado o coeficiente de resposta da produção ou índice de sensibilidade ao déficit hídrico (k_y) conforme descrito por Doorenbos e Kassam (1979). A utilização deste coeficiente para planejamento, dimensionamento e operação de áreas irrigadas, permite ao produtor avaliar o efeito da lâmina de irrigação e definir sua utilização, em termos de rendimento e produção total da cultura (POSSE et al., 2009).

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os 13 clones, nas subparcelas as cinco lâminas de irrigação no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Como o experimento iniciou-se com a cultura já implantada e, de acordo com recomendação do INCAPER (2007), cada clone do café Vitória deve ser plantado na mesma linha na sequência do V1 ao V13, a casualização foi feita para as lâminas de irrigação em cada linha dos diferentes clones. Na Figura 6 está apresentado o esquema da montagem do experimento com a distribuição das lâminas de irrigação ao longo da fileira de plantas de café conilon Vitória.

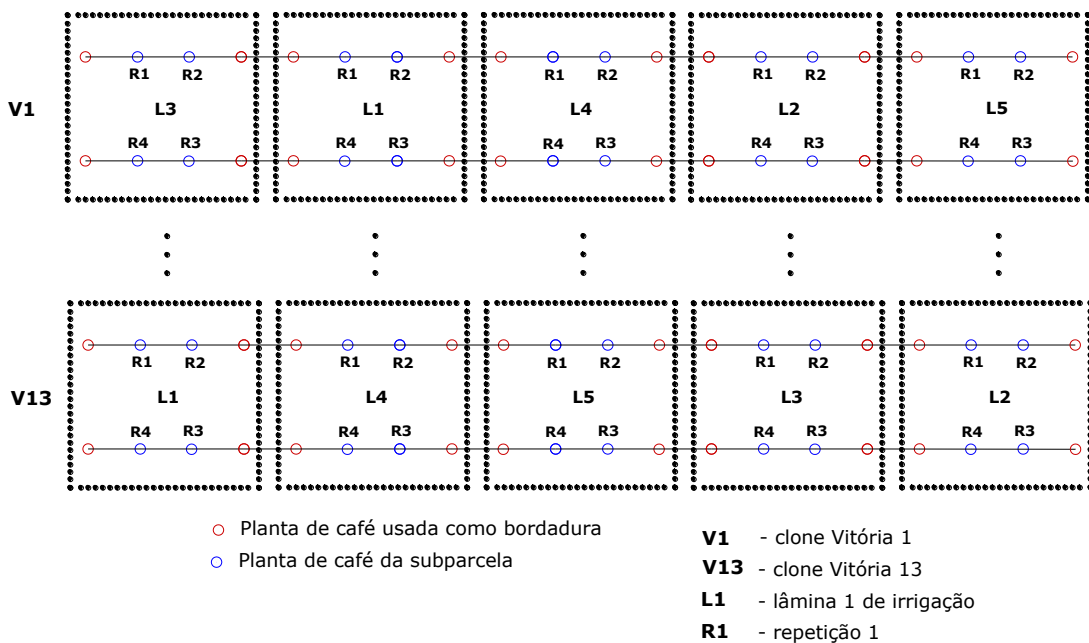


Figura 6 - Diagrama da área experimental.

3.3. Manejo da irrigação

O manejo da irrigação do cafeeiro foi baseado na estimativa da evapotranspiração de referência, realizada com a utilização do programa computacional REF-ET (ALLEN, 2000).

Os dados meteorológicos diários foram obtidos numa estação meteorológica automática do Instituto Federal do Espírito Santo, instalada a uma distância de 20 m da área experimental, localizada no Município de Santa Teresa, ES.

O programa computacional REF-ET, baseado no método padrão de Penman-Monteith FAO 56 (ALLEN, 1998), foi usado para a determinação da evapotranspiração de referência (ET_0), sendo necessários valores de temperatura média do ar, velocidade de vento, umidade relativa média do ar e radiação solar. O valor da ET_0 foi obtido usando a equação 2:

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{37}{T_a + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (2)$$

em que:

ET_0 - evapotranspiração de referência, mm d^{-1} ;

R_n - saldo de radiação na superfície, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$;

G - densidade do fluxo de calor no solo, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$;

T_a - temperatura média do ar diária, $^{\circ}\text{C}$;

U_2 - velocidade do vento a 2 m de altura, m s^{-1} ;

e_s - pressão de saturação de vapor, kPa;

e_a - pressão parcial de vapor, kPa;

$e_s - e_a$ - déficit de pressão de saturação de vapor, kPa;

Δ - declividade da curva de pressão de saturação de vapor, $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$; e

γ - coeficiente psicrométrico, $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$.

A estimativa da evapotranspiração da cultura foi calculada pelo produto entre os valores de ET_0 e do coeficiente da cultura (K_c), de acordo com a equação 3. Os coeficientes da cultura variam com o estágio de desenvolvimento de cada cultura, e representam o efeito integrado da mudança na área foliar, da altura da planta, do grau de

cobertura e resistência do dossel da planta e do albedo sobre a ETc em relação à cultura de referência.

$$ETc = ETo \times Kc \quad (3)$$

em que:

ETc – evapotranspiração da cultura, mm d⁻¹;

ETo – evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; e

Kc – coeficiente de cultura, adimensional.

Os valores de Kc utilizados para o cafeeiro adulto ficaram entre 0,9 e 1,1, conforme recomendações de Allen et al. (1998), Mantovani et al. (2003), Santinato et al. (2008) e Mantovani et al. (2009). Mensalmente foi feita a determinação da umidade do solo para avaliar o ajustamento dos valores de Kc. Na Tabela 5 estão apresentados os valores de Kc determinados durante a condução do experimento.

Tabela 5. valores dos coeficientes de cultura para o período experimental

Período	Valores de Kc
01/06/2011 a 30/08/2011	0,9
31/08/2011 a 20/12/2011	1,0
21/12/2011 a 05/03/2012	1,1
06/03/2012 a 02/05/2012	1,0
03/05/2012 a 05/09/2012	0,9
06/09/2012 a 30/10/2012	1,0
31/10/2012 a 07/04/2013	1,1

Camargo e Pereira (1994), assim como DaMatta (2004), consideram que árvores de sombreamento em cultivos consorciados de café em regiões tropicais, como é o caso do estudo desta pesquisa, devem cobrir cerca de 20% da superfície da área, sendo que sombreamentos maiores podem ser prejudiciais à produção dos cafeeiros (PAULO et al., 2001; MORAIS et al., 2006), pois reduzem a radiação fotossinteticamente ativa (PEZZOPANE et al., 2011).

A recomendação das lâminas de irrigação ou irrigação total necessária com o uso desse método foi feita por meio do somatório da evapotranspiração da cultura e a

contabilização da precipitação pluvial ocorrida no período, respeitando-se a lâmina de água que a cultura poderia perder em cada estágio de desenvolvimento, de acordo com a equação a seguir.

$$Li = \frac{\sum ET_0 Kc Ks K_L - Pe}{Ea} \quad (4)$$

em que:

Li - lâmina total de irrigação, mm;

Ks - coeficiente de déficit hídrico, adimensional;

K_L - coeficiente de localização, adimensional;

Pe - precipitação efetiva, mm; e

Ea - eficiência de aplicação, %.

Foi considerada precipitação efetiva (Pe) a lâmina de água de chuva que contribuiu para elevar o conteúdo de água no solo, com limite máximo na capacidade de campo.

O coeficiente de déficit hídrico foi calculado aplicando-se a expressão:

$$Ks = \frac{\ln (LAA + 1)}{\ln (CTA + 1)} \quad (5)$$

em que:

ln - logaritmo neperiano;

LAA - lâmina atual de água no solo, mm; e

CTA - capacidade total de água no solo, mm.

A capacidade total de retenção de água no solo foi calculada por meio da seguinte equação:

$$CTA = \frac{(Cc - Pm)}{10} Ds Z \quad (6)$$

em que:

Cc - capacidade de campo, % em peso;

Pm - ponto de murcha permanente, % em peso;

Ds - densidade do solo, g cm⁻³; e

Z - profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, cm.

A profundidade efetiva do sistema radicular utilizada foi 40 cm, de acordo com recomendações de Bernardo et al. (2006) e Mantovani et al. (2009). Valor este que foi confirmado com determinações em campo por meio de abertura de trincheiras no solo (Figura 7).

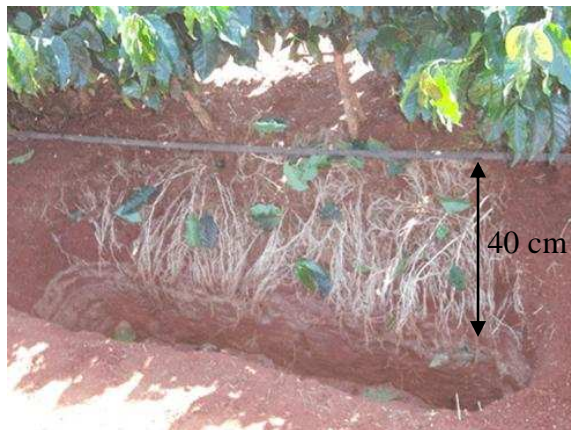


Figura 7. Trincheira aberta próximo às raízes do cafeeiro para verificação da profundidade do sistema radicular.

No cálculo dos valores de K_L foi utilizado o método de Keller-Bliesner (BERNARDO et. al., 2006):

$$K_L = 0,1 \sqrt{P} \quad (7)$$

em que:

P – porcentagem de área molhada ou sombreada, a que for maior (%).

Para a porcentagem de área molhada ou sombreada, considerando a cultura já adulta e aliada ao consórcio com o coco-anão, ou seja, área bastante sombreada, utilizou-se valor igual a 100%.

Dessa maneira, a irrigação era efetuada quando o valor do somatório da evapotranspiração da cultura, subtraído da precipitação efetiva, era aproximadamente igual ao valor da capacidade real de água no solo, calculada aplicando-se a equação:

$$CRA = CTA \times f \quad (8)$$

em que:

CRA - capacidade real de água no solo, mm; e

f - fator de disponibilidade de água no solo, adimensional.

No cálculo da capacidade real de água no solo, foi considerado o valor de f igual a 0,5 para as condições da cultura e do clima local, para o tratamento com lâmina de irrigação igual a 100% da ETo. Este valor foi utilizado por Chamon (2002) e Costa (2006), estando de acordo com Bonomo (1999) e Espíndula Neto (2002), que recomendam como limite máximo para a disponibilidade de água no solo para o cafeeiro, o valor de 0,6.

O tempo de duração de cada evento de irrigação foi calculado pela relação entre a lâmina total de irrigação (Li) e a intensidade de aplicação de água dos emissores determinada com avaliação do sistema de irrigação. Esta avaliação consistiu na coleta do volume de água dos emissores utilizados para cada tratamento num tempo de dois minutos, determinando-se, em seguida, as vazões. Os resultados das vazões dos gotejadores foram 9; 13,5; 18; 22,5 e 27 L h⁻¹, para obter as lâminas de irrigação correspondentes a 40%, 60%, 80%, 100% e 120% da ETo, respectivamente. A intensidade de aplicação foi o resultado da relação entre esta vazão e a área de abrangência de cada emissor, que era igual a 4,5 m². Dessa forma para obter as lâminas de irrigação correspondentes a 40%, 60%, 80%, 100% e 120% da ETo, os emissores tinham intensidade de aplicação iguais a 2, 3, 4, 5 e 6 mm h⁻¹, respectivamente.

3.4. Sensibilidade do cafeeiro ao déficit hídrico

No cálculo do coeficiente de sensibilidade da cultura ao déficit hídrico (ky) foi utilizado o modelo descrito por Doorenbos e Kassam (1979) (Eq. 9). A ETm foi calculada pela Equação 10 e a ETr pela Equação 11 (ALLEN et al., 1998).

$$\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right) = ky \left(1 - \frac{E_{Tr}}{E_{Tm}}\right) \quad (9)$$

em que:

Yr - produtividade real da cultura obtida para cada clone no tratamento submetido a déficit hídrico, em sc ha⁻¹;

Ym – produtividade máxima da cultura obtida no tratamento que não sofreu déficit hídrico, em sc ha⁻¹;

ky - coeficiente de sensibilidade da cultura;

ETr - evapotranspiração real da cultura, ao longo do período experimental, em mm; e
ETm - evapotranspiração máxima da cultura, ao longo do período experimental, em mm.

A evapotranspiração real da cultura foi calculada levando-se em consideração cada lâmina de irrigação, enquanto, a evapotranspiração máxima, que é aquela onde a planta não apresenta restrição hídrica para o pleno desenvolvimento, foi calculada sendo um valor constante para os diferentes tratamentos.

$$ETm = \sum_{i=1}^N ETo_i \times Kc_i \quad (10)$$

$$ETr = \sum_{i=1}^N ETo_i \times Kc_i \times Ks_i \quad (11)$$

em que:

N – número de dias do experimento;

ETo_i – evapotranspiração de referência ocorrida no dia i, mm;

Kc_i – coeficiente da cultura no dia i, adimensional; e

Ks_i – coeficiente de déficit hídrico no dia i, adimensional.

A sensibilidade das culturas ao déficit hídrico (ky) foi classificada de acordo com Doorenbos e Kassam (1979), apresentada anteriormente.

3.5. Potencial Hídrico na Folha na Antemanhã (Ψ_{am})

O potencial hídrico nas folhas dos cafeeiros na antemanhã foi determinado entre 4:00 e 6:00 horas utilizando-se um medidor portátil WP4C (Figura 8). Foram utilizadas para as medidas somente folhas totalmente expandidas e não danificadas, do terceiro ou quarto par a partir do ápice de ramos plagiotrópicos do terço médio superior das plantas. As leituras foram realizadas coletando-se três folhas de três plantas, totalizando nove leituras para cada tratamento (clone e lâmina de água). As folhas retiradas das plantas eram rapidamente colocadas em câmara úmida e, em seguida, levadas para avaliação no medidor portátil.



Figura 8 – Medidor portátil de potencial de água na folha da planta.

3.6. Produtividade do cafeeiro beneficiado

Em cada tratamento foram colhidos os grãos das quatro plantas úteis (repetições), na forma de derraça em peneira, de modo a evitar queda dos frutos no chão. O processamento dos grãos de café recém colhidos foi realizado pelo método da via seca em terreiro, durante vários dias, com constante revolvimento da massa de grãos ao longo do período de secagem. Após a secagem até 14% de umidade, procedeu-se o beneficiamento dos frutos para remoção da casca e do pergaminho.

A produtividade de grãos dos tratamentos foi expressa em $sc\ ha^{-1}$ de café beneficiado com umidade entre 11 e 12%.

3.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão. Para o fator qualitativo (clone), as médias foram comparadas utilizando-se o critério de Scott Knott adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste “t”, adotando-se o nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação, conforme equação abaixo, e no comportamento do fenômeno em estudo. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico SAEG 9.1 (2007).

$$R^2 = \frac{S.Q\ Re\ gressão}{S.Q\ Tratamento} \quad (12)$$

em que:

SQRegressão – soma de quadrado da regressão, e

SQTratamento – soma de quadrado do tratamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Elementos meteorológicos

Nas Figuras 9 e 10 estão apresentadas as variações das temperaturas máxima e mínima do ar, assim como a evapotranspiração de referência obtidos para os períodos que compreendem as safras de 2011/2012 e 2012/2013, respectivamente. Nota-se que na maior parte do período experimental, os valores de temperaturas máxima e mínima não apresentaram grandes oscilações, exceto a partir do mês de janeiro de 2012, quando a temperatura máxima alcançou 35 °C, e a evapotranspiração de referência atingiu 7 mm d⁻¹. Nesse período, a demanda evapotranspirométrica da cultura foi elevada, tendo sido suprida tanto por irrigações quanto por precipitações. A temperatura média encontrada para as safras de 2011/2012 e 2012/2013 foram 23,1 e 24,5 °C, respectivamente. Estes valores foram superiores ao encontrado por Nóbrega et al. (2008).

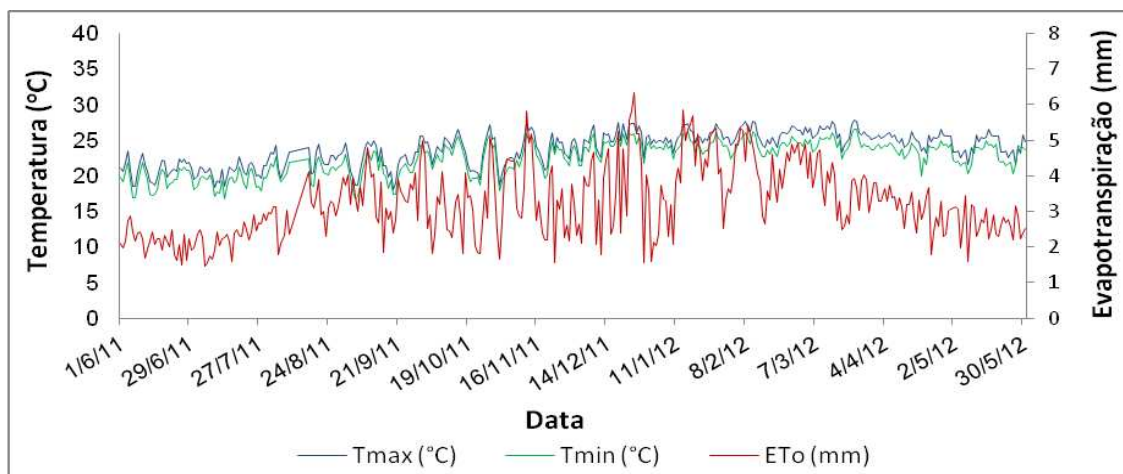


Figura 9 - Evapotranspiração de referência, temperaturas máxima e mínima do ar para o período de junho de 2011 a maio de 2012.

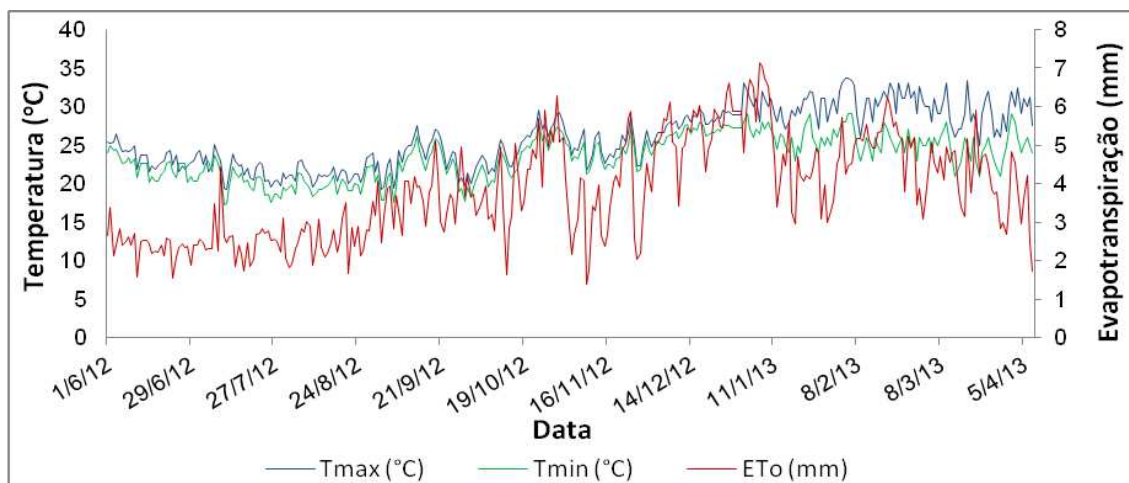


Figura 10 - Evapotranspiração de referência, temperaturas máxima e mínima do ar para o período de junho de 2012 a abril de 2013.

As evapotranspirações reais, para o tratamento igual a 100% da ETo, e máximas da cultura para o período experimental estão apresentadas nas Figuras 11 e 12. Observou-se que entre os meses de setembro a fevereiro, os valores da evapotranspiração real e máxima foram muito variáveis, representando o período de maior demanda hídrica da cultura do café conilon. Na safra 2012/2013 (Figura 12), nota-se valores de evapotranspiração próximos de 7 mm d^{-1} , em decorrência, principalmente, da elevação da temperatura do ar.

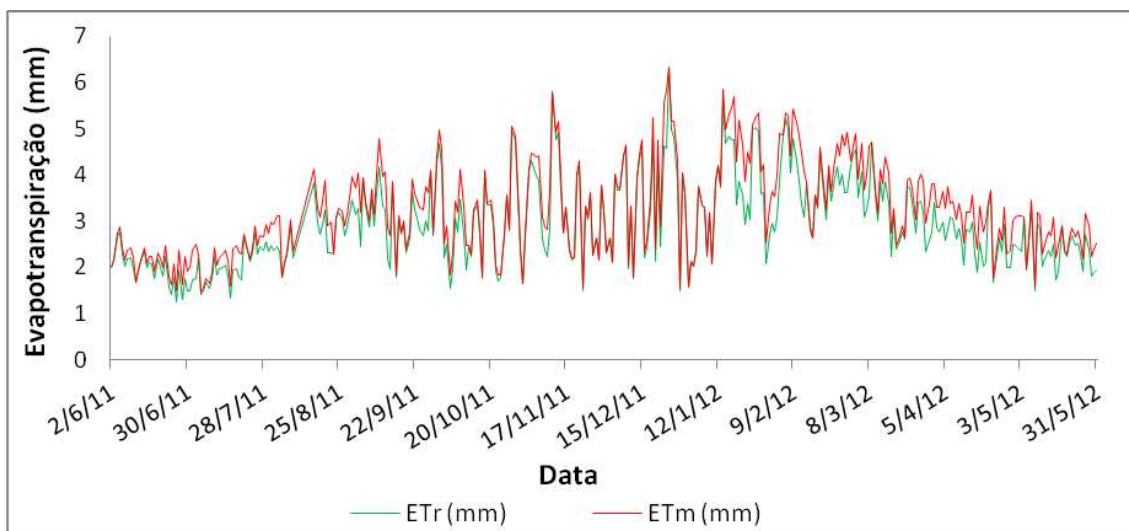


Figura 11 - Evapotranspiração real para o tratamento igual a 100% da ETo e máxima da cultura para o período de junho de 2011 a maio de 2012.

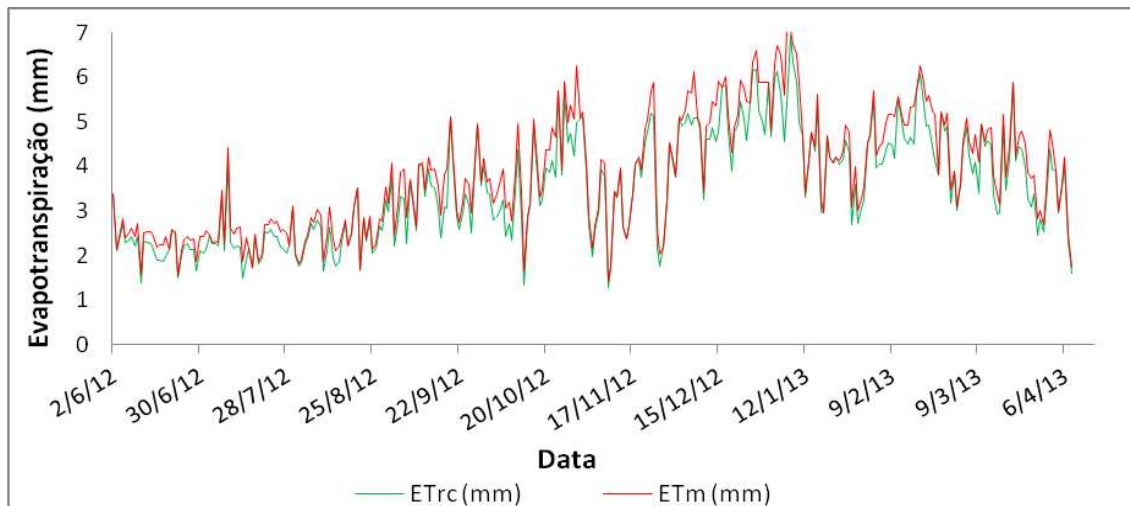


Figura 12 - Evapotranspiração real e máxima da cultura para o período de junho de 2012 a abril de 2013.

Nas Figuras 13 e 14 estão apresentadas as variações dos valores de umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar durante o período experimental na safra 2011/2012, e nas Figuras 15 e 16 a mesma sequência desses elementos meteorológicos para a safra 2012/2013. Observou-se que os valores médios da umidade relativa do ar foram 70% e 60% para a primeira e segunda safras, respectivamente. Durante estas duas safras observou-se, também, valores médios de velocidade do vento iguais a $1,35$ e $1,30 \text{ m s}^{-1}$, respectivamente, e os valores da radiação solar geralmente variaram entre 50 e 300 Wm^2 .

