

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Mauro Santos de Rezende

**POTENCIAL DE ÁGUA NA FOLHA DE CAFEIRO IRRIGADO COM
DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA COM E SEM ELETROMAGNETIZAÇÃO**

**Monte Carmelo – MG
2017**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Mauro Santos de Rezende

**POTENCIAL DE ÁGUA NA FOLHA DE CAFEIEIRO IRRIGADO COM
DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA COM E SEM ELETROMAGNETIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior

**Monte Carmelo – MG
2017**

Mauro Santos de Rezende

**POTENCIAL DE ÁGUA NA FOLHA DE CAFEIEIRO IRRIGADO COM
DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA COM E SEM ELETROMAGNETIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 13 de dezembro de 2017.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior
Orientador

Prof. Dra. Gleice Aparecida Assis
Membro da Banca

Prof. Dr. Osvaldo Rettore Neto
Membro da Banca

**Monte Carmelo – MG
2017**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado durante todo este caminho, aos meus pais, Pedro Mauro de Rezende e Marilene dos Santos Rezende, que são os principais responsáveis por esta conquista, ao meu irmão Marcelo Santos Rezende, a minha namorada Lauriane Ferreira Morlin e todos meus amigos que contribuíram muito para minha formação e vivenciaram de perto toda essa jornada.

Agradeço a Fazenda Monguilod por que sem o seu apoio não seria possível desenvolver esse trabalho, e principalmente ao Luiz Augusto Monguilod, Reginaldo Pena e Daniel Sales que nos apoiaram sempre que necessário.

Em especial agradeço meu orientador Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior pelo tempo e empenho me auxiliando na minha formação pessoal e profissional, são poucos profissionais na área que se dedicam dessa maneira para realmente acrescentar na vida acadêmica do discente.

Agradeço ao grupo de pesquisa CinCi (Centro de Inteligência de Cultivos Irrigados), onde pude ter contato pela primeira vez com a pesquisa em campo e que me ajudou a conhecer melhor várias pessoas que tem sede de crescimento.

Agradeço também todos os meus professores que contribuíram com meu conhecimento para que eu possa alcançar meu sonho que é me tornar Engenheiro Agrônomo.

Por fim agradeço a Universidade Federal de Uberlândia que me ofereceu toda estrutura e suporte para fazer uma graduação sólida.

Muito obrigado!

POTENCIAL DE ÁGUA NA FOLHA DE CAFEIEIRO IRRIGADO COM DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA COM E SEM ELETROMAGNETIZAÇÃO

RESUMO: O potencial de água na folha descreve o estado energético da planta, cujos gradientes explicam os fluxos de água no sistema solo – planta – atmosfera, logo é de grande importância para monitorar o estado hídrico e a dinâmica do estresse hídrico de culturas de interesse econômico como o cafeeiro. O experimento avaliou o potencial de água na folha de cafeeiro irrigado quando submetido a diferentes lâminas de água magnetizada na região de Monte Carmelo, Minas Gerais. Foram feitas irrigações em 8 linhas de café sendo que 4 utilizando água não magnetizada e outras 4 magnetizadas, sendo que no segundo tratamento utilizamos lâminas de água magnetizada de 50%, 75%, 100% e 125%. Quinzenalmente foram colhidas antemanhã 64 folhas do experimento e analisadas, quanto ao seu potencial de água na folha pela Câmara de Scholander. O potencial de água na folha não demonstrou diferença significativa entre os tratamentos e as lâminas no período de maiores precipitações. Porém nos períodos de déficit hídrico o tratamento de água eletromagnetizada apresentou dados positivos e entre as lâminas a de 100% e 125% tiveram maior êxito.

PALAVRAS - CHAVE: coffea arabica L., irrigação, magnetizador

POTENTIAL WATER IN COFFEE SHEET IRRIGATED WITH DIFFERENT WATER BLADES WITH AND WITHOUT ELETROMAGNETIZATION

ABSTRACT: The water potential in the leaf describes the energy status of the plant, whose gradients explain the water fluxes in the soil - plant - atmosphere system, so it is of great importance to monitor the water status and the water stress dynamics of crops of economic interest as the coffee tree. The experiment evaluated the potential of water in the irrigated coffee leaf when submitted to different magnetized water slides in Monte Carmelo, Minas Gerais. Irrigations were made in 8 coffee lines, 4 using non-magnetized water and 4 magnetized, and in the second treatment we used magnetized water slides of 50%, 75%, 100% and 125%. Sixty-six leaves of the experiment were analyzed in advance and analyzed for their water potential in the leaf by the Scholander chamber. The water potential in the leaf showed no significant difference between the treatments and the slides in the period of higher precipitations. However, during periods of water deficit, the treatment of electromagnetized water had positive data and between the slides a of 100% and 125% were more successful.

KEYWORDS: coffee arabica L., irrigation, magnetizer

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	7
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1 - TRATOS CULTURAIS.....	12
2.2 - CURVAS DE RETENÇÃO.....	13
2.3 - VARIÁVEIS METEROLÓGICAS.....	14
2,4 - POTENCIAL DE ÁGUA NA FOLHA.....	15
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4 – CONCLUSÃO.....	26
5 - REFERÊNCIAS.....	27
6 - APÊNDICES.....	32

1 - INTRODUÇÃO

A cafeicultura brasileira apresenta grande importância na geração de empregos, recursos e divisas, sendo bastante diversificada, com particularidades regionais. O Cerrado brasileiro abrange mais de 200 milhões de hectares, distribuídos nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Distrito Federal, e tem se destacado com produção superior a 5 milhões de sacas por ano, principalmente de *Coffea arabica* L. A cafeicultura, nesta região, é caracterizada por apresentar produtividade acima da média nacional e utilizar, de maneira mais eficiente, insumos agrícolas, irrigação, genótipos apropriados e mecanização, dentre outras práticas. A cafeicultura irrigada ocupa, no Brasil, 240.000 ha, estando à maioria desta área localizada em regiões de Cerrado, representando mais de 10% da área e mais de 25% da produção de café total no País. Os sistemas de irrigação mais utilizados são os de aspersão (convencional, em malha e pivô central) e os localizados (gotejamento e modificados). O clima é favorável à qualidade do café, pois, na época da colheita, ocorrem condições de baixa umidade relativa do ar, sendo as chuvas concentradas no verão. Verifica-se, também, nas áreas de Cerrado, maior quantidade de insolação, principalmente nos meses de outono e inverno, também favorável à produtividade e qualidade. (FERNANDES, 2012)

O sucesso da agricultura nos tempos atuais está vinculado grande parte com a adoção da irrigação, principalmente nas regiões que sofrem com a escassez de água. Para obter – se resultados positivos com a irrigação na agricultura dependemos de um manejo adequado dos recursos naturais, junto com sua interação com a atmosfera que irá gerar condições potenciais de alta produtividade de uma cultura que esteja bem condicional quanto aos outros aspectos que cerca ela.

A expansão da cafeicultura brasileira em áreas marginais, como a Região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, onde as chuvas são insuficientes ou mal distribuídas no decorrer do ano, tornou a irrigação uma prática necessária para a obtenção de elevada produtividade (FERNANDES et al., 2000; KARASAWA et al., 2002).

A irrigação visa atender à demanda de água das plantas nos períodos críticos, e é necessário aplicá-la em quantidade correta. Se insuficiente, prejudica o desenvolvimento do sistema radicular e, se em excesso, provoca desperdícios de água, energia e nutrientes.

Segundo Camargo e Camargo (2001) no primeiro ano fenológico, a fase inicial, vegetação e formação das gemas foliares, vai de setembro a março. São sete meses de dias longos, com fotoperíodo acima de 13 e 14 horas de luz efetiva ou acima de 12 horas de brilho solar. A segunda fase, indução, maturação e dormência das gemas florais, ainda no 1o ano fenológico, são de dias curtos. Nesta fase, que vai de abril a agosto, ocorre a indução das gemas foliares formadas na

primeira fase, para gemas florais. No fim dessa segunda fase, em julho/agosto, as plantas entram em relativo repouso, quando emitem um ou dois pares de folhas pequenas, o que delimita os anos fenológicos. A terceira fase é a primeira do segundo ano fenológico. Inicia-se com a florada após um aumento do potencial hídrico nas gemas florais maduras (choque hídrico). Cafeeiros que recebem, nessa fase, água com muita frequência, têm a floração indefinida. Uma florada principal ocorre quando se verifica um período de restrição hídrica, seguido de chuva ou irrigação abundante. Temperatura ambiente elevada associada a um intenso déficit hídrico, durante o início da florada, provoca a morte dos tubos polínicos pela desidratação, causando o abortamento das flores, resultando nas conhecidas “estrelinhas”. Após a fecundação, vêm os chumbinhos e a expansão dos frutos. Essa etapa compreende os quatro meses, de setembro a dezembro. Havendo estiagem forte nessa fase, o estresse hídrico poderá prejudicar o crescimento dos frutos e resultar na ocorrência de peneira baixa. A quarta fase é a de granação dos frutos, quando os líquidos internos solidificam-se, dando formação aos grãos. Ocorre em pleno verão, de janeiro a março. As estiagens severas nessa fase poderão resultar no chochamento de frutos. A maturação dos frutos se dá na quinta fase, compreendendo normalmente os meses de abril, maio e junho. Nessa etapa, a evapotranspiração potencial (ETp) decresce significativamente e as deficiências hídricas moderadas beneficiam a qualidade do produto. As duas primeiras fases correspondem ao período vegetativo e as três seguintes (terceira, quarta e quinta) correspondem ao período reprodutivo do cafeeiro. A sexta e última fase, de julho e agosto, constitui a de senescência dos ramos produtivos não-primários, que secam e morrem, condicionados à conhecida auto-poda dos cafeeiros.

A irrigação tem propiciado aumentos na produtividade, tanto em regiões onde a deficiência hídrica coincide com o estágio de frutificação, como em regiões aptas ao cultivo, como o Sul de Minas Gerais (FARIA & SIQUEIRA, 2005; GOMES et al., 2007).

Nesse sentido um dos fatores que mais influencia a produtividade do café é o déficit hídrico. Segundo Damata e Ramalho (2006), não apenas no Brasil, mas em diversos países produtores de café, a seca é considerada o principal estresse ambiental capaz de afetar o desenvolvimento e a produção do cafeeiro. Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, o déficit hídrico ocupa posição de destaque, pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, é fenômeno que ocorre em grande extensão das áreas cultiváveis (NOGUEIRA et al., 2001).

