

## BALANÇO HÍDRICO DA CULTURA DO CAFÉ CONILON NAS CONDIÇÕES EDAFOCIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE ECOPORANGA-ES

Camila Aparecida da Silva Martins<sup>1</sup>; Eduardo Morgan Uliana<sup>2</sup>; Edvaldo Fialho dos Reis<sup>3</sup>, José Geraldo Ferreira da Silva<sup>4</sup>; Carolina de Oliveira Bernardes<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, Brasil (camila.cca@hotmail.com)

<sup>2</sup>Mestrando em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil

<sup>3</sup>Prof. Dr. Associado II da Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural, CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil

<sup>4</sup>D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador do Incaper, Vitória-ES, Brasil

<sup>5</sup>Mestra em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

### RESUMO

O balanço hídrico é uma ferramenta importante para determinação dos períodos de déficit hídrico e excedente hídrico que interferem diretamente no crescimento, desenvolvimento e na produção de café em qualquer região. Para aumentar a produção do cafeeiro conilon por unidade de área deve-se adotar um planejamento no manejo da cultura do café, que leve em consideração a demanda hídrica da cultura e as condições edafoclimáticas da região. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho, apresentar o balanço hídrico da cultura do café conilon nas condições edafoclimáticas do Município de Ecoporanga-ES. O balanço hídrico da cultura em estudo foi determinado pelo método de Thornthwaite & Mather, utilizando a capacidade de água disponível no solo (CAD) de 10 mm para solo de textura arenosa e de 20 mm para solo de textura média. Foram adotados diferentes coeficientes de cultura (Kc) e diversos espaçamentos entre linhas e entre plantas. Conclui-se que o déficit hídrico anual varia de 113 a 620 mm para o solo de textura média e de 173 a 730 mm para o solo de textura arenosa, ambos distribuídos entre os meses de janeiro a outubro. Considerando os valores e o período de ocorrência do déficit hídrico é possível afirmar que há necessidade do uso da irrigação suplementar na região para atender a demanda hídrica da cultura e evitar que a mesma apresente sintomas de deficiência hídrica, devido à ausência de água disponível no solo em alguns meses do ano.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coffea canephora*, déficit hídrico, coeficiente de cultivo.

### HYDRIC BALANCE OF CONILON COFFEE CULTURE ON THE EDAPHOCLIMATIC CONDITIONS OF THE MUNICIPALITY OF ECOPORANGA- ES

#### ABSTRACT

The hydric balance is an important instrument for determining the hydric deficit and hydric exceeding periods that interfere directly on the growth, development and on the coffee production in any region. To increase conilon coffee production per unit of

area, a projection on coffee culture management must be adopted, concerning the hydric demand of the culture and the edaphoclimatic conditions of the region. This way, this work had as an objective, to present the hydric balance of conilon coffee culture on the edaphoclimatic conditions of Ecoporanga-ES municipality. The hydric balance of the studied culture was determined by the Thornthwaite & Mather method, using the capacity of water available in the soil (CAD) of 10 mm for soil of sandy texture and of 20 mm for soil with average texture. Different culture coefficients (Kc) and several spaces among lines and among plants were adopted. It is concluded that the annual hydric deficit varies from 113 to 620 mm for the soil with average texture and from 173 to 730 mm for the soil with sandy texture, both distributed among the months of January to October. Concerning the values and the occurrence period of the hydric deficit it is possible to assert that there is a necessity of using additional irrigation in the region to attend the hydric demand of the culture and to avoid that this one present symptoms of hydric deficiency, due to the water available in the soil in some months of the year.

**KEYWORDS:** *Coffea canephora*, hydric deficit, cultivation coefficient.

## INTRODUÇÃO

A cultura do Café (*Coffea* sp.) tem uma relevante importância no desenvolvimento econômico e social do País, pelo fato de proporcionar um incremento de divisas e desenvolvimento regional acentuado. As áreas cultivadas com café estão concentradas nas regiões Centro - Sul do País, onde se destacam quatro Estados produtores: Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná. Além disso, a região Nordeste também possui plantações na Bahia e na região Norte se destaca Rondônia. Neste sentido, a produção de café arábica (*Coffea arabica*) se concentra em São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo, enquanto que o café conilon (*Coffea canephora*) é cultivado principalmente no Espírito Santo e Rondônia (FERRÃO et al., 2007).

A produção total de café (arábica e conilon) do Estado do Espírito Santo em 2010 foi de 10,147 milhões de sacas do produto beneficiado, das quais 2,792 milhões de sacas são de café arábica, e 7.355 milhões de sacas são de café conilon, que representam 27,52% e 72,48% da produção estadual, respectivamente (CONAB, 2010). O Município de Ecoporanga localizado na microrregião Noroeste I do Estado do Espírito Santo é um dos municípios capixabas produtores de café arábica e conilon. Estimativas estaduais indicam que o Município tem uma produção total de café superior a 60 mil sacas, das quais mais de 53 mil sacas são de café conilon.

O plantio de café no País está geralmente situado em regiões em que as condições climáticas e o balanço hídrico são favoráveis. Regiões com estiagem prolongada foram marginalizadas para a prática da cafeicultura, porém, com o progresso técnico-científico e a utilização de práticas agrícolas modernas como a irrigação, essas regiões já estão sendo incorporadas para o plantio de café, tanto para arábica quanto para conilon (MARTINS et al., 2007).

O teor de umidade do solo influencia diversos processos fisiológicos da planta, considerando-se seu efeito direto sobre o crescimento e indireto na absorção dos nutrientes existentes na solução do solo (TAIZ & ZEIGER, 2004). O cafeeiro, como as demais culturas, necessita de água disponível no solo em sua fase vegetativa, para promover o crescimento de ramos laterais ou plageotrópicos, em sua fase

reprodutiva (floração, expansão e granação dos frutos) para se desenvolver e produzir satisfatoriamente (MANTOVANI & SOARES, 2003).