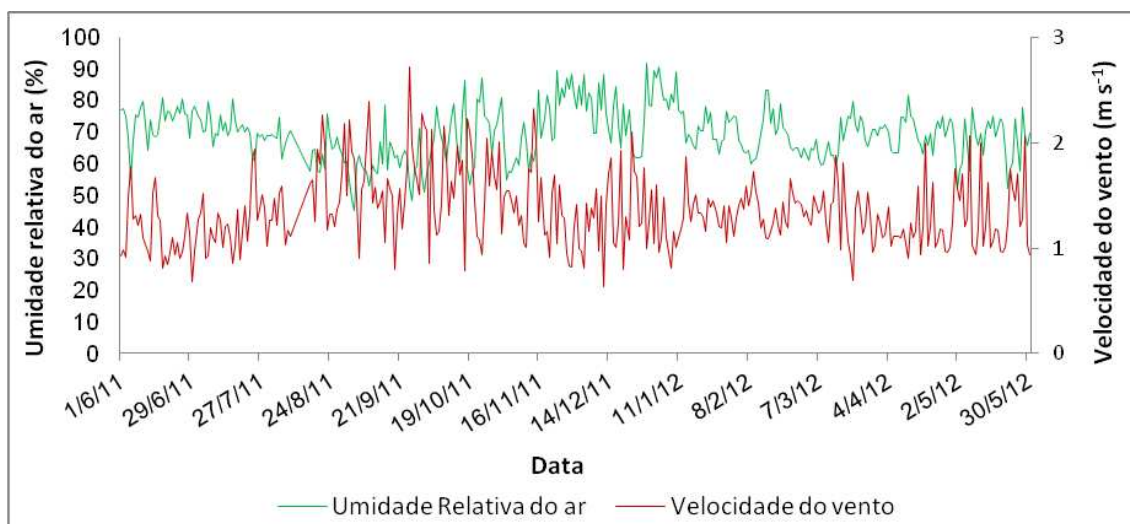


Figura 13 - Umidade relativa do ar e velocidade do vento para o período de junho de 2011 a maio de 2012.

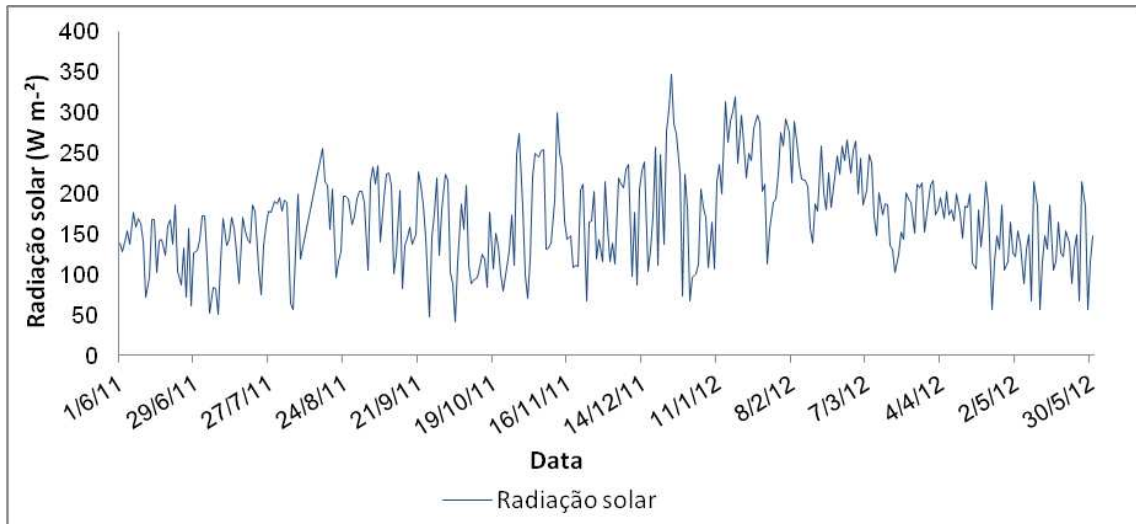


Figura 14 - Radiação solar para o período de junho de 2011 a maio de 2012.

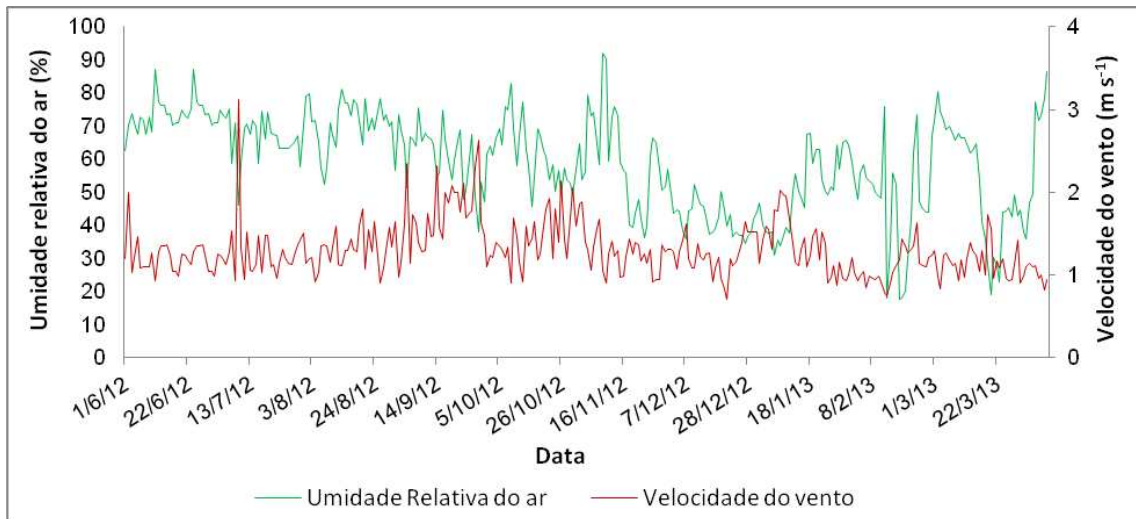


Figura 15 - Umidade relativa do ar e velocidade do vento para o período de junho de 2012 a abril de 2013.

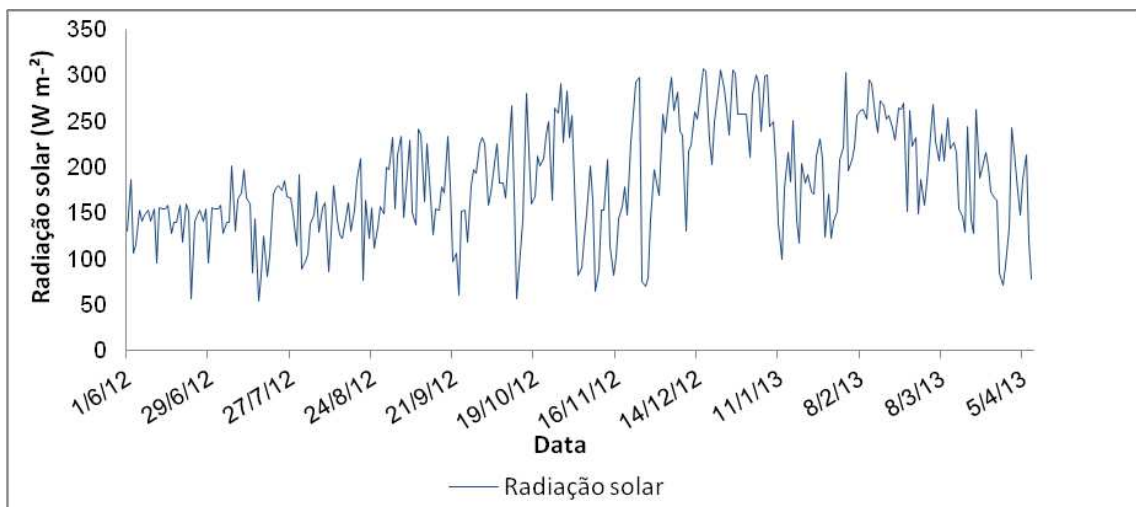


Figura 16 - Radiação solar para o período de junho de 2012 a abril de 2013.

Nas Figuras 17 e 18, estão apresentadas as precipitações, os eventos de irrigação e a variação da umidade do solo ao longo do período experimental. Na primeira safra estudada, ocorreu uma precipitação total de 816,6 mm e na segunda safra, de 901,8 mm. Percebe-se pelas Figuras 17 e 18 que ocorreram diversos eventos de irrigação ao longo de todo o experimento. Mesmo no período chuvoso, entre outubro e março, foi preciso fazer reposição de água no solo por meio da irrigação. Entre os meses de dezembro e março de 2012 (Figura 18), as irrigações foram mais frequentes devido a veranicos e à elevação da temperatura máxima.

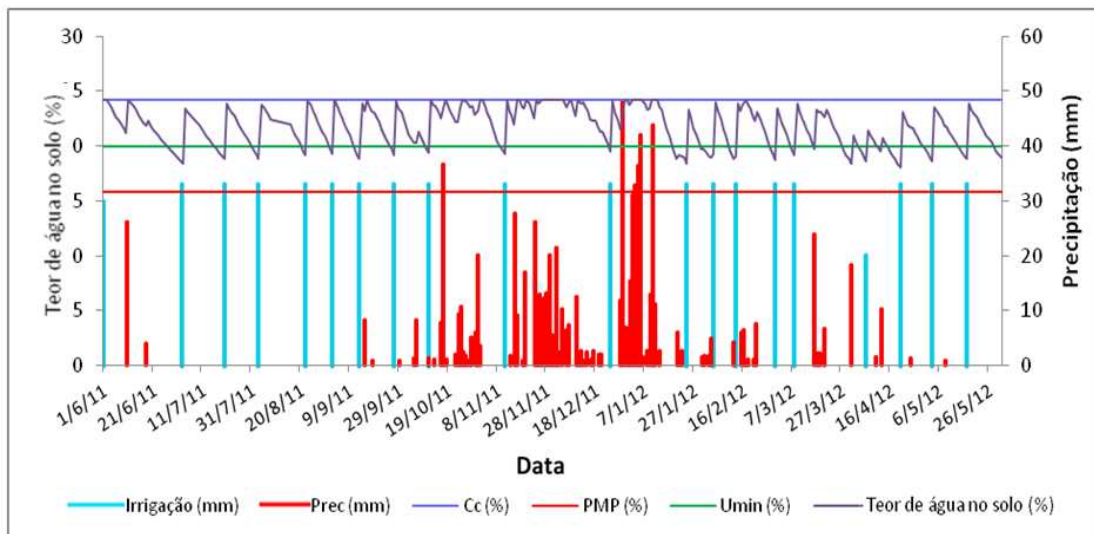


Figura 17 - Capacidade de campo, ponto de murcha permanente, teor de água no solo, umidade atual do solo, precipitação e eventos de irrigação no período de junho de 2011 a maio de 2012, para o tratamento com lâmina igual a 100% da ETo.

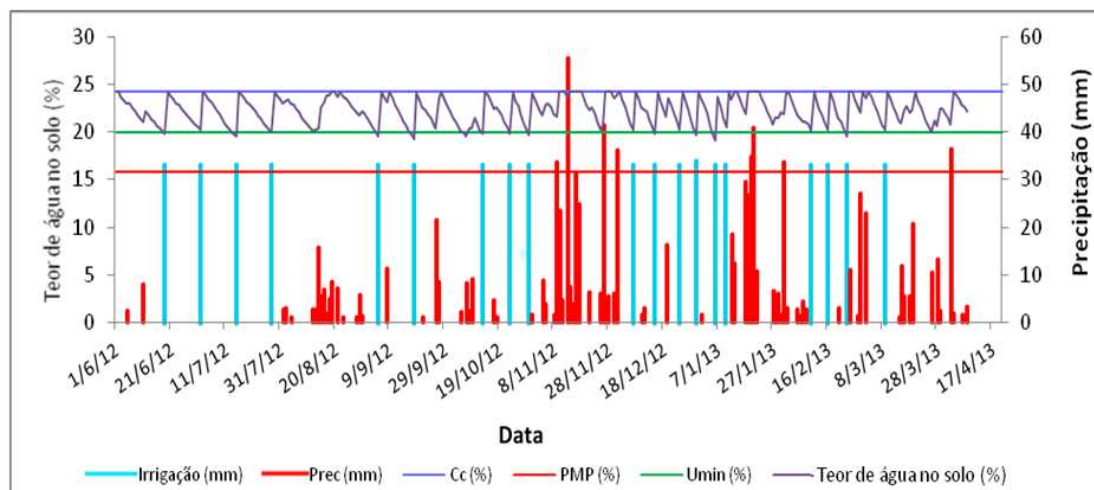


Figura 18 - Capacidade de campo, ponto de murcha permanente, umidade mínima do solo, umidade atual do solo, precipitação e eventos de irrigação no período de junho de 2012 a abril de 2013, para o tratamento com lâmina igual a 100% da ETo.

Na Tabela 6, observa-se o número de eventos de irrigação, a demanda evapotranspirométrica do cafeeiro, a precipitação, a lâmina irrigada e o déficit hídrico para as safras de 2011/2012 e 2012/2013. Foram necessárias 20 irrigações para a primeira safra, sendo aplicadas lâminas totais de água, via irrigação, iguais a 257,6; 386,4; 515,2; 644 e 772,8 mm, respectivamente, para os tratamentos iguais a 40, 60, 80, 100 e 120% da ETo. Para a segunda safra foram aplicadas lâminas totais de água via irrigação iguais a 251,2; 376,8; 502,4; 628 e 753,6 mm, respectivamente, para os tratamentos iguais a 40, 60, 80, 100 e 120% da ETo.

De acordo com a Tabela 6, a demanda evapotranspirométrica do cafeeiro para a primeira e segunda safras foram 935,9 e 1093,7 mm, respectivamente. Considerando as precipitações, para as safras de 2011/2012 e 2012/2013, determinou-se por diferença, o déficit hídrico anual para cada safra, obtendo-se valores iguais a 442,2 e 464,3 mm para o tratamento com maior restrição hídrica. Na primeira safra analisada, ocorreu uma precipitação de 816,6 mm e na segunda safra, 901,8 mm. No entanto, percebe-se pelas duas figuras que as precipitações ocorreram principalmente no período de novembro a março, com veranicos em fevereiro e dezembro de 2012. Observa-se também que, para as lâminas de 100 e 120% da ETo, o déficit hídrico foi igual a zero, contribuindo para a produtividade elevada para as duas lâminas.

Tabela 6. Número de eventos de irrigação, a demanda evapotranspirométrica do cafeeiro, a precipitação, a lâmina irrigada e o déficit hídrico para as duas safras analisadas.

Lâmina de Irrigação (%ETo)	Número de eventos de irrigação	ETc (mm)	Precipitação efetiva (mm)	Lâmina irrigada (mm)	Déficit hídrico* (mm)
Safra 2011/2012					
40	20	374,4	816,6	257,6	442,2
60	20	561,5	816,6	386,4	255,0
80	20	748,7	816,6	515,2	67,9
100	20	935,9	816,6	644,0	0,0
120	20	1123,1	816,6	772,8	0,0
Safra 2012/2013					
40	19	437,5	901,8	251,2	464,3
60	19	656,2	901,8	376,8	245,6
80	19	874,9	901,8	502,4	26,8
100	19	1093,7	901,8	628,0	0,0
120	19	1312,4	901,8	753,6	0,0

* o déficit foi calculado pela diferença entre a ETc e a precipitação.

4.2. Produtividade de café beneficiado

Para analisar se houve diferença de produtividade entre os diversos clones submetidos às diferentes lâminas de irrigação, procedeu-se a análise de variância para as safras 2011/2012, 2012/2013 e para a safra média. Verificou-se que houve efeito significativo de todas as fontes ($P < 0,01$) sobre a produção de todas as safras analisadas (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância da produção das safras 2011/2012, 2012/2013 e média para os clones (CL) e lâminas de água (LA).

FV	GL	Quadrado Médio		
		Safra 2011/2012	Safra 2012/2013	Safra Média
CL	12	4199,98**	1620,10**	1869,70**
Resíduo (a)	39	2,37	198,32	49,74
LA	4	8424,04**	11169,16**	9666,31**
CL x LA	48	349,53**	310,25**	199,15**
Resíduo (b)	156	1,39	178,43	45,93
CV (%) Parcela		2,94	23,03	12,43
CV (%) Subparcela		2,25	21,84	11,95

** F significativo ao nível de 1% de probabilidade

Na Tabela 8 estão apresentadas as médias de produtividade do cafeeiro conilon Vitória beneficiado para a safra 2011/2012. Os grupos de médias de produtividade com as mesmas letras são semelhantes pelo critério de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade. Podemos verificar que os clones V4 e V5 foram os mais produtivos, com 56,82 e 56,93 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente, seguidos pelo clone V11 com 41,35 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, considerando a menor lâmina de irrigação. O clone V8 foi o menos produtivo com apenas 22,76 sc.ha⁻¹ de café beneficiado. Comparadas à média estadual (26,09 sc.ha⁻¹ de café beneficiado), para as condições de maior restrição hídrica (lâmina de irrigação igual a 40% da ETo), as produtividades dos clones V4 e V5, foram aproximadamente 118 e 117%, respectivamente, maiores. Já para o clone V8, a produtividade foi 12% menor que a média estadual para a cultura.

Para a lâmina de irrigação igual a 60% da ETo, novamente o clone V5, juntamente com o V13, foram os mais produtivos, com 66,87 e 65,55 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Essas produtividades foram aproximadamente 156 e 151% acima da média estadual, para os clones V5 e V13, respectivamente. O clone menos produtivo, para esta lâmina, foi o V8, com 28,84 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, valor 10,5% acima da média estadual da cultura.

Considerando a lâmina igual a 80% da ETo, o clone V11, foi o mais produtivo com 78,23 sc.ha⁻¹ de café beneficiado o que representa 199% maior produtividade que a média estadual. O clone V3, com produtividade 32% acima da média estadual, foi o menos produtivo (34,51 sc.ha⁻¹ de café beneficiado). Considerando a lâmina de irrigação igual a 100% da ETo, o clone V4 foi o mais produtivo com 103,89 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, aproximadamente 298% acima da média estadual, enquanto, os menos produtivos foram os V3 e V7, com 38,63 e 39,49 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, são 48 e 51% acima da média estadual, respectivamente.

Para a condição de maior disponibilidade hídrica, ou seja, lâmina de irrigação igual a 120% da ETo, novamente, o clone V4 foi o mais produtivo com 112,07 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, seguido pelo clone V11 com a segunda maior produtividade (100,21 sc.ha⁻¹ de café beneficiado). Com a produtividade apresentada, o V4 produziu aproximadamente, 329% mais que a média estadual. Para a mesma lâmina, os clones V3 e V6, menos produtivos, produziram 44,90 e 44,43 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente, valores 72 e 70% acima da média estadual, respectivamente.

Tabela 8. Valores médios de produtividade para a safra 2011/2012 para as combinações de clones e lâminas de irrigação

Clone	Lâminas de irrigação (% ETo)				
	40	60	80	100	120
V1	38,66 c	45,92 e	46,22 f	51,77 f	69,00 f
V2	40,01 b	43,32 f	48,49 f	46,94 g	48,16 h
V3	29,82 f	32,70 i	34,51 h	38,63 i	44,90 i
V4	56,93 a	64,01 b	61,00 d	103,89 a	112,07 a
V5	56,82 a	66,87 a	70,66 b	67,48 d	71,23 e
V6	29,26 f	38,45 g	39,49 g	46,94 g	44,43 i
V7	25,04 g	34,15 h	38,23 g	39,49 i	53,61 g
V8	22,76 h	28,84 j	39,53 g	43,38 h	51,75 g
V9	28,65 f	31,81 i	46,80 f	48,19 g	52,04 g
V10	36,62 d	38,55 g	47,05 f	51,51 f	80,64 d
V11	41,35 b	54,72 c	78,23 a	83,17 b	100,21 b
V12	34,05 e	52,23 d	55,71 e	59,70 e	96,02 c
V13	26,00 g	65,55 a	67,46 c	78,68 c	79,71 d

Grupos de médias de produtividade com as mesmas letras são semelhantes pelo critério de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 9 estão apresentadas as médias de produtividade do cafeeiro conilon Vitória beneficiado para a safra 2012/2013. Verifica-se que, para as lâminas irrigação iguais a 40, 60 e 80% da ETo, não houve diferença significativa na produtividade do café conilon Vitória. Uma provável causa, pode ter sido a maior disponibilidade hídrica devido a precipitação ocorrida durante esta safra (Tabela 6). Já para a lâmina de

irrigação igual a 100% da ETo, os clones V4, V5, V9 e V12 foram os mais produtivos com 88,09; 82,56; 101,23 e 82,98 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Estes valores foram 237, 216, 288 e 218%, respectivamente, para os mesmo clones, maiores que produtividade média estadual do café conilon.

Considerando a lâmina de maior disponibilidade hídrica (120% da ETo), os clones V2, V4, V5, V9, V11 e V12 foram os mais produtivos com 93,38; 96,51; 90,97; 113,62; 84,63 e 100,70 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Isso significa dizer que, os clones V2, V4, V5, V9, V11 e V12, foram 257, 269, 248, 335 e 224%, respectivamente, mais produtivos se comparados à média estadual. Para esta mesma lâmina de irrigação, os clones V3, V8 e V13, foram os menos produtivos com 55,74; 65,55 e 59,55 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, o que representa valores 113, 151 e 128% acima da produtividade média estadual, respectivamente, para os mesmo clones. Observa-se que, mesmo sendo os menos produtivos, a produtividade encontrada é significativamente mais elevada que a média do estado.

Tabela 9. Valores médios de produtividade para a safra 2012/2013 para as combinações de clones e lâminas de irrigação

Clone	Lâminas de irrigação (% ETo)				
	40	60	80	100	120
V1	35,42 a	40,73 a	59,58 a	61,69 b	73,57 b
V2	58,73 a	53,84 a	60,35 a	64,60 b	93,38 a
V3	43,96 a	43,81 a	47,91 a	50,97 b	55,74 c
V4	48,76 a	57,39 a	65,72 a	88,09 a	96,51 a
V5	50,54 a	62,49 a	68,66 a	82,56 a	90,97 a
V6	56,80 a	63,89 a	60,99 a	66,06 b	72,57 b
V7	50,20 a	53,91 a	63,55 a	63,89 b	79,91 b
V8	35,24 a	39,81 a	45,67 a	53,10 b	65,55 c
V9	38,79 a	45,95 a	57,76 a	101,23 a	113,62 a
V10	52,76 a	54,83 a	60,51 a	64,23 b	79,16 b
V11	42,30 a	46,54 a	49,23 a	69,29 b	84,63 a
V12	38,74 a	53,39 a	69,79 a	82,98 a	100,70 a
V13	40,66 a	41,53 a	48,47 a	50,20 b	59,55 c

Grupos de médias de produtividade com as mesmas letras são semelhantes pelo critério de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 10 estão apresentadas as médias de produtividade do cafeeiro conilon Vitória beneficiado para a média das safras de 2011/2012 e 2012/2013.

Considerando a lâmina de irrigação com maior restrição hídrica, podemos verificar que os clones V2, V4 e V5 foram os mais produtivos, com 49,37; 52,84 e 53,68 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Igualmente à safra 2011/2012, para a

safra média, o clone V8 foi o menos produtivo com apenas 29,00 sc.ha⁻¹ de café beneficiado. Comparadas à média estadual, para as condições de maior restrição hídrica (lâmina de irrigação igual a 40% da ETo), as produtividades dos clones V2, V4 e V5, foram aproximadamente 89, 102 e 105%, respectivamente, maiores. Já para o clone V8, a produtividade foi 11% menor que a média estadual para a cultura.

Para a lâmina de irrigação igual a 60% da ETo, novamente os clones V4 e V5, foram os mais produtivos, com 60,70 e 64,68 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Essas produtividades foram aproximadamente 132 e 147% acima da média estadual. Os clones menos produtivos, para esta lâmina, foram o V1, V3, V7, V8, V9, V10 e V11 com 43,32; 38,25; 44,03; 34,32; 38,88; 46,69 e 50,63 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Observa-se que, dentre os clones menos produtivos, todos apresentaram produtividade acima da média estadual, da mesma forma que em todas as lâminas de irrigação aplicadas.

Considerando a lâmina igual a 80% da ETo, os clones V5, V11, V12 e V13, foram os mais produtivos com 69,66; 63,73; 62,75 e 57,06 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Estes valores significam que os clones V5, V11, V12 e V13, apresentaram produtividade 166, 144, 140 e 118%, respectivamente, maiores que a média estadual. Os clones V3 e V8, com produtividades de 41 e 46%, respectivamente, acima da média estadual, foram os menos produtivos (41,21 e 42,60 sc.ha⁻¹ de café beneficiado). Considerando a lâmina de irrigação igual a 100% da ETo, o clone V4 foi o mais produtivo com 95,99 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, aproximadamente 267% acima da média estadual, enquanto, os menos produtivos foram os V3, V7 e V8, com 44,80; 51,69 e 48,24 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente.

Para a condição de maior disponibilidade hídrica, ou seja, lâmina de irrigação igual a 120% da ETo, novamente, o V4, juntamente com os V11 e V12, foram os mais produtivos com 104, 29; 92,42 e 98,36 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Com as produtividades apresentadas os clones V4, V11 e V12 produziram aproximadamente, 299, 254 e 277% mais que a média estadual. Para a mesma lâmina, os clones V3, V6 e V8 produziram 50,32; 58,50 e 58,65 sc.ha⁻¹ de café beneficiado, respectivamente. Esses valores são 92, 124 e 125% acima da média estadual, respectivamente, para os mesmos clones.