Relata-se que o cafeeiro arábica tolera bem e pode ser beneficiado por deficiências hídricas de até 150 mm ano⁻¹, principalmente se estas coincidirem com o período de dormência da planta, não se estendendo até a fase de floração e início da frutificação (THOMAZIELLO et al., 2000). Porém, sua ocorrência em certas fases do ciclo fenológico pode comprometer a

produtividade da cultura, sendo a florada e granação (SILVA et al., 2003 b). Em casos extremos de deficiência hídrica, as raízes não conseguem suprir a parte aérea da planta com quantidade suficiente de água para atender a demanda atmosférica (VIEIRA, 1982). Assim, os estômatos fecham-se, diminuindo o potencial hídrico foliar e provocando a murcha das folhas para reduzir as perdas de água.

Para que seja diminuído o efeito do estresse hídrico em épocas de secas a irrigação é uma ferramenta de grande utilidade e associada a ela, pode – se incorporar a água magnetizada que possui propriedades que melhoram sua eficiência. Como quaisquer agrotecnologias, a irrigação deve estar integrada a outras tecnologias igualmente necessárias para a obtenção de índices superiores de produtividade. Como consequência dos avanços das agrotecnologias, principalmente nas áreas de fertilidade, manejo e melhoramento genético, os principais fatores limitantes da produção agrícola são o estresse hídrico e o excesso de água no solo durante as fases do biociclo de desenvolvimento da planta. A irrigação combinado com a drenagem são as soluções práticas disponíveis nesse cenário agrônômico de exigência de produtividade competitiva (LOPES et al., 2007).

A irrigação magnética incorpora todo “know how” e designer tecnológico da irrigação convencional e acrescenta um diferencial, que é a indução da transferência de prótons na ponte-de-hidrogênio na molécula de água quando submetida a um campo magnético estático externo. A água tratada magneticamente afeta o fenômeno de troca iônica como decorrência da redistribuição de cargas espaciais nas micelas coloidais do solo e também das mudanças espaciais das cargas nas argilas (LOPES et al., 2007). A água é constituída de moléculas polares que respondem ao campo magnético externo via dipolo elétrico. Assim, no equilíbrio tem-se gravitando em redor de cada íon uma camada ou cluster de água de densidade diferente da água pura não magnetizada. Para grande maioria dos solos, quanto menor for o “diâmetro” do íon e maior a quantidade de carga presente no íon, na solução aquosa magnetizada, maior será o número de hidratação. A interação predominante nesse fenômeno é de natureza eletrostática (LOPES et al., 2007).

Um importante indicador do déficit hídrico do solo é o potencial da água na planta. Este parâmetro, medido antes do nascer do sol, é indicativo do nível de armazenamento de água no solo, uma vez que há uma tendência de equilíbrio entre as condições hídricas da planta e do solo quando a deficiência hídrica não é acentuada (SILVA et al., 2003 b).

A produtividade do cafeeiro é fortemente influenciada pelo suprimento adequado de água e de nutrientes (COELHO et al., 2009). Dessa forma, o estudo do estado hídrico da lavoura é essencial ao entendimento do potencial produtivo do cafeeiro, pois esse fator pode afetar diretamente a produtividade (MATTA, 2004). A compreensão das relações entre a água e o cafeeiro

pode fornecer subsídios aos agricultores e pesquisadores para tomada de decisões mais fundamentadas sobre o manejo global da lavoura (CASTANHEIRA, 2009). Segundo Rezende, Faria e Lismar (2009), existem alguns métodos na literatura recomendados para uniformizar a florada, entretanto, tem-se procurado indicadores fisiológicos que caracterizem o estado hídrico foliar e o potencial de tolerância à seca em cultivares de café. Dentre estes métodos, o potencial da água na planta é um indicativo do nível de armazenamento de água no solo (CASTANHEIRA, 2009) e assim, um manejo adequado da irrigação deve resultar em floradas uniformes e, conseqüentemente, em um produto final de melhor qualidade. Portanto, é provável que o florescimento e o desenvolvimento dos frutos estejam associados às variações edafoclimáticas, principalmente no que se refere às alterações no potencial hídrico das plantas de café. Assim, o potencial hídrico foliar destaca - se como um parâmetro importante na avaliação da resposta das espécies vegetais ao estresse hídrico (CASTANHEIRA2009). Além de representar uma quantificação do efeito do estresse hídrico na planta, a determinação do potencial hídrico da folha do cafeeiro, no período na “antemanhã”, que independe das condições atmosféricas, apresenta estreita correlação com as reservas de água no solo, podendo representar um referencial da necessidade de irrigação (CASTANHEIRA, 2009)

O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de água na folha de cafeeiro irrigado quando submetido a diferentes lâminas de água magnetizada na região de Monte Carmelo, Minas Gerais.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Vitória II, localizada no município de Monte Carmelo (MG), 18°44'59” S 47°24'35” O, altitude de 890 m. O clima é classificado como Aw de acordo com a classificação de Köppen, com verão quente e chuvoso e estação de inverno fria e seca.

O cafeeiro estudado foi a cultivar Topázio MG 1190 com espaçamento 3,80 x 0,60 m, sendo a lavoura instalada em 2010. O solo utilizado para implantação da cultivar é ARGISSOLO VERMELHO que possui 45 a 65% de argila.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 4 blocos instalados em esquema fatorial 2 x 4, totalizando 32 parcelas subdivididas no espaço experimental. O primeiro fator foi composto por dois níveis (água normal e água magnetizada) e o segundo fator teve quatro níveis representando as lâminas de irrigação a serem testadas, sendo 125%, 100%, 75%

e 50% da lâmina de necessária para reposição do consumo hídrico do cafeeiro estimada por balanço hídrico diário da cultura. Cada parcela foi constituída por um conjunto de 18 plantas, conforme o anexo I.

O sistema de irrigação da área experimental é o gotejamento, com emissores autocompensantes da marca Rivulis modelo Hidro PC 2,2 L h⁻¹ espaçados a cada 0,6 m para a lâmina de 100%. Para as de 50%, 75% e 125%, foi utilizado o emissor autocompensante Naan Tif 2,0 L h⁻¹ espaçados de acordo com as lâminas, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Espaçamentos, vazões e lâminas líquidas para as diferentes lâminas de água magnetizada.

Lâmina de irrigação (%)	Espaçamento entre gotejadores (m)	Vazão do gotejador (L h ⁻¹)	Intensidade de aplicação (mm h ⁻¹)
125	0,44*	2,0*	1,21
100	0,60	2,2	0,96
75	0,70*	2,0*	0,72
50	1,10*	2,0*	0,48

* As vazões e os espaçamentos foram divididos em dois para haver sobreposição do bulbo formando a faixa de água

Os módulos de tratamento de água foram instalados na casa de bombas do sistema de irrigação do cafeeiro, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1- Eletromagnetizador instalado no sistema de irrigação localizada

Antes da aplicação dos tratamentos, foi realizada a avaliação do sistema de irrigação, onde consistiu na coleta da vazão dos gotejadores em oito pontos ao longo da linha lateral e em quatro linhas laterais, ao longo da linha de derivação. As linhas laterais selecionadas foram aquelas situadas no início da linha de derivação, a 1/3 da origem da linha de derivação, a 2/3 da origem da linha de derivação e no final desta. Os oito pontos selecionados em cada linha lateral foram os situados no início da linha lateral, a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7 e a 6/7 do comprimento da linha lateral, e aquele situado no final. Coletou-se o volume que cada planta recebia, enquanto o intervalo de tempo utilizado para determinação da vazão foi de 5 min. em cada lâmina estudada, utilizando coeficientes de uniformidade adequados. A uniformidade de distribuição do sistema foi classificada como BOM (entre 80-90%), conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Critério para classificação dos coeficientes calculados.

Classe	Us (%)
Excelente	Acima de 90
Muito Bom	80 – 90
Regular	70 – 80
Péssimo	60 – 70
Inaceitável	Abaixo de 60

Fonte: Bralts (1986), Bralts & Kesner (1983), Bralts et al. (1981a, b, 1982, 1987) e Benami & Ofen (1984).

2.1 – TRATOS CULTURAIS

Durante o experimento foram realizados tratos culturais e fitossanitários definidos pela fazenda, representados no Quadro 2, onde está relacionada às atividades e os meses em que elas foram realizadas. A adubação foi feita 60% por meio de fertirrigação e 40% via solo, sendo que se utilizou na fertirrigação ureia, KCL pó branco, MAP, purificado, sulfato de magnésio, sulfato de manganês e ácido bórico. Na parte via solo foi feita aplicação de 5000 kg/ha⁻¹ de matéria orgânica, ácido húmico, ácido fúvico, 150 kg/ha⁻¹ de nitrato de cálcio e formulado 19 4 19. Os herbicidas utilizados foram o FLUMIZIN 500 “flumioxazina”, ZAP QI 620 “glifosato potássico”, ácido bórico, BREAK - THRU “silicones” e ácido fúvico. Os foliares aplicados foram Grex café, Grex citrus, Grex cab, Ager ferro, Molybdate, Vorax, MAP e ácido bórico. Na quimigação foi feita a aplicação do VERDADERO 600 WG “triazol” e a manutenção de plantas daninhas foi realizada com trincha acoplada.

Quadro 2 – Tratos culturais e fitossanitários

Atividades	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Fertirrigação	X	X		X	X					X	X	X
Quimigação		X								X		
Adubação via solo		X								X		X
Herbicida						X						
Adubação Foliar	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X

Para auxiliar nos tratos culturais foi realizada a análise de solo, pois é um instrumento que pode auxiliar o produtor rural a aumentar a lucratividade da exploração agrícola e a acompanhar as mudanças da fertilidade do solo. A fazenda Vitória II, onde foi realizado o experimento utiliza agricultura de precisão, logo as análises de solo foram divididas em subunidades. A produtividade esperada foi de 80 sacas ha⁻¹. Nos anexos 2 e 3 pode-se observar que na área em que o experimento foi realizado possui uma boa fertilidade de acordo com Guimarães et. al (1999).

2.2 – CURVAS DE RETENÇÃO

As características físico-hídricas foram determinadas no Laboratório IAC e estão apresentadas na Tabela 2. Os parâmetros na tabela 4 foram utilizados para obtenção da curva de retenção com auxílio da (eq. 1).

Tabela 2 - Valores de umidade de saturação (θ_s) e residual (θ_r) e dos parâmetros (α , n e m) do modelo de van Genuchten para o solo utilizado no experimento.