Temperaturas iguais ou superiores a 34°C podem favorecer o abortamento floral dos cafeeiros e a formação de “estrelinhas”, diminuindo, consideravelmente, a produtividade. Temperaturas iguais ou inferiores a 2°C implicam na formação de geadas de irradiação. Por outro lado, as encostas de face Sul e Sudoeste podem estar sob influência de ventos moderados a fortes, com temperaturas baixas, ocasionando sintomas típicos de “crestamento” foliar no período de inverno (CAMARGO et al., 1974). De acordo com MATIELLO (1991), no período de vegetação e frutificação, que vai de outubro a maio, o cafeeiro é exigente em água e, na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, a exigência é menor podendo haver pequena deficiência hídrica, sem grandes prejuízos para a cultura.

A utilização racional da técnica de irrigação na agricultura pode contribuir para a melhoria do desempenho do agronegócio de uma região, a qual pode ser considerada como um elemento importante na diversificação agrícola, além de possibilitar colheitas fora de época e melhoria da qualidade do produto. No entanto, de acordo com FERNANDES et al. (2000), ainda são necessários estudos que visem proporcionar ao irrigante a garantia de poder atender às necessidades hídricas das culturas no momento adequado e em quantidades suficientes. A irrigação evita o déficit hídrico, que pode afetar, tanto em quantidade como em qualidade, a produção da cultura (GOMIDE, 1998).

A evapotranspiração é considerada como a perda total de água para a atmosfera por evaporação da água do solo e transpiração das plantas, sendo importante para o balanço hídrico de uma bacia como um todo e, principalmente, para o balanço hídrico agrícola, que poderá envolver o cálculo da necessidade de irrigação (TUCCI & BELTRAME, 2001). Os fatores climáticos interferem de forma decisiva na evapotranspiração de uma cultura; as condições do solo, doenças, pragas, a própria cultura e suas características de crescimento, além de práticas agrícolas, também influenciam a transferência de água para a atmosfera (KLAR, 1984).

A comparação entre precipitação pluviométrica (P) e evapotranspiração da cultura (ETc) resulta no balanço hídrico da cultura, o que pode indicar excessos e deficiências de umidade no solo ao longo do mês ou nas fases de desenvolvimento das culturas variável entre as espécies. A evapotranspiração da cultura (ETc) é determinada por meio do produto entre a evapotranspiração potencial (ETP) e o coeficiente de cultura (Kc) que varia com as fases fenológicas, e também entre espécies e variedades (cultivares), sendo função do índice de área foliar (PEREIRA et al., 2002).

De acordo com PEREIRA et al. (1997), o balanço hídrico se constitui no sistema contábil de monitoramento de água no solo, onde são fornecidos dados de precipitação e de demanda atmosférica para serem estimados valores de evapotranspiração da cultura, da deficiência, do excedente e do armazenamento de água no solo. Trata-se de um método simples de manejo da irrigação que pode ser utilizado para diversas condições edafoclimáticas. Existem diversos métodos para o cálculo do balanço hídrico, mas o mais difundido é o proposto por THORNTHWAITE & MATHER (1955).

Diante do exposto acima, este trabalho teve por objetivo apresentar o balanço hídrico da cultura do café conilon nas condições edafoclimáticas do Município de Ecoporanga-ES, pelo método proposto por THORNTHWAITE & MATHER (1955),

com uma capacidade de água disponível no solo (CAD) de 10 mm para solo de textura arenosa e de 20 mm para solo de textura média.

## METODOLOGIA

O balanço hídrico da cultura do café conilon foi estimado para as condições edafoclimáticas do Município de Ecoporanga situado na microrregião Noroeste I do Estado do Espírito Santo. De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011), este Município tem uma extensão territorial de 2.283 Km<sup>2</sup>.

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

Para determinação do balanço hídrico para a cultura do café conilon com diferentes idades, densidades de plantio e coeficientes de cultivo (Tabela 1), nas condições edafoclimáticas do Município de Ecoporanga, utilizou-se o método de TORNTHWAIT & MATHER (1955), o qual utiliza como dados de entrada a precipitação média da normal climatológica, com período compreendido entre 1982 a 2008, totalizando uma série histórica de 26 anos, obtida na estação pluviométrica pertencente à Agência Nacional das Águas (ANA), localizada na latitude 18°21'57''S e longitude de 40°50'26''W, com 300 m de altitude, no Município de Ecoporanga - ES.

Utilizando-se o CALCLI (STOCK et al., 1991) procedeu-se a estimativa da temperatura média mensal necessária à estimativa da ETP pelos métodos de CAMARGO (1971) e THORNTHWAIT (1948). A ETP estimada pelo método de CAMARGO (1971) foi obtida pela equação:

$$ETP = 0,01 Q_0 T(ND)$$

em que:

$Q_0$  é a irradiância solar global extraterrestre, expressa em milímetros de evaporação equivalente por dia;

T é a temperatura média do ar (°C), no período considerado;

ND é o número de dias do período considerado.

A ETP estimada pelo método de THORNTHWAIT (1948) foi obtida pelas equações:

$$ET_p = 16(10T_n/l)^a \text{ para } 0 \leq T_n < 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Com a correção a equação fica:  $ETP = ET_p \cdot \text{Correção}$ .

em que:

$T_n$  é a temperatura média do mês em °C;

n representa o mês. n = 1 é janeiro, n = 2 é fevereiro.

l é um índice que expressa o nível de calor disponível na região e é obtido pela fórmula:  $\sum_{n=1}^{12} (0,2T_n)^{1,514}$ ;

Correção =  $\left(\frac{ND}{30}\right) (N/12)$  em que ND é o número de dias do mês e N é o fotoperíodo mensal.

