



ANELISE FAGUNDES SILVA

**POTENCIAL HÍDRICO DE CAFEEIROS CULTIVADOS COM
DIFERENTES COBERTURAS, CONDICIONADORES DE
SOLO E FERTILIZANTES**

**LAVRAS – MG
2019**

ANELISE FAGUNDES SILVA

**POTENCIAL HÍDRICO DE CAFEIROS CULTIVADOS COM DIFERENTES
COBERTURAS, CONDICIONADORES DE SOLO E FERTILIZANTES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Rubens José Guimarães
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

ANELISE FAGUNDES SILVA

**POTENCIAL HÍDRICO DE CAFEEIROS CULTIVADOS COM DIFERENTES
COBERTURAS, CONDICIONADORES DE SOLO E FERTILIZANTES**

**WATER POTENTIAL OF COFFEE CULTIVATED WITH DIFFERENT
COVERINGS, SOIL CONDITIONERS AND FERTILIZERS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 05 de junho de 2019.
Dr. Rubens José Guimarães – UFLA
Me. Giovani Belutti Voltolini – UFLA
Me. Ademilson de Oliveira Alecrim – UFLA

Prof. Dr. Rubens José Guimarães
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

Aos meus pais, Maria José Fagundes Silva e Edivaldo Cândido da Silva, e a minha irmã, Lara, pelo apoio, carinho, sacrifícios e por sempre acreditarem em mim.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por todas as oportunidades que a mim foram dadas e por sempre me guiar, por estar comigo nas horas boas e ruins.

Aos meus pais Maria José e Edivaldo, que sempre confiaram em mim e nunca me deixaram desistir. Obrigada! Essa conquista é nossa.

À minha irmã, Lara, pela amizade e companheirismo de sempre.

Aos meus familiares que sempre me apoiaram e me aconselharam, especialmente minha Tia Fia pelos ensinamentos.

Às amigas de infância pelos anos de amizade e cumplicidade.

À minha segunda família, REPÚBLICA TODA BOA, e aos amigos feitos nessa caminhada, especialmente Karine (Copélia), por toda amizade, companheirismo e apoio.

A todos os professores da Universidade Federal de Lavras que contribuíram para a minha formação profissional.

Ao meu orientador, Rubens José Guimarães, pelos ensinamentos.

À mestranda, Laís Sousa Resende, pela paciência e por me orientar.

Ao departamento técnico da COOPFAM, por todo aprendizado, crescimento profissional e pelas amizades feitas.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para que esse tão esperado momento chegasse.

RESUMO

A água é de extrema importância para a cultura do café. Observa-se que os períodos de déficit hídrico estão se tornando comuns, sendo necessária a busca por alternativas para minimizar esse estresse nas plantas. Objetivou-se avaliar o potencial hídrico de cafeeiros cultivados com diferentes coberturas, condicionadores de solo e fertilizantes. Foi realizado o plantio de mudas de café ‘Mundo Novo 379/19’ em janeiro de 2016 no setor de cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial (3x2x5), composto de 30 tratamentos. Os cafeeiros foram implantados com espaçamento de 3,6 metros nas entre linhas e 0,75 metros entre plantas. Esses tratamentos correspondem às combinações dos fatores: manejo do mato, tipos de fertilizantes e condicionadores de solo. Os tratamentos referentes ao manejo de mato são: (i) cobertura do solo com filme de polietileno; (ii) cobertura do solo com braquiária em manejo ecológico e (iii) manejo convencional com controle de plantas daninhas. Os tratamentos com os diferentes tipos fertilizantes são: fertilizantes convencionais e fertilizantes de liberação controlada. Já os tratamentos referentes ao uso de condicionadores de solo: (i) casa de café; (ii) gesso agrícola; (iii) polímero hidrorretentor; (iv) composto orgânico e (v) testemunha sem a utilização de condicionadores. Avaliou-se o potencial hídrico foliar das plantas no período de antemã (de 4 até 6 horas). Concluiu-se que, para coberturas de solo e fertilizantes, as plantas não se diferem. Entretanto, para os condicionadores de solo nota-se que obteve um efeito significativo em relação ao potencial hídrico. Essas plantas, com tratamentos de diferentes tipos de condicionadores, apresentaram melhores condições de hidratação. Os condicionadores gesso agrícola, composto orgânico e casca de café em lavoura de café são recomendados para maior retenção e manutenção de água no solo, importante para o processo fotossintético e conseqüentemente para o crescimento e a produtividade da lavoura.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, potencial hídrico, otimização, condicionadores, coberturas.