Camada (cm)	θ_s (cm ³ cm ⁻³)	θ_r (cm ³ cm ⁻³)	α (cm ⁻¹)	m	n
0 - 20	0,585	0,212	0,883	0,349	1,536
20 - 40	0,598	0,190	0,806	0,393	1,647
40 - 60	0,599	0,194	0,624	0,346	1,528

A umidade do solo foi calculada pela equação de van Genuchten (1980) (eq. 1),

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha |\Psi_m|)^n]^m} \quad (1)$$

em que:

θ (Ψ_m) - umidade volumétrica em função do potencial mátrico, em m³ m⁻³;

θ_r - umidade volumétrica residual do solo, em m³ m⁻³;

θ_s - umidade volumétrica do solo saturado, em m³ m⁻³;

m e n - parâmetros de regressão da equação, adimensionais;

α - parâmetro com dimensão igual ao inverso da tensão, em kPa⁻¹; e

Ψ_m - potencial mátrico, em kpa.

2.3 – VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

A estratégia de manejo da irrigação de balanço hídrico da cultura do cafeeiro foi adotada utilizando medidas do ambiente, coletadas por uma estação agrometeorológica automática, com objetivo de estimar a evapotranspiração da cultura (ETc). A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método padrão da FAO, conforme a eq. (2).

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (DPV)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (2)$$

onde:

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

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

G - fluxo de calor no solo, em $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$;

T - temperatura média do ar a 2 m de altura, em $^{\circ}\text{C}$;

u_2 - velocidade do vento a 2 m de altura, em m s^{-1} ;

DPV - déficit de pressão de vapor, em kPa ;

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

γ - constante psicrométrica, em $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$;

O consumo de água da cultura é também chamado de evapotranspiração da cultura (ET_c), porque envolve a soma da evaporação da água do solo e da transpiração das plantas. Essa variável foi estimada por meio do cálculo da eq. (3)

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad (3)$$

Onde:

ET_c - evapotranspiração da cultura (mm/dia);

K_c - coeficiente da cultura;

ET_0 - evapotranspiração de referência (mm/dia).

O k_c é o coeficiente da cultura e auxilia na obtenção da evapotranspiração da cultura (ET_c), calculado pelo produto com a ET_0 . Foi determinado o k_c da cultura estudada pelo Quadro 3 de acordo com Santinato, Fernandes e Fernandes, (1996). De acordo com os autores a cultura apresenta K_c de 1,1, pois se enquadra como planta adulta com mais de 3 anos e espaçamento entre ruas e plantas maiores que $3,0 \times 0,5 \text{ m}$ e $3,333 \text{ plantas ha}^{-1}$.

Quadro 3 – Determinação do coeficiente da cultura (K_C).

Idade	Espaçamentos entre ruas e entre plantas (m)	K_C
1. Adulta > 3 anos	A) > 3,0 x >1,0 m - 2500 plantas ha ⁻¹ >	1
	B) >3,0x0,5 a 1,0 m - 3333 plantas ha ⁻¹	1,1
	C) 2,0 a 3,6x0,5 a 1,0 m - 6666 plantas ha ⁻¹	1,2
	D) 1,0 a 2,0x0,5 a 1,0 m - 13333 plantas ha ⁻¹	1,3
2. Nova 1 a 3 anos	A) > 3,0x>1,0 m - 2500 plantas ha ⁻¹ >	0,8
	B) >3,0x0,5 a 1,0 m - 3333 plantas ha ⁻¹	0,9
	C) 2,0 a 3,6x0,5 a 1,0 m - 6666 plantas ha ⁻¹	1
	D) 1,0 a 2,0x0,5 a 1,0 m - 13333 plantas ha ⁻¹	1,1
3. Nova até 1 ano	A) > 3,0x>1,0 m - 2500 plantas ha ⁻¹ >	0,6
	B) >3,0x0,5 a 1,0 m - 3333 plantas ha ⁻¹	0,7
	C) 2,0 a 3,6x0,5 a 1,0 m - 6666 plantas ha ⁻¹	0,8
	D) 1,0 a 2,0x0,5 a 1,0 m - 13333 plantas ha ⁻¹	0,9

Fonte : Santinato, Fernandes e Fernandes (1996)

2.4 – POTENCIAL DE ÁGUA NA FOLHA

A coleta dos dados do experimento foi realizada quinzenalmente na antemanhã, pois segundo Silva (2003b), de fato as variações de potencial da água na planta são melhores interpretadas quando realizadas antes do sol nascer, uma vez que, durante a noite, há uma tendência de equilíbrio entre as condições hídricas da planta e do solo quando a deficiência hídrica não é acentuada. Os tecidos das plantas estão hidratados ao máximo pouco antes do amanhecer, quando não há restrição hídrica, ao passo que as medidas feitas ao longo do dia são realizadas sob ocorrências da transpiração, consumindo mais nitrogênio, e são mais suscetíveis às variações no clima, como radiação incidente, temperatura e déficit de pressão de saturação do ar (SILVA, 2005).

Foram coletadas 2 folhas por parcela do terço superior da planta, sendo o terceiro par de folhas gerando ao final um total de 64 amostras. Elas eram armazenadas dentro de uma caixa de isopor refrigerada para evitar a perda de umidade e levadas para o laboratório. Era executado um pequeno corte transversal em seu pecíolo e levadas uma após a outra para avaliação na câmara de scholander visualizado na figura 3, onde eram coletados os dados das amostras que eram inseridos na tabela do anexo 4. Embora haja variação ao longo do dia, mesmo em plantas irrigadas, esse parâmetro descreve o estado hídrico da planta, e tem sido muito utilizado em estudos das relações hídricas dos vegetais (HSIAO, 1973; SIONIT & KRAMER, 1976; WESTEGAT, 1994). O potencial

de água da folha indica o seu estado energético, cujos gradientes explicam os fluxos da água no sistema solo planta-atmosfera (BERGONCI et al., 2000).



Figura 2 - Câmara de scholander utilizado para analisar o potencial de água na folha.

Para análise de variância dos resultados, foi utilizado o software livre SISVAR (FERREIRA, 2011). As variáveis que apresentaram valores de F significativo, no mínimo 5% de probabilidade na análise de variância, foram submetidas ao teste de médias do tipo Scott-Knott, a um nível de 5% de probabilidade.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 observa-se a evapotranspiração da cultura, que refere-se aos processos de transpiração pelas plantas e evaporação direta do solo, que ocorrem simultaneamente. Na Figura 4 é apresentada a evapotranspiração de referência (ET₀) que é a evapotranspiração de uma extensa superfície vegetada com uma espécie rasteira, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo, sem restrição hídrica e com ampla área de bordadura. Ambas estimativas de evapotranspiração tem grande importância para projetos de irrigação, pois auxiliam no manejo adequado da água, já que a captação e elevação de água exigem alto investimento em equipamentos e grande consumo de energia, além da possibilidade de gerar impactos ambientais nas regiões de intensa exploração da agricultura irrigada. Por esses motivos, a quantificação da água evapotranspirada num sistema solo-

planta-atmosfera, torna-se numa informação primordial nos projetos de irrigação, determinando o sucesso do empreendimento.

Na agricultura irrigada é fundamental o conhecimento das necessidades hídricas das culturas. O consumo de água de uma cultura depende diretamente da demanda energética atmosférica, do conteúdo de água no solo e da resistência da planta à perda de água para a atmosfera. No que se refere ao manejo de irrigação a base para a quantificação da água a ser aplicada em determinada cultura está associada, comumente, à capacidade da superfície do solo e da vegetação de perder água para a atmosfera. A forma usual de se quantificar a água a ser aplicada ao longo do ciclo da cultura é considerar os processos de evaporação do solo e de transpiração da planta, conjuntamente, ao que se denomina evapotranspiração (SILVA; RAO, 2006).

Pode - se visualizar em ambas as figuras que os períodos de maior perda de água para o ambiente foram em janeiro, fevereiro, março e abril nas fases de granação, maturação e abotoamento, sendo também observadas grandes perdas entre os meses de setembro e outubro na fase de dormência e expansão, sendo estes períodos importantes para cultura quanto ao estresse hídrico. Esses meses se encontram em uma época, onde as temperaturas são altas, de acordo com o histórico da região, logo irá exigir mais da planta gerando uma maior evapotranspiração de referência e consequentemente de cultura, devido a maior perda de água para o ambiente.

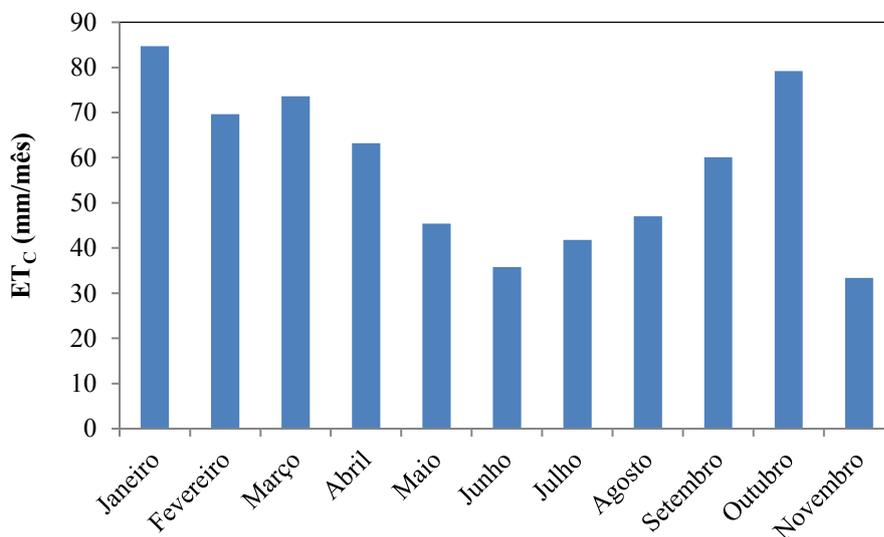


Figura 3 – Dados da evapotranspiração da cultura no período de ensaio.