Com os valores de ETP estimados por esses métodos, utilizou-se de uma equação de regressão linear múltipla de forma a estimar os valores obtidos pelo método de PENMAN-MONTEITH, conforme preconizado por ALLEN et al. (1998). A equação de regressão utilizada tal foi:

$$y = 0,17531 + 1,28185(V1) - 0,36008(V2)$$

em que:

**y** é o valor de log(valor de ETP obtido pelo método de PENMAN-MONTEITH);

**V1** é o valor de log(valor de ETP obtido pelo método de CAMARGO);

**V2** é o valor de log(valor de ETP obtido pelo método de THORNTHWAITE);

Como a equação de regressão utiliza dados transformados, é necessário realizar a operação de inversão do parâmetro (ETP (mm/mês) =  $10^y$ ).

Para estimar o balanço hídrico da cultura do café conilon, neste trabalho foi considerado os valores do coeficiente de cultivo do café (Kc) obtidos por SANTINATO & FERNANDES (2005) em lavouras irrigadas no Triângulo Mineiro, que estão apresentados na Tabela 1. Sendo válido ressaltar que a partir de 3 anos de idade ocorre o “fechamento total” e a área foliar se estabiliza.

Além disso, foram considerados dois solos com texturas diferentes, sendo um de textura média e o outro de textura arenosa. Na Tabela 2 estão apresentadas as características físico-hídricas (Densidade aparente do solo, Capacidade de campo a tensão de 0,01 MPa; ponto de murcha permanente a tensão de 1,5 MPa) que foram determinadas de acordo com a metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997).

**TABELA 1** - Valores do coeficiente de cultivo (Kc) para o cafeeiro com diferentes idades e espaçamentos entre linhas e entre plantas em solos de textura média e arenosa

Idade do cafeeiro (anos)	Textura do solo	
	Média	Arenosa
<b>A - Para espaçamentos longos: 3,5 a 4,0 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas</b>		
<1,5	0,9	1,0
1,5 – 3,0	1,0	1,1
>3,0	1,1	1,2
<b>B - Para espaçamentos adensados: 1,5 a 2,5 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas</b>		
<1,5	1,2	1,3
1,5 – 3,0	1,3	1,4
>3,0	1,3	1,4
<b>C - Para espaçamento super adensado: &lt; 1,5 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas</b>		
<1,5	1,4	1,5
1,5 – 3,0	1,5	1,6
>3,0	1,5	1,6

Fonte: SANTINATO & FERNANDES (2005).

A capacidade real de água no solo (CRA) foi determinada de acordo com a metodologia apresentada por BERNARDO et al. (2006), utilizando os valores das características físico-hídricas, da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (Z) e do fator de disponibilidade de água (f) para os solos de textura média e arenosa do Município de Ecoporanga-ES cultivados com café conilon, que estão apresentados na Tabela 2.

**TABELA 2** - Textura do solo relacionada com a capacidade de campo (Cc), ponto de murcha permanente (Pmp), água disponível (AD), densidade aparente do solo (Ds), profundidade efetiva do sistema radicular (Z), fator de disponibilidade de água no solo (f) e capacidade real de água no solo (CRA) em estudo

<b>Textura do solo</b>	<b>Cc (%)</b>	<b>Pmp (%)</b>	<b>AD (%)</b>	<b>Ds (g cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Z (cm)</b>	<b>f (%)</b>	<b>CRA (mm)</b>
Média	22	10	12	1,4	30	40	20,16
Arenosa	9	4	5	1,5	30	40	9,00

Com base nas características físico-hídricas dos solos em estudo e do fator de disponibilidade considerado (f=0,40) foram utilizados os valores de 20 e 10 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD) de textura média e arenosa, respectivamente. Após, o cálculo do balanço hídrico foram construídos gráficos resultantes dos valores obtidos na contabilidade hídrica para o período estabelecido.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados do balanço hídrico da cultura do café conilon nas condições edafoclimáticas do Município de Ecoporanga-ES estão apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5 e nas Figuras 1 e 2. Na Tabela 3, verifica-se que a média anual de precipitação atinge valores de 1327,3 mm, com um período de maior precipitação entre os meses de outubro a março, concentrando acima de 75% da chuva anual nestes meses.

A temperatura média anual de 22,4°C é favorável a adaptação e ao desenvolvimento do cafeeiro conilon na região, pois quando a temperatura média anual é maior ou igual a 22°C a região poderá apresentar na fase de florescimento e frutificação (expansão e granação), durante a primavera e verão, vários dias com temperatura superior a 30°C. Nestas condições, além do abortamento das flores ocorrerão prejuízos á expansão do fruto, devido a perda de água por transpiração, assim como á granação, pois a fotossíntese é sensível as elevadas temperatura atmosférica e foliar e ao estresse hídrico.

**TABELA 3** - Temperatura, precipitação e evapotranspiração potencial (ETP) média mensal e anual do Município de Ecoporanga-ES

<b>Meses</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Precipitação (mm)</b>	<b>ETP (mm)</b>
Janeiro	25,0	174,2	155,5
Fevereiro	24,9	118,5	128,2
Março	24,4	151,5	122,9
Abril	22,8	88,2	89,5
Maio	20,7	38,1	74,2
Junho	19,4	33,3	62,1
Julho	18,8	45,9	67,3
Agosto	19,7	39,7	80,8
Setembro	21,5	52,0	97,0
Outubro	23,3	116,1	120,0
Novembro	23,9	223,0	133,5
Dezembro	24,3	247,8	145,1
<b>Ano</b>	<b>22,4</b>	<b>1327,3</b>	<b>1276,2</b>

De acordo com SILVEIRA & CARVALHO (1996), no período seco e de temperatura mais amena, as taxas de crescimento e de evapotranspiração do cafeeiro são baixas, enquanto que no período chuvoso e de temperaturas mais elevadas, porém não extremas, as taxas de crescimento e de evapotranspiração são mais elevadas.