ABSTRACT

Water is of the utmost importance for coffee growing. It is observed that the periods of water deficit are becoming common, being necessary the search for alternatives to minimize this stress in the plants. The objective was to evaluate the water potential of cultivated coffee trees with different coverings, soil conditioners and fertilizers. Planting of 'Mundo Novo 379/19' coffee seedlings was carried out in January 2016 in the coffee sector of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras - UFLA. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replicates in a factorial scheme (3x2x5), composed of 30 treatments. The coffee trees were planted with spacing of 3.6 meters between rows and 0.75 meters between plants. These treatments correspond to combinations of factors: weed management, types of fertilizers and soil conditioners. The treatments related to weed management are: (i) soil cover with polyethylene film; (ii) soil cover with brachiaria in ecological management and (iii) conventional management with weed control. The treatments with the different types of fertilizers are: conventional fertilizers and controlled release fertilizers. Already the treatments referring to the use of soil conditioners: (i) coffee house; (ii) agricultural plaster; (iii) hydroderretent polymer; (iv) organic compound and (v) control without the use of conditioners. The leaf water potential of the plants was evaluated in the morning (from 4 to 6 hours). It was concluded that, for soil and fertilizer cover, the plants do not differ. However, for soil conditioners it is noted that it had a significant effect in relation to the water potential. These plants, with treatments of different types of conditioners, presented better conditions of hydration. The conditioners agricultural plaster, organic compost and coffee husk in coffee fields are recommended for greater retention and maintenance of soil water, important for the photosynthetic process and consequently for crop growth and productivity.

Keywords: *Coffea arabica*, hydric potencial, optimization, conditioners, coverings.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Dados de temperatura do ar (°C) máxima, média e mínima, precipitação (mm), Umidade relativa do ar (%) e radiação solar (W/m^2), durante o período de avaliação dos aspectos fisiológicos de plantas de *Coffea arabica*. UFLA, Lavras – MG, 2018. 16
- Tabela 2** – Resumo da análise de variância para potencial hídrico ψ (MPa) de cafeeiros. UFLA, Lavras-MG, 2018. 17
- Tabela 3** – Raiz quadrada de potencial hídrico ψ (MPa) em relação a diferentes tipos de condicionadores de solo. UFLA, Lavras-MG, 2018. 17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Importância da cafeicultura	10
2.2	Variações climáticas e a cultura do cafeeiro	10
2.3	Cobertura do solo	11
2.4	Condicionadores de solo.....	12
2.5	Fertilizantes	13
2.6	Aspectos fisiológicos do cafeeiro.....	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
5	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café no mundo, tendo sido responsável por mais de 61 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado em 2018, projetando-se ainda safra para 2019, entre 50,48 e 54,48 milhões de sacas (CONAB, 2019).

O fator que mais limita o desenvolvimento e produtividade do cafeeiro é o déficit hídrico. Devido às variações climáticas as chuvas estão cada vez mais concentradas em pouco tempo, ocasionando o pouco aproveitamento da água no solo, devido ao escoamento (e consequentemente a erosão).

Pequenas reduções na disponibilidade hídrica podem diminuir o crescimento da planta, mesmo que essa alteração não apresente sinal aparente, tal como murcha das folhas (SLVA et. Al., 2008).

As plantas ficam submetidas a longos períodos de estresse hídrico, cabendo aos pesquisadores encontrar formas de aumentar a retenção da água no solo, bem como o período em que essa água possa ficar à disposição das plantas, necessário tecnologia e sistema de manejo que obtenham maior sustentabilidade na produção.

Diante desse cenário, são necessárias alternativas para maior otimização da água disponível, com menores perdas, principalmente por evaporação, que possam permitir a produção de cafés de qualidade em um sistema solo-planta equilibrado. Avaliou-se diferentes tipos de cobertura de solo, desde as mais tradicionais até as mais inovadoras, aliadas ao uso de condicionadores de solo e a fertilizantes de eficiência aumentada, na esperança de se encontrar a combinação dessas técnicas que possa mitigar os efeitos do déficit hídrico imposto às plantas no campo, sem a utilização da irrigação artificial.