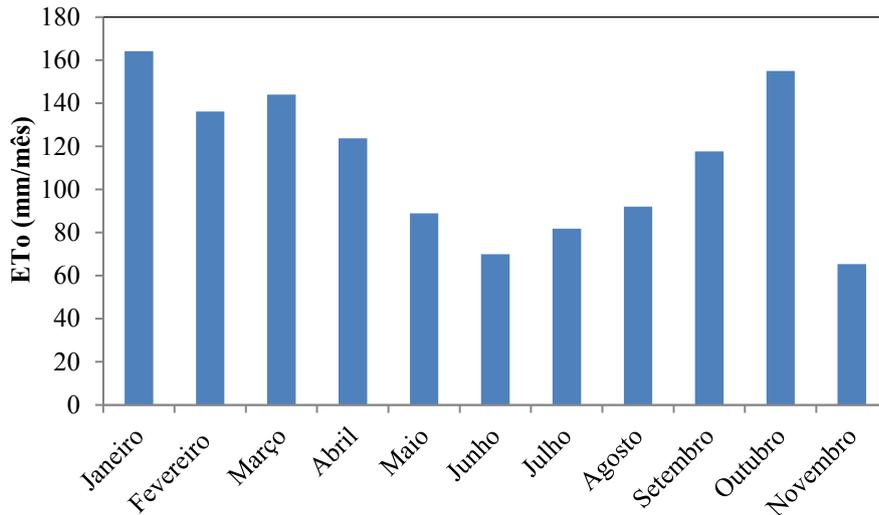


Figura 4 – Dados da evapotranspiração de referência no período de ensaio

Nas Figuras 5, 6, 7 e 8 observa-se o balanço hídrico climatológico da cultura do cafeeiro para cada lâmina de irrigação do experimento. Os parâmetros avaliados foram a precipitação, capacidade de água disponível, capacidade real de água, armazenamento de água e irrigações que aconteceram durante todo o período experimental para cada lâmina testada. O armazenamento de água a ser considerado nos estudos de balanço hídrico depende da profundidade de exploração do sistema radicular no solo. Como a cultura do cafeeiro explora diferentes profundidades de solo em função de seu estágio de desenvolvimento, características fisiológicas e atributos do solo, a capacidade de água disponível (CAD) está sempre sujeita a uma variação contínua ao longo dos anos e das estações do ano (PEREIRA, 2005). O armazenamento de água no solo varia em razão da quantidade de água que infiltra e dos fatores que contribuem para que esta permaneça armazenada ao alcance do sistema radicular, o que é influenciado pelas propriedades físicas, mecânicas e hídricas do solo e por fatores locais, como a percentagem de cobertura da vegetação do solo. Isto evidencia a estreita relação das práticas de manejo com os fatores que determinam o armazenamento de água no solo (CASTRO, 2001).

Pode-se visualizar o momento em que cada lâmina atingiu a capacidade máxima de armazenamento AD100% e também aquelas que atingiram valores inferiores do ideal adotado AD50% de armazenamento de água. De acordo com Doorenbos & Kassam (1994) quando se dispõe de sistema de irrigação, não se deve esperar até que as plantas mostrem sintomas externos da falta de água para se irrigar. Se isso acontecer, a produção já estará afetada. Assim deve-se iniciar a irrigação antes das plantas atingirem esse ponto. Na prática, esse ponto representa uma fração

(percentual p) da CAD, denominada de Água Facilmente Disponível (AFD), ou seja, aquela que pode ser extraída do solo a partir do armazenamento máximo, sem que ocorra déficit hídrico na cultura. Para a cultura do café adota - se $p = 0,50$ de acordo com os autores Doorenbos & Kassam (1994), ou seja, se valores de armazenamento acontecerem abaixo dessa fração pode gerar perdas na produção. Dentro desse contexto pode-se observar que a L_{125} foi a que proporcionou melhores condições para a cultura, pois ela apresentou uma maior frequência de armazenamento próximo à AD100% (umidade da capacidade de campo) e apenas um pico abaixo do valor ideal para a cultura de AD50% de acordo com a Figura 8.

A lâmina de L_{50} foi a que obteve piores resultados apresentando um maior tempo abaixo do valor ideal, impondo uma condição de déficit hídrico à cultura do cafeeiro. Segundo Silva et al. (2003), os benefícios da irrigação para uma cultura só podem ser alcançados em toda a sua plenitude quando o sistema de irrigação for utilizado com critérios de manejo que resultem em aplicações de água em quantidades compatíveis com as necessidades de consumo da cultura. Ressalta-se que qualquer estratégia de manejo de irrigação deve ser alicerçada nas curvas de consumo de água das culturas e que, para determinação do momento exato para efetuar a irrigação, torna-se necessário racionalizar o manejo de água na agricultura irrigada.

Nas figuras 5, 6, 7 e 8 pode-se contemplar as precipitações ocorridas no período do experimento, observando-se pelo histórico da região do cerrado que foram chuvas normais com picos acumulativos maiores em janeiro, fevereiro e março, logo em seguida ocorrendo um decréscimo acentuado com retorno no mês de outubro das precipitações.

Esta falta de distribuição de chuvas da região não é positiva para a cultura, pois concentra as chuvas em determinadas épocas e promove uma seca prolongada o que não é benéfico. Segundo Clifford (1985), fatores climáticos exercem efeito acentuado sobre a uniformidade de maturação e secagem do café. Diversos estudos relatam no período de crescimento vegetativo (que vai de outubro a maio do primeiro ano fenológico) e frutificação (janeiro a março do segundo ano fenológico), o cafeeiro necessita de maior disponibilidade de água, e na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, a necessidade de água é menor, permitindo a ocorrência de pequena deficiência hídrica sem grandes prejuízos para o cafeeiro. Ademais, os períodos de seca podem ser importantes para o crescimento das raízes, maturação dos ramos formados na estação chuvosa anterior e para a diferenciação floral e maturação dos frutos. No caso do café, mais importante que a precipitação total durante o ano é a distribuição dessa precipitação ao longo das diversas etapas de desenvolvimento da planta (CAMARGO; CAMARGO, 2001; CAMARGO; FRANCO, 1985; MATIELLO, 1991).

Nas figuras 5, 6, 7 e 8 são apresentados os eventos de irrigação realizados durante o período do experimento para cada lâmina estudada. A irrigação para o cafeeiro é de grande importância na região do cerrado, pois as precipitações são bem concentradas deixando grandes períodos de seca, logo sendo prejudicial para a cultura. Podemos ver em diversos trabalhos que ao se utilizar lâminas de irrigação esses efeitos negativos dessa seca prolongada são minimizados e promovem resultados positivos para cultura. Gervásio (1998) e Karasawa (2001), que ao aplicar lâminas de 0 a 100% e de 0 a 120% da ECA, respectivamente, obtiveram, em Lavras, melhor desenvolvimento vegetativo e resposta linear crescente da produtividade à lâmina de irrigação. Em Lavras, a produtividade do cafeeiro 'Topázio MG-1190', aos 28 meses de idade, foi intensamente influenciada pela irrigação. O tratamento irrigado o ano todo, com reposição de 120% da ECA, produziu quase 15 vezes mais que a testemunha (KARASAWA, 2001).

Porém deve - se pensar que juntamente com a irrigação temos também pontos negativos que são os custos mais elevados de produção e o impacto ambiental. Dentro desse contexto a água magnetizada tem a proposta de utilizar essa água para irrigação de maneira mais eficiente, fazendo com que se utilizem menores lâminas de água para irrigar o mesmo local e com a mesma eficiência diminuindo os custos do manejo e consequentemente os impactos ambientais, possibilitando a expansão das áreas irrigadas em condições de restrição hídrica da propriedade.

Pode-se observar nas figuras 5, 6, 7 e 8 que a L₅₀ a figura 7 foi a que utilizou uma menor quantidade de água para realizar as irrigações seguidas por L75, L100 e L125. Porém, visualiza-se que o balanço hídrico climatológico das lâminas utilizadas que apesar da L₅₀ utilizou uma menor quantidade de água, mas a que teve as maiores quantidades de picos abaixo do armazenamento ideal e que permaneceu um maior tempo nessa situação.