Para RONCHI & DAMATTA (2007), o padrão de crescimento diferencia-se consideravelmente entre lavouras não irrigadas e irrigadas, que apresentam maior área foliar ao final do período seco. Tais informações permitem inferir que a disponibilidade hídrica tem grande importância no crescimento e desenvolvimento da cultura após a estação seca.

Na Tabela 4 observa-se que para a cultura do café conilon após o plantio em solo de textura média até 1,5 anos de idade, com espaçamentos longos de 3,5 a 4 m entre linhas e de 0,70 m entre plantas, com coeficiente de cultivo de 0,9 ocorreu um déficit hídrico anual de 113 mm distribuídos entre os meses de maio a setembro, como pode ser visto na Figura 1.

Ao contrário da mesma cultura com a mesma idade implantada com espaçamentos adensados de 1,5 a 2,5 m entre linhas e de 0,50 a 0,70 m entre plantas com coeficiente de cultivo de 1,2 que apresentou um déficit anual de 319 mm distribuídos no período de janeiro a outubro, com exceção do mês de março que não apresentou déficit e excedente no período em estudo (Figura 1), que foi inferior ao déficit anual que ocorreu para a cultura do café conilon recém-implantada e de até 1,5 anos de idade, com espaçamentos super adensados: menor que 1,5 m entre linhas e de 0,5 a 0,7 m entre plantas, que apresentou um déficit anual de 520 mm que ocorrem nos meses de janeiro a outubro, com coeficiente de cultivo de 1,4 apresentados na Figura 1.

**TABELA 4** - Extrato do Balanço hídrico da cultura do café conilon considerando 40% da água disponível no solo de textura média (CAD = 20 mm) do Município de Ecoporanga-ES

Meses	Coeficiente de cultivo do café (Kc)													
	0,9		1,0		1,1		1,2		1,3		1,4		1,5	
	D*	E*	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
	----- mm -----													
Jan.	0	34	0	19	0	3	3	0	13	0	26	0	40	0
Fev.	0	3	2	0	9	0	26	0	44	0	59	0	73	0
Mar.	0	41	0	21	0	3	0	0	8	0	21	0	33	0
Abr.	0	8	0	0	2	0	16	0	28	0	37	0	46	0
Mai.	13	0	20	0	33	0	49	0	58	0	66	0	73	0
Jun.	19	0	26	0	34	0	41	0	47	0	54	0	60	0
Jul.	14	0	21	0	28	0	35	0	42	0	48	0	55	0
Ago.	32	0	41	0	49	0	57	0	65	0	73	0	82	0
Set.	35	0	45	0	55	0	64	0	74	0	84	0	94	0
Out.	0	0	4	0	16	0	28	0	40	0	52	0	64	0
Nov.	0	91	0	70	0	56	0	43	0	30	0	16	0	3
Dez.	0	116	0	102	0	87	0	73	0	58	0	44	0	29
<b>Ano</b>	<b>113</b>	<b>293</b>	<b>159</b>	<b>212</b>	<b>226</b>	<b>149</b>	<b>319</b>	<b>116</b>	<b>419</b>	<b>88</b>	<b>520</b>	<b>60</b>	<b>620</b>	<b>32</b>

\*D = Déficit hídrico; E = Excedente hídrico.

Pela Tabela 4 verifica-se que em cafeeiros de 1,5 a 3 anos de idade com espaçamentos longos de 3,5 a 4 m entre linhas e de 0,70 m entre plantas, com coeficiente de cultivo de 1,0 ocorreu um déficit hídrico anual de 159 mm ocorrido no mês de fevereiro e entre os meses de maio a outubro que estão apresentados também na Figura 1.

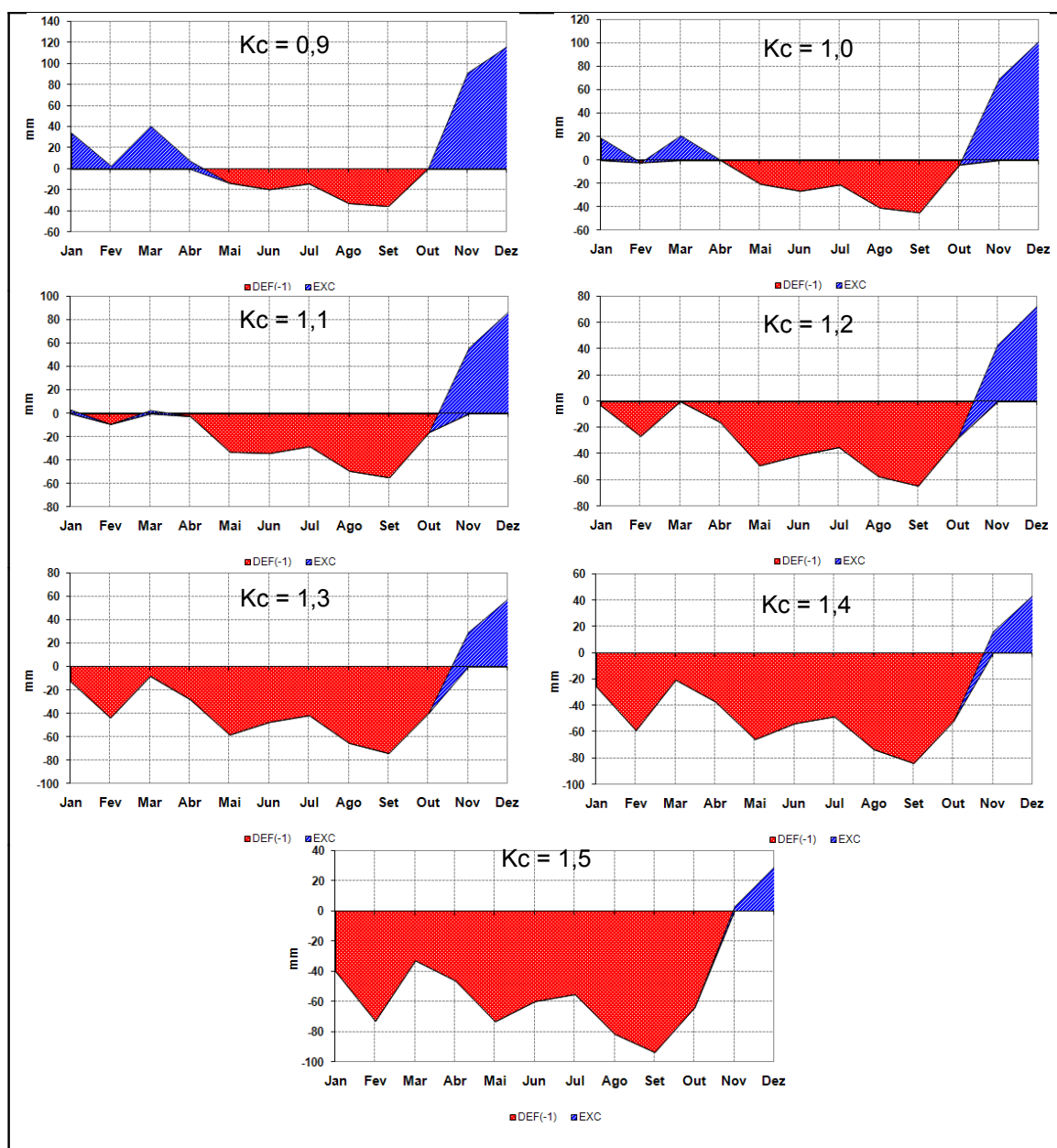
Para cafeeiros com a mesma idade com espaçamentos adensados de 1,5 a 2,5 m entre linhas e de 0,5 a 0,7 m entre plantas e coeficiente de cultivo de 1,3 ocorreu um déficit hídrico anual de 419 mm distribuídos entre os meses de janeiro a outubro, que é inferior ao déficit hídrico anual de 620 mm que ocorreu nos meses de janeiro a novembro na área cultivada com o cafeeiro conilon com a mesma idade, mas com espaçamento super adensado, ou seja, espaçamento entre linhas menor que 1,5 m e de 0,5 a 0,7 m entre plantas e coeficiente de cultivo de 1,5. Tais resultados corroboram a informação de que o adensamento, mas principalmente o super adensamento na cafeicultura, ocasiona aumento da demanda evapotranspirométrica da cultura.