Um dos parâmetros mais importantes para avaliação quanto ao déficit hídrico é o potencial de água na folha (NOGUEIRA et al., 2001), utilizado para descrever o estado hídrico da folha. De acordo com Da Matta (2004) o conhecimento do potencial hídrico é muito importante para compreender o potencial produtivo da planta. Representa a energia livre de água na planta, quantificando o armazenamento de água no solo (SILVA et al., 2003).

Assim, avaliou-se o potencial hídrico de cafeeiros cultivados com diferentes coberturas, condicionadores de solo e fertilizantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da Cafeicultura

O café foi introduzido no Brasil em Belém (Pará), em 1727, e logo se espalhou para outras regiões brasileiras, tornando-se uma *commodity* e um dos produtos mais exportados pelo País. De acordo com a Conab (2019), a estimativa de produtividade para esse ano varia de 24,67 a 26,06 sacas por hectare, principalmente por ser um ano de baixa safra.

Segundo Coelho (2009), o cultivo do café é de extrema importância para a balança comercial brasileira. Gera empregos, recursos, acesso à saúde e educação para os trabalhadores e suas famílias.

O cafeeiro é um arbusto, pertence à classe das Angiospermas, subclasse das Dicotiledôneas, ordem dos Rubiales, família *Rubiaceae*, gênero *Coffea*. A espécie mais cultivada no Brasil é *Coffea arabica* L. (café arábica). A área cultivada no país soma 1,74 milhões de hectares, corresponde a 80,7% da área existente com lavouras de café (CONAB, 2019).

O café arábica é apreciado no mundo inteiro, sendo um tipo de café mais fino e requintado. Possui qualidade superior aos demais tipos, e apresenta grande aceitação em variados mercados consumidores. O Brasil desenvolve o maior programa mundial de pesquisas em café, bem como grandes investimentos em áreas importantes, a exemplo da sustentabilidade econômica e da preservação ambiental (MAPA, 2018).

2.2 Variações climáticas e a cultura do cafeeiro

A agricultura é muito dependente de informações de tempo e clima (PEREIRA et al., 2002). As condições atmosféricas estão presentes em todo o ciclo da cultura, desde o preparo do solo até o armazenamento do produto (COLTRI, 2007). Por ser diretamente ligada a agricultura podem gerar impactos sociais e prejuízos econômicos.

As condições favoráveis para o cultivo da espécie *Coffea arabica* L., consistem em temperatura entre 18 e 22° C e precipitações anuais acima de 1.200 mm (MATIELLO et al., 2010). Os elementos chuva, temperatura do ar e radiação solar afetam o crescimento e desenvolvimento de plantas (HOOGENBOOM, 2000).

No cafeeiro as condições meteorológicas favoráveis durante o período de crescimento e desenvolvimento são de extrema importância. A cultura é muito sensível a oscilações climáticas, o que reflete diretamente na produtividade (CARVALHO et al., 2011)

2.3 Cobertura do solo

Em busca de maior aproveitamento da água e de uma agricultura sustentável, a cobertura do solo é alternativa para controlar plantas daninhas, otimizar o uso hídrico e, conseqüentemente, aumentar a produtividade da lavoura.

Segundo Ronca (2007), manejar o mato é uma técnica que transformou plantas daninhas em aliadas do cafezal e se torna sinônimo de conservação do solo. As vantagens de cobertura em cultivos são várias e dentre elas se destaca: aumento no teor de matéria orgânica do solo, que melhora as características químicas, físicas e biológicas; e menor perda de água, que diminui a temperatura do solo e reduz perda por erosão.

Dentre as coberturas de solo, o filme de polietileno é muito utilizado em outras culturas, e recentemente na cafeicultura. O “plástico agrícola” é a base de polietileno, sendo uma alternativa que contribui para melhorar a qualidade vegetal. Além disso, forma barreira física que diminui a perda de água por evaporação, reduz perdas de nutrientes, conserva a umidade do solo e inibe o crescimento de plantas daninhas (BLIND; SILVA FILHO, 2015).

Existem três tipos de filmes mais utilizados: o preto, o preto e branco e o preto e prata. O filme de polietileno preto e branco se destaca, permite maior dispersão de luz, fazendo com que o produto cultivado também receba luz, tornando a lavoura mais eficiente e diminuindo a mão de obra. É utilizado na linha de plantio, e na entrelinha é necessário manejo por meio de roçadas. Essa prática reduz o custo, além de apresentar menor impacto ambiental.