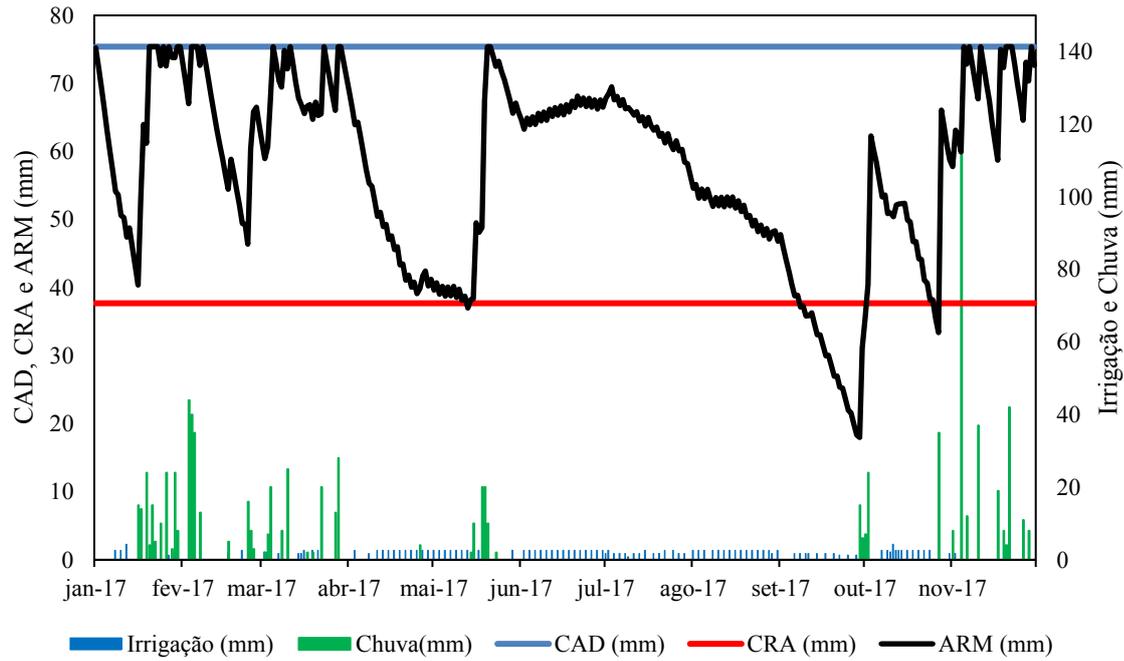


Figura 5 - Extrato do balanço hídrico climatológico do cafeeiro para L100,

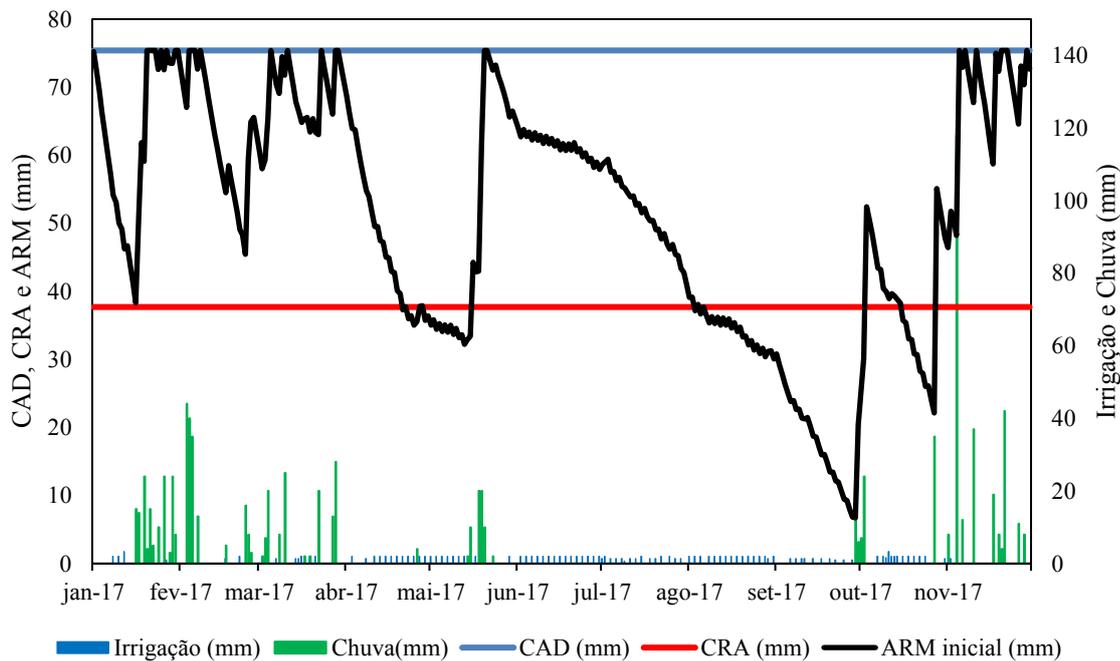


Figura 6 - Extrato do balanço hídrico climatológico do cafeeiro para L75.

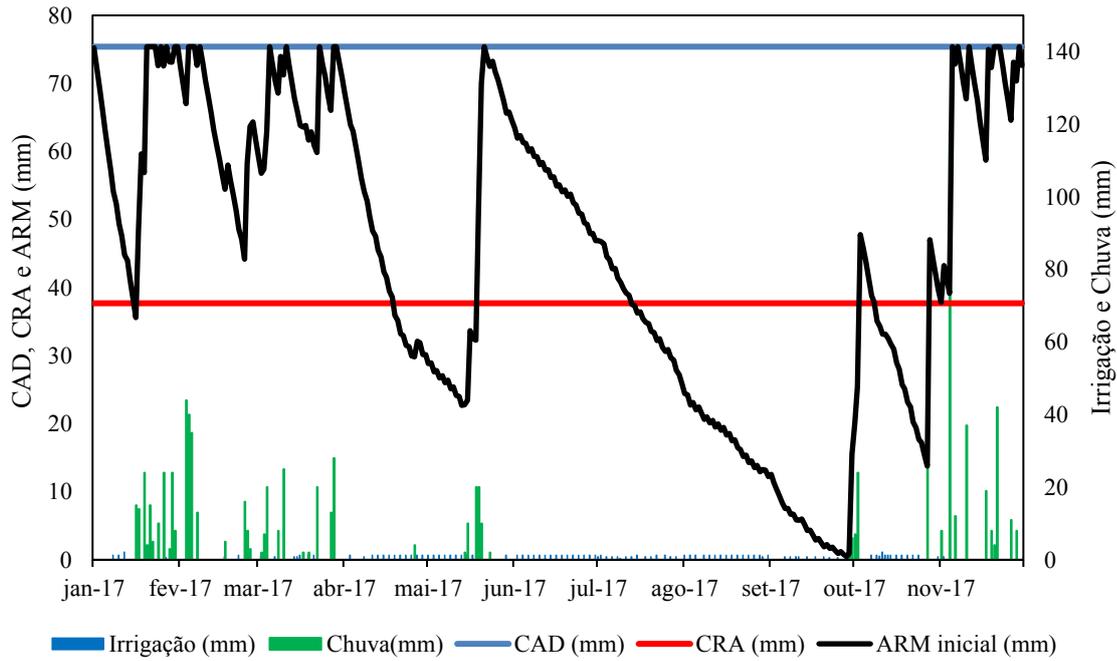


Figura 7 - Extrato do balanço hídrico climatológico do cafeeiro para L50.

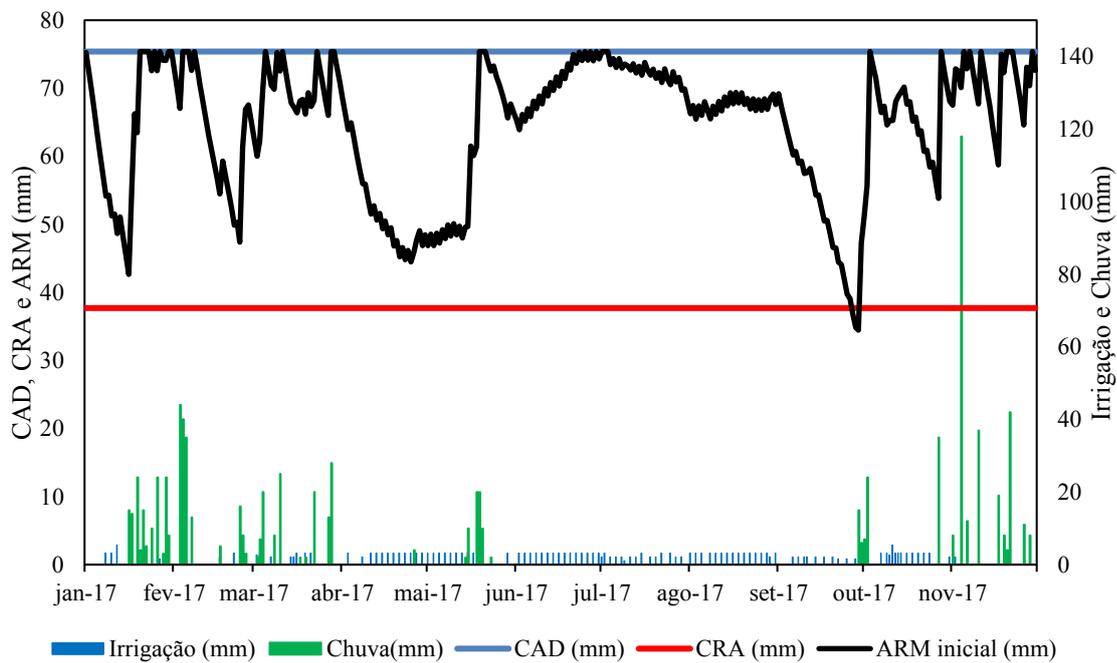


Figura 8 - Extrato do balanço hídrico climatológico do cafeeiro para L125.

O resultado da análise de variância que indica se houve diferença significativa entre os tratamentos esta disponível no apêndice. Os resultados para cada fator estudado são apresentados na figura 9 e 10, sendo que letras diferentes significa diferença significativa dentro do fator.

A Figura 9 apresenta o potencial de água na folha nos meses em que o experimento foi avaliado nos diferentes tratamentos, sendo irrigações com água magnetizada e sem ser magnetizada. De acordo com a literatura, plantas de cafeeiro apresentam sintomas de estresse hídrico quando tem valores de potencial de água na folha a partir de -1 MPa, logo sendo adotou – se esse valor. Magalhães e Angelocci, (1976); Bonfim, (2007) dizem que a partir de -1,20 MPa ocorre estresse hídrico na cultura. Já Silva (2000), cita que para ocorrer sintomas de estresse hídrico, os valores de potencial de água na folha devem ser acima de -1,40 MPa.

Nos meses de fevereiro e março que coincidem com a fase de granação, pode-se observar no balanço hídrico climatológico para cada lâmina de irrigação que houve intensa precipitação nessa época, não necessitando de irrigação para manter água disponível no solo para a cultura dentro dos limites ideais.

Nas análises de potencial de água na folha não houve amostras que tivessem valores que se enquadrariam em estresse hídrico de acordo com os autores citados acima não havendo diferença entre os tratamentos em fevereiro e março.

Na época de maturação e abotoamento que coincide com abril até junho pode-se observar que houve decréscimo nas precipitações de acordo com balanço hídrico climatológico, quando comparado com o período de granação, logo houve uma maior demanda de irrigação. Nesse período ocorreu uma grande queda na água disponível no solo, porém ao observar-se os valores do potencial de água na folha não encontramos déficit hídrico. Entre os tratamentos a água magnetizada obteve menores valores nos meses de abril e junho, mostrando um maior poder de hidratação quando em situações de menor disponibilidade de água

Nos meses de julho até setembro o cafeeiro inicia na fase de dormência que é caracterizada pela autopoda do cafeeiro, em que muitos ramos produtivos terciários e quaternários secam e morrem, limitando o crescimento vegetativo. No final desse período em setembro inicia-se a fase de pré-florada, onde os produtores reduzem as horas de irrigação para que o café sofra um estresse hídrico induzido, tendo em vista uma melhor floração e maior uniformidade dos tipos de frutos. Nesse período de acordo com balanço hídrico climatológico foi quando houve os menores valores de água disponível no solo podendo ser explicada pela indução ao estresse hídrico. Segundo os autores, o maior número de floradas e a baixa uniformidade de produção das plantas irrigadas continuamente confirmam a necessidade de um período de seca na sincronização do florescimento. Comentam ainda que os baixos valores de potencial da água nas folhas (-2,5 a -2,8 MPa) das

plantas não irrigadas reduziram significativamente o número de flores, se comparadas às plantas irrigadas, com reflexos na produção final, indicando a necessidade de irrigação para assegurar boa iniciação floral. Nesse período houve o maior intervalo sem chuvas caracterizando a região com chuvas concentradas e longa escassez hídrica.

Os valores de potencial de água na folha tiveram dois momentos críticos nesse período que foram em agosto, setembro (2) e setembro (3) aonde presença - se valores acima e -1 MPa o que caracteriza déficit hídrico. Pode - se notar nos dados de potencial de água na folha que nos períodos críticos de setembro, o tratamento com água magnetizada proporcionou os menores valores em setembro (2) mostrando maior eficiência quando submetido ao estresse hídrico. Castanheira, (2009) observou – se o potencial hídrico foliar (Yf) alcançou menores valores (valor mínimo de -1,6 MPa) durante os meses de setembro, outubro e novembro, indicando um possível efeito de estresse hídrico na planta.