Resultados semelhantes foram obtidos para cafeeiros com mais de 3 anos de idade implantados com espaçamentos adensados (1,5 a 2,5 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas) e super adensados (<1,5 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas), com coeficientes de cultivo de 1,3 e 1,5, respectivamente. Ao contrário da mesma cultura com a mesma idade implantada com espaçamentos longos de 3,5 a 4 m entre linhas e de 0,70 m entre plantas, com coeficiente de cultivo de 1,1 que apresentou um déficit hídrico anual de 226 mm que ocorreu no mês de fevereiro e entre os meses de abril a outubro, que podem ser vistos na Figura 1.

SALES (1998), ao analisar o efeito da irrigação em diferentes fases vegetativas do cafeeiro conilon, constatou que a fase mais importante para irrigar o cafeeiro conilon é aquela que vai do abotoamento à floração. Neste caso, obteve-se um ganho de produtividade de aproximadamente 37% (59 sacas) em relação ao não irrigado (43 sacas). Isto vem mostrar a importância do manejo da água no cafeeiro



para obtenção de uma florada mais uniforme e assegurar uma produtividade estável ao longo dos anos.



**FIGURA 1** - Representação gráfica do Extrato do Balanço Hídrico da cultura do café conilon com coeficiente de cultivo (Kc) de 0,9 a 1,5 em solo de textura média do Município de Ecoporanga-ES.

Na Tabela 5 observa-se que para a cultura do café conilon após o plantio em solo de textura arenosa até 1,5 anos de idade, com espaçamentos longos de 3,5 a 4 m entre linhas e de 0,70 m entre plantas, com coeficiente de cultivo de 1,0 ocorreu um déficit hídrico anual de 173 mm ocorrido no mês de fevereiro e entre os meses de maio a outubro, como pode ser visualizado na Figura 2.

Ao contrário da mesma cultura com a mesma idade implantada com espaçamentos adensados de 1,5 a 2,5 m entre linhas e de 0,50 a 0,70 m entre plantas com coeficiente de cultivo de 1,3 que apresentou um déficit anual de 429 mm distribuídos no período de janeiro a outubro (Figura 2), que foi inferior ao

déficit anual que ocorreu para a cultura do café conilon recém-implantada e de até 1,5 anos de idade, com espaçamentos super adensados: menor que 1,5 m entre linhas e de 0,5 a 0,7 m entre plantas, que apresentou um déficit anual de 630 mm no período de janeiro a outubro, com coeficiente de cultivo de 1,5, como pode ser visto na Figura 2.

**TABELA 5** - Extrato do Balanço hídrico da cultura do café conilon considerando 40% da água disponível no solo de textura arenosa (CAD = 10 mm) do Município de Ecoporanga-ES