Outra importante cobertura de solo é feita com o capim braquiária, que é semeado entre linhas da lavoura e, quando roçado, a massa verde produzida é espalhada nas linhas de cafeeiros. Existem cerca de 90 espécies de capins do gênero *Urochloa*. Seu centro de origem primário é a África Equatorial (GHISI, 1991). Destaca-se dentre estas a *Urochloa decumbens*, forrageira de crescimento prostrado, perene, de hábito decumbente e de porte baixo.

É uma gramínea muito eficiente para produzir biomassa, absorver água e nutrientes. Adapta-se bem a diversos tipos de solo e não é exigente em fertilidade. Deve ser plantada na entrelinha do café em períodos de chuvas, para que não ocorra a competição entre eles (CCCMG, 2018).

O sistema radicular das braquiárias, no período compreendido entre 3 e 4 meses, alcança 80 cm de profundidade. A decomposição de parte dessas raízes após a ceifa auxilia a estruturação do solo (RAGASSI et al., 2013).

No cultivo em consórcio entre cafeeiro e capim braquiária, a decomposição da biomassa sob a copa é utilizada como fonte de nutrientes. Esse resíduo presente no solo o mantém úmido por mais tempo, diminuindo a perda de água por evaporação.

Recomenda-se manter faixa de 50 a 80 cm de cada lado da linha de plantio, livre de plantas daninhas (SILVA; RONCHI, 2004). A faixa pode ser definida entre a distância livre da incidência de plantas daninhas até a linha de plantas cultivadas (TOLEDO et al., 2000).

2.4 Condicionadores de solo

Os condicionadores promovem a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Algumas das vantagens são: aumento da matéria orgânica, presença de ácidos húmicos e fúlvicos, restaurando-se os solos degradados por atividades agrícolas ou ações da natureza. O uso de condicionadores do solo não é muito frequente, mas é técnica promissora, principalmente na utilização de polímeros hidrorretentores que aumentam o armazenamento de água no solo (AZEVEDO et al., 2002).

No processamento do café são produzidas grandes quantidades de resíduos, e o destino desses tem despertado interesse de pesquisadores, principalmente pelos problemas ambientais que podem ser gerados (VILELA et al., 2001), mas também pelos usos alternativos desses como subprodutos.

A casca de café é recomendada para quase todos os tipos de solo, climas e culturas perenes (BORGES et al., 1995). É possível citar o controle de plantas daninhas, controle da erosão, aumento da umidade do solo, maior proteção do solo contra impactos de gotas de chuva e ação como fonte de nutrientes.

Também se utilizam compostos orgânicos como condicionadores do solo. Esses compostos são formados a partir da decomposição natural de tecidos vegetais e animais, com efeito positivo sobre as características do solo, sendo importantes para a capacidade produtiva das culturas, pois fornecem parte de nutrientes requeridos pelas plantas e aumentam a capacidade de retenção de água.

A maioria dos solos brasileiros possui baixo teor de cálcio trocável e elevados teores de alumínio em camadas profundas, sendo o gesso agrícola utilizado principalmente para corrigir esses problemas, pois devido a sua alta solubilidade, consegue penetrar no perfil do

solo. Assim, nas camadas subsuperficiais, o gesso promove a neutralização do alumínio tóxico, disponibiliza bases como o potássio e magnésio, fornece cálcio e enxofre, e conseqüentemente promove maior desenvolvimento do sistema radicular.

Outro condicionador utilizado neste trabalho é o polímero hidrorretentor que, quando seco, possui forma granular e quebradiça, e após ser hidratado se transforma em gel, ficando elástico e macio, possibilitando absorção e retenção de água (BALENA, 1998). Esse polímero pode ser natural, como as proteínas, ou sintéticos, como o plástico. Atua como um condicionador de solo, melhora as propriedades físicas, sendo utilizado principalmente por servir como reservatório de água no solo (SAMPAT, 1973 citado por BALENA, 1998). Quanto a sua capacidade de absorver água, depende de seu grau de intumescimento. De acordo com Bortolin et al. (2012), elevada quantidade de Acrilamida ocasionará maior rigidez das cadeias poliméricas, e assim menor capacidade de absorver água.

2.5 Fertilizantes

O principal objetivo dos fertilizantes é suprir a necessidade de macronutrientes e micronutrientes de que a planta precisa para se desenvolver e sua aplicação depende do resultado de análises do solo. A nutrição mineral é de extrema importância para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto, bem como exercer funções no metabolismo vegetal, refletindo assim na fisiologia e crescimento das plantas (MALAVOLTA, 2006).