No mês de outubro que coincide com a fase de expansão, o café não pode sofrer com estresse hídrico para não influenciar na formação do fruto. Pode-se observar no balanço hídrico climatológico das diferentes lâminas que houve um aumento da água disponível do solo, que pode ser explicada pela volta das precipitações auxiliando o cafeeiro nessa fase que necessita de água. Os valores de potencial de água na folha indicam que o café não está em déficit hídrico, podendo explicar a não existência de diferença entre os tratamentos estudados.

Segundo Camargo, (1985) a fase que vai de setembro a dezembro, inicia-se com a “florada”, depois de um aumento do potencial hídrico nas gemas florais maduras (choque hídrico), e vai até a “expansão dos frutos”. Uma florada principal acontece quando se verifica um período de restrição hídrica seguido de chuva, irrigação ou mesmo de um acentuado aumento da umidade relativa do ar. Um estresse hídrico nesse período pode gerar problemas no enchimento de grãos gerando uma possível baixa peneira no futuro.

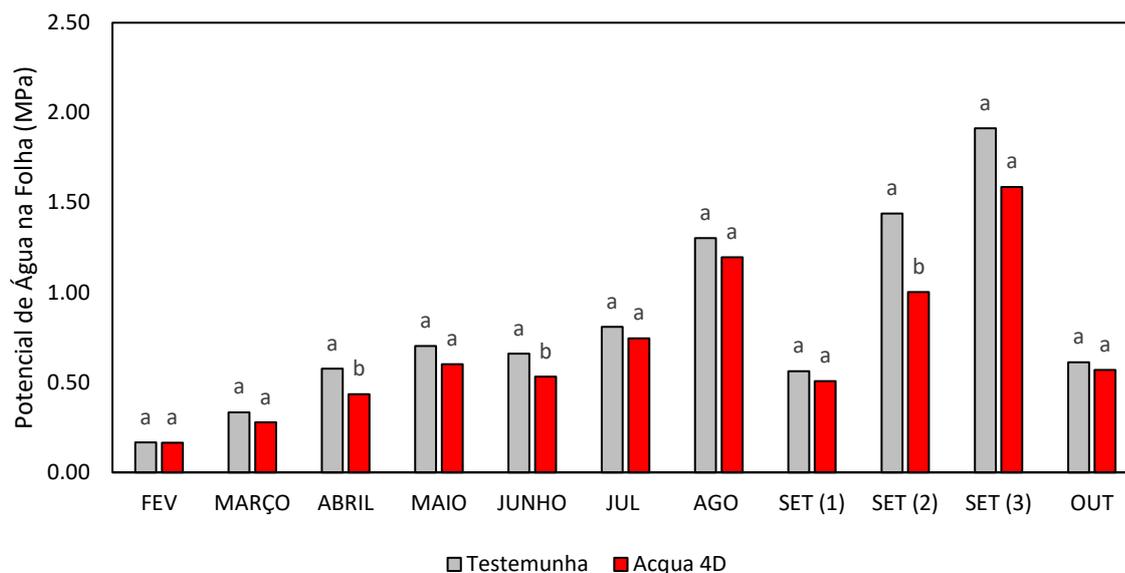


Figura 9 – Potencial de água na folha nos diferentes tratamentos de água magnetizada e não magnetizada.

Na Figura 10 são apresentados os resultados de potencial de água na folha para as lâminas de irrigação estudadas. Observa-se que na fase de granação, que coincidem com fevereiro até março houve maiores precipitações e menor necessidade de irrigação. A água disponível estava em condições satisfatórias para a planta que de acordo com os valores de potencial de água na folha não apresentavam estresse hídrico. Para os valores entre as lâminas houveram diferenças podendo ser explicado pela falta de necessidade de água de irrigação nesse período.

Nos meses de abril até junho, que integra as fases de maturação e abotoamento da cultura, houve decréscimo nas precipitações gerando menores valores de água disponível no solo, logo tendo necessidade de se efetuar maiores irrigações. Nesse período não houve estresse hídrico no cafeeiro, pois não apresentaram valores maiores que -1 MPa. Com a maior necessidade de irrigação, as lâminas de 100% e 125% apresentaram menores valores de potencial de água na folha nos meses de Abril e Maio, sendo que em Junho não houve diferença significativa entre as lâminas podendo ser justificada pelo retorno do armazenamento de água no solo aos seus valores ideais.

Nos meses de Julho a Setembro no período de dormência pode-se notar a maior escassez de precipitações no balanço hídrico climatológico e também os menores valores de água disponível na planta necessitando de maiores irrigações, tendo como consequência valores de potencial da água críticos em agosto e setembro. Esses valores em setembro podem ser explicados pela pré-florada, onde se utiliza do estresse hídrico para induzir uma florada mais uniforme. Pode-se observar em

setembro (3) menores valores de potencial de água na folha para as lâminas de 100% e 125%, já nos demais meses não houve diferença significativa.

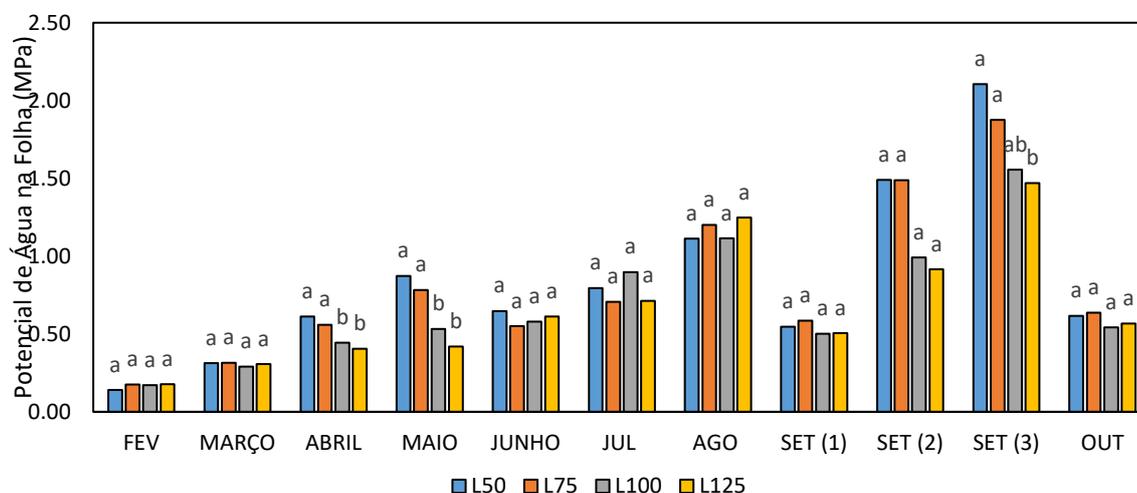


Figura 10 – Potencial de água na folha em diferentes lâminas de irrigação.

No período de expansão que coincidem com outubro houve a volta das precipitações o que fez com que aumentasse a água disponível no solo e diminuísse a necessidade de irrigação. Nesse período não encontra - se valores no potencial de água na folha que indicam estresse hídrico, pois se tem água suficiente disponível para o café. Entre as lâminas de irrigação observa - se que não houve diferença significativa podendo ser explicada pela menor necessidade de água nesse período.

4 - CONCLUSÃO

Conclui-se que entre o tratamento eletromagnetizado e a testemunha não houveram diferenças significativas nos meses de maior precipitação.

Já nos meses em que ocorreu um período prolongado de escassez hídrica, a tecnologia de eletromagnetização da água de irrigação alterou positivamente o status hídrico do cafeeiro quando comparado à testemunha.

Entre as lâminas de irrigação de água magnetizada pode - se concluir durante o período do experimento de maiores precipitações não houve diferença significativa. Nos períodos que se tinha menos água disponível no solo e a planta de café estava estressada devido déficit hídrico as lâminas de 100% e 125% se destacaram positivamente.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R.C.B.; MANTOVANI, E.C.; SOARES, A.R.; RENA, A.B.; BONOMO, R. Área de observação e pesquisa em cafeicultura irrigada na Região das Vertentes de Minas Gerais - Resultados de 1998/2000. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas - MG. Anais... Brasília: Embrapa Café, 2000. p.823-826.
- 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.
- BENAMI, A.; OFEN, A. Irrigation engineering. Haifa: Irrigation Engineering Scientific Publications, 1984. 257p.
- BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; Santos, A.O. 2000. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(8): 1531-1540.
- BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) Trickle irrigation for crop production. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- BRALTS, V.F.; EDWARD, D.M.; WU, I.P. Drip irrigation design and evaluation based on statistical uniformity concept. In: HILLEL, D. (Ed). Advances in irrigation. Orlando: Academic Press, 1987. v.4, p.67-117.
- BRALTS, V.F.; KESNER, C.D. Drip irrigation field uniformity estimation. *Transactions of the ASAE*, v.26, p.1369-1374, 1983. BRALTS, V.F.; WU, I.P.; GITLIN, H.M. Drip irrigation uniformity considering emitter plugging. *Transactions of the ASAE*, v.24, p.1234-1240, 1981a.
- BRALTS, V.F.; WU, I.P.; GITLIN, H.M. Manufacturing variations and drip irrigation uniformity. *Transactions of the ASAE*, v.24, p.113-119, 1981b. BRALTS, V.F.; WU, I.P.; GITLIN, H.M. Emitter plugging and drip irrigation lateral line hydraulics. *Transactions of the ASAE*, v.25, p.1274-1281, 1982.
- CAMARGO, A. P. de. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 53-90.
- CAMARGO, A. P.; ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S.; CHIARINI, J. V. Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em áreas de Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 4., 1976, Brasília. Bases para utilização agropecuária: Anais... São Paulo: USP, 1977. p.89-120.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. (2001) "Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil". *Bragantia*, v. 60, n. 1, p. 6568.
- CAMARGO, A.P. de. Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.20, p.831-839, 1985.
- CAMARGO, A.P.; FRANCO, C.F. Clima e fenologia do cafeeiro. In: *Cultura de café no Brasil: manual de recomendações*. 5.ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, Ministério da Indústria e Comércio, 1985. p.19- 50.

CASTANHEIRA, D. T. et al. Floração e potencial hídrico foliar de cafeeiros sob regimes hídricos e densidades de plantio. *coffee science, lavras*, v. 4, p. 126-135, 2009.

CASTRO, M. M. T. Morfología de superficies cultivadas. Em relación com la infiltración, La formación del excedente de agua y La erosión. La Coruña: UDC, 2001. 541p. Tesis Doctoral

CLARK, R. N.; HILLER, E. A. Plant measurements as indicators of crop water deficit. *Crop Science, Madison*, v. 13, p. 466-469, 1973.