Tabela 10. Valores médios de produtividade para a safra média para as combinações de clones e lâminas de irrigação

Clone	Lâminas de irrigação (% ETo)				
	40	60	80	100	120
V1	37,04 c	43,32 c	52,90 b	56,73 c	71,28 c
V2	49,37 a	48,58 b	54,42 b	55,77 c	70,77 c
V3	36,39 c	38,25 c	41,21 c	44,80 d	50,32 d
V4	52,84 a	60,70 a	63,36 a	95,99 a	104,29 a
V5	53,68 a	64,68 a	69,66 a	75,02 b	81,10 b
V6	43,03 b	51,17 b	50,24 b	56,50 c	58,50 d
V7	37,62 c	44,03 c	50,89 b	51,69 d	66,76 c
V8	29,00 d	34,32 c	42,60 c	48,24 d	58,65 d
V9	33,72 c	38,88 c	52,28 b	74,71 b	82,83 b
V10	44,69 b	46,69 c	53,78 b	57,87 c	79,90 b
V11	41,82 b	50,63 c	63,73 a	76,23 b	92,42 a
V12	36,39 c	52,18 b	62,75 a	71,34 b	98,36 a
V13	33,33 c	53,54 b	57,06 a	64,44 c	69,63 c

Grupos de médias de produtividade com as mesmas letras são semelhantes pelo critério de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Com a relação entre a lâmina de irrigação aplicada em cada tratamento e a produtividade, pode se determinar o volume de água necessário para produzir uma saca de café beneficiado para todos os clones. Os resultados da quantidade de água necessária para produzir uma saca de café beneficiado na safra 2011/2012 estão apresentados na Tabela 11. Percebe-se que para os clones com maiores produtividades o volume gasto para produzir uma saca de café beneficiado é menor que para os clones com produtividade inferior, dentro do mesmo tratamento. De acordo com os resultados, o clone V4, mais produtivo, necessitou de 69 m³ de água via irrigação para produzir uma saca de café beneficiado, para o tratamento igual a 120% da ETo, enquanto o V6, menos produtivo, necessitou de 173,9 m³, para produzir a mesma quantidade. Para a lâmina de irrigação com maior restrição hídrica, novamente o clone V4 necessitou do menor volume de água, 45,2 m³, para produzir uma saca de café beneficiado, enquanto o V8, com 113,2 m³, foi o que mais gastou água para produzir uma saca de café beneficiado. De acordo com os resultados, para a menor e maior lâminas de irrigação, foram necessários 77,6 e 122,2 m³ de água, respectivamente, para produzir uma saca de café beneficiado.

Tabela 11. Valores médios de volume de água necessário, em metros cúbicos, para produzir uma saca de café beneficiado na safra 2011/2012

Clones	Lâminas de Irrigação (% da ETo)				
	40	60	80	100	120
V1	66,6	84,1	111,5	124,4	112,0
V2	64,4	89,2	106,2	137,2	160,5
V3	86,4	118,2	149,3	166,7	172,1
V4	45,2	60,4	84,5	62,0	69,0
V5	45,3	57,8	72,9	95,4	108,5
V6	88,0	100,5	130,5	137,2	173,9
V7	102,9	113,1	134,8	163,1	144,2
V8	113,2	134,0	130,3	148,5	149,3
V9	89,9	121,5	110,1	133,6	148,5
V10	70,3	100,2	109,5	125,0	95,8
V11	62,3	70,6	65,9	77,4	77,1
V12	75,7	74,0	92,5	107,9	80,5
V13	99,1	58,9	76,4	81,9	97,0
Volume médio	77,6	91,0	105,7	120,0	122,2

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados da quantidade de água necessária para produzir uma saca de café beneficiado na safra 2012/2013. O clone V9, mais produtivo, necessitou de 66,3 m³ de água via irrigação para produzir uma saca de café beneficiado, para o tratamento igual a 120% da ETo, enquanto o V3, menos produtivo, necessitou de 135,2 m³, para produzir a mesma quantidade. Para a lâmina de irrigação com maior restrição hídrica, o clone V2 necessitou do menor volume de água, 42,8 m³, para produzir uma saca de café beneficiado, enquanto o V8, com 71,3 m³, foi o que mais gastou água para produzir uma saca de café beneficiado.

Tabela 12. Valores médios de volume de água necessário, em metros cúbicos, para produzir uma saca de café beneficiado na safra 2012/2013

Clones	Lâminas de Irrigação (% da ETo)				
	40	60	80	100	120
V1	70,9	92,5	84,3	101,8	102,4
V2	42,8	70,0	83,2	97,2	80,7
V3	57,1	86,0	104,9	123,2	135,2
V4	51,5	65,7	76,4	71,3	78,1
V5	49,7	60,3	73,2	76,1	82,8
V6	44,2	59,0	82,4	95,1	103,8
V7	50,0	69,9	79,1	98,3	94,3
V8	71,3	94,6	110,0	118,3	115,0
V9	64,8	82,0	87,0	62,0	66,3
V10	47,6	68,7	83,0	97,8	95,2
V11	59,4	81,0	102,1	90,6	89,0
V12	64,8	70,6	72,0	75,7	74,8
V13	61,8	90,7	103,7	125,1	126,5
Volume médio	56,6	76,2	87,8	94,8	95,7

Na Tabela 13 estão apresentados os resultados da quantidade de água necessária para produzir uma saca de café beneficiado na safra média. O clone V4, mais produtivo, necessitou de 73,2 m³ de água via irrigação para produzir uma saca de café beneficiado, para o tratamento igual a 120% da ETo, enquanto o V3, menos produtivo, necessitou de 151,7 m³, para produzir a mesma quantidade. Para a lâmina de irrigação com maior restrição hídrica, o clone V5 necessitou do menor volume de água, 47,4 m³, para produzir uma saca de café beneficiado, enquanto o V8, com 87,7 m³, foi o que mais gastou água para produzir uma saca de café beneficiado.

Tabela 13. Valores médios de volume de água necessário, em metros cúbicos, para produzir uma saca de café beneficiado na safra média

Clones	Lâminas de Irrigação (% da ETo)				
	40	60	80	100	120
V1	68,7	88,1	96,2	112,1	107,1
V2	51,5	78,6	93,5	114,0	107,8
V3	69,0	99,8	123,5	142,0	151,7
V4	48,1	62,9	80,3	66,3	73,2
V5	47,4	59,0	73,0	84,8	94,1
V6	59,1	74,6	101,3	112,6	130,5
V7	67,6	86,7	100,0	123,0	114,3
V8	87,7	111,2	119,4	131,8	130,1
V9	75,4	98,1	97,3	85,1	92,1
V10	56,9	81,7	94,6	109,9	95,5
V11	60,8	75,4	79,8	83,4	82,6
V12	69,9	72,3	81,1	89,2	77,6
V13	76,3	71,3	87,8	98,7	109,6
Volume médio	64,5	81,5	94,4	104,1	105,1

Na Tabela 14 estão apresentadas as equações de regressão ajustadas para a produtividade do cafeeiro conilon Vitória beneficiado em função da lâmina de irrigação para os treze clones, o coeficiente de determinação e a lâmina de irrigação para produtividade máxima ou mínima, para a safra 2011/2012. Observa-se que, as equações ajustadas para alguns clones são de segundo grau, tendo os clones V2, V5, V6 e V13 pontos de máximo e os clones V1, V3, V4, V10 e V12 pontos de mínimo. Já as equações ajustadas para os clones V7, V8, V9 e V11 são de primeiro grau, ou seja, linear simples.

Verifica-se que para os clones V1, V3, V4, V10 e V12 apresentam lâminas de irrigação iguais a 42,4; 3,5; 36,3; 51,9 e 29,9% da ETo, para expressar a mínima produtividade do cafeeiro, enquanto, os clones V2, V5, V6 e V13 apresentam lâminas de irrigação iguais a 105,5; 101,1; 112,1 e 104,9% da ETo, para expressar a máxima

produtividade do cafeeiro. A produtividade dos demais clones apresentou comportamento linear crescente com o aumento da lâmina de água de irrigação.

A análise da produtividade da safra 2011/2012, resultou nas equações de regressão mostradas na Tabela 14, na qual observam-se que para os clones V7, V8, V9 e V11, um incremento de 1% na lâmina de irrigação resultou no aumento médio na produtividade de 0,3125; 0,3627; 0,3158 e 0,7310 sacas beneficiadas por hectare, respectivamente.

Na média, os clones V1, V2, V3, V4 e V5 tiveram incremento na produção de 66,1; 20,0; 152,0; 106,4 e 20,3%, respectivamente, quando se aumentou a lâmina de irrigação de 40 para 120% da ETo. Já os clones V6, V10, V12 e V13 tiveram incremento na produção de 52,7; 106,5; 136,5 e 162,6% com o mesmo aumento na lâmina de irrigação, respectivamente.

Tabela 14. Equações de regressão ajustadas para produtividades do cafeeiro beneficiado em função da lâmina de irrigação para os respectivos clones, coeficiente de determinação e lâmina de irrigação para produtividade máxima ou mínima para a safra 2011/2012

Clone	Equações Ajustadas	R ² /r ²	Lâmina de irrigação (% da ETo)
V1	$\hat{Y} = 48,86 - 0,3812* L + 0,00449* L^2$	0,93	42,4 (mínima)
V2	$\hat{Y} = 26,51 + 0,4114* L - 0,00195* L^2$	0,91	105,5 (máxima)
V3	$\hat{Y} = 28,55 - 0,02957* L + 0,00424* L^2$	0,98	3,5 (mínima)
V4	$\hat{Y} = 67,59 - 0,6228* L + 0,00858* L^2$	0,88	36,3 (mínima)
V5	$\hat{Y} = 35,29 + 0,7054* L - 0,00349* L^2$	0,85	101,1 (máxima)
V6	$\hat{Y} = 7,19 + 0,6794* L - 0,00303* L^2$	0,92	112,1 (máxima)
V7	$\hat{Y} = 13,11 + 0,3125** L$	0,91	-
V8	$\hat{Y} = 8,24 + 0,3627** L$	0,98	-
V9	$\hat{Y} = 16,24 + 0,3158** L$	0,90	-
V10	$\hat{Y} = 60,86 - 0,934* L + 0,00899* L^2$	0,95	51,9 (mínima)
V11	$\hat{Y} = 13,06 + 0,7310** L$	0,97	-
V12	$\hat{Y} = 43,77 - 0,3941* L + 0,00657* L^2$	0,89	29,9 (mínima)
V13	$\hat{Y} = -52,47 + 2,538* L - 0,01209* L^2$	0,92	104,9 (máxima)

*significativo à 5% de probabilidade pelo teste "t".

** significativo à 1% de probabilidade pelo teste "t".

Na Figura 19 estão apresentados os gráficos que relacionam a produtividade de cada clone e as lâminas de água aplicadas e as equações de regressão descritas anteriormente.

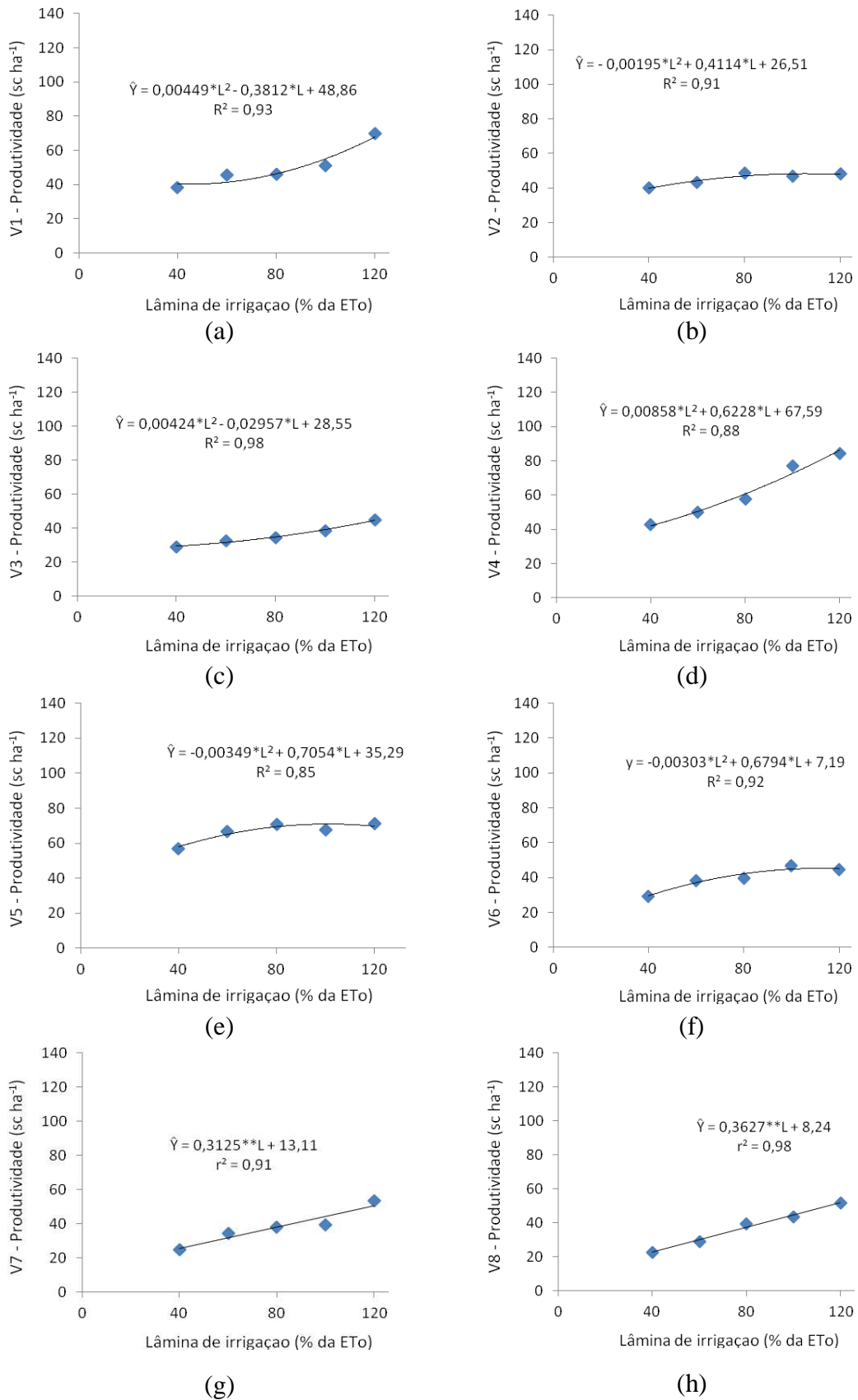
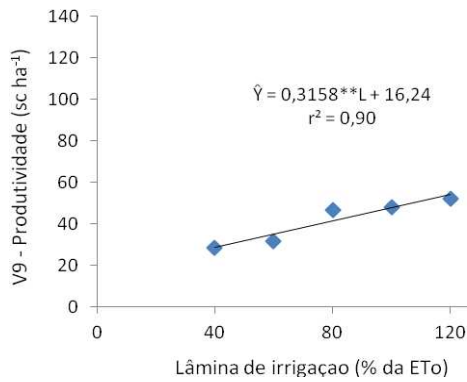
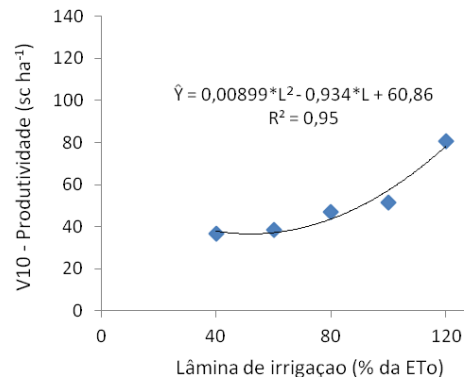


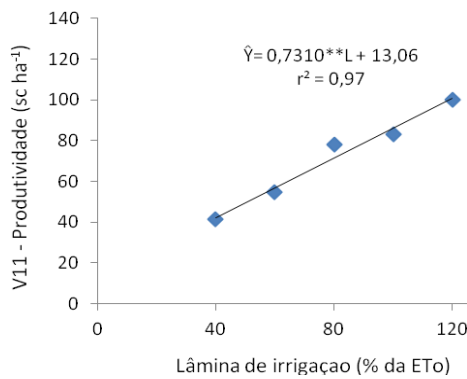
Figura 19 – Estimativa da produtividade de café beneficiado, em sc.ha⁻¹, dos treze clones do conilon Vitória, para a safra 2011/2012, em função das lâminas de irrigação (% da ETo).



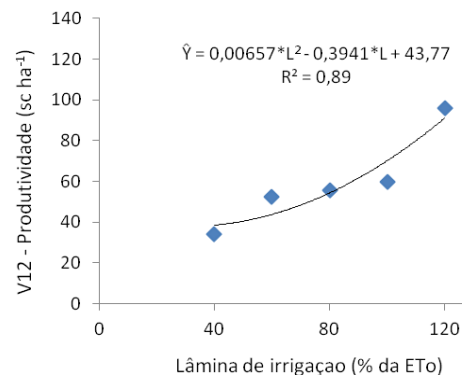
(i)



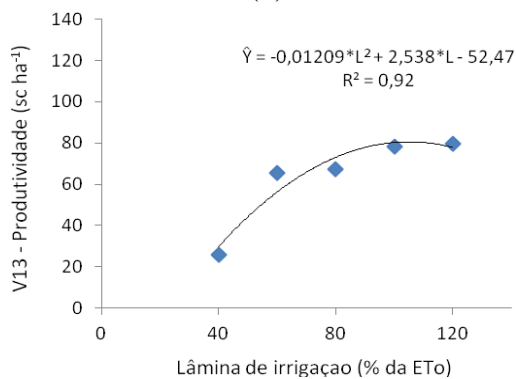
(j)



(k)



(l)



(m)

Figura 19 – Continuação.

Na Tabela 15 estão apresentadas as equações de regressão ajustadas para a produtividade do cafeeiro conilon Vitória beneficiado em função da lâmina de irrigação para os treze clones, o coeficiente de determinação e a lâmina de irrigação para produtividade mínima, para a safra 2012/2013. Verifica-se que para os clones V2, V10 e V11 apresentam lâminas de irrigação iguais a 62,9; 43,3 e 42,0% da ETo, para expressar a mínima produtividade do cafeeiro, enquanto, os demais clones apresentaram comportamento linear crescente da produtividade com o aumento da lâmina de água de irrigação.

A análise da produtividade da safra 2012/2013, resultou nas equações de regressão mostradas na Tabela 15, na qual observam-se que para os clones V1, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V12 e V13, um incremento de 1% na lâmina de irrigação resultou no aumento médio na produtividade de 0,4863; 0,1563; 0,6309; 0,5045; 0,1684; 0,3469; 0,3695; 1,0246; 0,7676 e 0,2322 sacas beneficiadas por hectare, respectivamente.

Na média, os clones V2, V10 e V11 tiveram incremento na produção de 53,4; 46,7 e 100,9%, respectivamente, quando se aumentou a lâmina de irrigação de 40 para 120% da ETo.

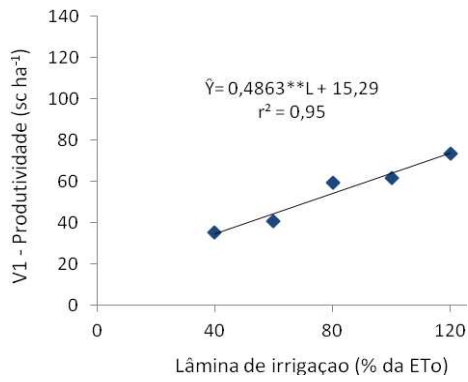
Tabela 15. Equações de regressão ajustadas para produtividades do cafeeiro beneficiado em função da lâmina de irrigação para os respectivos clones, coeficiente de determinação e lâmina de irrigação para produtividade máxima ou mínima para a safra 2012/2013

Clone	Equações Ajustadas	R ² /r ²	Lâmina de irrigação (% da ETo)
V1	$\hat{Y} = 15,29 + 0,4863^{**} L$	0,95	-
V2	$\hat{Y} = 99,23 - 1,4587^* L + 0,0116^* L^2$	0,95	62,9 (mínima)
V3	$\hat{Y} = 35,92 + 0,1563^{**} L$	0,93	-
V4	$\hat{Y} = 20,82 + 0,6309^{**} L$	0,96	-
V5	$\hat{Y} = 30,68 + 0,5045^{**} L$	0,99	-
V6	$\hat{Y} = 50,59 + 0,1684^{**} L$	0,82	-
V7	$\hat{Y} = 34,54 + 0,3469^{**} L$	0,90	-
V8	$\hat{Y} = 18,31 + 0,3695^{**} L$	0,95	-
V9	$\hat{Y} = -10,49 + 1,0246^{**} L$	0,91	-
V10	$\hat{Y} = 61,16 - 0,3673^* L + 0,00424^* L^2$	0,97	43,3 (mínima)
V11	$\hat{Y} = 55,03 - 0,5942^* L + 0,00707^* L^2$	0,98	42,0 (mínima)
V12	$\hat{Y} = 7,717 + 0,7676^{**} L$	0,99	-
V13	$\hat{Y} = 29,50 + 0,2322^{**} L$	0,92	-

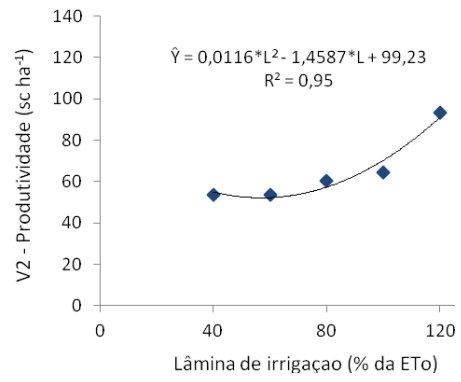
*significativo à 5% de probabilidade pelo teste "t".

** significativo à 1% de probabilidade pelo teste "t".

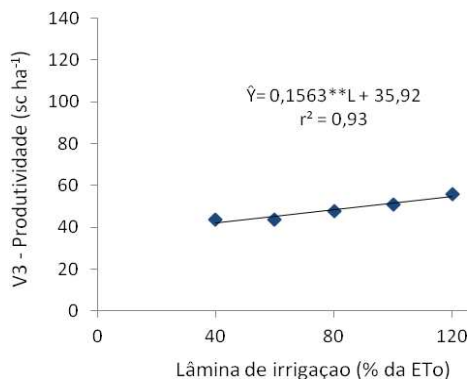
Na Figura 20 estão apresentados os gráficos que relacionam a produtividade de cada clone e as lâminas de água aplicadas e as equações de regressão descritas anteriormente.



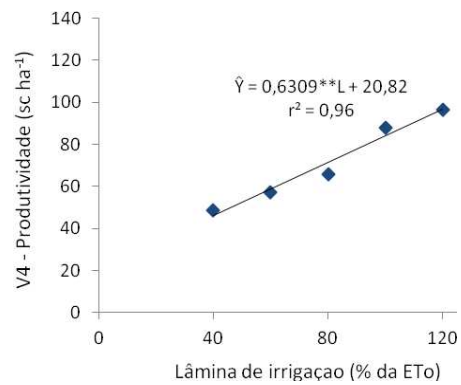
(a)



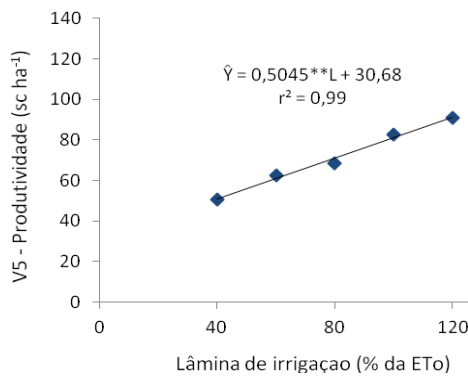
(b)



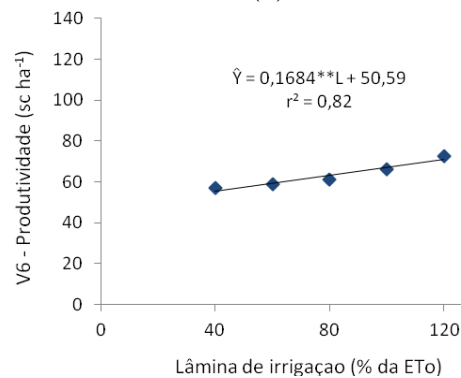
(c)



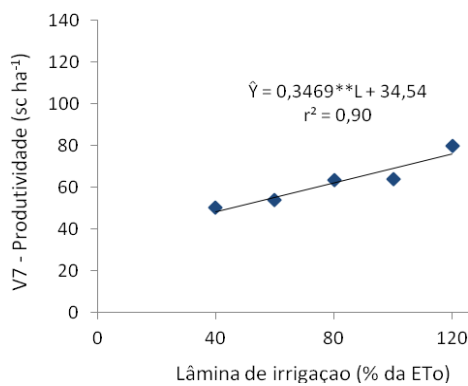
(d)



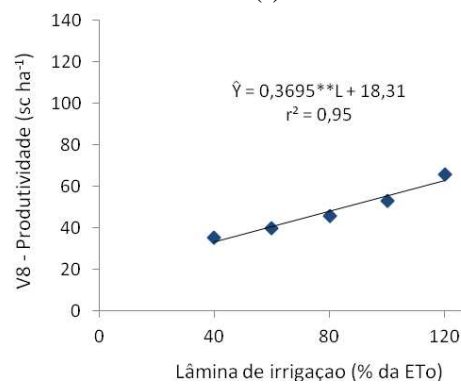
(e)



(f)

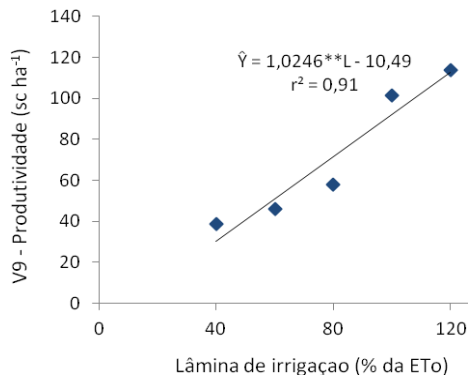


(g)

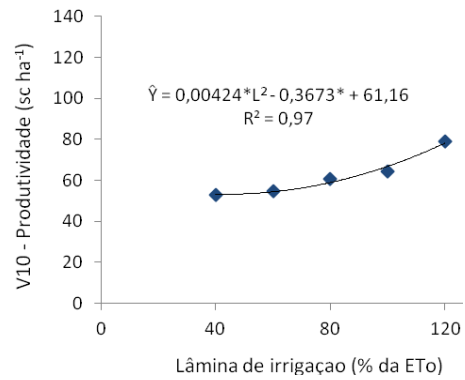


(h)

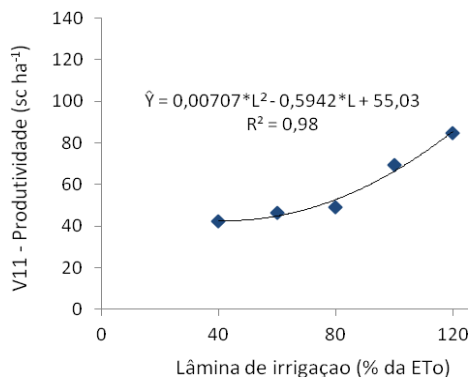
Figura 20 - Estimativa da produtividade de café beneficiado, em $sc.ha^{-1}$, dos treze clones do conilon Vitória, para a safra 2012/2013, em função das lâminas de irrigação (% da ETO).