No Brasil, os fertilizantes nitrogenados mais utilizados são: ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio (MALAVOLTA; MORAES, 2009). A ureia se destaca por possui alta concentração de N e menor custo em relação aos outros fertilizantes (DOMINGHETTI et al., 2016). Para que tenha uma adubação nitrogenada eficiente, deve-se levar em consideração as condições do solo, época de aplicação e a fonte utilizada (VITTI et al., 1999).

Os fertilizantes controlados apresentam tecnologias para que os padrões de liberações sejam mais lentos em relação aos fertilizantes convencionais (TRENKEL, 2010). Possuem grânulos revestidos com substâncias orgânicas ou inorgânicas, formando barreira física e controlando a liberação dos nutrientes para a planta.

Esses fertilizantes aumentam a eficiência da adubação, reduzindo as perdas por lixiviação, volatilização, fixação e emissão de óxido nitroso, bem como aumentam a absorção pelas plantas de acordo com a sua demanda (ALMEIDA, 2014). Segundo KE et al. (2017), o fertilizante controlado pode não precisar de doses parceladas, o que não ocorre nos convencionais.

2.6 Aspectos fisiológicos do cafeeiro

A agricultura é a atividade mais dependente das condições ambientais, principalmente as climáticas (JESUS JUNIOR et al., 2008). Fatores climáticos influenciam diretamente os cafeeiros, como no excesso ou déficit hídrico do sistema água-solo-planta, absorção de nutrientes, distúrbios fisiológicos e bioquímicos (AGRIOS, 2005).

No cultivo do cafeeiro, a água disponível no solo é essencial. Na fase vegetativa é importante para o desenvolvimento de ramos plagiotrópicos e na reprodutiva, para a floração, expansão e granação (MANTOVANI; SOARES, 2003).

As mudanças climáticas interferem na fenologia da planta, alternando a produtividade e a qualidade. Essas alterações modificam a temperatura, precipitação, radiação e a concentração de dióxido de carbono.

O cafeeiro possui capacidade de adaptação em relação às variações do ambiente, com modificações fisiológicas, morfológicas e bioquímicas (ALVARENGA et al.; 2004). Todavia, nem todas as alterações do ambiente são prejudiciais na cafeicultura, a exemplo do aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, pois aumenta a eficiência fotossintética. Já o déficit hídrico, leva a adaptações de redução da abertura de estômatos (LEAKEY et al., 2009).

Com menor disponibilidade hídrica no solo, menor será o potencial hídrico, limitando-se a absorção (PAIVA; OLIVEIRA, 2006). Conseqüentemente, ocasionar-se-á um fechamento estomático, diminuindo a taxa de fotossíntese, o crescimento e a produtividade da lavoura (RONCHI; DA MATTA, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA. O município de Lavras está localizado no Estado de Minas Gerais, latitude 21° 14' 43 sul, longitude 44° 59' 59 oeste, e altitude de 919 metros. Seguiram-se recomendações de adubações e correções do solo para o Sul de Minas Gerais de acordo com Guimarães et. al. (1999). Realizou-se o plantio de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica L.*), da cultivar “Mundo Novo 379-19”, em janeiro de 2016, com espaçamento de 3,6 metros nas entre linhas e 0,75 metros entre plantas.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial (3x2x5). Os tratamentos foram distribuídos em faixas. O fator A, alocado em faixas, é composto por três tipos de manejo, sendo eles a cobertura do solo com filme de polietileno, manejo ecológico da braquiária e tratamento convencional de manejo do mato. O fator B foi constituído por fertilizante convencional e fertilizante de liberação controlada, na subparcela dentro de cada faixa. O fator C foi composto pela aplicação de condicionadores de solo: casca de café, gesso agrícola, polímero hidrorretentor, composto orgânico e testemunha sem aplicação de condicionadores de solo, e alocado na sub-subparcela dentro de cada faixa e dentro de cada subparcela.

O experimento é composto de 30 tratamentos, os quais são combinações de manejo do mato, fertilizantes e condicionadores de solo. Cada unidade experimental possui 6 plantas, sendo que somente 4 centrais são consideradas como úteis.