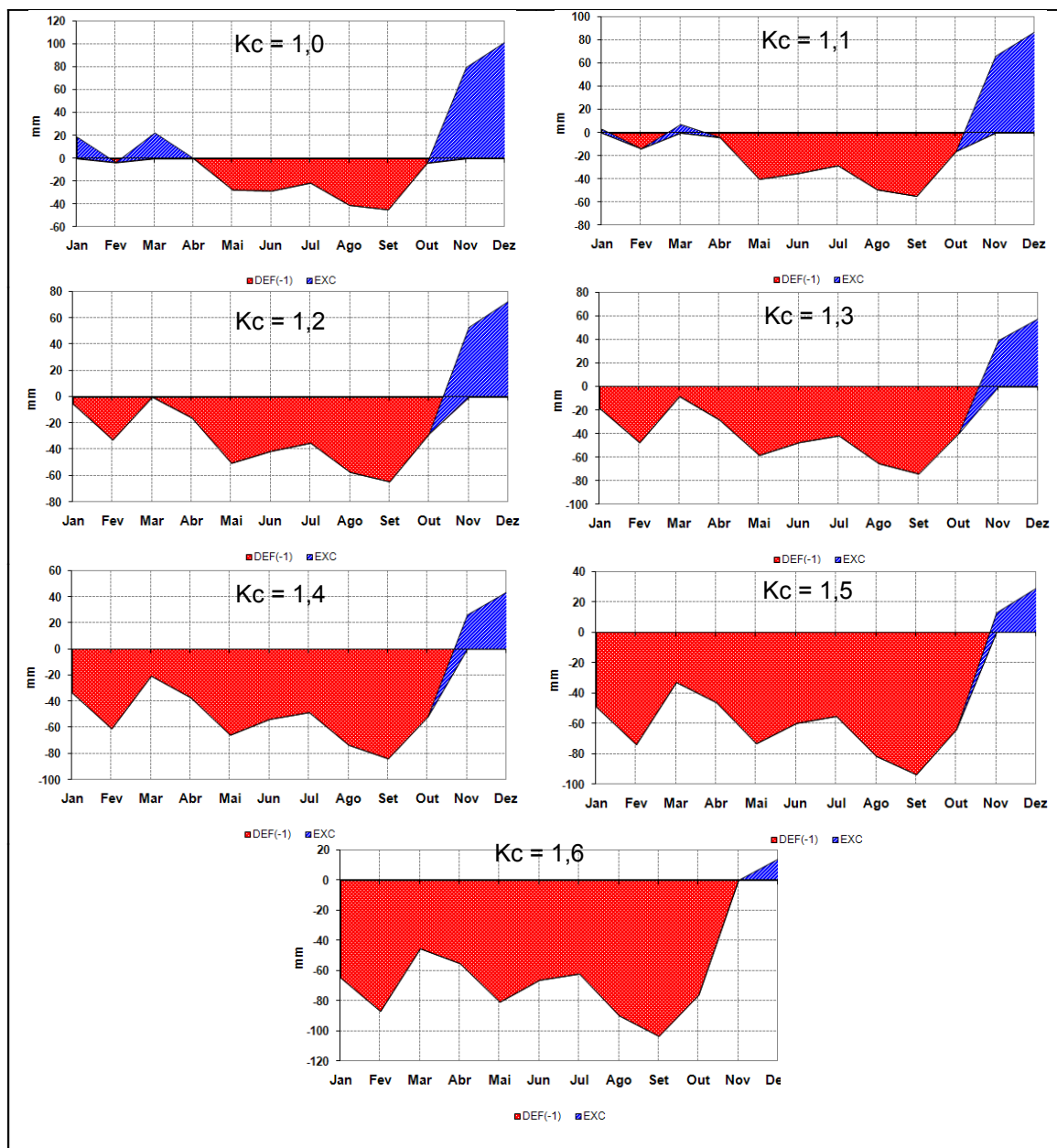
Meses	Coeficiente de cultivo do café (Kc)													
	1,0		1,1		1,2		1,3		1,4		1,5		1,6	
	D*	E*	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Jan.	0	19	0	3	5	0	19	0	34	0	49	0	65	0
Fev.	4	0	14	0	33	0	48	0	61	0	74	0	87	0
Mar.	0	22	0	7	0	0	8	0	21	0	33	0	45	0
Abr.	0	0	4	0	16	0	28	0	37	0	46	0	55	0
Mai.	28	0	40	0	50	0	58	0	66	0	73	0	81	0
Jun.	29	0	35	0	41	0	47	0	54	0	60	0	66	0
Jul.	22	0	28	0	35	0	42	0	48	0	55	0	62	0
Ago.	41	0	49	0	57	0	65	0	73	0	82	0	90	0
Set.	45	0	55	0	64	0	74	0	84	0	94	0	103	0
Out.	4	0	16	0	28	0	40	0	52	0	64	0	76	0
Nov.	0	80	0	66	0	53	0	40	0	26	0	13	0	0
Dez.	0	102	0	87	0	73	0	58	0	44	0	29	0	14
<b>Ano</b>	<b>173</b>	<b>223</b>	<b>241</b>	<b>163</b>	<b>329</b>	<b>126</b>	<b>429</b>	<b>98</b>	<b>530</b>	<b>70</b>	<b>630</b>	<b>42</b>	<b>730</b>	<b>14</b>

\*D = Déficit hídrico; E = Excedente hídrico.

Pela Tabela 5 verifica-se que em cafeeiros de 1,5 a 3 anos de idade com espaçamentos longos de 3,5 a 4 m entre linhas e de 0,70 m entre plantas, com coeficiente de cultivo de 1,1 ocorreu um déficit hídrico anual de 241 mm no mês de fevereiro e entre os meses de abril a outubro, como pode ser observado na Figura 2.

Para cafeeiros com a mesma idade com espaçamentos adensados de 1,5 a 2,5 m entre linhas e de 0,5 a 0,7 m entre plantas e coeficiente de cultivo de 1,4 ocorreu um déficit hídrico anual de 530 mm ocorrido no período de janeiro a outubro, que é inferior ao déficit hídrico anual de 730 mm ocorrido no mesmo período em área cultivada com o cafeeiro conilon com a mesma idade, mas com espaçamento super adensado, ou seja, espaçamento entre linhas menor que 1,5 m e de 0,5 a 0,7 m entre plantas e coeficiente de cultivo de 1,6.