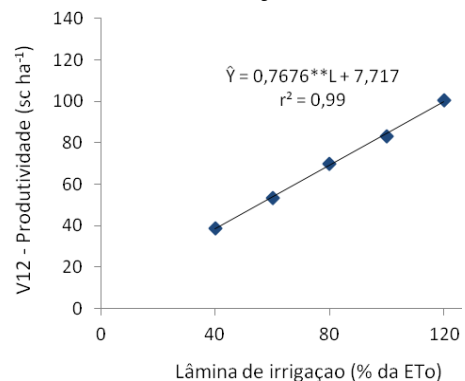
(i)



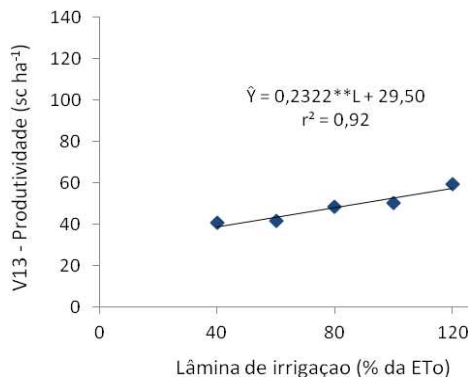
(j)



(k)



(l)



(m)

Figura 20 – Continuação.

Na Tabela 16 estão apresentadas as equações de regressão ajustadas para a produtividade do cafeeiro conilon Vitória beneficiado em função da lâmina de irrigação para os treze clones, o coeficiente de determinação e a lâmina de irrigação para produtividade máxima ou mínima, para a safra média. Observa-se que os clones V2 e V10 apresentam lâminas de irrigação iguais a 54,2 e 49,2% da ETo, para expressar a mínima produtividade do cafeeiro, enquanto, o clone V13 apresenta lâmina de irrigação igual a 121,9% da ETo, para expressar a máxima produtividade do cafeeiro. Já a

produtividade dos demais clones teve comportamento linear crescente com o aumento da lâmina de água de irrigação.

A análise da produtividade da safra média, resultou nas equações de regressão mostradas na Tabela 16, na qual observam-se que para os clones V1, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V11 e V12, um incremento de 1% na lâmina de irrigação resultou no aumento médio na produtividade de 0,4095; 0,1721; 0,6909; 0,3259; 0,1813; 0,3297; 0,3661; 0,6702; 0,6340 e 0,7123 sacas beneficiadas por hectare, respectivamente.

Na média, os clones V2, V10 e V13 tiveram incremento na produção de 40,1; 71,4 e 95,4%, respectivamente, quando se aumentou a lâmina de irrigação de 40 para 120% da ETo.

Tabela 16. Equações de regressão ajustadas para produtividades do cafeeiro beneficiado em função da lâmina de irrigação para os respectivos clones, coeficiente de determinação e lâmina de irrigação para produtividade máxima ou mínima para a safra média

Clone	Equações Ajustadas	R ² /r ²	Lâmina de irrigação (% da ETo)
V1	$\hat{Y} = 19,49 + 0,4095^{**} L$	0,96	-
V2	$\hat{Y} = 62,86 - 0,5236^{*} L + 0,00483^{*} L^2$	0,94	54,2 (mínima)
V3	$\hat{Y} = 28,43 + 0,1721^{**} L$	0,96	-
V4	$\hat{Y} = 20,16 + 0,6909^{**} L$	0,89	-
V5	$\hat{Y} = 42,75 + 0,3259^{**} L$	0,97	-
V6	$\hat{Y} = 37,38 + 0,1813^{**} L$	0,89	-
V7	$\hat{Y} = 23,82 + 0,3297^{**} L$	0,91	-
V8	$\hat{Y} = 13,27 + 0,3661^{**} L$	0,98	-
V9	$\hat{Y} = 2,871 + 0,6702^{**} L$	0,95	-
V10	$\hat{Y} = 61,01 - 0,6509^{*} L + 0,00661^{*} L^2$	0,96	49,2 (mínima)
V11	$\hat{Y} = 14,25 + 0,6340^{**} L$	0,99	-
V12	$\hat{Y} = 7,345 + 0,7123^{**} L$	0,95	-
V13	$\hat{Y} = -5,60 + 1,217^{*} L - 0,00499^{*} L^2$	0,96	121,9 (máxima)

*significativo à 5% de probabilidade pelo teste “t”.

** significativo à 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Na Figura 21 estão apresentados os gráficos que relacionam a produtividade de cada clone e as lâminas de água aplicadas e as equações de regressão descritas anteriormente.

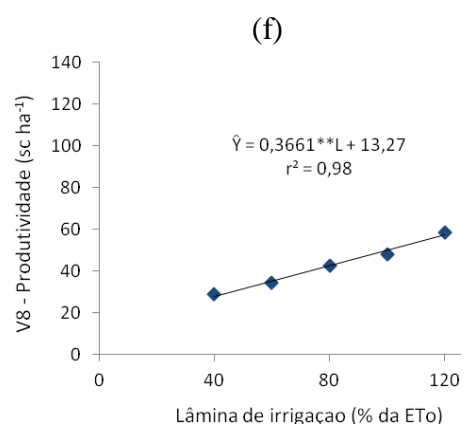
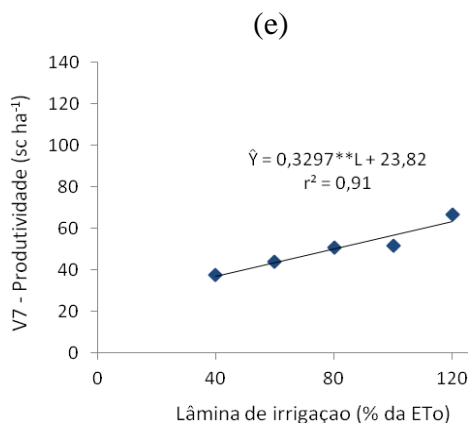
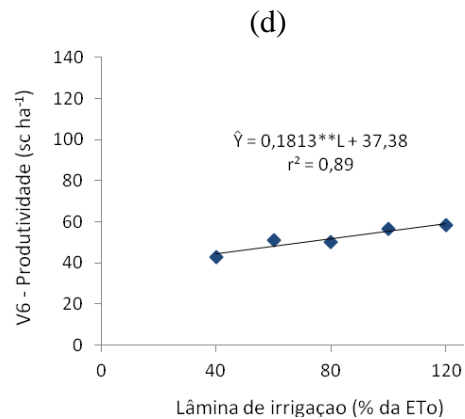
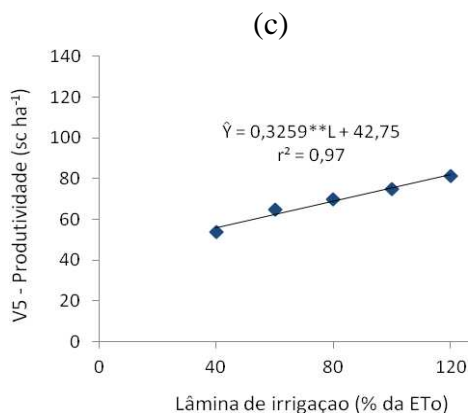
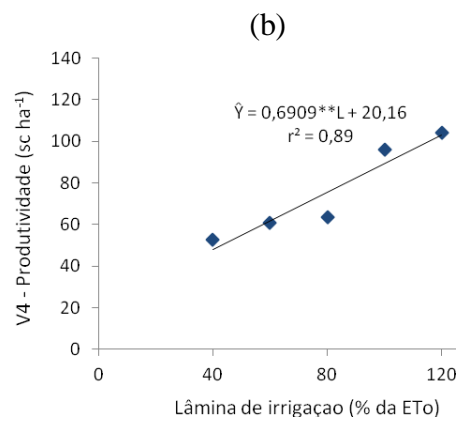
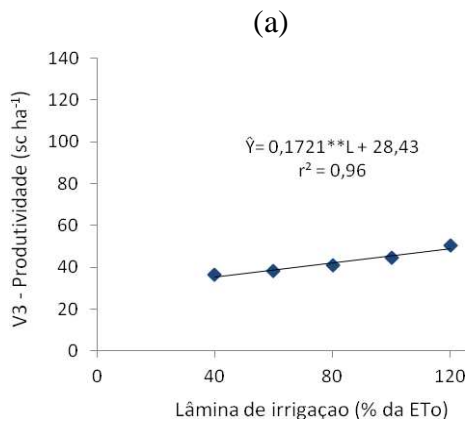
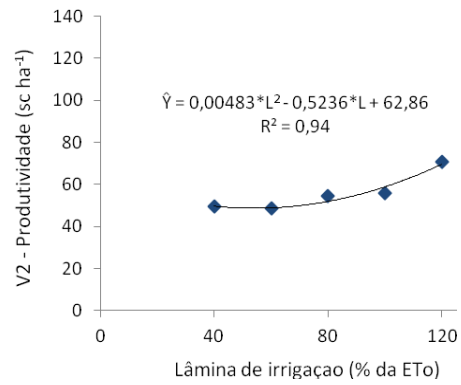
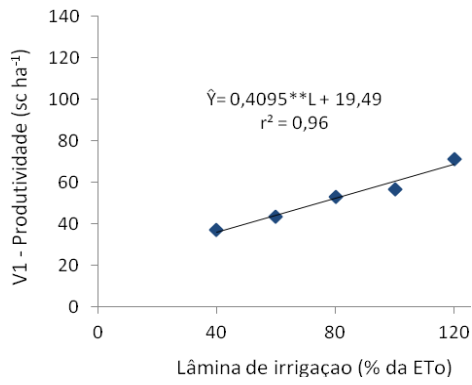
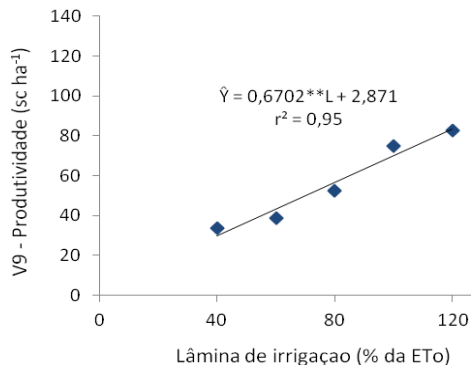
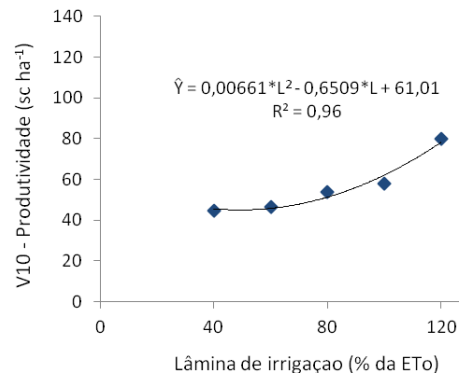


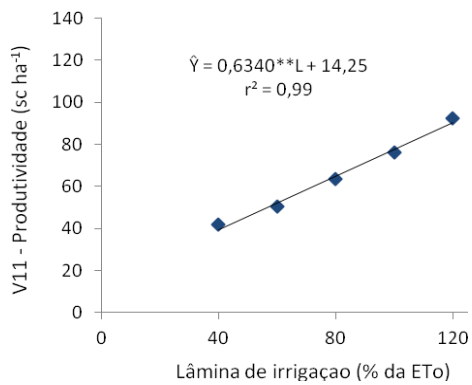
Figura 21 - Estimativa da produtividade de café beneficiado, em sc.ha⁻¹, dos treze clones do conilon Vitória, para a safra média, em função das lâminas de irrigação (% da ETo).



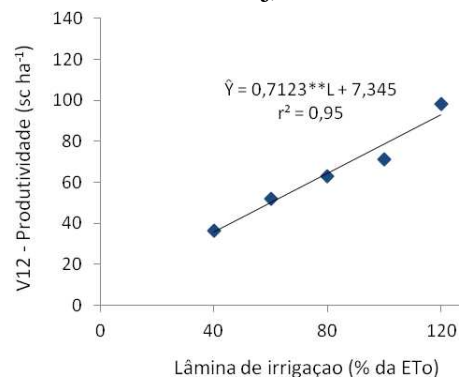
(i)



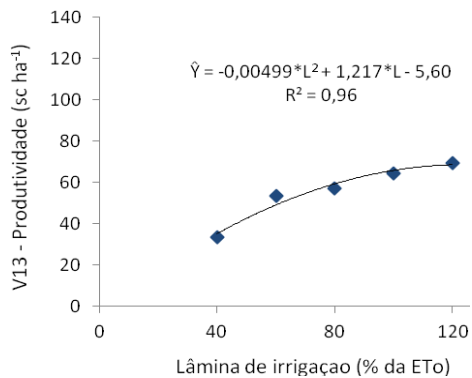
(j)



(k)



(l)



(m)

Figura 21 – Continuação.

4.4. Coeficiente de resposta da cultura do café ao déficit hídrico

Na determinação do coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico – k_y do café conilon Vitória, foi excluído o tratamento T5 (120% ETo), pelo fato de não ter havido déficit hídrico. Assim, para obtenção do valor do coeficiente k_y com a aplicação da Equação 9, utilizou-se um procedimento em que o valor de Y_m foi alcançado quando o intercepto da regressão linear entre a queda de rendimento relativo ($1 - Y_r/Y_m$) e o déficit de evapotranspiração relativa ($1 - E_{Tr}/E_{Tm}$) foi somado com o produto entre o déficit de evapotranspiração relativa e o coeficiente angular da regressão linear.

Na Tabela 17 estão apresentados, para cada clone e lâmina de irrigação aplicada, a máxima produtividade da cultura, a produtividade real, obtida em campo, a evapotranspiração real da cultura e a evapotranspiração máxima para a safra 2011/2012. Percebe-se que, para as maiores lâminas de irrigação, o déficit de evapotranspiração relativa ($1 - E_{Tr}/E_{Tm}$) diminuiu, evidenciando que quanto maior a quantidade de água disponível no solo, mais a planta intensifica sua taxa produtiva. Nota-se também que, com a redução do déficit de evapotranspiração relativa, ocorre a diminuição da queda de rendimento relativo, ou seja, quanto menor o déficit de água no solo menor será a queda no rendimento da cultura. Como a variação das lâminas de irrigação se deu para todos os clones na mesma proporção, 40, 60, 80 e 100% da E_{To} , o déficit de evapotranspiração relativa variou igualmente para todos os clones. No entanto, a queda de rendimento relativo para cada clone teve variação diferente tendo, então, cada clone, uma resposta à diferenciação da quantidade de água no solo.

O efeito do déficit hídrico na produção do clone V1 pôde ser notado, ressaltando-se que uma redução de 64% do fornecimento hídrico ocasionou queda de 56% na produtividade, para a lâmina de irrigação igual a 40% da E_{To} . Já para a lâmina de irrigação igual a 100% da E_{To} , no mesmo clone, a redução de 9% no fornecimento hídrico ocasionou queda de 41% na produtividade. Observa-se que entre os clones, os V4 e V13, apresentam as menores quedas de produtividade com a redução do fornecimento hídrico, para lâmina de irrigação igual a 100% da E_{To} . Para a menor lâmina de irrigação, o V4 também foi o clone que apresentou a menor queda na produtividade, 48%, com a redução do fornecimento hídrico de 64%.

Observou-se que os clones V2 e V7, apresentaram as menores variações na queda de rendimento relativo, com valores iguais a 10 e 17%, respectivamente, enquanto os clones V11 e V13 apresentaram as maiores variações com valores 65 e 98%, respectivamente. A maior variação desses valores indica a resposta positiva na redução da queda de produtividade com o aumento da aplicação de água, ou seja, nesta safra, os clones V11 e V13 do conilon Vitória foram os que mais aumentaram a produtividade com o aumento da lâmina de água aplicada.

Tabela 17. Valores totais da lâmina aplicada (ETr), da evapotranspiração máxima da cultura (ETm), do déficit de evapotranspiração relativa ($1 - ETr/ETm$), da produção real (Yr), da produção máxima (Ym) e da queda de rendimento relativo ($1 - Yr/Ym$) nos diversos tratamentos realizados na cultura do café conilon Vitória para a safra 2011/2012

Níveis de Tratamento	ETr	ETm	(1-ETr/ETm)	Yr	Ym	(1-Yr/Ym)	
V1	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	38,7	88,1	0,56
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	45,9	88,1	0,48
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	46,2	88,1	0,48
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	51,7	88,1	0,41
V2	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	40,0	105,8	0,62
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	43,3	105,8	0,59
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	48,5	105,8	0,54
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	46,9	105,8	0,56
V3	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	29,8	63,6	0,53
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	32,7	63,6	0,49
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	34,5	63,6	0,46
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	38,6	63,6	0,39
V4	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	56,9	110,0	0,48
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	64,0	110,0	0,42
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	61,0	110,0	0,45
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	103,9	110,0	0,06
V5	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	56,8	115,1	0,51
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	66,9	115,1	0,42
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	70,7	115,1	0,39
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	67,5	115,1	0,41
V6	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	29,3	79,8	0,63
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	38,4	79,8	0,52
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	39,5	79,8	0,51
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	46,9	79,8	0,41
V7	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	25,0	111,9	0,78
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	34,2	111,9	0,69
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	38,1	111,9	0,66
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	39,5	111,9	0,65
V8	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	22,7	79,1	0,71
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	28,8	79,1	0,64
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	39,5	79,1	0,50
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	43,4	79,1	0,45
V9	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	28,6	133,4	0,79
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	31,8	133,4	0,76
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	46,8	133,4	0,65
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	48,2	133,4	0,64
V10	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	36,6	95,5	0,62
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	38,5	95,5	0,60
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	47,0	95,5	0,51
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	51,5	95,5	0,46

Tabela 17 - Continuação

V11	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	41,3	105,2	0,61
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	54,7	105,2	0,48
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	78,2	105,2	0,26
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	83,1	105,2	0,21
V12	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	34,0	105,4	0,68
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	52,2	105,4	0,50
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	55,7	105,4	0,47
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	59,7	105,4	0,43
V13	T1 (40% ETo)	374,5	1033,3	0,64	26,0	79,7	0,67
	T2 (60% ETo)	561,6	1033,3	0,46	65,5	79,7	0,18
	T3 (80% ETo)	748,8	1033,3	0,28	67,4	79,7	0,15
	T4 (100% ETo)	935,9	1033,3	0,09	78,7	79,7	0,01

Na Figura 22 estão apresentadas as relações entre a queda dos rendimentos relativos ($1-Y_r/Y_m$) e o déficit das evapotranspirações relativas ($1-E_{Tr}/E_{Tm}$) para os clones V1 (a) a V13 (m), para a safra 2011/2012.

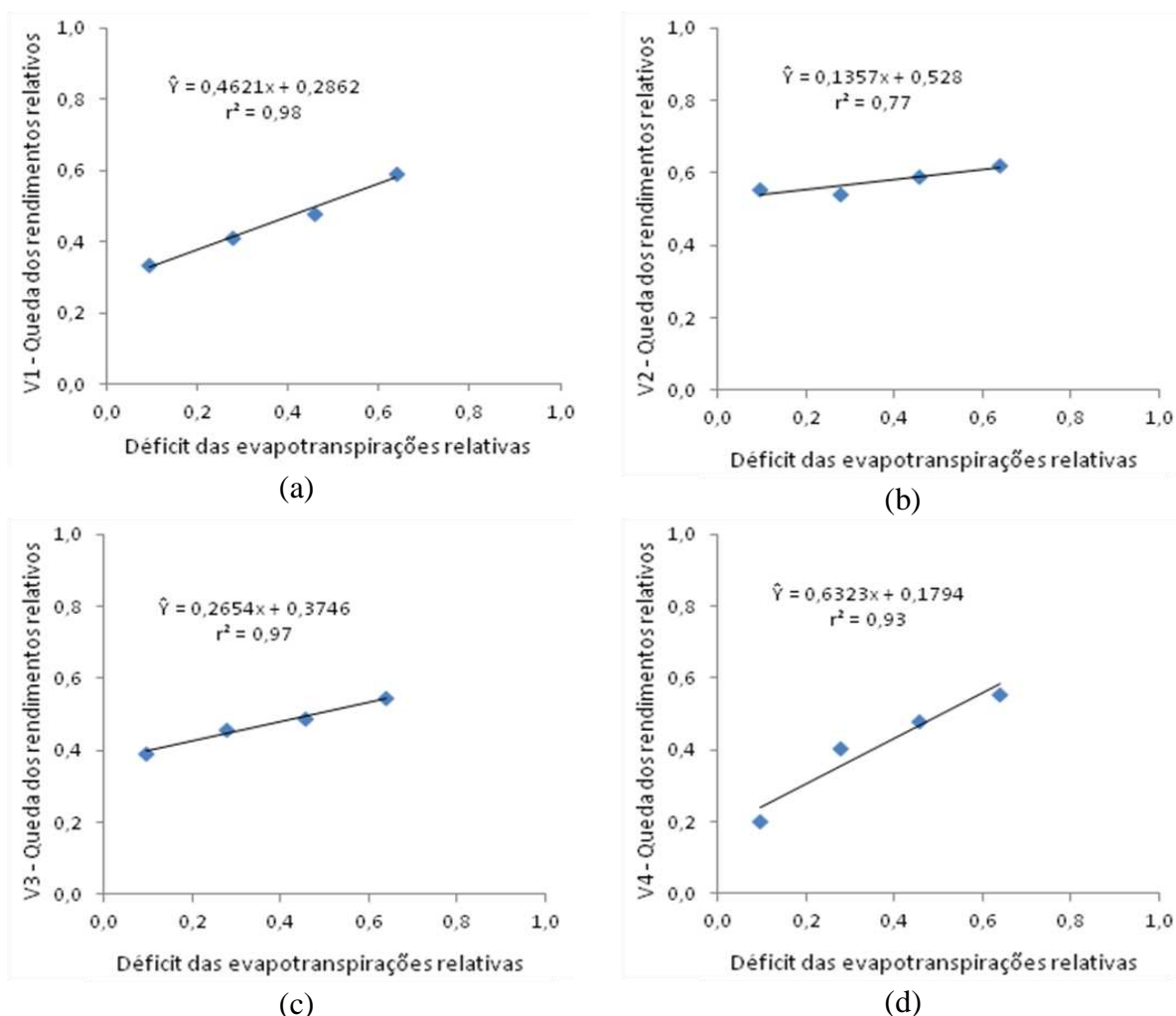
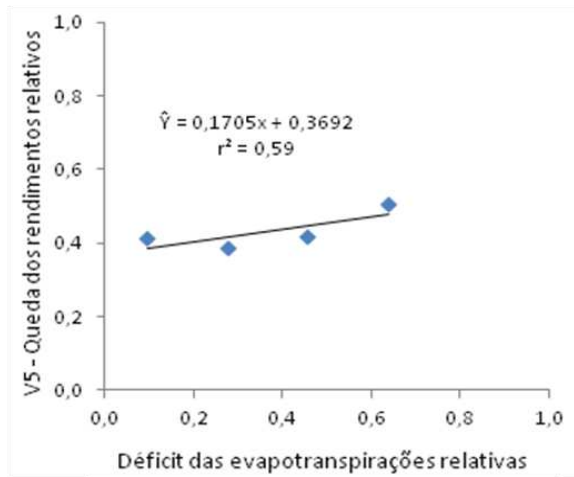
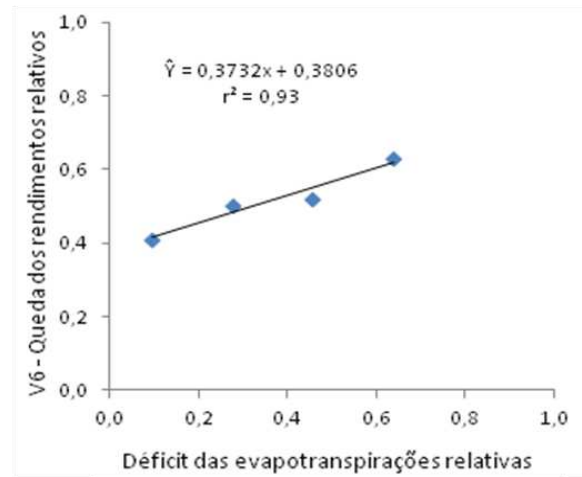


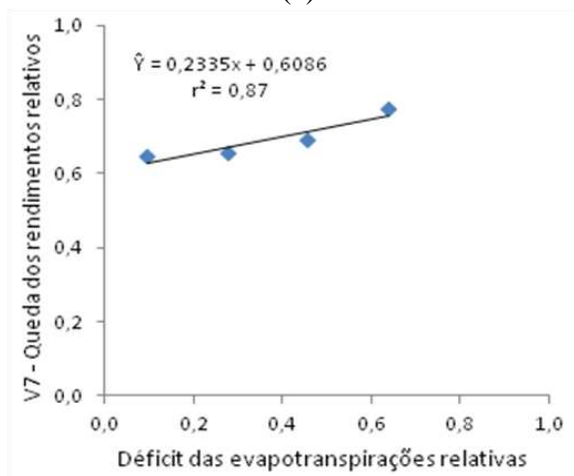
Figura 22 - Relação entre a queda dos rendimentos relativos ($1-Y_r/Y_m$) e o déficit das evapotranspirações relativas ($1-E_{Tr}/E_{Tm}$), para os 13 clones do conilon Vitória para a safra 2011/2012.