Avaliou-se o potencial hídrico da folha da planta por meio da Bomba Scholander sob medições no horário compreendido entre quatro e seis horas da manhã, utilizando sempre folhas funcionais, do terceiro ou quarto pares, em uma planta útil de cada sub-subparcela. Utilizou-se a pressão da bomba de até 70 bar.

Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições da ANAVA, verificando a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, realizou-se a análise de variância com significância verificada pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. Para o estudo das médias, foi utilizado o teste de Scott-Knott. Utilizou-se o software SISVAR (Sistema para Análise de Variância) (FERREIRA, 2011). Como não houve normalidade dos dados foi feita a transformação raiz quadrada para a variável potencial hídrico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de temperatura do ar (máxima, média e mínima) em (°C), precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e radiação solar (W/m²), foram medidos durante o período de avaliação dos aspectos fisiológicos de plantas de *Coffea arabica* para melhor entendimento e discussão dos resultados (Tabela 1).

Segundo Aparecido, Rolim e Souza (2015) os elementos que mais influenciam o cafeeiro são o déficit hídrico e a radiação solar. Considerando-se o mês de abril, nota-se que a precipitação foi baixa (Tabela 1). Segundo Meireles et al. (2009), nessa época o cafeeiro encontra-se na fase de vegetação e frutificação, relativamente exigente em água. Já a temperatura média para o mês se encontra dentro dos parâmetros ideais para a cultura.

Tabela 1 – Dados de temperatura do ar (°C) máxima, média e mínima, precipitação (mm), Umidade relativa do ar (%) e radiação solar (W/m²), durante o período de avaliação dos aspectos fisiológicos de plantas de *Coffea arabica*. UFLA, Lavras – MG, 2018.

Meses	Temperatura do Ar (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)	Radiação Solar (W/m ²)
	Mínima	Média	Máxima	Med.	Med.	Med.
Janeiro	18,8	23,0	29,2	237,4	74,8	5,7
Fevereiro	18,6	21,8	27,7	85,5	66,7	5,7
Março	18,3	22,8	30,4	59,4	73,0	7,5
Abril	16,0	19,7	25,7	3,2	61,4	6,6
Maiο	13,6	17,5	24,4	10,3	60,3	7,5
Junho	13,8	17,8	24,5	19,9	69,1	6,3
Julho	11,7	17,9	26,2	0,2	62,1	8,3

Fonte: Estação Climatológica de Lavras

Conforme se observa nos estudos feitos e nos dados coletados, o resumo da análise de variância para potencial hídrico ψ (MPa) dos cafeeiros estão abaixo apresentados na Tabela 2, dispostos em FV, GL, Quadros Médios e Potencial Hídrico (MPa).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para potencial hídrico ψ (MPa) de cafeeiros. UFLA, Lavras-MG, 2018.

FV	Quadrados Médios	
	GL	Potencial Hídrico (MPa)
Manejo	2	0,718774
Bloco	2	1,377205
Erro 1	4	0,520949
Fertilizante	1	0,067149
Manejo*Fertilizante	2	0,081282
Erro 2	6	0,336647
Condicionador	4	0,949645*
Condicionador*Manejo	8	0,131239
Condicionador*Fertilizante	4	0,254019
Condicionador*Fertilizante*Manejo	8	0,157721
Erro 3	48	0,116441
CV 1 (%)		23,03
CV 2 (%)		18,52
CV 3 (%)		10,89

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Nota-se que somente houve efeito significativo com relação aos resultados obtidos de potencial hídrico ψ (MPa) quando se aplicavam diferentes condicionadores de solo. No entanto, nenhum outro efeito significativo quanto aos valores obtidos de potencial hídrico foi observado para diferentes coberturas do solo e nem para fertilizantes convencionais ou de liberação lenta.

Todavia, quando se aplicaram diferentes condicionadores, independente do efeito das diferentes coberturas do solo, ou tipo de fertilizantes utilizados, obteve-se efeito significativo nos valores de potencial hídrico (Tabela 3).

Tabela 3 – Raiz quadrada de potencial hídrico ψ (MPa) em relação a diferentes tipos de condicionadores de solo. UFLA, Lavras-MG, 2018.