Resultados semelhantes foram obtidos para cafeeiros com mais de 3 anos de idade implantados com espaçamentos adensados (1,5 a 2,5 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas) e super adensados (<1,5 m entre linhas x 0,5 a 0,7 m entre plantas), no período de janeiro a outubro, com coeficientes de cultivo de 1,4 e 1,6, respectivamente (Figura 2). Ao contrário da mesma cultura com a mesma idade implantada com espaçamentos longos de 3,5 a 4 m entre linhas e de 0,70 m entre plantas, com coeficiente de cultivo de 1,2 que apresentou um déficit hídrico anual de 329 mm distribuídos no período de janeiro a outubro, com exceção do mês de março, apresentados na Figura 2. Resultados inferiores foram obtidos por SCERNE et al. (2000) em cada polo cafeeiro de Rondônia.



**FIGURA 2** - Representação gráfica do Extrato do Balanço Hídrico da cultura do café conilon com coeficiente de cultivo (Kc) de 1,0 a 1,6 em solo de textura arenosa do Município de Ecoporanga-ES.

Pelas Figuras 1 e 2 verifica-se a ocorrência de excedente hídrico nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, com valores que varia de 14 a 223 mm no solo de textura média e de 32 a 293 mm no solo de textura arenosa. Tais resultados indicam que este fator depende do estágio de desenvolvimento da cultura, do espaçamento utilizado e do tipo de solo quanto à textura. Sendo válido ressaltar que os meses de novembro e dezembro apresentaram os maiores valores de excedente hídrico.

Nas fases fenológicas de vegetação e formação das gemas vegetativas, floração e granação dos frutos, o déficit hídrico pode reduzir a produtividade do cafeeiro. Estas fases para o cafeeiro conilon geralmente ocorrem entre os meses de julho a fevereiro, o que pode causar redução da produtividade desta cultura nesse

período que coincide com o período de ocorrência de déficit hídrico no Município de Ecoporanga, como pode ser visto nas Tabelas 4 e 5 e nas Figuras 1 e 2, para solos de textura média e arenosa, respectivamente.

Tendo em vista que o teor de umidade do solo influencia diversos processos fisiológicos da planta, considerando-se seu efeito direto sobre o crescimento e indireto na absorção dos nutrientes existentes na solução do solo (TAIZ & ZEIGER, 2004). O cafeeiro, como as demais culturas, necessita de água disponível no solo em sua fase vegetativa, para promover o crescimento de ramos laterais ou plageotrópicos, em sua fase reprodutiva (floração, expansão e granação dos frutos) para se desenvolver e produzir satisfatoriamente (MANTOVANI & SOARES, 2003).

Nesta perspectiva, torna-se necessário o uso da irrigação suplementar devido a distribuição irregular das chuvas que ocorrem no ano. Assim, o período de intenso déficit hídrico no solo sem a correta reposição de água no solo, por meio da irrigação, pode ocasionar redução do crescimento, do desenvolvimento e da produção da cultura, além de poder reduzir o número de plantas por unidade de área, pois se o teor de água no solo atingir a umidade equivalente ao ponto de murcha permanente, que é diferenciado entre os solos em estudo devido à composição granulométrica dos mesmos, o cafeeiro entra em senescência até a morte.

Para minimizar os efeitos negativos do déficit hídrico no florescimento, na produtividade e na qualidade da produção do cafeeiro conilon os cafeicultores da região devem utilizar a irrigação suplementar com a aplicação do manejo da irrigação para que a cultura ao longo do seu ciclo e em diferentes épocas do ano possa ter água disponível no solo para atender sua demanda hídrica, sem reduzir o crescimento, o desenvolvimento, a floração e o enchimento dos grãos, o que resultará em boa produtividade por unidade de área.

SANTINATO et al. (1996), ao discutirem a aptidão hídrica do cafeeiro conilon, afirmaram que as regiões com déficit hídrico (DH) anual oscilando entre 150 a 200 mm são consideradas como aptas ao seu cultivo, mas podem exigir irrigações ocasionais. Regiões com DH entre 200 e 400 mm podem ser consideradas aptas, desde que se utilizem irrigação suplementar. Enquanto nas regiões com DH superior a 400 mm, o plantio de café conilon só será possível com a utilização da irrigação.

Pelo fato de o déficit hídrico anual variar de 113 a 620 mm ao longo do crescimento, desenvolvimento e produção do cafeeiro conilon em solo de textura média e de 173 a 730 mm de déficit hídrico anual em solo de textura arenosa, pode-se considerar a área do Município de Ecoporanga, como apta ao cultivo do café conilon com o uso da irrigação suplementar na região para evitar que no período de intenso déficit hídrico a umidade do solo alcance o teor de umidade correspondente ao ponto de murcha permanente, o que causa a intensa perda da turgescência das folhas das plantas que não recuperam seu estado de turgescência com o fornecimento de água via irrigação ou até mesmo pela precipitação natural, pois ao atingir o ponto de murcha permanente a planta entra em senescência até a morte.

Apesar de o conilon ser considerado como tolerante ao déficit hídrico no solo, tem-se observado que as lavouras irrigadas produzem consideravelmente mais do que as lavouras não irrigadas, principalmente naqueles anos em que as chuvas ocorrem de forma mal distribuídas. Vale ressaltar que, devido à diversidade de materiais genéticos do cafeeiro, o vigor da lavoura e as respostas à suplementação hídrica podem ser bem adversas, pois existem materiais genéticos que proporcionam respostas significativas à irrigação, mas outros vão apresentar respostas pouco significativas (SILVA & REIS, 2007).

Como vantagens da irrigação do cafeeiro, MANTOVANI (2001) cita a antecipação em até um ano a primeira colheita, redução do índice de replantio de mudas, maior produção na primeira safra, possibilidade da fertirrigação, ampliação da época de plantio, entre outras. Mas, deve-se salientar que a irrigação é uma das técnicas fundamentais para o aumento da produtividade, e não a técnica. Aliada à irrigação, é preciso que se faça o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, podas, desbrotas, adubações de cobertura e que se utilize material genético compatível com a tecnologia a ser empregada. Todos estes fatores interagem contribuindo para uma alta produtividade e qualidade da produção.