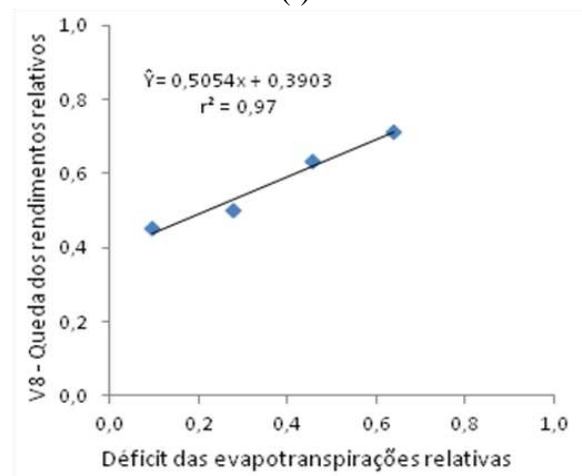
(e)



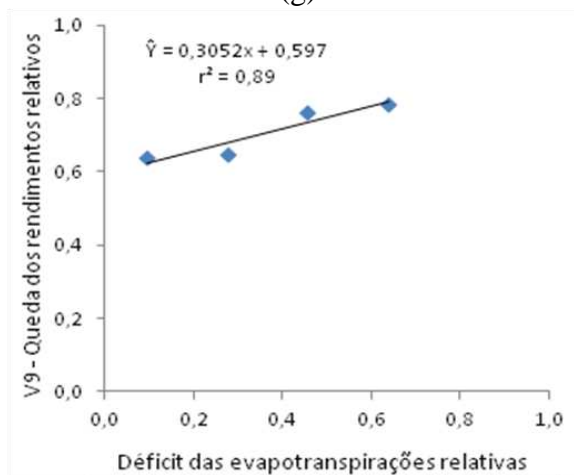
(f)



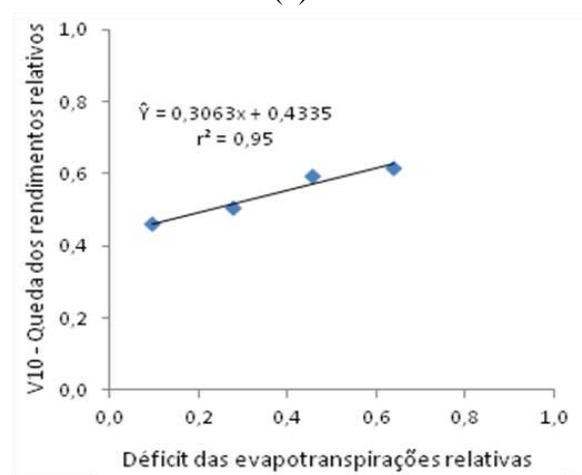
(g)



(h)

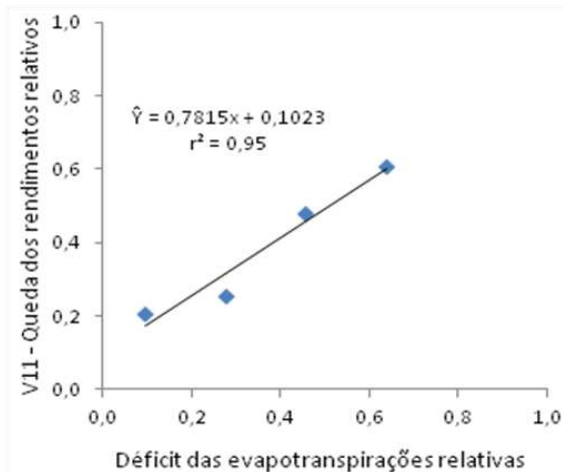


(i)

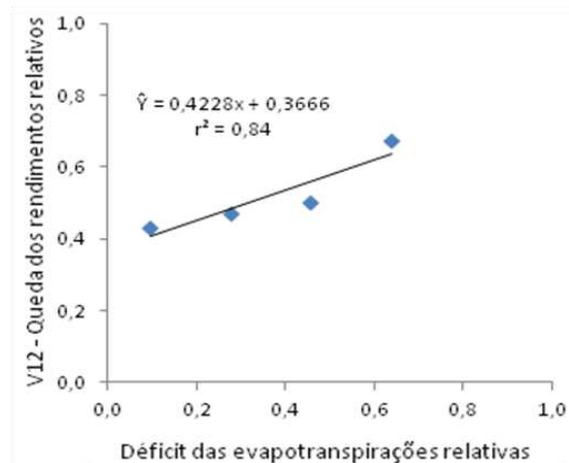


(j)

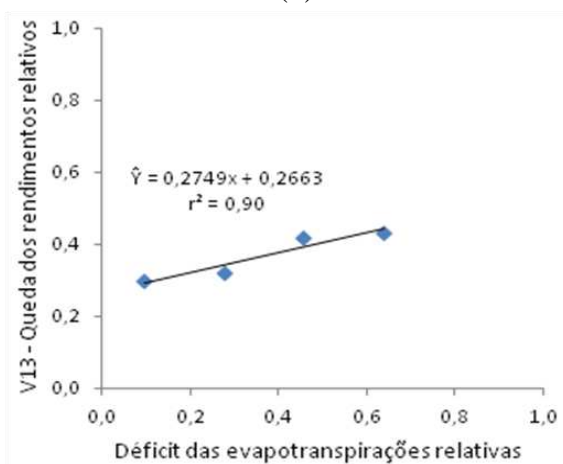
Figura 22 – Continuação.



(k)



(l)



(m)

Figura 22 – Continuação.

Na Tabela 18 estão apresentados, para cada clone e lâmina de água aplicada, a máxima produtividade da cultura, a produtividade real, obtida em campo, a evapotranspiração real da cultura e a evapotranspiração máxima para a safra 2012/2013. Da mesma forma que para a primeira safra analisada, os clones V2 e V7 também apresentaram as menores variações na queda de rendimento relativo, com valores iguais a 13 e 22%, respectivamente, enquanto os clones V4, V9 e V12 apresentaram as maiores variações na queda de rendimento, com valores 64; 66 e 67%, respectivamente. A maior variação desses valores indica a resposta positiva na redução da queda de produtividade com o aumento da aplicação de água, ou seja, os clones V4, V9 e V12 do conilon Vitória foram os que mais aumentaram a produtividade com o aumento da lâmina de água aplicada, na safra 2012/2013.

Para o clone V9 uma redução de 63% do fornecimento hídrico ocasionou queda de 71% na produtividade, para a lâmina de irrigação igual a 40% da ETo. Já para a

lâmina de irrigação igual a 100% da ETo, para o mesmo clone, a redução de 9% no fornecimento hídrico ocasionou queda de 24% na produtividade. Observa-se que entre os clones, os V3, V4 e V6, apresentam as menores quedas de produtividade com a redução do fornecimento hídrico, para lâmina de irrigação igual a 100% da ETo. Para a menor lâmina de irrigação, o V6 também foi o clone que apresentou a menor queda na produtividade, 17%, com a redução do fornecimento hídrico de 63%.

Tabela 18. Valores totais da lâmina aplicada (ETr), da evapotranspiração máxima da cultura (ETm), do déficit de evapotranspiração relativa ($1 - ETr/ETm$), da produção real (Yr), da produção máxima (Ym) e da queda de rendimento relativo ($1 - Yr/Ym$) nos diversos tratamentos realizados na cultura do café conilon Vitória para a safra 2012/2013

Níveis de Tratamento		ETr	ETm	(1-Etr/ETm)	Yr	Ym	(1-Yr/Ym)
V1	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	35,4	88,1	0,60
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	40,7	88,1	0,54
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	59,6	88,1	0,32
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	61,7	88,1	0,30
V2	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	58,7	105,8	0,45
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	53,8	105,8	0,49
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	60,4	105,8	0,43
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	64,6	105,8	0,39
V3	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	43,7	63,6	0,31
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	43,8	63,6	0,31
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	47,9	63,6	0,25
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	50,9	63,6	0,20
V4	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	48,8	110,0	0,56
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	57,4	110,0	0,48
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	65,7	110,0	0,40
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	88,1	110,0	0,20
V5	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	50,5	115,1	0,56
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	62,5	115,1	0,46
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	68,7	115,1	0,40
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	82,6	115,1	0,28
V6	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	56,8	79,8	0,29
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	63,9	79,8	0,20
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	60,9	79,8	0,24
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	66,1	79,8	0,17
V7	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	50,2	111,9	0,55
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	53,9	111,9	0,52
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	63,6	111,9	0,43
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	63,9	111,9	0,43
V8	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	35,2	79,1	0,55
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	39,8	79,1	0,50
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	45,7	79,1	0,42
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	53,1	79,1	0,33

Tabela 18. Continuação

V9	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	38,8	133,4	0,71
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	45,9	133,4	0,66
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	57,8	133,4	0,57
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	101,2	133,4	0,24
V10	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	52,8	95,5	0,45
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	54,8	95,5	0,43
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	60,5	95,5	0,37
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	64,2	95,5	0,33
V11	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	42,3	105,2	0,60
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	46,6	105,2	0,56
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	49,2	105,2	0,53
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	69,3	105,2	0,34
V12	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	38,7	105,4	0,63
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	53,4	105,4	0,49
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	69,8	105,4	0,34
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	82,9	105,4	0,21
V13	T1 (40% ETo)	437,6	1183,7	0,63	40,7	79,7	0,49
	T2 (60% ETo)	656,2	1183,7	0,45	41,5	79,7	0,48
	T3 (80% ETo)	874,9	1183,7	0,26	48,5	79,7	0,39
	T4 (100% ETo)	1093,6	1183,7	0,08	50,2	79,7	0,37

Na Figura 23 estão apresentadas as relações entre a queda dos rendimentos relativos ($1-Y_r/Y_m$) e o déficit das evapotranspirações relativas ($1-E_{Tr}/E_{Tm}$) para os clones V1 (a) a V13 (m), para a safra 2012/2013.

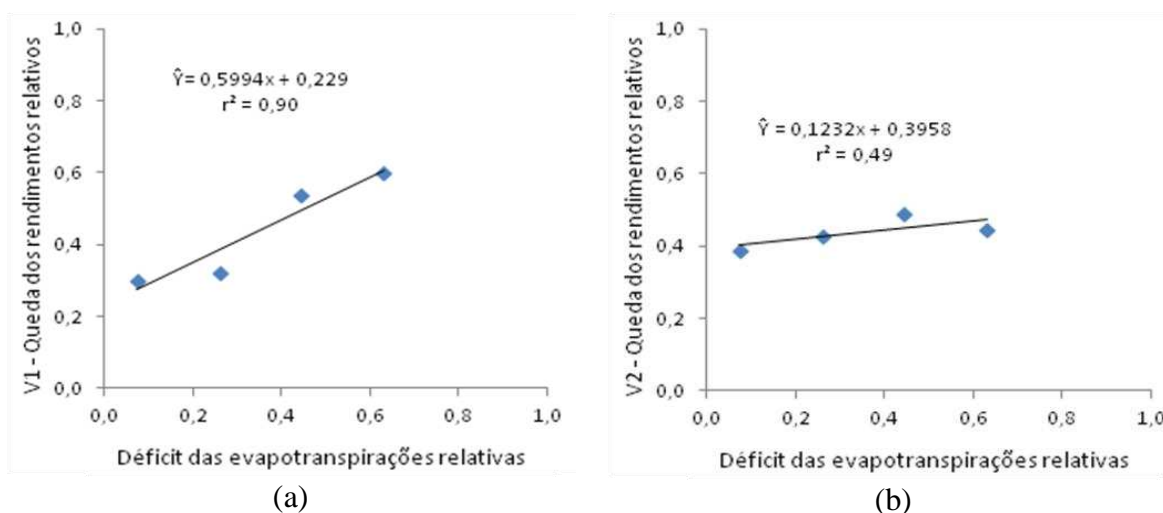
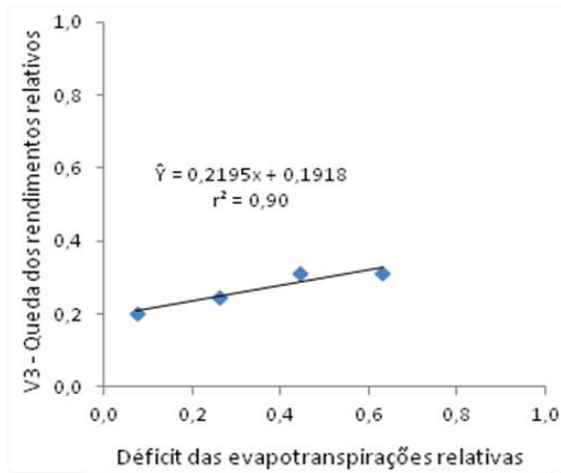
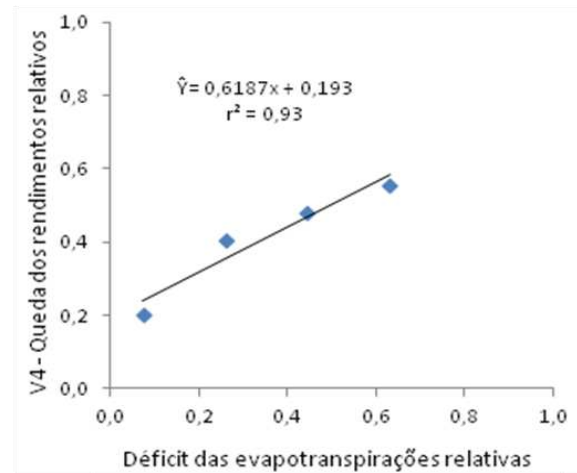


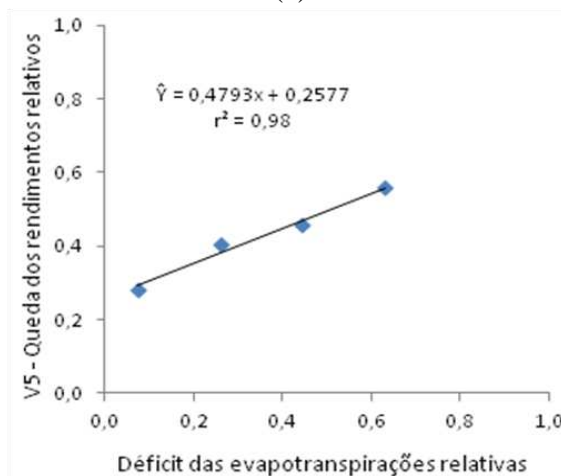
Figura 23 - Relação entre a queda dos rendimentos relativos ($1-Y_r/Y_m$) e o déficit das evapotranspirações relativas ($1-E_{Tr}/E_{Tm}$), para os 13 clones do conilon Vitória para a safra 2012/2013.



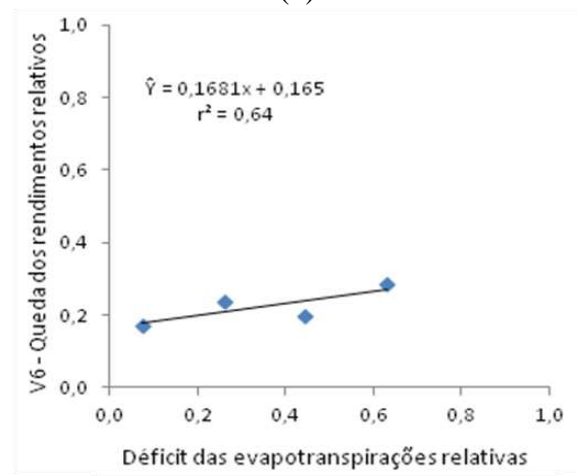
(c)



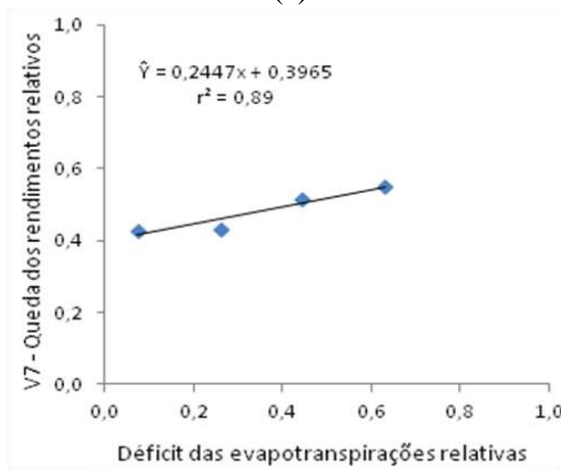
(d)



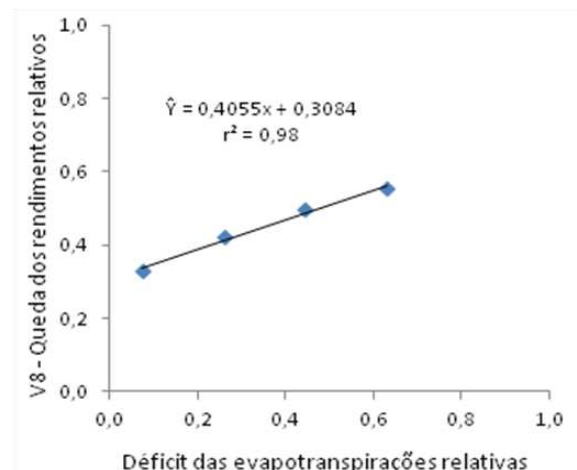
(e)



(f)



(g)



(h)

Figura 23 – Continuação.

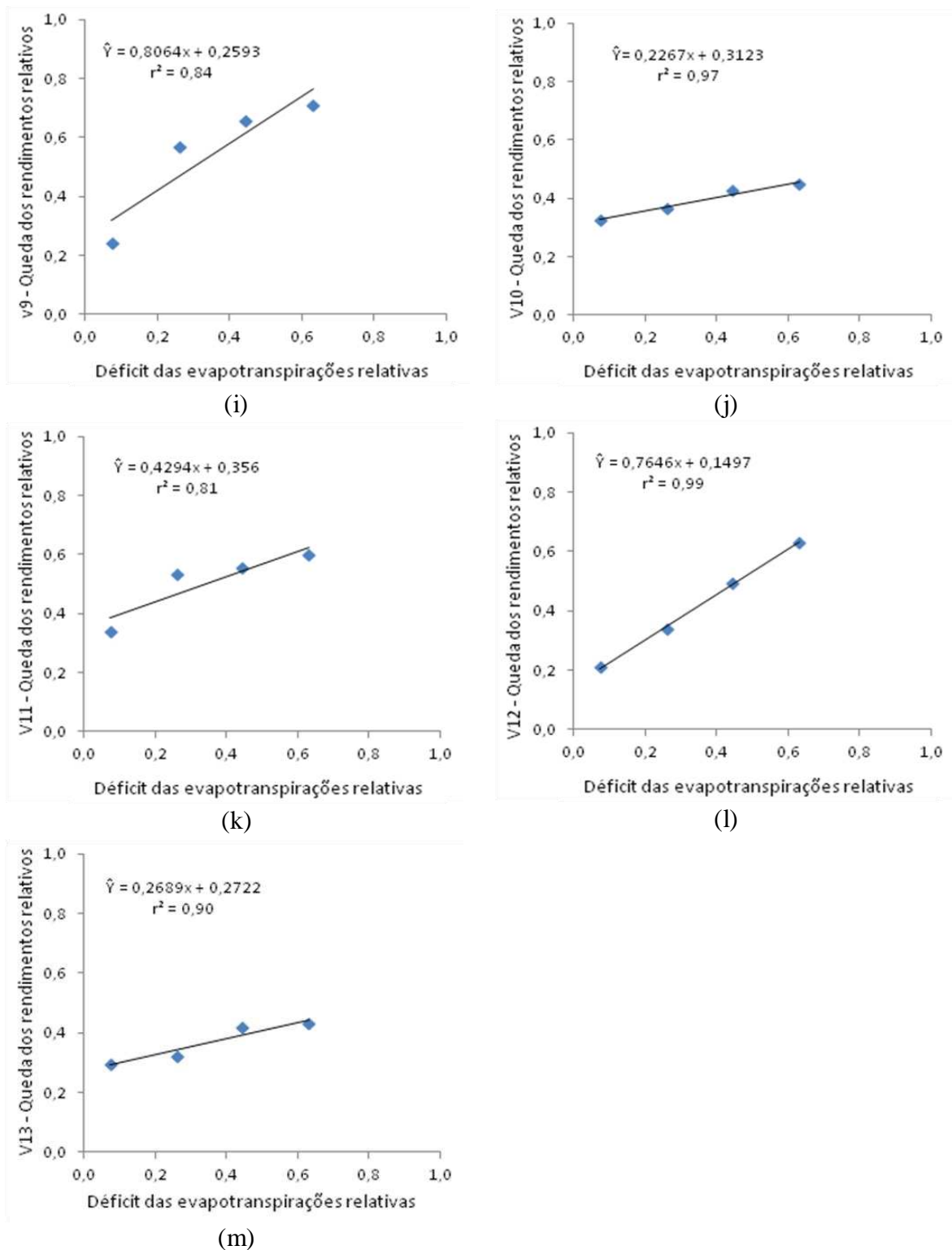


Figura 23 – Continuação.

Na Tabela 19 estão apresentados, para cada clone e lâmina de água aplicada, a máxima produtividade da cultura, a produtividade real, obtida em campo, a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração máxima para a safra média. Novamente, os clones V2 e V7 apresentaram as menores variações na queda de

rendimento relativo, com valores iguais a 11 e 18%, respectivamente, enquanto os clones V4 e V13 apresentaram as maiores variações na queda de rendimento, com valores 75 e 67%, respectivamente. A maior variação desses valores indica a resposta positiva na redução da queda de produtividade com o aumento da aplicação de água, ou seja, os clones V4 e V13 do conilon Vitória foram os que mais aumentaram a produtividade com o aumento da lâmina de água aplicada, na safra 2012/2013.

Tabela 19. Valores totais da lâmina aplicada (ETr), da evapotranspiração máxima da cultura (ETm), do déficit de evapotranspiração relativa ($1 - ETr/ETm$), da produção real (Yr), da produção máxima (Ym) e da queda de rendimento relativo ($1 - Yr/Ym$) nos diversos tratamentos realizados na cultura do café conilon Vitória para a safra média

Níveis de Tratamento	ETr	ETm	(1-Etr/ETm)	Yr	Ym	(1-Yr/Ym)	
V1	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	37,1	88,1	0,58
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	43,3	88,1	0,51
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	52,9	88,1	0,40
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	56,7	88,1	0,36
V2	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	49,4	105,8	0,53
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	48,6	105,8	0,54
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	54,5	105,8	0,49
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	55,8	105,8	0,47
V3	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	36,8	63,6	0,42
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	38,3	63,6	0,40
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	41,2	63,6	0,35
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	44,8	63,6	0,30
V4	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	52,9	110,0	0,52
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	60,7	110,0	0,45
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	63,4	110,0	0,42
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	96,0	110,0	0,13
V5	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	53,7	115,1	0,53
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	64,7	115,1	0,44
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	69,7	115,1	0,39
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	75,1	115,1	0,35
V6	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	43,1	79,8	0,46
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	51,2	79,8	0,36
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	50,2	79,8	0,37
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	56,5	79,8	0,29
V7	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	37,6	111,9	0,66
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	44,1	111,9	0,61
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	50,9	111,9	0,55
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	51,7	111,9	0,54
V8	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	29,0	79,1	0,63
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	34,3	79,1	0,57
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	42,6	79,1	0,46
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	48,3	79,1	0,39

Tabela 19. Continuação

V9	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	33,7	133,4	0,75
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	38,9	133,4	0,71
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	52,3	133,4	0,61
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	74,7	133,4	0,44
V10	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	44,7	95,5	0,53
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	46,7	95,5	0,51
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	53,8	95,5	0,44
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	57,9	95,5	0,39
V11	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	41,8	105,2	0,60
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	50,7	105,2	0,52
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	63,7	105,2	0,39
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	76,2	105,2	0,28
V12	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	36,4	105,4	0,66
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	52,8	105,4	0,50
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	62,8	105,4	0,40
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	71,3	105,4	0,32
V13	T1 (40% ETo)	406,1	1108,5	0,63	33,4	79,7	0,58
	T2 (60% ETo)	608,9	1108,5	0,45	53,5	79,7	0,33
	T3 (80% ETo)	811,9	1108,5	0,27	58,0	79,7	0,27
	T4 (100% ETo)	1014,8	1108,5	0,08	64,5	79,7	0,19

Na Figura 24 estão apresentadas as relações entre a queda dos rendimentos relativos ($1-Y_r/Y_m$) e o déficit das evapotranspirações relativas ($1-E_{Tr}/E_{Tm}$) para os clones V1 (a) a V13 (m), para a safra média.