Tratamentos	Médias
Testemunha	-0,34 a
Polímero hidrorretentor	-0,33 a
Gesso agrícola	-0,30 b
Composto orgânico	-0,29 b
Casca de café	-0,29 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observa-se que os tratamentos com gesso agrícola, composto orgânico e casca de café apresentaram valores menos negativos, ou seja, as plantas apresentavam menor deficiência hídrica quando as unidades experimentais contavam com esses condicionadores. Tal como se

nota na literatura, quanto menor a disponibilidade hídrica no solo, menor será o potencial hídrico (valores mais negativos), limitando-se a absorção (PAIVA; OLIVEIRA, 2006) e, conseqüentemente resultando-se em fechamento estomático, e diminuindo-se a taxa de fotossíntese, o crescimento e a produtividade da lavoura (RONCHI; DA MATTA, 2007).

Guerra Neto et al (2007) destacam que os efeitos do déficit hídrico em cafeeiro afetam em maior intensidade os níveis de reservas orgânicas e o crescimento das radículas. De acordo com Rodrigues (2013), a aplicação de gesso agrícola na cultura do café proporciona um aumento na produtividade, estimulando o crescimento radicular e conseqüentemente maior absorção de água.

O sistema radicular da planta tem interferência direta com o tipo de manejo e as condições ambientais (CARDUCCI et al., 2014). Tal como no trabalho de Rajj (2008), técnicas que proporcionam o crescimento das raízes induzem maior tolerância às adversidades climáticas.

Combinações entre variáveis climáticas, tipo de cultivo e disponibilidade hídrica do solo proporcionam condições que alteram o potencial hídrico nas folhas (CASTANHEIRA et al., 2013). Nesse sentido, observou-se que o gesso agrícola, o composto orgânico e a casca de café utilizados como condicionadores propiciaram alterações no potencial hídrico foliar.

De acordo com o trabalho de Castanheira (2018) os resultados foram similares para casca de café e composto orgânico, apresentaram teor de umidade maior que os demais condicionadores.

Assim, pode-se constatar o efeito positivo dos condicionadores de gesso agrícola, composto orgânico e casca de café na retenção de água no solo, deixando as plantas em melhores condições de hidratação que as plantas da testemunha e do tratamento com polímero hidrorretentor.

5 CONCLUSÃO

O uso de condicionadores de solo, casca de café, gesso agrícola e composto orgânico otimiza o uso de água pela planta de cafeeiro.

Esses condicionadores são recomendados para maior retenção e manutenção de água no solo, sendo importante para o processo fotossintético e conseqüentemente para o crescimento e a produtividade da lavoura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. Burlington: Elsevier Academic, 2005. 922pp.
- ALMEIDA, R. E. M. **Fertilização nitrogenada no consórcio milho–braquiária em solos de clima tropical úmido no sistema de integração lavourapecuária**. 2014. Nº de páginas ou folhas. Tese (PhD) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- ALVARENGA, A. P. et al. Aspectos fisiológicos da cultura do café e seu potencial produtivo em sistemas agroflorestais. **Agrossilvicultura**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 195-202, 2004.
- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; SOUZA, P. S. Sensitivity of newly transplanted coffee plants to climatic conditions at altitudes of Minas Gerais, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, Queensland, v. 9, n. 2, p. 160-167, 2015.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2002.
- BALENA, S. P. **Efeito de polímeros hidrorretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos**. 1998. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- BLIND, A. D; SILVA FILHO, D. F. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem mulching em período chuvoso da Amazônia. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p.143-151, jun. 2015. *Online*.
- BORGES, A. L. et al. **Cobertura vegetal na melhoria das propriedades químicas e físicas dos solos e na produção da bananeira**. Cruz das Almas, Bahia: EMBRAPA-CNPMPF, 1995.
- BORTOLIN, A. et al. Investigação do Processo de absorção de água de hidrogéis de polissacarídeo: efeito da Carga iônica, presença de sais concentrações de monômeros e polissacarídeo. **Polímeros**, São Carlos, v. 22, n. 4, p. 311-317, 2012
- BOLETIM CAFÉ [da] Campanha Nacional de Abastecimento – CONAB, 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe/item/10650-1-levantamento-de-cafe-safra-2019>>. Acesso em: 19 jan. 2019.
- CARDUCCI, C. E. et al. Distribuição espacial das raízes de cafeeiro e dos poros de dois Latossolos sob manejo conservacionista. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 270-278, mar. 2014
- CARVALHO, H. P. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 221-229, mar./abr. 2011.

CASTANHEIRA, D. T. et al. Floração e potencial hídrico foliar de cafeeiros sob diferentes regimes hídricos e densidades de plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 192-204, abr./jun. 2013.