CLIFFORD, M. N. (1985) Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. *Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*. Beckenham(Kent): Croom helm, cap. 13, p. 305374

COELHO, G. et al. Efeito de épocas de irrigação e de parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro 'Catuai'. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 33, n. 1, p. 67-73, jan./fev. 2009.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRUGER, C. A. M.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v. 13 (suplemento), p. 855-864, 2009.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. *Brazilian Journal of Plant Physiology, Campos dos Goytacazes*, v. 18, n. 1, p. 55-81, 2006.

DOORENBO, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Estudo FAO – Irrigação e Drenagem n.33, 1994. 306p. (Traduzindo por Gheyi, H. R. et al. – UFPB).

DRINNAN, J.E. & MENZEL, C.M. Temperature affects vegetative growth and flowreng of coffee (*Coffea Arabica L.*). *Journal of Horticultural Science, Ashford*, v.70, n.1, p.25-34, 1995.

ESPÍRITO SANTO, B.R. Uso e conservação dos recursos hídricos e importância da irrigação. IICA/ Governo Chile, 200. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/encuen/bene.pdf> Acesso em 01 jun 2001.

FARIA, M.A.; VILELLA, W.M.C.; SILVA, M.L. O.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. L. da; OLIVEIRA, L.A.M.; SILVA, A.L. Influência das lâminas de irrigação e da fertirrigação na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica L.*). - 2.^a colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4, 2001, Araguari. Anais... Uberlândia: UFU, 2001. p.11-14.

FARIA, R.T. de; SIQUEIRA, R. Produtividade do cafeeiro e cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos. *Bragantia*, v.64, p.583- 590, 2005.

FERNANDES, A.L.; PARTELLI, F.L.; BONOMO, R.; GOLYNSK, A. A MODERNA CAFEICULTURA DOS CERRADOS BRASILEIROS. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-240, abr./jun. 2012

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GERVÁSIO, E.S. Efeito de diferentes lâminas de água no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na fase inicial de formação da lavoura. 1998. 58p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GOMES, N.M.; LIMA, L.A.; CUSTÓDIO, A. de P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no Sul do Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.564-570, 2007.

HESPANHOL, I.; GONÇALVES, O. Conservação e reúso de água. *Manual de Orientações para o Setor Industrial*. São Paulo: Fiesp, Ciesp, 2002. v.1.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.24, p.519- 570, 1973.

KARASAWA, S.; FARIA, M.A. de; GUIMARÃES, R.J. Resposta do cafeeiro cv. Topázio MG-1190 submetido a diferentes épocas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, p.28-34, 2002.

LABOR SOLO. Disponível em : < <https://www.laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/conhecendo-os-solos-brasileiros-argissolos/> >. Acesso em : 8 out de 2017.

LEVIDOW, L. et al. Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management*, v. 146, p. 84-94, 2014.

LOPES, G. N. ET AL. Irrigação magnética. *Agro@ambiente*, v. 1, p. 1-08, 2007.

MATTA, F. M. da. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Piracicaba, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2004.

MATIELLO, J.B. O café do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. 320p

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de ThornthwaiteMather. *Bragantia*, v.64, p.311-313, 2005.

PORTO NACIONAL – TO. Trabalho de Graduação do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade Católica do Tocantins. Disponível em <http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-1/4periodo/Avaliacao_da_qualidade_da_agua_dos_mananciais_superficiais.pdf>, 2015.

RAMOS, F. O.; BARROS, C. L.; SOUSA, I. C.; BARROS, L. C.; CEZAR, R. B. Avaliação da qualidade da água dos mananciais superficiais do projeto polo de fruticultura irrigada São João - Porto Nacional – TO. Trabalho de Graduação do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da

Faculdade Católica do Tocantins. Disponível em <http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-1/4periodo/Avaliacao_da_qualidade_da_agua_dos_mananciais_superficiais.pdf>, 2015.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. ITEM: Irrigação & Tecnologia Moderna, Brasília, n. 48, p. 34-41, set. 2000.

REZENDE, F. C.; FARIA, M. A. de; LISMAR, W. Efeitos do potencial de água da folha na indução da floração e produção do cafeeiro (*Coffea arabica*, L.). *Coffee Science*, Lavras, v. 4, n. 2, p. 126-135, jul./dez. 2009.

ROTONDANO, A.K.F. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. 2004. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SILVA, A.M.; COELHO, G.; FARIA, M.A.; SILVA P.A.M.; GUIMARÃES P. T. G.; COELHO, M. R.; COELHO, G. S. Avaliação da época de irrigação e da fertirrigação sobre a produtividade. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.22, n.1, p.33-42, 2002.

SILVA, A.M.; LIMA, E.P.; COELHO, M.R.; COELHO, G.S. Produtividade, rendimento de grãos e comportamento hídrico foliar em função da época de irrigação do parcelamento e do método de adubação do cafeeiro catuaí. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.23, n.3, p.434-440, 2003 b.

SILVA, Antonio C. et al. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí, em função da época de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 12, n. 1, p.21-25, 30 ago. 2005.

SILVA, C.R. Evapotranspiração e desenvolvimento de limeira ácida ‘Tahiti’ na ausência e presença de estresse hídrico 2005. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, M. L. O. E.; FARIA, M. A.; GARCIA, J. R. S.; BORGES, C. T. Produtividade das quatro primeiras safras do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, 2003, Goiânia. Anais... Jaboticabal: SBEA, 2003 a, CD-Rom.

SIONIT, N.; KRAMER, P.J. Water potential and stomatal resistance of sunflower and soybean subjected to water stress during various growth. *Plant Physiology*, Rockville, v.58, p.537-40, 1976

SOARES, A. R. Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 2001. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

THOMAZIELLO, R.A.; FAZUOLI, L.C.; PEZZOPANE, J.R.M.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. *Café arábica: cultura e técnicas de produção*, Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 82 p. (Boletim técnico, IAC n.º 187)

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*, St. Louis, v.31, p.570-578, 1999

VIEIRA, D.B. Irrigação de pomares cítricos, planta cítrica. Cordeirópolis: Instituto Agrônomo, 1982. p.13-26.

WESTGATE, M.E. Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. *Crop Science*, Madison, v.34, n.1, p.76-83, 1994.

6 – APÊNDICES

Apêndice 1 – Croqui da área experimental

POCUBUNIA	L75	L75	L50	L100	M	4 5 6 7 8
	L125	L100	L75	L50	NM	
	L50	L125	L100	L75	NM	
	L100	L50	L125	L75	M	
	L75	L125	L50	L100	M	
	L100	L50	L75	L125	NM	
	L125	L75	L100	L50	M	
	L50	L100	L125	L75	NM	

Apêndice 2 – Análise de solo setor 5 subunidades 45078, 45079, 45080, 45081.



UBERSOLO[®]
ANÁLISES AGRÍCOLAS

"Centro de Excelência em Análises Agrícolas"

Laudo de Análise de Solo

Solicitante: APAGRI TRIANGULO	Telefone: (34)99168-1139
Proprietário: LUIS AUGUSTO MONGUILOD	Convênio: APAGRI ANO 2017
Propriedade: VITORIA II	Laudo Nº: 9639/2017
Município: MONTE CARMELO - MG	Data: 01/08/2017

Resultado de Análise Química

Cod. Lab.	Amostra	Profundid.	Talhão	pH		P(res)	P(melh)	P(rem)	PTotal	Na ⁺	K	S-SO ₄ ⁼	K	Ca	Mg	Al	H + Al	M.O.	C.O.
				CaCl ₂	Água														
													cmol _c dm ⁻³				dag Kg ⁻¹		
													mg dm ⁻³						
45074	26	0-20	T.5001/	5,30	ns	44,30	ns	ns	ns	ns	168,00	12,00	0,43	2,20	1,00	0,00	3,00	4,90	2,84
45075	27	0-20	T.5001/	4,80	ns	42,60	ns	ns	ns	ns	166,00	ns	0,42	2,60	1,30	ns	2,70	ns	ns
45076	26	20-40	T.5001/	4,80	ns	27,60	ns	ns	ns	ns	107,00	19,00	0,27	1,40	0,60	0,00	3,10	ns	ns
45077	38	0-20	T.5001/	4,80	ns	28,40	ns	ns	ns	ns	119,00	ns	0,30	2,70	1,30	ns	3,00	ns	ns
45078	10	0-20	T.5001/	5,20	ns	44,30	ns	ns	ns	ns	189,00	15,00	0,48	2,80	1,60	0,00	2,40	4,40	2,55
45079	11	0-20	T.5001/	5,40	ns	34,00	ns	ns	ns	ns	130,00	ns	0,33	2,20	1,20	ns	2,40	ns	ns
45080	10	20-40	T.5001/	4,60	ns	24,20	ns	ns	ns	ns	91,00	26,00	0,23	1,00	0,50	0,24	4,80	ns	ns
45081	28	0-20	T.5001/	4,60	ns	33,30	ns	ns	ns	ns	133,00	ns	0,34	1,60	0,80	ns	3,00	ns	ns

Resultado de Análise Química

Cod. Lab.	Amostra	Profundid.	Talhão	pH		P(res)	P(melh)	P(rem)	PTotal	Na ⁺	K	S-SO ₄ ⁼	K	Ca	Mg	Al	H + Al	M.O.	C.O.
				CaCl ₂	Água														
													cmol _c dm ⁻³				dag Kg ⁻¹		
													mg dm ⁻³						
45074	26	0-20	T.5001/	5,30	ns	44,30	ns	ns	ns	ns	168,00	12,00	0,43	2,20	1,00	0,00	3,00	4,90	2,84
45075	27	0-20	T.5001/	4,80	ns	42,60	ns	ns	ns	ns	166,00	ns	0,42	2,60	1,30	ns	2,70	ns	ns
45076	26	20-40	T.5001/	4,80	ns	27,60	ns	ns	ns	ns	107,00	19,00	0,27	1,40	0,60	0,00	3,10	ns	ns
45077	38	0-20	T.5001/	4,80	ns	28,40	ns	ns	ns	ns	119,00	ns	0,30	2,70	1,30	ns	3,00	ns	ns
45078	10	0-20	T.5001/	5,20	ns	44,30	ns	ns	ns	ns	189,00	15,00	0,48	2,80	1,60	0,00	2,40	4,40	2,55
45079	11	0-20	T.5001/	5,40	ns	34,00	ns	ns	ns	ns	130,00	ns	0,33	2,20	1,20	ns	2,40	ns	ns
45080	10	20-40	T.5001/	4,60	ns	24,20	ns	ns	ns	ns	91,00	26,00	0,23	1,00	0,50	0,24	4,80	ns	ns
45081	28	0-20	T.5001/	4,60	ns	33,30	ns	ns	ns	ns	133,00	ns	0,34	1,60	0,80	ns	3,00	ns	ns

Resultados de Micronutrientes

Resultados de Análise Física

Cod. Lab.	Amostra	Profundid.	Análise	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Si	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Argila	Silte	Classificação Textura:
				mg dm ⁻³					g Kg ⁻¹						
45074	26	0-20	U08	0,90	1,24	23,00	2,7	2,1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45075	27	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45076	26	20-40	U07-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45077	38	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45078	10	0-20	U08	0,85	1,34	20,00	4,4	2,2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45079	11	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45080	10	20-40	U07-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45081	28	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não solicitado; P(rem)= Fósforo remanescente; P(res)= Fósforo resina; P(melh)= Fósforo melhich; SB = Soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; m = Sat. Alumínio; pH água, pH CaCl₂ 0,01 mol.L⁻¹; Ca P, K, Na = (HCL 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); S-SO₄⁼ = (Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L⁻¹); Ca, Mg, Al = (KCl 1 mol L⁻¹); H + Al = (Solução Tampão SMP a pH 7,5); M.O. = Método Calorimétrico;

Apêndice 3 – Análise de solo setor 5 subunidades 45082 e 45083.