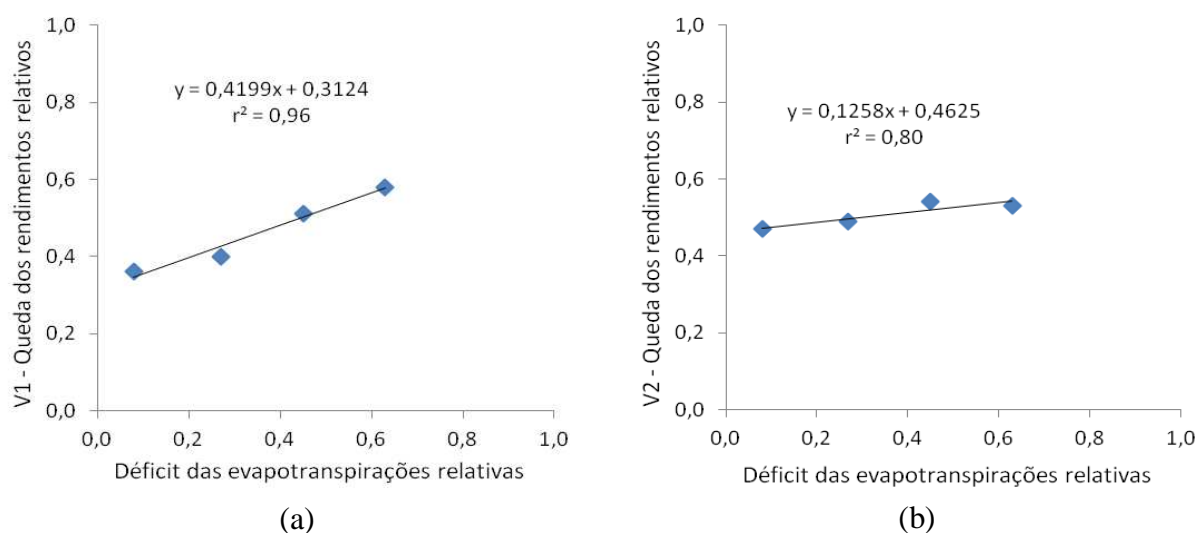
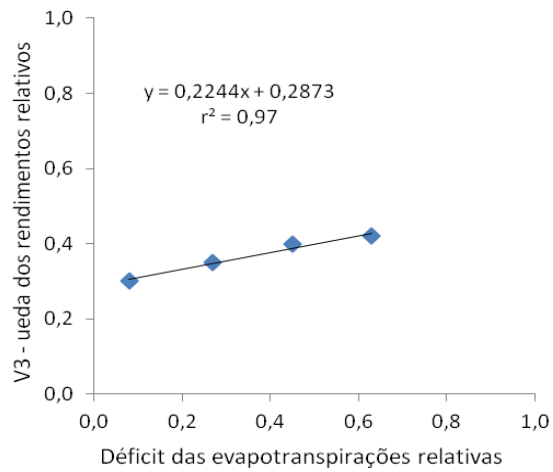
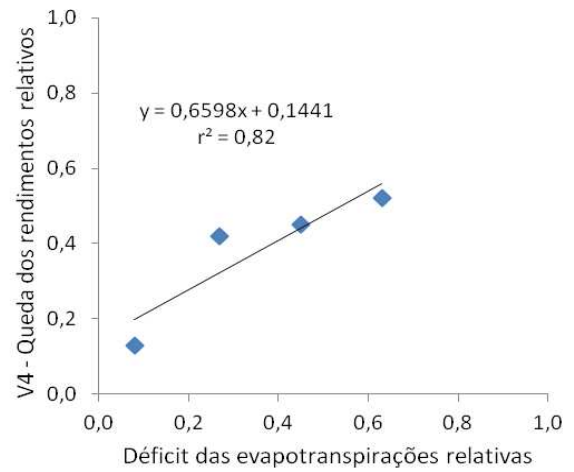


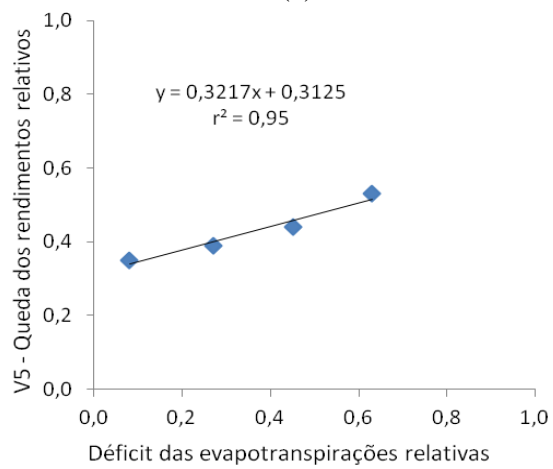
Figura 24 - Relação entre a queda dos rendimentos relativos ($1-Y_r/Y_m$) e o déficit das evapotranspirações relativas ($1-E_{Tr}/E_{Tm}$), para os 13 clones do conilon Vitória para a safra média.



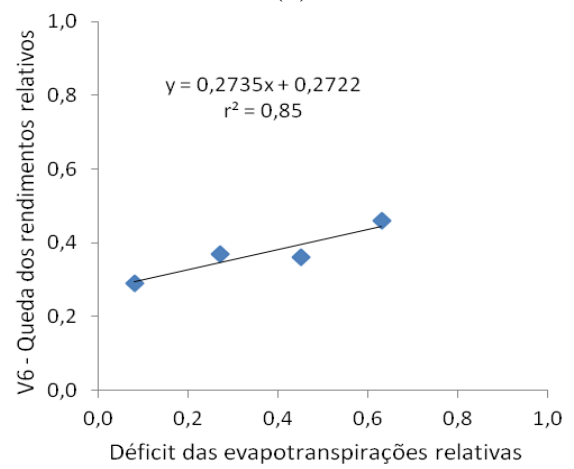
(c)



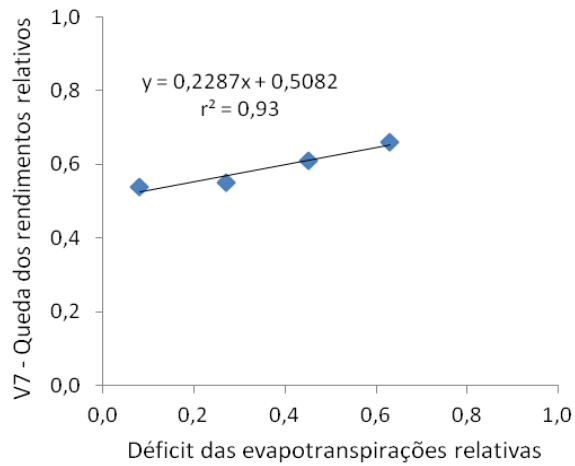
(d)



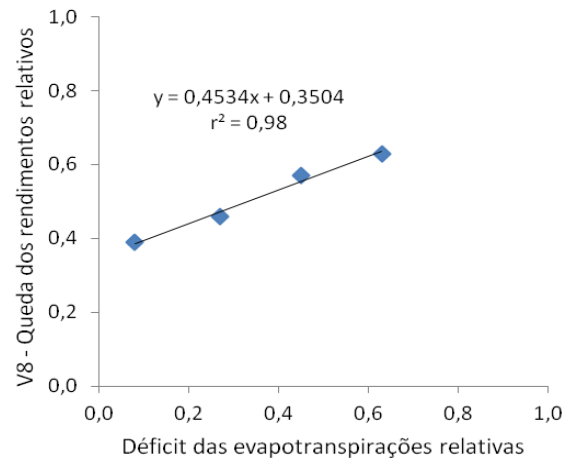
(e)



(f)

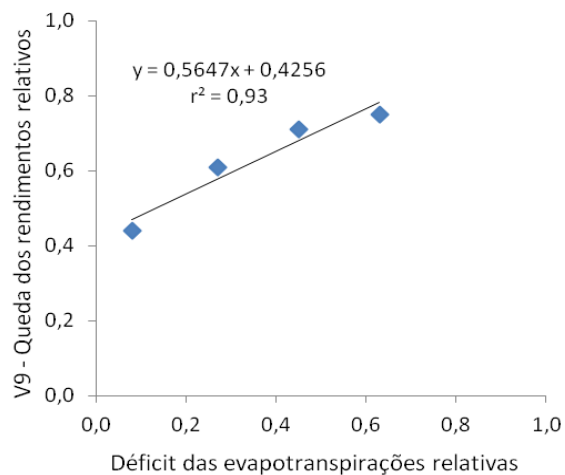


(g)

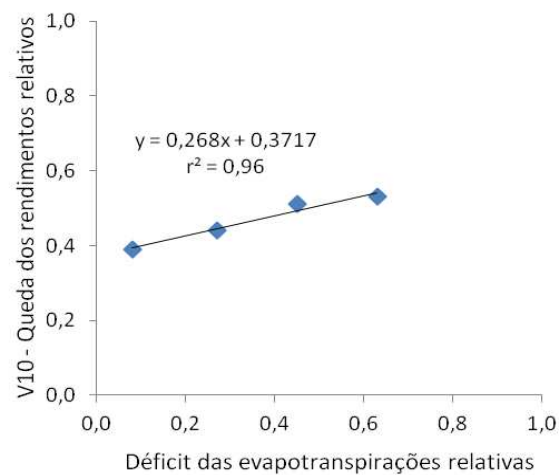


(h)

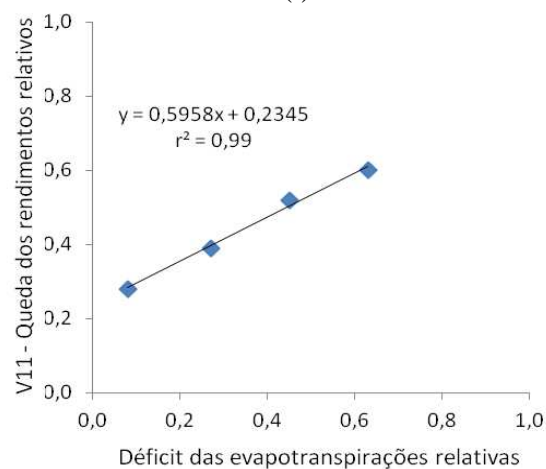
Figura 24 – Continuação.



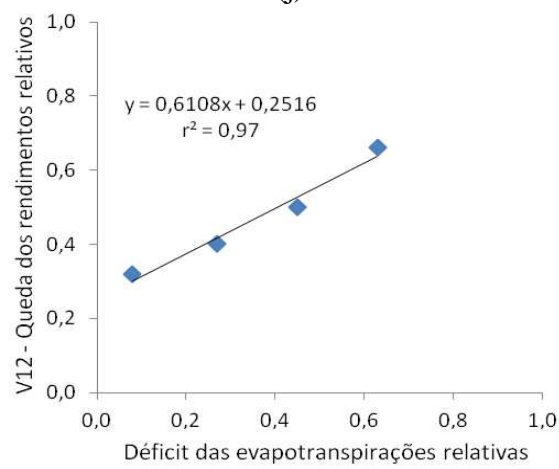
(i)



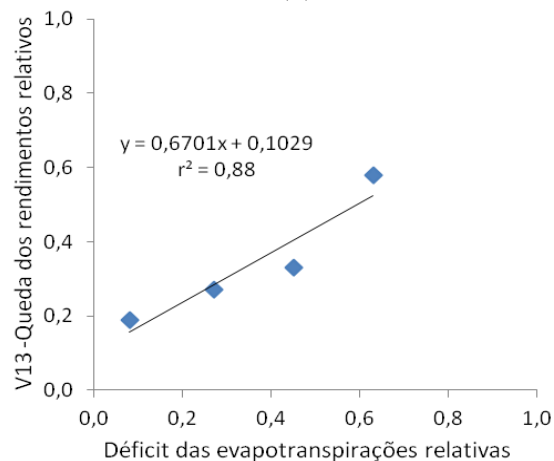
(j)



(k)



(l)



(m)

Figura 24 – Continuação.

Na Tabela 20 estão apresentados os coeficientes de sensibilidade hídrica referentes às safras 2011/2012, 2012/2013 e média, respectivamente, para os diversos clones do café conilon Vitória. Notam-se valores dos coeficientes de resposta ao déficit hídrico maiores que 1,15 apenas para os clones V7 e V9, com a lâmina de 40% da ETo,

para a safra de 2011/2012. De acordo com a classificação descrita por Doorenbos e Kassam (1979), estes clones têm alta sensibilidade ao déficit hídrico. Os Clones V8 e V12, com coeficientes de resposta ao déficit hídrico com valores iguais a 1,11 e 1,06, respectivamente, foram classificados como de média/alta sensibilidade ao déficit hídrico. Para esta lâmina, os clones V3, V4 e V5, com k_y iguais a 0,83; 0,75 e 0,79, respectivamente, ficaram classificados como de baixa sensibilidade ao déficit hídrico. Os demais clones, com k_y entre 0,85 e 1,00, foram classificados como de baixa/média sensibilidade. Ainda nesta mesma safra, para a lâmina de irrigação de 60%, os clones V1, V3, V11, V12 e V13, com coeficientes k_y entre 1,00 e 1,15, foram classificados como de média/alta sensibilidade ao déficit hídrico; os clones V4 e V5, com coeficientes iguais e de valor 0,91, foram classificados como de baixa/média sensibilidade e os demais clones tiveram alta sensibilidade ao déficit hídrico ($k_y > 1,15$). Para as lâminas de irrigação iguais a 80 e 100% da E_{To} , todos os clones foram classificados com de alta sensibilidade ao déficit hídrico.

Na safra 2012/2013, observa-se que, para as lâminas de 40% da evapotranspiração, os clones V2, V3, V6, V10 e V13 apresentaram valores de k_y menores que 0,85, sendo classificados como de baixa sensibilidade ao déficit hídrico. Para a lâmina de irrigação igual a 60% da E_{To} , os clones V3 e V6 foram classificados como de baixa sensibilidade ao déficit hídrico, enquanto o clone V10 foi classificado como de baixa/média sensibilidade. Já os clones V2, V4, V5, V8, V12 e V13 foram classificados como de média/alta sensibilidade e os demais como de alta sensibilidade ao déficit hídrico. Considerando a lâmina de irrigação igual a 80% da E_{To} , exceto os clones V3 e V6, que foram classificados como de baixa/média sensibilidade, os clones foram classificados como de alta sensibilidade.

Para as lâminas de irrigação equivalente a 100% da E_{To} , os valores de k_y foram, em geral, maiores que 1,15, cujos tratamentos perderam importância relativa por proporcionarem déficit hídrico pequeno ou nulo.

Considerando as médias das safras anteriores, o comportamento foi semelhante, sendo os clones mais sensíveis ao déficit hídrico para as menores lâminas de irrigação.

Tabela 20 - Coeficientes de resposta da cultura do café conilon Vitória ao déficit hídrico (ky) para os diversos clones estudados, para a safra 2011/2012 e 2012/2013

Lâminas (%ET ₀)	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Safra 2011/2012													
40	0,88	0,97	0,83	0,75	0,80	0,98	1,22	1,11	1,23	0,97	0,95	1,06	0,86
60	1,04	1,28	1,07	0,91	0,91	1,13	1,50	1,39	1,65	1,30	1,04	1,09	1,07
80	1,71	1,93	1,64	1,61	1,39	1,82	2,36	1,79	2,32	1,82	1,50	1,68	1,67
100	4,56	6,22	4,33	2,14	4,56	4,56	7,22	5,00	7,11	5,11	2,33	4,78	4,18
Safra 2012/2013													
40	0,95	0,71	0,49	0,89	0,89	0,46	0,87	0,87	1,13	0,71	0,95	1,01	0,78
60	1,20	1,09	0,69	1,07	1,02	0,44	1,16	1,11	1,47	0,96	1,24	1,09	1,07
80	1,23	1,65	0,96	1,54	1,54	0,92	1,65	1,64	2,19	1,42	2,04	1,31	1,50
100	3,75	4,88	2,50	2,50	3,50	2,13	5,38	4,13	3,00	4,13	4,25	2,63	4,63
Safra Média													
40	0,91	0,84	0,67	0,82	0,84	0,73	1,05	1,01	1,18	0,84	0,95	1,03	0,82
60	1,13	1,20	0,88	0,99	0,97	0,80	1,35	1,26	1,57	1,13	1,15	1,11	1,07
80	1,49	1,81	1,32	1,58	1,47	1,39	2,04	1,76	2,27	1,63	1,77	1,51	1,59
100	4,21	5,59	3,42	2,32	4,03	3,35	6,36	4,61	5,06	4,66	3,26	3,71	4,41

Na Tabela 21 encontra-se o resumo da análise de variância dos coeficientes de sensibilidade ao déficit hídrico das respectivas safras. Verifica-se que houve efeito significativo para todas as fontes ao nível de 1% de probabilidade para as safras 2011/2012, 2012/2013 e safra média.

Tabela 21. Resumo da análise de variância do coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico para as safras 2011/2012, 2012/2013 e safra média para os clones (C) e lâminas de água (L).

FV	GL	Quadrado Médio		
		Safra 2011/2012	Safra 2012/2013	Médias das safras
C	12	36,38**	8,88**	15,52**
Resíduo (a)	39	7,94	0,034	1,99
L	3	424,74**	80,10**	218,41**
C x L	36	37,78**	12,28**	16,79**
Resíduo (b)	117	17,04	0,12	4,21
CV (%) Parcela		130,17	16,56	86,12
CV (%) Subparcela		17,63	2,93	11,56

** F significativo ao nível de 1% de probabilidade

As equações de regressão ajustadas para os coeficientes de sensibilidade ao déficit hídrico em função da lâmina de irrigação para os treze clones, considerando as três safras analisadas, são apresentadas na Tabela 22. Observa-se que para todos os clones, considerando as três safras, as equações ajustadas foram de segundo grau, com exceção do clone V4 na safra 2011/2012 e do clone V9 na safra 2012/2013 que foram lineares. Todas as equações ajustadas apresentaram coeficientes de determinação acima de 0,91, mostrando bons ajustes das mesmas.

A análise do coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico do clone V4, para a safra 2011/2012, resultou na equação $\hat{Y} = -0,37 + 0,0264**L$, na qual observa-se que para um incremento de 1% na lâmina de irrigação resultou no aumento médio no coeficiente de 0,0264. Já para o clone V9, para a safra 2012/2013, resultou na equação $\hat{Y} = 0,11 + 0,0164*L$, na qual observa-se que para um incremento de 1% na lâmina de irrigação resultou no aumento médio no coeficiente de 0,0164.

Para a safra 2011/2012, na média, os clones V1, V2, V3, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12 e V13 tiveram incremento no coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico de 545,2; 903,7; 711,2; 767,0; 524,9; 800,0; 600,7; 732,7; 659,6; 477,4; 827,9 e 702,1%, respectivamente, quando se aumentou a lâmina de irrigação de 40 para 120% da ETo. Para a safra 2012/2013, na média, os clones V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8,

V10, V11, V12 e V13 tiveram incremento no coeficiente de 369,1; 780,2; 543,0; 262,3; 453,5; 613,5; 719,8; 493,4; 654,5; 464,4; 254,7 e 591,9%, respectivamente, com a mesma variação da lâmina de irrigação. Já para a média entre as duas safras, na média, os clones V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12 e V13 tiveram incremento no coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico de 468,2; 867,5; 40,3; 186,7; 613,3; 544,3; 756,1; 533,3; 504,3; 641,6; 439,7; 514,6; 650,7%, respectivamente, quando se aumentou a lâmina de irrigação de 40 para 120% da ETo.

Tabela 22. Equações de regressão ajustadas para coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico em função da lâmina de irrigação para os respectivos clones e coeficiente de determinação para as safras 2011/2012, 2012/2013 e média

Clone	Equações Ajustadas	R ² /r ²
Safrá 2011/2012		
V1	$\hat{Y} = 4,21 - 0,1308 * L + 0,0012 * L^2$	0,97
V2	$\hat{Y} = 6,95 - 0,2361 * L + 0,0022 * L^2$	0,97
V3	$\hat{Y} = 3,96 - 0,1287 * L + 0,0013 * L^2$	0,99
V4	$\hat{Y} = - 0,37 + 0,0264 ** L$	0,96
V5	$\hat{Y} = 5,00 - 0,1656 * L + 0,0015 * L^2$	0,96
V6	$\hat{Y} = 4,21 - 0,1294 * L + 0,0012 * L^2$	0,99
V7	$\hat{Y} = 7,19 - 0,2390 * L + 0,2304 * L^2$	0,98
V8	$\hat{Y} = 4,10 - 0,1278 * L + 0,0013 * L^2$	0,98
V9	$\hat{Y} = 6,66 - 0,2184 * L + 0,0021 * L^2$	0,97
V10	$\hat{Y} = 4,39 - 0,1404 * L + 0,0014 * L^2$	0,97
V11	$\hat{Y} = 3,51 - 0,1045 * L + 0,0010 * L^2$	0,97
V12	$\hat{Y} = 5,19 - 0,1741 * L + 0,0017 * L^2$	0,98
V13	$\hat{Y} = 4,78 - 0,1554 * L + 0,0015 * L^2$	0,98
Safrá 2012/2013		
V1	$\hat{Y} = 3,25 - 0,0958 * L + 0,0008 * L^2$	0,92
V2	$\hat{Y} = 3,28 - 0,1089 * L + 0,0010 * L^2$	0,96
V3	$\hat{Y} = 1,69 - 0,0519 * L + 0,0005 * L^2$	0,96
V4	$\hat{Y} = 1,23 - 0,0259 * L + 0,0003 * L^2$	0,99
V5	$\hat{Y} = 2,45 - 0,0713 * L + 0,0007 * L^2$	0,98
V6	$\hat{Y} = 0,41 - 0,0116 * L + 0,0002 * L^2$	0,91
V7	$\hat{Y} = 4,27 - 0,1398 * L + 0,0013 * L^2$	0,96
V8	$\hat{Y} = 2,91 - 0,0889 * L + 0,0008 * L^2$	0,97
V9	$\hat{Y} = 0,11 + 0,0164 * L$	0,96
V10	$\hat{Y} = 3,07 - 0,0990 * L + 0,0009 * L^2$	0,97
V11	$\hat{Y} = 2,44 - 0,0716 * L + 0,0007 * L^2$	0,99
V12	$\hat{Y} = 2,18 - 0,0544 * L + 0,0005 * L^2$	0,96
V13	$\hat{Y} = 2,77 - 0,0876 * L + 0,0008 * L^2$	0,95

Tabela 22. Continuação

Safrá média		
V1	$\hat{Y} = 3,73 - 0,1133* L + 0,0010* L^2$	0,96
V2	$\hat{Y} = 5,11 - 0,1725* L + 0,0016* L^2$	0,97
V3	$\hat{Y} = 12,82 - 0,0903* L + 0,0009* L^2$	0,98
V4	$\hat{Y} = 1,00 - 0,0180* L + 0,0002* L^2$	0,99
V5	$\hat{Y} = 3,73 - 0,1185* L + 0,0011* L^2$	0,97
V6	$\hat{Y} = 2,31 - 0,0705* L + 0,0007* L^2$	0,99
V7	$\hat{Y} = 5,73 - 0,1894* L + 0,0017* L^2$	0,97
V8	$\hat{Y} = 3,51 - 0,1084* L + 0,0010* L^2$	0,98
V9	$\hat{Y} = 3,74 - 0,1122* L + 0,0011* L^2$	0,98
V10	$\hat{Y} = 3,73 - 0,1197* L + 0,0011* L^2$	0,97
V11	$\hat{Y} = 2,97 - 0,0881* L + 0,0008* L^2$	0,98
V12	$\hat{Y} = 3,68 - 0,1142* L + 0,0010* L^2$	0,98
V13	$\hat{Y} = 3,77 - 0,1215* L + 0,0011* L^2$	0,97

4.5. Variação Sazonal do Potencial de Água na Planta na Antemanhã

Nas figuras 25 a 37 estão apresentados os valores do potencial de água na planta, medidos antes do nascer do sol, ou seja, na antemanhã (Ψ_{am}), ao longo do período experimental (junho de 2011 a abril de 2013) para cada lâmina de irrigação e para cada clone do café conilon Vitória.

Os menores valores observados foram nos meses de julho a outubro, para a lâmina de 40% da evapotranspiração de referência. Tal fato pode ser atribuído à resposta da planta à deficiência hídrica no solo, devido às baixas precipitações nesse período e à pequena lâmina de irrigação aplicada. Estes baixos valores de Ψ_{am} , entretanto, foram favoráveis ao cultivo do cafeeiro conilon, uma vez que contribuíram para a indução floral e a maturação das gemas, importante na uniformidade da maturação dos frutos (CAMARGO & CAMARGO, 2001). Outras pesquisas encontradas na literatura sobre o potencial de água na folha da planta, indicam valores de Ψ_{am} desde -0,8 (CRISOSTO et al., 1992) até -2,56 MPa (SCHUCH et al., 1992), os quais estimulariam o florescimento do cafeeiro após irrigação. Silva et al. (2008), em Lavras, MG, concluíram que o potencial hídrico foliar mostrou-se um indicador fisiológico que guarda relação direta com a sua produtividade, recomendando-se o seu emprego no manejo da irrigação.