CASTANHEIRA, D. T. **Técnicas agronômicas para mitigação dos efeitos da restrição hídrica no cafeeiro**. 2018. 125 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

CENTRO DO COMÉRCIO DE CAFÉ DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **O uso da Braquiaria como cultura de cobertura na lavoura de café**. 2018. Disponível em: <<http://cccmg.com.br/o-uso-da-braquiaria-como-cultura-de-cobertura-na-lavoura-de-cafe/>>. Acesso em: 02 fev. 2019.

COELHO, G. et al. Efeito de épocas de irrigação e de parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro 'Catuaí'. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 01, p. 67-73, 2009.

COLTRI, P. P. et al. Meteorologia para agricultura: aplicações de produtos e previsão e monitoramento de tempo e clima do CPTEC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 15., 2007, Aracajú. Anais... Aracajú: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. CD-ROM.

DA MATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 16, n. 01, p. 1-6, 2004.

DOMINGHETTI, A. W. et al. Nitrogen loss by volatilization of nitrogen fertilizers applied to coffee orchard. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 1-11, mar./abr. 2016.

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

GHISI, O. M. A. A. Brachiaria na pecuária brasileira: importância e perspectivas. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 2., 1991, Nova Odessa. Anais... Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1991. p. 356.

GUERRA NETO, E. et al. Déficit hídrico severo afeta as reservas orgânicas do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, n°5, 2007, Águas de Lindóia, SP. Anais... Brasília, DF, Embrapa - Café, 2007. p. 3.

GUIMARÃES, P. T. G. Cafeeiro. In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 289-302

HOOGENBOOM, G. Contribuicion of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, Netherlands, v. 103, n 1-2, p. 137-157, june 2000.

JESUS JUNIOR, W.C. et al. Aquecimento global e o potencial impacto na agricultura. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. 2008.

KE, J. et al. Effects of different controlled-release nitrogen fertilisers on ammonia volatilisation, nitrogen use efficiency and yield of blanket-seedling machine-transplanted rice. **Field Crops Research**, Germany, v. 205, p.147-156, 2017

LEAKEY, A.D.B. et al. Elevated CO₂ effects on plant carbon, nitrogen, and water relations: six important lessons from FACE. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, p.1-18, 2009.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2006. p. 683.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Nutrição de plantas, fertilidade do solo, adubação e economia brasileira. In: Fertilizantes e sustentabilidade na agricultura. Rio de Janeiro: CETEM, 2009. p. 1-26

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.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. Rio de Janeiro: Mapa, 2010.

MEIRELES, E. J. L. et al. **Fenologia do cafeeiro**: Condições Agrometeorológicas e Balanço Hídrico do Ano Agrícola 2004-2005. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, ISSN 1678-1694, dezembro 2009

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – 2018. - **Café no Brasil** - Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002.

RAGASSI et al., Aspectos positivos e riscos no consórcio cafeeiro e braquiária. **Visão Agrícola**, n. 12. Julho 2013

RAIJ, B. V. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008.

RODRIGUES, J. C. et al. Efeito da aplicação de gesso agrícola na produtividade de lavoura cafeeira recém-implantada, no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2013, Poços de Caldas. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2013. (1 CD-ROM), 2p.

- RONCA, P. P. F. **Manejo do mato:** mudança de paradigma na cafeicultura. Disponível em: <<http://www.viaverde.agr.br/artigo/manejo-do-mato-mudanca-de-paradigma-na-cafeicultura>>. Acesso em: 30 jan. 2019
- RONCHI, C. P.; DA MATTA, F. M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: Café Conilon. Vitória, Seag/Incaper, 2007. p. 95-115.
- SILVA, A. A.; RONCHI, C. P. Manejo e controle de plantas daninhas em café. In: Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 337-396.
- SILVA, C. A. et al. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro ‘Catuai’ em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 01, p. 21-25, 2008
- TOLEDO, R. E. B. et al. Efeitos de faixa de controle da *Brachiaria decumbens* no desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 383-393, 2000.
- TRENKEL, M.E. **Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers:** an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010.
- VILELA, F.G. et al. Uso da casca de café melosa na alimentação de novilhos confinados. **Ciência Agrotécnica**, Lavras MG, v25, n.1, p.198-205, janeiro/fevereiro 2001.
- VITTI, G. C. et al. **Manejo do nitrogênio em diversos sistemas de produção agrícola.** Piracicaba: FEALQ/GAPE, 1999.