Assim, a reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportuno, é importante para o desenvolvimento da cultura. Tendo em vista a distribuição irregular das chuvas no decorrer do ano, apresentada nas Figuras 1 e 2, que ocasionam em certos períodos, perdas significativas no plantio e desenvolvimento das plantas, surgindo à necessidade da busca de alternativas para aumentar a disponibilidade de água para as plantas, na tentativa de melhorar a eficiência do uso da água, e consequentemente aumentar ou viabilizar a produção agrícola em algumas regiões.

De acordo com GONÇALVES (2001), as culturas perenes são afetadas nos seus diversos estádios de desenvolvimentos fenológicos, pelas condições climáticas, em especial pela precipitação e temperatura, que limitam a disponibilidade hídrica do solo e constituem-se no principal condicionante da produtividade.

O cultivo de café conilon tem suma importância econômica e social para o Estado do Espírito Santo. Entretanto, as pesquisas envolvendo o estudo sobre o balanço hídrico em lavouras cafeeiras para as condições edafoclimáticas do Estado são escassos, o que indica a necessidade de realização de trabalhos enfatizando esta área.

## CONCLUSÕES

Para o solo de textura média, o déficit hídrico anual no Município de Ecoporanga-ES varia de 113 a 620 mm e para o solo com textura arenosa o déficit hídrico varia de 173 a 730 mm, ambos distribuídos entre os meses de janeiro a outubro. Este período compreende as fases fenológicas vegetativa e reprodutiva do cafeeiro conilon com diferentes idades e espaçamentos entre linhas e entre plantas, indicando a necessidade do uso da irrigação suplementar na região. O excedente hídrico para o solo de textura média varia de 32 a 293 mm e no solo de textura arenosa varia de 14 a 223 mm. Os maiores valores de excedente hídrico ocorrem nos meses de novembro e dezembro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; Smith, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. FAO IrrigationandDrainagePaper n.56.

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

CAMARGO, A. P. **Balanço hídrico no estado de São Paulo**. 3.ed. Campinas: IAC, 1971. 24p. Boletim n.116.

CAMARGO, A. P. de; PINTO, H. S.; PEDRO JR., M. J. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do estado de São Paulo. **CATI**, v. 1, p. 109-149, 1974.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café: safra 2010 quarta estimativa, dezembro/2010/Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília, DF: CONAB, 2010. 20p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERNANDES, A.L.T. et al. Deficiência hídrica e uso de granulados em lavoura cafeeira irrigada por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 376-381, 2000.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G; MUNER, L. H. (Eds.) **Café Conilon**. Vitória, INCAPER, 2007. 702p.

GOMIDE, R. L. Monitoramento para manejo de irrigação: Instrumentação, Automação e Métodos. In: Faria, M.S.; Silva, E.L.; Vilela, L.A.A.; Silva, A.M. (eds.). **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFLA, 1998, p.133-238.

GONÇALVES, M. E. **O “cluster” da fruticultura no norte de Minas Gerais: interpretação de uma alternativa ao desenvolvimento regional – ênfase no Projeto Jaíba (área empresarial)**. Belo Horizonte, 2001. 115 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

IBGE. **Estados@. Espírito Santo**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=es>>. Acesso em: 15 de Abril de 2011.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. 408 p.

LANI, J. A.; BRAGANÇA, S. M.; PREZOTTI, L. C.; MARTINS, A. G.; DADALTO, G. G. Preparo, Manejo e Conservação do Solo. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G; MUNER, L. H. (Eds.) **Café Conilon**. Vitória, INCAPER, 2007. 702p.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO E PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4., 2001, Araguari, MG. MANTOVANI, E. C.; SOUZA, L. O. C.; SOARES, A. R. (Ed.). **Revista Engenharia na Agricultura** (Boletim Técnico 4).

MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro**: informações técnicas e coletânea de trabalhos. Viçosa, MG: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2003. 260p.

MARTINS, C. C.; SOARES, A. A.; BUSATO, C.; REIS, E. F. dos. MANEJO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CAFEIRO (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 61-69, Abr./Jun. 2007.

MATIELLO, J. B. O café: do cultivo ao consumo. **Globo Rural**, Coleção do agricultor - Grãos, 320 p., 1991.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 183p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba (RS): Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478p.

RONCHI, C. P.; DAMATTA, F. M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: Ferrão, R.G.; Fonseca, A.F.A.; Bragança, S.M.; Ferão, M.A.G.; De Muner, L. H. (Eds.). **Café conilon**. Vitória, SEag/Incaper, 2007. p. 95-115.

SALES, E. F. **Convivendo com a seca no Espírito Santo**. Vitória, ES: Emcapa 1998. 28p. (Emcapa. Documentos, 97)

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.

SCERNE, R.M.C.; SANTOS, A.O. da S.; SANTOS, M.M. dos; ANTÔNIO NETO, F. **Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto D'Oeste - RO**; atualização quinzenal. Belém: CEPLAC/SUPOR, 2000. 48p. (CEPLAC/SUPOR. Boletim Técnico, 17).

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. Irrigação do cafeeiro conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G; MUNER, L. H. (Eds.) **Café conilon**. Vitória, INCAPER, 2007. 702p.

SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. Efeito da época de irrigação sobre o crescimento do ramo plagiotrópico e longevidade foliar do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindoia, SP. **Anais...** Águas de Lindoia, SP: SDR/Procafé/Embrapa.

STOCK, L. A.; FEITOZA, L. R.; CASTRO, L. L. F. de. **Sistema de Cálculos Climatológicos para o Estado do Espírito Santo – CALCLI**. Aracê –ES: EMCAPA, 1991. 37p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. Santarém, E. R. ... [et al.] - 3. Ed. - Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geographical Review, Nova Iorque, v.38, n.1, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955. 104p.

TUCCI, A. E. M.; BELTRAME, L. F. S. Evaporação e evapotranspiração. In: TUCCI, A. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 943 p.