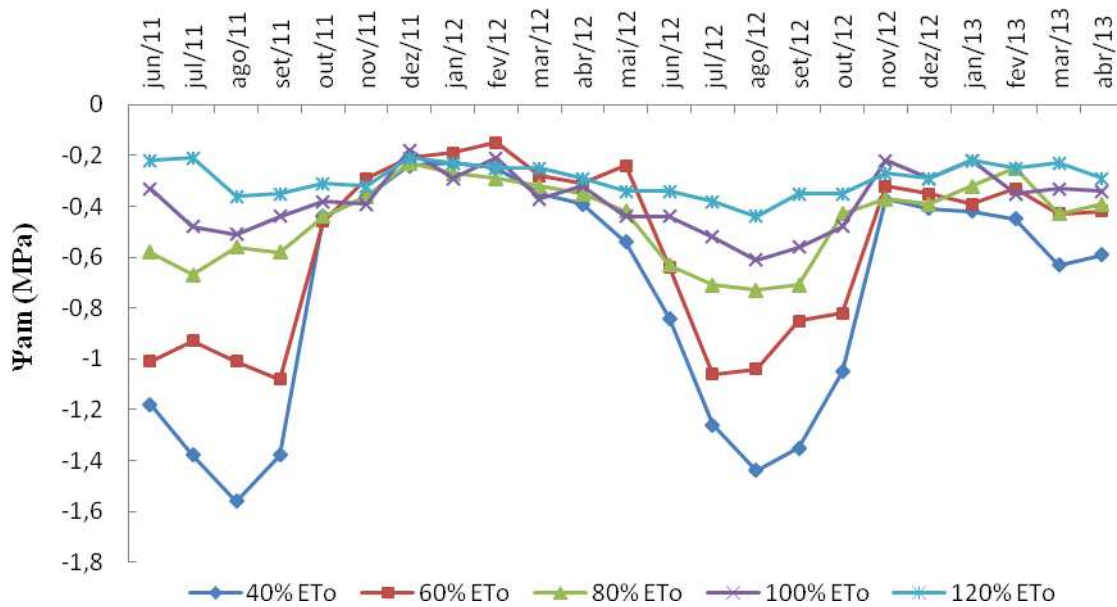


Figura 25 - Variação do potencial de água em plantas do clone V1, medido na antemã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

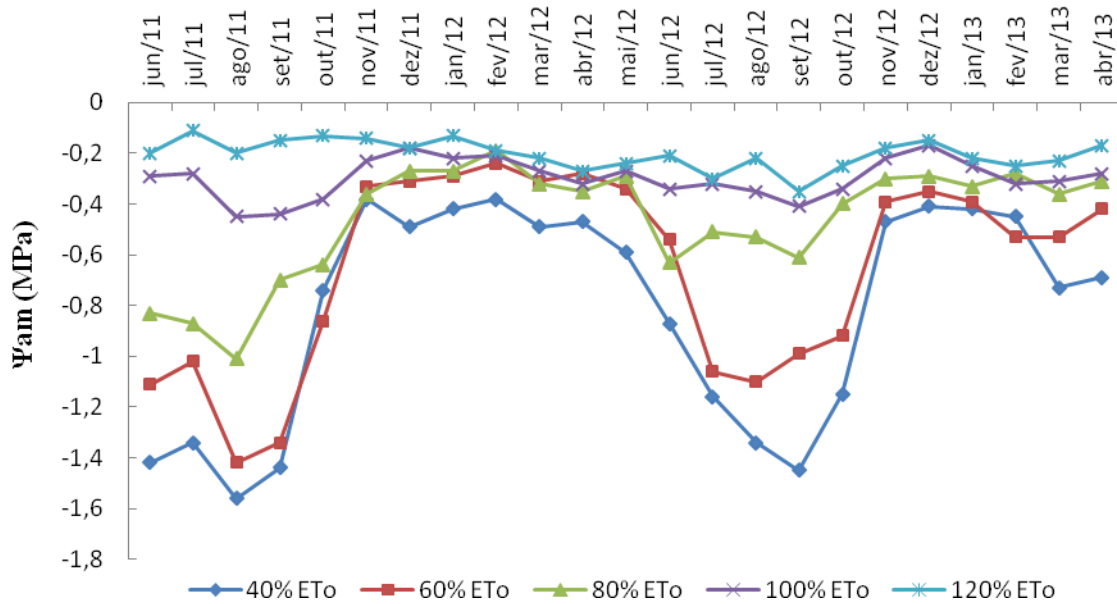


Figura 26 - Variação do potencial de água em plantas do clone V2, medido na antemã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

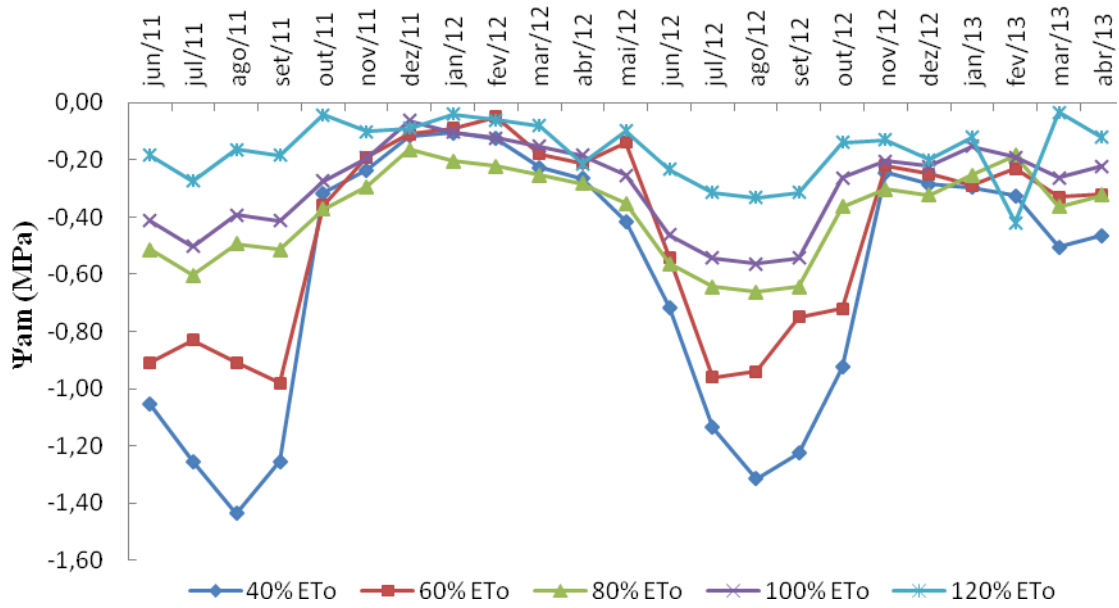


Figura 27 – Variação do potencial de água em plantas do clone V3, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

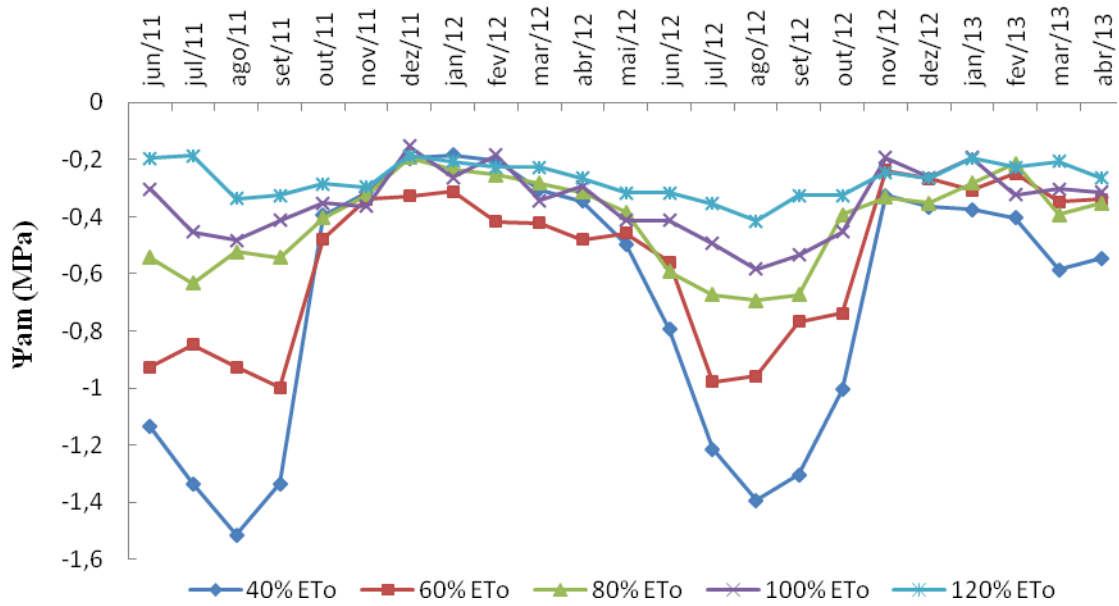


Figura 28 – Variação do potencial de água em plantas do clone V4, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

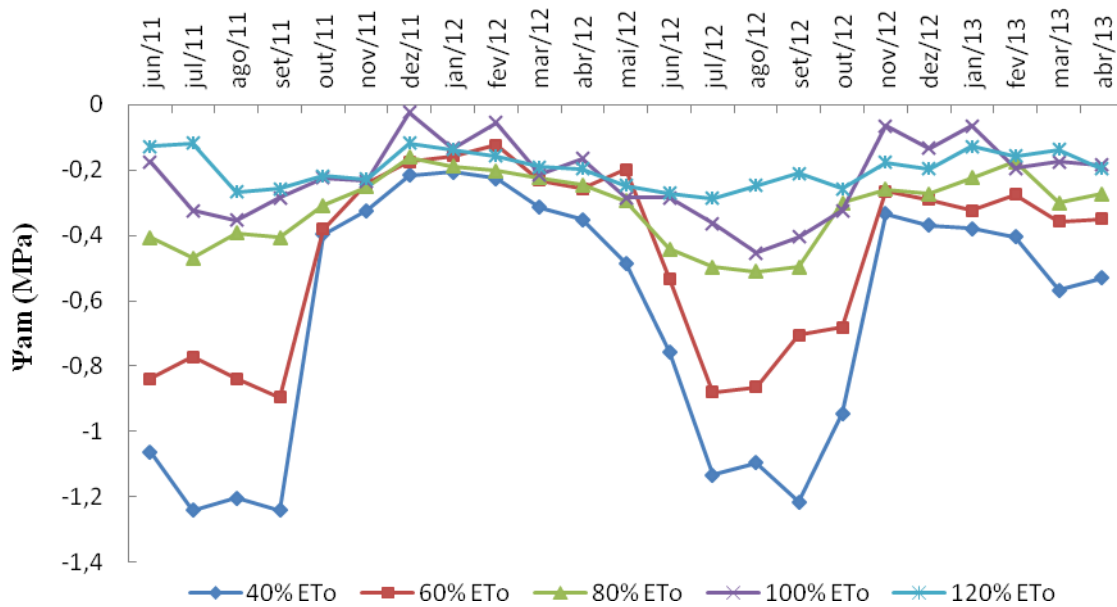


Figura 29 – Variação do potencial de água em plantas do clone V5, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

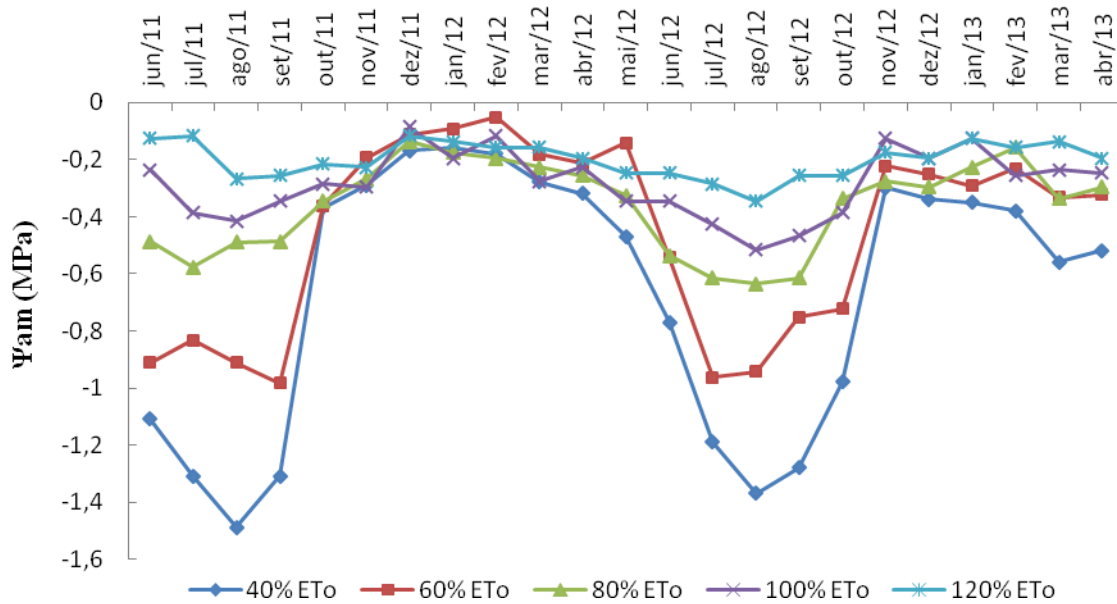


Figura 30 – Variação do potencial de água em plantas do clone V6, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

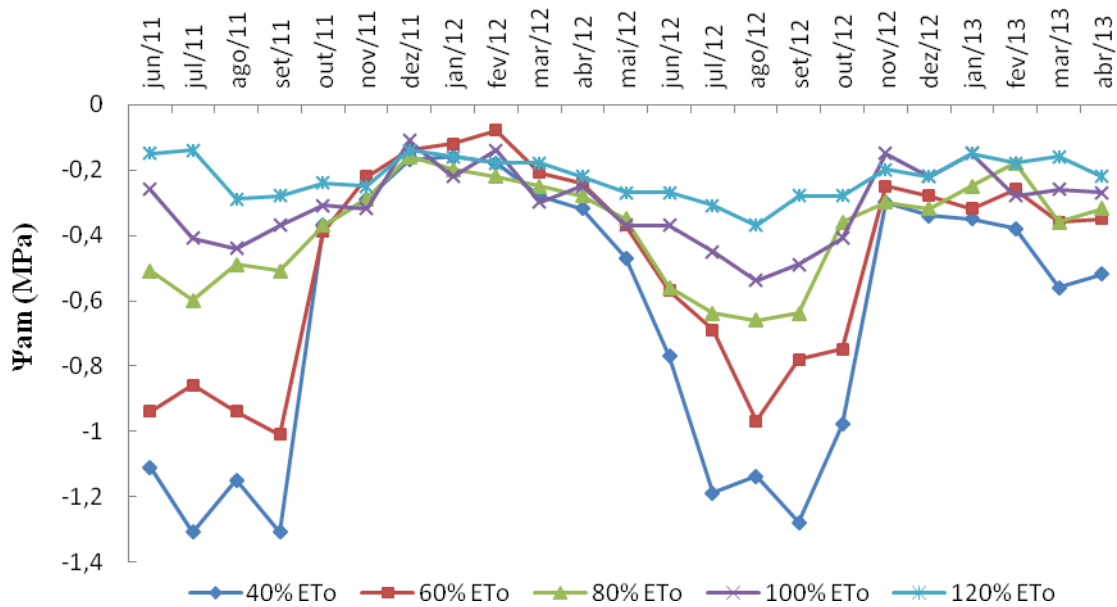


Figura 31 – Variação do potencial de água em plantas do clone V7, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

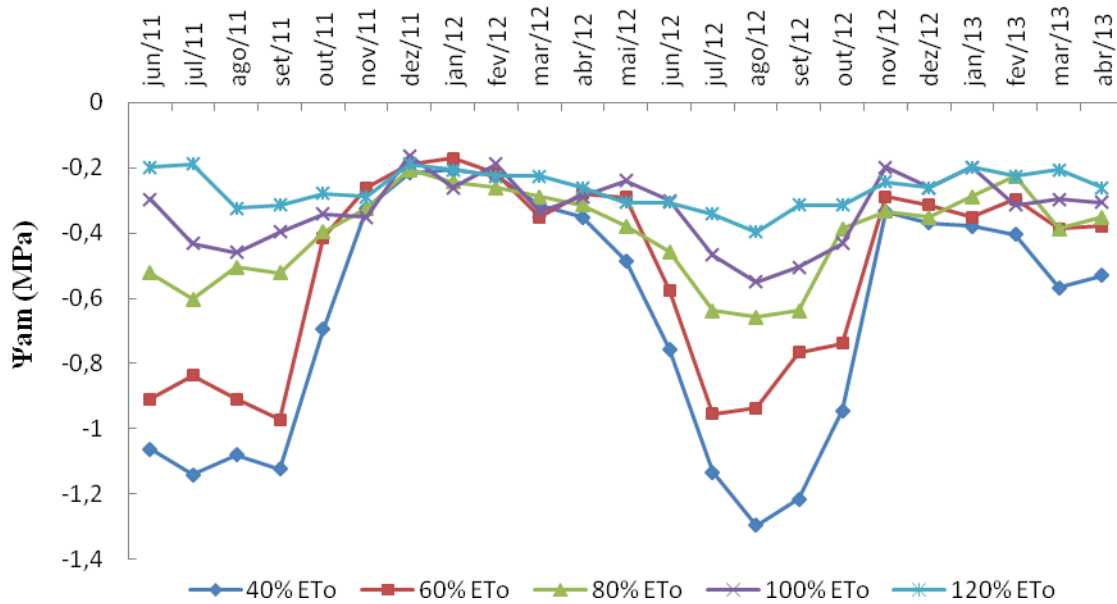


Figura 32 – Variação do potencial de água em plantas do clone V8, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

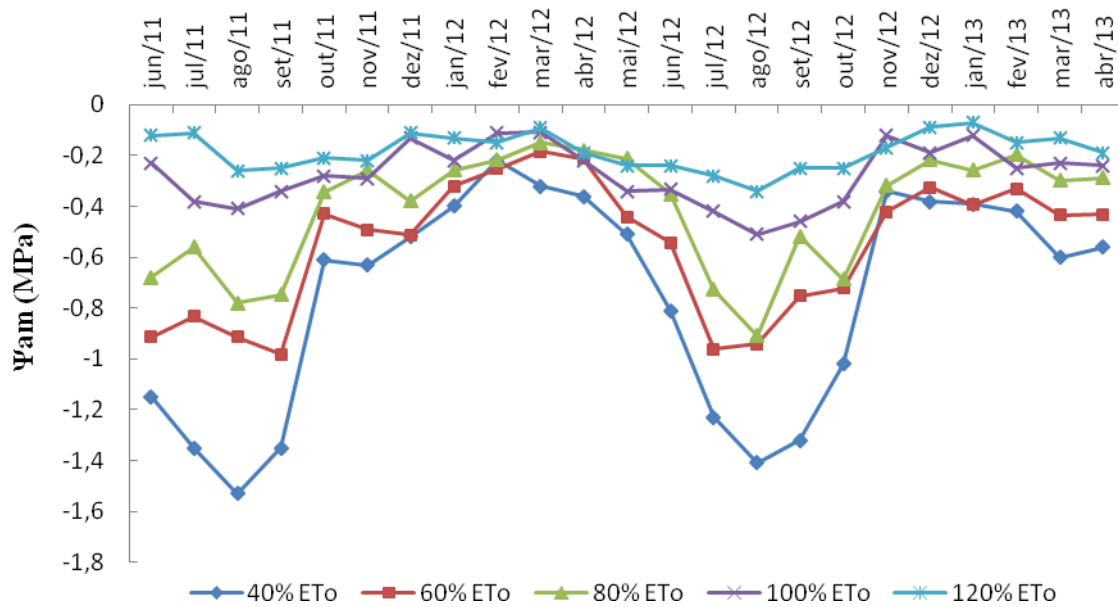


Figura 33 – Variação do potencial de água em plantas do clone V9, medido na antemã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

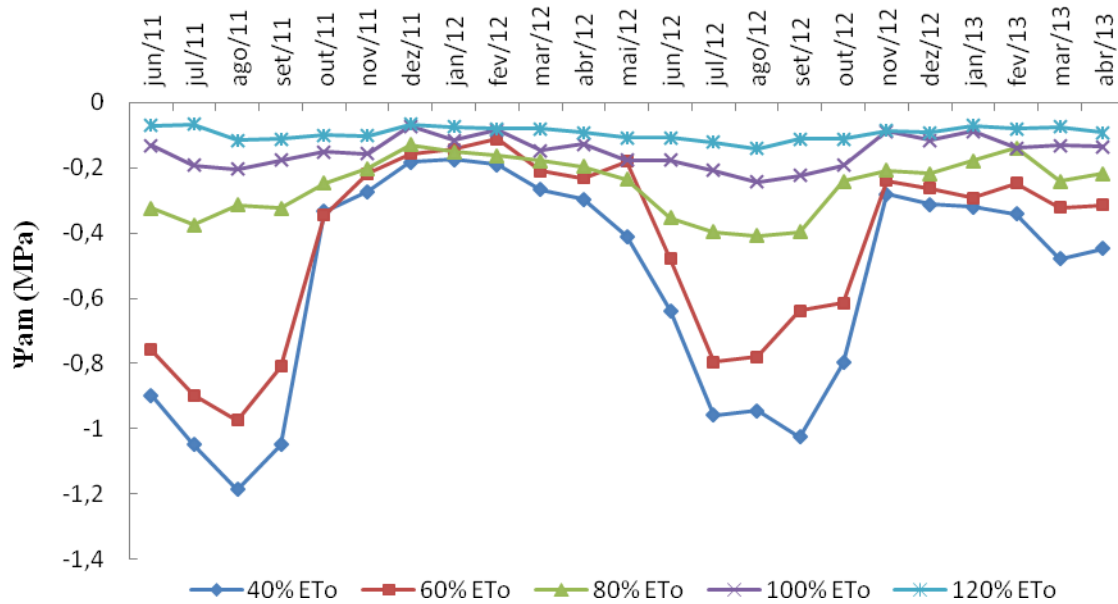


Figura 34 – Variação do potencial de água em plantas do clone V10, medido na antemã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

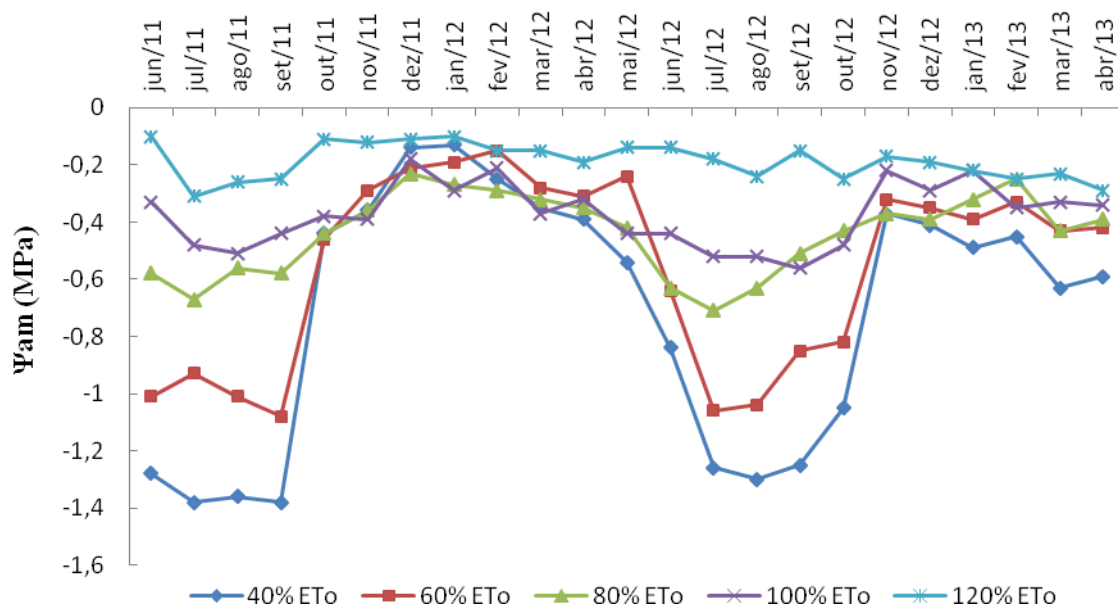


Figura 35 – Variação do potencial de água em plantas do clone V11, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

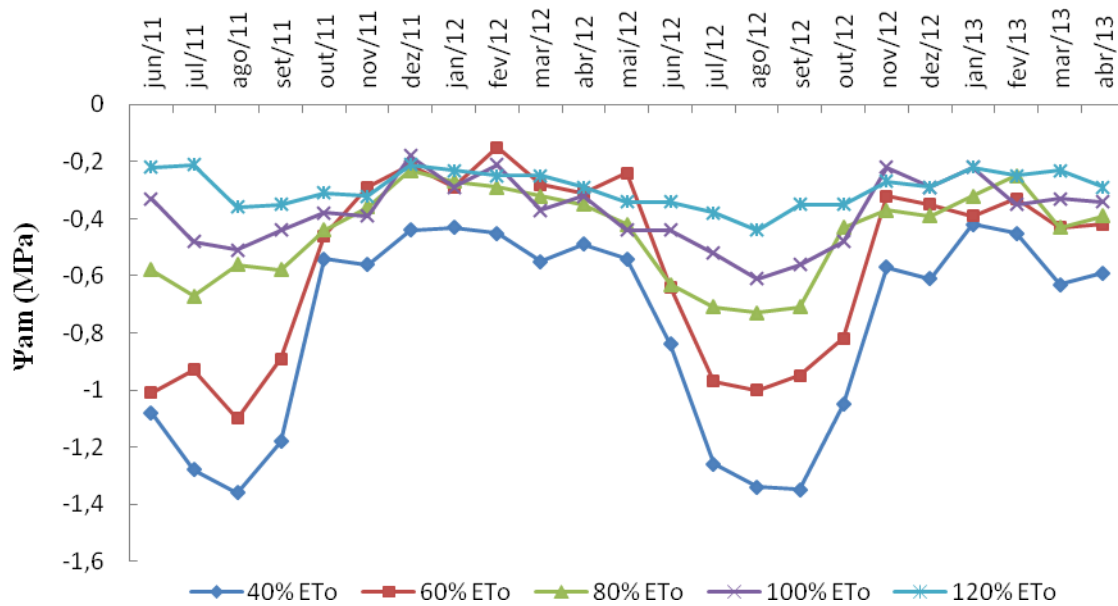


Figura 36 – Variação do potencial de água em plantas do clone V12, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

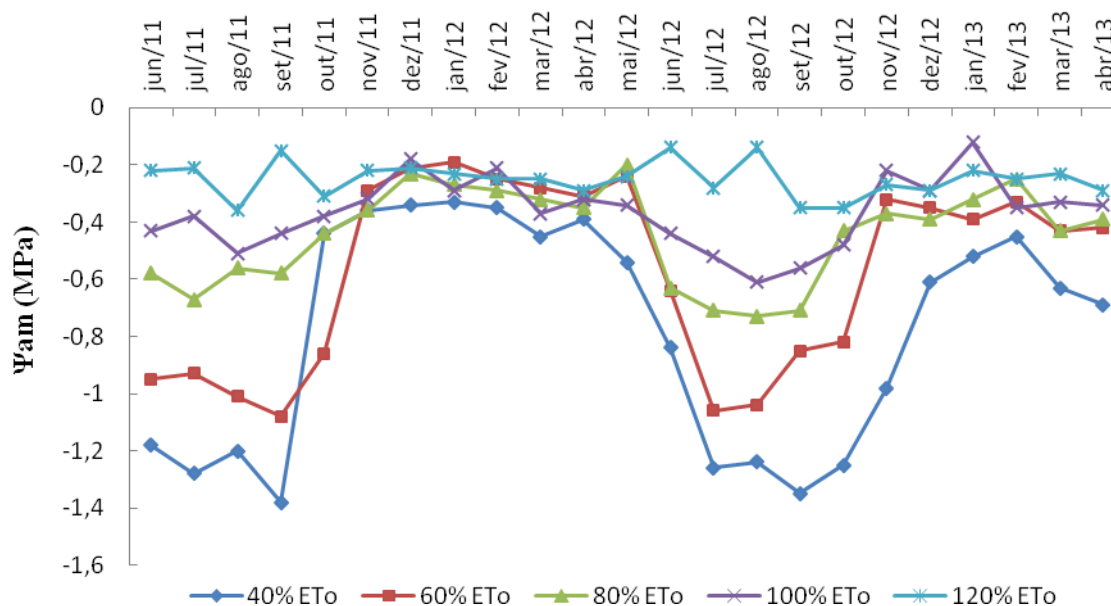


Figura 37 – Variação do potencial de água em plantas do clone V13, medido na antemanhã durante o período experimental, para os cinco níveis de irrigação.