UBERSOLO[®]
ANÁLISES AGRÍCOLAS

"Centro de Excelência em Análises Agrícolas"

Laudo de Análise de Solo

Solicitante:	APAGRI TRIANGULO	Telefone:	(34)99168-1139
Proprietário:	LUIS AUGUSTO MONGUILOD	Convênio:	APAGRI ANO 2017
Propriedade:	VITORIA II	Laudo N°:	9640/2017
Município:	MONTE CARMELO - MG	Data:	01/08/2017

Resultado de Análise Química

Cod. Lab.	Amostra	Profundid.	Talhão	pH		P(res)	P(melh)	P(rem)	PTotal	Na ⁺	K	S-SO ₄ ²⁻	K	Ca	Mg	Al	H + Al	M.O.	C.O.
				CaCl ₂	Água														
													cmol _c dm ⁻³			dag Kg ⁻¹			
45082	29	0-20	T.5001 /	5,10	ns	26,60	ns	ns	ns	ns	149,00	ns	0,38	2,00	1,10	ns	2,50	ns	ns
45083	34	0-20	T.5001 /	5,10	ns	24,90	ns	ns	ns	ns	140,00	ns	0,36	2,30	1,30	ns	2,30	ns	ns
45084	12	0-20	T.5001 /	5,30	ns	26,40	ns	ns	ns	ns	147,00	ns	0,38	2,20	1,10	ns	2,20	ns	ns
45085	13	0-20	T.5001 /	5,30	ns	22,90	ns	ns	ns	ns	146,00	ns	0,37	2,20	1,00	ns	2,00	ns	ns
45087	30	0-20	T.5001 /	5,00	ns	44,10	ns	ns	ns	ns	161,00	ns	0,41	1,80	0,80	ns	2,20	ns	ns
45088	15	0-20	T.5001 /	4,80	ns	32,70	ns	ns	ns	ns	175,00	ns	0,45	2,20	0,90	ns	2,40	ns	ns
45089	14	0-20	T.5001 /	5,20	ns	28,50	ns	ns	ns	ns	148,00	12,00	0,38	1,80	0,80	0,00	2,40	4,10	2,38
45090	14	20-40	T.5001 /	4,70	ns	16,70	ns	ns	ns	ns	86,00	17,00	0,22	0,90	0,40	0,00	2,70	ns	ns

Resultados Complementares

Cod. Lab.	Amostra	Profundid.	Talhão	SB	t	T	V	m	Ca/T	Mg/T	K/T	H+Al/T	Ca+Mg/T	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
				cmol _c dm ⁻³			%		Relações Entre Bases (T) %				Relações Entre Bases				
45082	29	0-20	T.5001 /	3,48	ns	5,98	58,20	ns	33,40	18,40	6,40	41,80	51,80	1,80	5,30	2,90	8,20
45083	34	0-20	T.5001 /	3,96	ns	6,26	63,30	ns	36,70	20,80	5,80	36,70	57,50	1,80	6,40	3,60	10,00
45084	12	0-20	T.5001 /	3,68	ns	5,88	62,60	ns	37,40	18,70	6,50	37,40	56,10	2,00	5,80	2,90	8,70
45085	13	0-20	T.5001 /	3,57	ns	5,57	64,10	ns	39,50	18,00	6,60	35,90	57,50	2,20	5,90	2,70	8,60
45087	30	0-20	T.5001 /	3,01	ns	5,21	57,80	ns	34,50	15,40	7,90	42,20	49,90	2,20	4,40	2,00	6,30
45088	15	0-20	T.5001 /	3,55	ns	5,95	59,70	ns	37,00	15,10	7,60	40,30	52,10	2,40	4,90	2,00	6,90
45089	14	0-20	T.5001 /	2,98	2,98	5,38	55,40	0,00	33,50	14,90	7,10	44,60	48,30	2,20	4,70	2,10	6,80
45090	14	20-40	T.5001 /	1,52	1,52	4,22	36,00	0,00	21,30	9,50	5,20	64,00	30,80	2,20	4,10	1,80	5,90

Resultados de Micronutrientes

Resultados de Análise Física

Cod. Lab.	Amostra	Profundid.	Análise	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Si	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Argila	Silte	Classificação Textura:
				mg dm ⁻³					g Kg ⁻¹						
45082	29	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45083	34	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45084	12	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45085	13	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45087	30	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45088	15	0-20	U06-MO-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45089	14	0-20	U08	0,92	1,21	17,00	2,9	1,5	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
45090	14	20-40	U07-MO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não solicitado; P(rem) = Fósforo remanescente; P(res) = Fósforo resina; P(melh) = Fósforo melhich; SB = Soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; m = Sat. Alumínio; pH água, pH CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹; Ca, P, K, Na = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); S-SO₄²⁻ = (Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L⁻¹); Ca, Mg, Al = (KCl 1 mol L⁻¹); H + Al = (Solução Tampão SMP a pH 7,5); M.O. = Método Calorimétrico;

Apêndice 4 – Planilha de dados das avaliações de potencial de água na folha das parcelas experimentais.

PARCELA	ÁGUA	ÁGUA	LÂMINA	LÂMINA	BLOCO	Med1	Med2
6	M	2	L100	3	1		
13	M	2	L100	3	2		
20	M	2	L100	3	3		
29	M	2	L100	3	4		
3	NM	1	L100	3	1		
12	NM	1	L100	3	2		
22	NM	1	L100	3	3		
27	NM	1	L100	3	4		
8	M	2	L125	4	1		
15	M	2	L125	4	2		
18	M	2	L125	4	3		
32	M	2	L125	4	4		
2	NM	1	L125	4	1		
9	NM	1	L125	4	2		
23	NM	1	L125	4	3		
28	NM	1	L125	4	4		
5	M	2	L50	1	1		
14	M	2	L50	1	2		
19	M	2	L50	1	3		
30	M	2	L50	1	4		
4	NM	1	L50	1	1		
11	NM	1	L50	1	2		
24	NM	1	L50	1	3		
25	NM	1	L50	1	4		
7	M	2	L75	2	1		
16	M	2	L75	2	2		
17	M	2	L75	2	3		
31	M	2	L75	2	4		
1	NM	1	L75	2	1		
10	NM	1	L75	2	2		
21	NM	1	L75	2	3		
26	NM	1	L75	2	4		

Apêndice 5 – Análises estatísticas dos tratamentos e lâminas utilizados no experimento.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Fevereiro de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	0,297 ^{ns}
Água	1	0,912 ^{ns}
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	0,127 ^{ns}
Água x Lâmina	3	0,790 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		17,49
CV (b) (%)		20,17

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Março de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	0,261 ^{ns}
Água	1	0,670 ^{ns}
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	0,702 ^{ns}
Água x Lâmina	3	0,908 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		36,15
CV (b) (%)		25,12

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Abril de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	1,765 ^{ns}
Água	1	14,870*
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	14,200*
Água x Lâmina	3	0,299 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		5,15
CV (b) (%)		3,62

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo. OBS: Foi aplicada transformação de dados com $(x + 0,5)^{1/2}$

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Maio de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	0,158 ^{ns}
Água	1	0,060 ^{ns}
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	0,000*
Água x Lâmina	3	0,959 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		4,30
CV (b) (%)		6,55

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Junho de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	0,210 ^{ns}
Água	1	26,994*
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	1,285 ^{ns}
Água x Lâmina	3	1,709 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		11,73
CV (b) (%)		17,53

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo. OBS: Foi aplicada transformação de dados com $(x + 0,5)^{1/2}$

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Julho de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	0,403 ^{ns}
Água	1	0,596 ^{ns}
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	0,307 ^{ns}
Água x Lâmina	3	0,389 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		24,13
CV (b) (%)		28,61

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Agosto de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	3,176 ^{ns}
Água	1	0,238 ^{ns}
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	1,800 ^{ns}
Água x Lâmina	3	1,049 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		13,37
CV (b) (%)		9,96

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo. OBS: Foi aplicada transformação de dados com $(1/\sqrt{X})$.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Setembro (1) de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	0,385 ^{ns}
Água	1	0,486 ^{ns}
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	0,508 ^{ns}
Água x Lâmina	3	0,030*
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		37,56
CV (b) (%)		23,38

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Setembro (2) de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	0,036*
Água	1	0,032*
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	0,121 ^{ns}
Água x Lâmina	3	0,112 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		26,81
CV (b) (%)		48,39

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Setembro (3) de 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	2,110 ^{ns}
Água	1	3,932 ^{ns}
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	4,779*
Água x Lâmina	3	1,039 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		26,72
CV (b) (%)		21,71

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo. OBS: Foi aplicada transformação de dados com $(1/\sqrt{X})$.

Resumo da análise de variância referente ao potencial de água na folha para o mês de Outubro e 2017

FV	GL	Estatística F
Blocos	3	0,274 ^{ns}
Água	1	0,207 ^{ns}
Resíduo (a)	3	
Parcelas	7	
Lâmina	3	0,423 ^{ns}
Água x Lâmina	3	0,939 ^{ns}
Resíduo (b)	18	
Total	31	
CV (a) (%)		12,68
CV (b) (%)		21,18

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}: não significativo.