A partir do mês de novembro de cada ano houve gradativo aumento nas precipitações pluviais e, conseqüentemente, maior disponibilidade de água no sistema solo-planta-atmosfera, o que possibilitou o aumento gradativo do potencial da água na planta, oscilando em função das variações de umidade do solo. Os valores de potencial da água na folha foram também influenciados pelas variações de umidade relativa do ar, que possuem forte correlação com as variações das precipitações pluviais ocorridas no período.

De modo geral, o comportamento dos clones foi bastante semelhante, com a ocorrência de maiores potenciais de água nas folhas das plantas entre os meses de novembro e março, cujos valores variaram entre -0,4 e -0,2 MPa e coincidentes com os meses de maiores precipitações. Por outro lado, considerando os meses de agosto e setembro, observou-se os menores valores de potenciais de água na planta, da ordem de -1,44, -1,45 e -1,41 MPa para V1, V2 e V9, respectivamente. Em estudo realizado com a cultura de café arábica em Mococa, Estado de São Paulo, Silva (2004), concluiu que os menores potenciais da água na folha na antemanhã, nessa mesma época do ano, foram para cafeeiros não irrigados (-2,82 MPa), e os maiores para os irrigados (-0,5 MPa). De acordo com Rena & Maestri (1986), em trabalhos de campo com cafeeiro arábica, o potencial hídrico foliar na antemanhã sob forte déficit hídrico no solo pode

chegar a valores de -2,7 MPa. Entretanto, Rodrigues et al. (2003), em pesquisa realizada com cafeeiros no Distrito Federal, encontraram valores de potencial hídrico foliar, na antemanhã, próximos a -4,0 MPa. Silva (2004) relata que valores baixos de Ψ_{am} (-2,5 a -2,8 MPa) sem irrigação, reduzem significativamente o número de flores quando comparadas às plantas irrigadas, com reflexo na produção final. O mesmo autor obteve valores de Ψ_{am} de -1,1 a -1,6 MPa, com suspensão da irrigação por 60 dias, os quais foram mais efetivos na sincronização das floradas do cafeeiro, aliando uniformidade com boa produção. No presente estudo, os valores de Ψ_{am} no final do período da indução e maturação das gemas florais e início da florada foram de, aproximadamente -0,4 MPa, portanto, acima do intervalo desejável citado por Silva (2004), porém, apresentando desuniformidade na maturação.

As diferenças de Ψ_{am} observadas entre os tratamentos, principalmente nos períodos críticos de déficit hídrico no solo, podem ser atribuídas a situações variáveis de taxa de evapotranspiração (DENMEAD & SHAW, 1962; KOBAYASHI, 2008), o que pode corresponder a variabilidade dos clones a uma adaptação aos períodos de seca (MEINSER et al., 1992).

Silva et al. (2008), pesquisando o potencial hídrico do cafeeiro em Lavras, MG, concluiu que o mesmo mostrou-se um indicador fisiológico que guarda relação direta com a sua produtividade, podendo-se recomendar o seu emprego no manejo da irrigação.

5. CONCLUSÕES

- Os maiores valores de produtividade do cafeeiro conilon Vitória, para a safra 2011/2012, foram obtidos para os clones V4, V11 e V12, sendo de 112,09; 100,24 e 96,00 sc ha⁻¹, respectivamente, para a lâmina de 120% da evapotranspiração de referência.
- Os maiores valores de produtividade do cafeeiro conilon Vitória, para a safra 2012/2013, foram obtidos para os clones V4, V9 e V12, sendo de 96,51; 113,62 e 100,71 sc ha⁻¹, respectivamente, para a lâmina de 120% da evapotranspiração de referência.
- Os maiores valores médios de produtividade do cafeeiro conilon Vitória foram obtidos para os clones V4, V11 e V12, sendo de 104,30; 92,44 e 98,36 sc ha⁻¹, respectivamente, para a lâmina de 120% da evapotranspiração de referência.
- Os menores valores de produtividade do café conilon Vitória, para a safra 2011/2012, foram obtidos para os clones V3, V6, V7, V8, V9 e V13 com 29,01; 29,30; 25,06; 22,75; 28,63 e 26,02 sc ha⁻¹, respectivamente para a lâmina de 40% da evapotranspiração de referência.
- Os menores valores de produtividade do café conilon Vitória, para a safra 2012/2013, foram obtidos para os clones V1, V8, V9 e V12 com 35,42; 35,25; 38,80

e 38,74 sc ha⁻¹, respectivamente para a lâmina de 40% da evapotranspiração de referência.

- Os menores valores médios de produtividade do cafeeiro conilon Vitória foram obtidos para os clones V8, V9 e V13 com 29,00; 33,72 e 33,35 sc ha⁻¹, respectivamente para a lâmina de 40% da evapotranspiração de referência.
- Os clones V7 e V9 foram classificados como de alta sensibilidade ao déficit hídrico, apresentando coeficientes de sensibilidade iguais a 1,22 e 1,23, respectivamente, para a safra 2011/2013.
- Para a condição de maior restrição hídrica, na safra 2012/2013, todos os clones foram classificados como de baixa sensibilidade ao déficit hídrico.
- Em condição de maior restrição hídrica, com lâmina de irrigação equivalente a 40% da ETo, os clones V3, V5 e V13 apresentaram baixa sensibilidade ao déficit hídrico, nas duas safras estudadas.
- Os potenciais hídricos nas folhas dos clones do café Vitória, medidas na antemanhã, foram semelhantes para os diferentes clones, com a ocorrência de maiores valores nos meses de maiores precipitações.
- Para a região do Município de Santa Teresa, Estado do Espírito Santo, recomenda-se os clones V4, V5, V11 e V12 em sistema de cafeicultura irrigada com manejo intensivo. Enquanto, para manejo com restrição hídrica, recomenda-se o clone V2, V4, V5, V6, V10 e V11.
- O estudo sinaliza produtividade de cafeeiro conilon Vitória beneficiado de 104 sc ha⁻¹, quatro vezes a média do Estado do Espírito Santo, com lâmina de irrigação de 763 mm ano⁻¹.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; SMITH, M.; PERRIER, A.; PEREIRA, L.S. **An update for the definition of reference evapotranspiration**. International Commission on Irrigation and Drainage, New Delhi, v.43, n.2, 93p, 1994.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 310 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALLEN, R.G. **REF-ET**: reference evapotranspiration calculator, Version 2.1. Idaho: Idaho University, 2000. 82 p.

ANGELOCCI, L.R. Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico. Piracicaba: L.R. Angelocci, p. 71-104, 2002.

ARRUDA, F.B.; IAFFE, A.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R.O. Resultados anuais do coeficiente de cultura do cafeeiro em um ensaio em Pindorama/SP. In: Anais do Simpósio de pesquisa dos Cafés do Brasil, Poços de Caldas, v.2, p.790-793, 2000.

ARRUDA, F.B.; GRANDE, M.A. Fator de resposta da produção do cafeeiro ao déficit hídrico em Campinas. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.139-145, 2003.

BENASSI, V.L.R.M. Aspectos biológicos da broca-do-café, *hypothenemus hampei* (ferrari, 1867) (coleoptera: scolytidae), em *coffea canephora*. In: Anais do Simpósio de pesquisa dos Cafés do Brasil, Poços de Caldas, v.2, p.1181-1184, 2000.

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

BEZERRA, F. M. L.; ANGELOCCI, L. R.; MINAMI, K. Coeficientes de sensibilidade ao déficit hídrico para a cultura da batata nas condições edafoclimáticas da região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.3, p.322-326, 1999.

BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 224p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 1999.

BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C.; SILVEIRA NETO, A. N.; BONOMO, P. Produtividade de cafeeiros arábica irrigados no cerrado goiano. **Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 38, n. 4, p. 233-240, out./dez. 2008.

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; SILVEIRA, J. S. M. ‘**Emcapa 8111**’, ‘**Emcapa 8121**’, ‘**Emcapa 8131**’: primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Espírito Santo. Vitória, ES: Emcapa, 1993. 2p. (Emcapa. Comunicado Técnico, 68).

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 36, n. 5, p. 765-770, maio 2001.

CAMARGO, A.P. DE & CAMARGO, M.B.P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, V.60, n.01, p.65-68, 2001.

CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. **Agrometeorology of coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization, 92p, 1994.

CARVALHO, J. A.; PEREIRA, G. M.; ANDRADE, M. J. B.; ROQUE, M. W. Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão cuapi (*Vigna inguiculata* (L) Walp). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 03, p. 710-717, 2000.

CETCAF – Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café. Caracterização do parque cafeeiro do Espírito Santo, Vitória, 2009. Disponível em: <http://www.cetcaf.com.br/links/cafeicultura%20capixaba.htm>. Acesso em: 15 jul. 2013.

CHALFOUN, S. M.; REIS, P. R. História da cafeicultura no Brasil. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da. **Café Arábica: do Plantio à Colheita**. Lavras: U. R. EPAMIG SM, 2010. v.1. p.21-85. Cap.1.

CHAMON, O. **Estudo comparativo da demanda de água e do manejo de irrigação em lavoura de café**. 2002.135 p. dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2002.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra brasileira de café: Safra 2013, terceira estimativa, Jan/2014**. Brasília: Conab, 2014. 22p. Disponível em: <http: www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>. Acesso em: 20. Jan. 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra brasileira de café: Safra 2010, quarta estimativa, dez/2010**. Brasília: Conab, 2010.18p.<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10_12_14_11_47_5_8_boletim_cafe_dezembro_2010.pdf>

CORTEZ, J.G. A bebida do café conilon. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 3., 1998, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, ES: CETCAF, 1998. p. 168 - 175.

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.** Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP, 2006.

CRISOSTO, C.H.; GRANTZ, D.A.; MEINZER, F.C. Effects of water déficit on flower opening in coffee (Coffea arabica L.). **Tree physiology**, Victória, v.10, n.2, p.127 – 139, 1992.

DAMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Fields Crops Research**, v. 86, p. 99-114, 2004.

DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v.43, p.385-390, 1962.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements.** Rome: FAO, 1977. 194p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water.** Irrigation and Drainage Paper 33. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193p.

DRINNAN, J.E. & MENZEL, C.M. Synchronization of anthesis and enhancement of vegetative growth in coffee (Coffea arabica L.) following water stress during floral initiation. **Journal of Horticultural Science**, v.69, n.5, p.841-849, 1994.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo.** 2ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997. 212p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Café: histórico.** 2004. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/cafe/unidade/historico.htm>, Acesso em: 20.ago. 2012.

ESPÍNDULA NETO, D. **Uso racional de água e de energia elétrica na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento.** 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

EVANGELISTA, A.W.P.; LIMA, L.A.; SILVA, A.C.; MARTINS, C. P. Viabilidade financeira da produção de café irrigado em regiões aptas ao cultivo não irrigado. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 137-146, maio/ago. 2011.

FARIA, M.A. de; REZENDE, F.C. **Irrigação na cafeicultura.** Lavras: UFLA, 1997. 110p.

FAZUOLI, L.C; MEDINA FILHO, H.; GONÇALVES, W.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M.B. melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônômico de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). O estado da arte de tecnologias na produção de café. Viçosa, MG: UFV/DFT, 2002. p. 163-215.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; LESSI, R.; YAMADA, A.; SILVA, V. A. Efeito do déficit hídrico e do uso de granulados de solo para recuperação de lavouras irrigadas por sistema de gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 97-99.

FERRÃO, R. G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon**. 2004. 272 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2004.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; VERDIN FILHO, A. C. VOLPI, P. C. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. (Eds.) **Café Conilon**, Vitória, ES, Incaper, 2007a. cap. 7, p. 203-225.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007b. P.65-92.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007c. 702p.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FORNAZIER, M. J.; PREZOTTI, L. C.; FONSECA, A. F. A. da; ALIXANDRE, F. T.; COSTA, H.; ROCHA, A. C. da; MORELI, A. P.; MARTINS, A. G.; SOUZA, E. M. R.; ARAÚJO, J. B. S.; VENTURA, J. A.; CASTRO, L. L. F. de; GUARÇONI, R. C. **Técnicas de produção de café arábica**: renovação e revigoração das lavouras no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, 2008a. 56p. (Incaper. Circular Técnica, 05-I).

FERRÃO, R. G.; FORNAZIER, M. J.; FERRÃO, M. A. G.; PREZOTTI, L. C.; FONSECA, A. F. A. da; ALIXANDRE, F. T.; FERRÃO, L. F. V. Estado da arte da cafeicultura no Espírito Santo. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; JESUS JUNIOR, W. C.; PEZZOPANE, J. R. M. **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2008. p.29-48.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; LANI, J. A.; FERRÃO M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; RONCHI, C. P.; GUARÇONI, M. A. Manejo da cultura do café conilon: espaçamento, densidade de plantio e podas. In: FERRÃO et al. (Eds.) **Café conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. P.257-277, Cap. 9.

HALL, A.E.; CAMACHO-B, S.E.; KAUFMANN, M.R. Regulation of water loss by citrus leaves. **Physiologia Plantarum**, v.33, p.62-65, 1975.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola: produção agrícola municipal, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est. Acesso em: 21 jan. 2011.

INCAPER, 2007 - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/servicos/image/folderConilonVitoria.pdf>>. Acesso: em 26. nov. 2012.

JONES, H.G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. New York: Cambridge University Press, 1992. 428p.

KARASAWA, S. **Crescimento e produtividade do cafeeiro (Coffea arábica L. cv. Topázio MG-1190) sob diferentes manejos de irrigação localizada**. 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

KOBAYASHI, E. S. **Consumo de água e produtividade de cafeeiros arábica na região de Mococa, SP**. 2007. 94p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo, Campinas, SP. 2007.

KOBAYASHI, E. S.; SAKAI, E.; SILVA, E. A.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. M.; SILVEIRA, J. M. C.; SOUZA, P. S. Variação sazonal do potencial de água nas folhas de três cultivares de cafeeiros em Mococa. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2007. CD-ROM.

KOBAYASHI, E. S.; SAKAI, E.; SILVA, E. A. da; ARRUDA, F. B.; SILVEIRA, J. M. C.; SOUZA, P. S.; PIRES, R. C. M. Variação sazonal do potencial da água nas folhas de cafeeiro em Mococa, SP. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.421-428, 2008.

LLOYD, J.J. Modelling stomatal responses to environment in *Macadamia integrifolia*. **Australian Journal of Plant Physiology**. v.18, p.649-660, 1991.

MANTOVANI, E. C.; VICENTE, M. R.; MUDRIK, A. S. **Irrigação do cafeeiro – em que condições a irrigação é necessária e como irrigá-lo nestas condições?** In: ZAMBOLIM, L. editor. Produção integrada de café. Viçosa, MG: UFV, 2003. p. 279-317.

MANTOVANI, E. C.; BONOMO, R.; VICENTE, M. R. **Irrigação do café conilon**. In: ZAMBOLIM, L. editor. Tecnologias para produção do café conilon. Viçosa: UFV; 2009. p. 295-334.

MARIN, F.R. **Evapotranspiração e transpiração máxima em cafezal adensado**. 2003. 118p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTINS, C.A.S.; ULIANA, E.M.; REIS, E.F.; SILVA, J.G.F.; BERNARDES, C.O. Balanço hídrico da cultura do café conilon nas condições Edafoclimáticas do município

de Ecoporanga-ES, **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011.

MARTINS, C. C. T.; REIS, E. F.; BUSATO, C.; PEZZOPANE, J. E. M. Crescimento inicial do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) sob diferentes lâminas de Irrigação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.14, n.3, 193-201, Jul./Set, 2006.

MARTINS, C. P.; VILELA, L. A. A.; GOMES, N. M. **Influência de diferentes lâminas de irrigação aplicadas nos parâmetros de crescimento do cafeeiro**. In: Simpósio brasileiro de pesquisa em cafeicultura irrigada, 5., 2002. Araguari-MG. Anais... Araguari-MG, 2002. V. 5, p. 111-115.

MATIELLO, J. B. **Café conilon**. Rio de Janeiro: MMA; SDR; PROCAFÉ; PNFC, 1998. 162p.

MEDEIROS, G.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M. The influence of crop canopy on evapotranspiration and crop coefficient of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agric. Water Manage.** V.49, p.211-224, 2001.

MEDEIROS, G.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E. Crop coefficient for irrigated beans derived using three reference evaporation methods. **Agric. and Forest Meteorology.** V.135, p.135-143, 2005.

MEINSER, F.C.; SALIENARA, N.Z.; CRISOSTO, C.H. Carbon isotope discrimination and gas exchange in coffee arabica during adjustment to different soil moisture regimes. **Journal Plant Physiol**, v.19, p.171-184, 1992.

MEYER, W.S.; GREEN, G.C. Comparison of stomatal action of orange, soybean and wheat under field conditions. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.8, p.65-76, 1981.

MORAIS, H. et al. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 05, p. 763-770, 2006.

NÓBREGA, N. E. F.; SILVA, J. G. F.; POSSE, S. C. P.; RAMOS, H. E. A. **Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico para a Região Produtora de Uva do Município de Santa Teresa – ES**. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura – Vitória/ES, 2008.

OIC. Trade Statistics. Disponível em: <http://www.ico.org/trade_statistics.asp>. Acesso em: 24 set.2013.

OLIVEIRA, L. E.; FARIA, M. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. L. O. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro acaia considerando seis safras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 887-896, 2010.

PAES, H. M. F. **Demanda hídrica e função de produção da cultura do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) em Campos do Goytacazes, RJ**. Campos dos Goytacazes: UENF, 2003. 57p. Dissertação Mestrado.

PAULO, E. M. et al. Produtividade do café Apatã em consórcio com leguminosas na região da Alta Paulista. **Bragantia**, v. 60, n. 03, p. 195-199, 2001.

PEZZOPANE J. R. M.; MARSETTI M. M. S.; FERRARI W. R.; PEZZOPANE J. E. M. Alterações microclimáticas em cultivo de café conilon arborizado com coqueiro-anão-verde. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 865-871, out-dez, 2011.

PREZOTTI, L.C. Sistema de recomendação de calagem e adubação. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/downloads>>. Acesso em 10 de abril de 2014.

PICINI A.G.; CAMARGO, M.B.P. de; ORTOLANI, A.; FAZUOLI, L.C.; GALLO P. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.157-170, 1999.

POSSE, R. P.; BERNARDO, S.; SOUZA, E. F.; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, P. H.; GOTTARDO, R. D.; Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.158-164, 2009.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. **Fisiologia do cafeeiro**. In RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. et al. (Ed.). Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo, p.13-85, 1986.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. **Relações hídricas no cafeeiro**. In: SATURNINO, H. M. (Ed) Cafeicultura irrigada. Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (ITEM). N. 48. 2000. p. 34-41.

RIGHI, E.Z. **Balço de energia e evapotranspiração de cafezal adensado em crescimento sob irrigação localizada**. 2004. 151p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RODRIGUES, G.C.; GUERRA, A.F.; NAZARENO, R.B.; SAMPAIO, J.B.; SANZONOWICZ, C.; TOLEDO, P.M.R. **Efeito do regime hídrico na floração de Coffea arábica, L. cv. Catuaí Rubi MG1192**. In: Anais do III Simpósio de Pesquisas de Café do Brasil, Porto Seguro, p.127-128, 2003.

RODRIGUES, S.; FERRERIA FILHO, G.S.; ALMEIDA, W.A.; CAMPOS NETO, A.F. Desenvolvimento do café arábica (Coffea arabica) submetido a diferentes lâminas de irrigação, nas condições do estado de Rondônia. **Global Science and Technology**, v. 03, n. 01, p. 44-49, jan/abr. 2010.

RODRIGUES, W.N. **Comportamento de grupos de clones de café conilon selecionados no norte, na região sul do Estado do Espírito Santo**. 2010. 105p. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

ROMITELLI, L.H.; PATERNIANI, J.E.S. Diagnóstico ambiental de um trecho do córrego Bonifácio, APA Jundiá-SP. Engenharia Ambiental-Espírito Santo do Pinhal, v. 4, n. 2, p.014-025, jul/dez 2007.

SAEG **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R., **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore, 1996, 146p.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T. **Cultivo do cafeeiro irrigado por gotejamento**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005, 358p.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. 2. ed. Uberaba: O lutador, 2008. v. 1. 483 p.

SEAG - SECRETARIA DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA DO ESPÍRITO SANTO. 2009. Disponível em: <<http://www.seag.es.gov.br/?p=7959>>. Acesso em: 26 fev. 2013.

SILVA, E. M.; AZEVEDO, J. A.; GUERRA, A. F.; FIGUEIREDO, S. F.; ANDRADE, L. M.; ANTONINI, J. C. A. Manejo de irrigação para grandes culturas. In: FARIA, M. A.; SILVA, E. L.; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. (Eds) **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p.239-280.

SILVA, E.A.; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; PIRES, R.C.M.; GALLO, P.B.; PAULO, E. M. **Efeitos de variáveis edafoclimáticas no florescimento e formação de frutos do cafeeiro arábica em distintas regiões macroclimáticas do estado de São Paulo**. In: Resumos do II Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória, p.16-17, 2001.

SILVA, E. A.; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. M. Influência de déficits hídricos controlados na uniformização do florescimento e produção do cafeeiro em três diferentes condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.493-501, 2009.

SILVA, E.A.; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; GALLO, P.B.; PEREIRA, A.C. **Efeito de variáveis edafoclimáticas e da intensidade/duração do defice hídrico na uniformidade de produção e produtividade do cafeeiro arábica na localidade de Mococa, SP**. In: Anais do III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde. Brasília: Embrapa Café, Porto Seguro, v.1, p.1-4, 2003.

SILVA, E.A. **Influência do local de cultivo e do manejo de irrigação no florescimento, uniformidade de produção e qualidade de bebida do café (Coffea arábica L.)**. 2004. 70p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas.

SILVA, A. C.; SILVA, A. M.; COELHO, G.; REZENDE, F. C.; SATO, F. A. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí, em função da época de

irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.12 n.1 Campina Grande Jan./Feb. 2008.

SCHUCH, U.K.; FUCHIGAMI, L.H.; NAGAO, M.A. Flowering, ethylene production, and ion leakage of coffee in response to water stress and giberellic acid. **Journal American Society for Horticultural Science**. v.117, n.1, p.158-163, 1992.

SMITH, M. Report on the expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements. Rome FAO. 45p. 1991.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, B. A.; SOARES, A. A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** 27: 117-125. 2005.

TOBIN, M.F.; LOPES, O.R.; KURSAR, T.A. Responses of tropical understory plants to a severe drought: tolerance and avoidance of water stress. **Biotropica**, v.31, p.570-578, 1999.

VILLA NOVA, N.A.; FAVARIN, J.L.; ANGELOCI, L.R.; NETO, D.D. Estimativa do coeficiente de cultura do cafeeiro em função de variáveis climatológicas e fitotécnicas. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.1, p.81-88, 2002.

VERDIN FILHO, A. C. Influência do espaçamento e densidade de hastes em café conilon conduzido com a poda programada de ciclo. 2011. 67p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2011.

VOSSEN, H. A. M. V. Coffea selection and breeding. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Croom Helm, Westport Conn, 1985. Cap.3,p.48-96.