

## ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO DO CAFEIEIRO COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA<sup>1</sup>

Dalyse Toledo Castanheira<sup>2</sup>; Rubens José Guimarães<sup>3</sup>; Milene Alves de Figueiredo Carvalho<sup>4</sup>; Tiago Teruel Rezende<sup>5</sup>; Raphael Comanducci da Silva Carvalho<sup>6</sup>; Ademilson de Oliveira Alecrim<sup>7</sup>; Giovani Belutti Voltolini<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

<sup>2</sup> Pós-Doutoranda, UFLA, Lavras-MG, dalysecastanheira@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor, UFLA, Lavras-MG, rubensjg@ufla.br

<sup>4</sup> Pesquisadora, Embrapa Café, Brasília-DF, milene.carvalho@embrapa.br

<sup>5</sup> Professor, UNIFENAS, Alfenas-MG, tiago.rezende@unifenas.br

<sup>6</sup> Engenheiro Agrícola, UFLA, Lavras - MG, raphael.comanducci@gmail.com

<sup>7</sup> Bolsista Consórcio Pesquisa Café, UFLA, Lavras - MG, ademilsonagronomia@gmail.com

<sup>8</sup> Doutorando, UFLA, Lavras - MG, giovanibelutti77@hotmail.com

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi estudar a dispersão de cafeeiros em função de diferentes técnicas agrônômicas utilizadas como estratégias de manejo para otimizar o uso da água. O experimento foi conduzido em campo, em área experimental, localizada na INOVACAFÉ na UFLA, em Lavras, MG. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições. Os fatores em estudo foram dispostos em esquema fatorial 3x2x5, perfazendo um total de 30 tratamentos alocados em parcelas sub-subdivididas. Estudou-se três manejos de cobertura do solo (“mulching”, braquiária e solo exposto), dois tipos de fertilizantes (convencional e fertilizante de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, gesso agrícola, polímero hidrorretentor, composto orgânico e testemunha). Em julho de 2016 (6 meses após o plantio) e julho de 2017 (18 meses após o plantio), épocas caracterizadas por condição de baixa disponibilidade hídrica, avaliou-se o crescimento das plantas, umidade do solo, fisiologia e anatomia. Os resultados obtidos indicam que os sistemas de manejo estudados, compostos pela combinação de diferentes coberturas do solo, tipos de fertilizantes e uso condicionadores, impactam de forma expressiva nas respostas das plantas, sendo possível otimizar o uso da água no cafeeiro em função das estratégias adotadas. O manejo com solo exposto desfavorece o cafeeiro em condições de menor disponibilidade hídrica. O uso do “mulching”, o consórcio com braquiária, a aplicação da casca de café e o fertilizante de liberação controlada são potenciais técnicas agrônômicas que favorecem características do cafeeiro capazes otimizar o uso da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coffea arabica* L, variações climáticas, técnicas agrônômicas, eficiência do uso da água.

## STRATEGIES FOR COFFEE MANAGEMENT WITH FOCUS ON OPTIMIZING THE USE OF THE WATER

**ABSTRACT:** The aim in this work was to study the dispersion of coffee trees in relation to different agronomic techniques used as management strategies to optimize the use of water. The experiment was conducted in the field, in an experimental area located in INOVACAFE at UFLA, in Lavras, MG. Experimental design in randomized blocs was used with three replicates. The factors under study were arranged in 3x2x5 factorial scheme, making up a total of 30 treatments located in sub-subdivided parcels. It was studied three ground cover management (“mulch”, brachiaria, and exposed soil), two kinds of fertilizers (conventional and controlled release fertilizer) and five soil conditioners (coffee husk, agricultural gypsum, hydro-retentor polymer, organic compound and control). In June 2016 (6 months after the planting) and July 2017 (18 months after planting), seasons characterized by low water availability, the plants growth, soil moisture, physiology and anatomy were evaluated. The founded results indicate that the management systems studied composed by the combination of different soil covers, fertilizer kinds and the use of conditioners, impacts in an expressive way on the plant response, been possible to optimize the use of the water on coffee trees depending on the chosen strategies. The management with exposed soil disadvantages the coffee trees on low water availability conditions. The use of the “mulch”, the consortium with brachiaria, the coffee husk application and the controlled release fertilizer are techniques with great agronomic potentials that favor coffee trees characteristics able to optimize the use of water.

**KEY WORDS:** *Coffea arabica* L, variações climáticas, técnicas agrônômicas, eficiência do uso da água.

## INTRODUÇÃO

O café, principalmente o arábica, é muito sensível às condições climáticas adversas, com implicação direta na produtividade e qualidade. Chuva e temperatura do ar são os fatores que mais afetam o cafeeiro (CARVALHO et al., 2011). Aparecido, Rolim e Souza (2015) afirmaram que a deficiência hídrica é a variável mais limitante para obtenção de altas produtividades. Em plantas mais jovens, os prejuízos são ainda maiores (ASSAD et al., 2004). Nesse contexto,

haja vista as respostas do cafeeiro perante essas circunstâncias, aumenta-se a demanda por tecnologias e sistemas de manejo que possibilitam a maior sustentabilidade na produção agrícola.

Propriedades do solo, umidade atmosférica e práticas de cultivo interferem diretamente no balanço hídrico climatológico da cultura do café (DA MATTA et al., 2007). A cobertura do solo é uma importante técnica que pode contribuir para maior eficiência do uso da água em diversos cultivos. Pesquisas apontam inúmeros benefícios observados com a consorciação café e braquiária (ROCHA et al., 2016; RAGASSI; PEDROSA; FAVARIN, 2013). Além disso, outras alternativas podem ser utilizadas para a cobertura do solo, como o filme de polietileno (“mulching”). Ao mesmo tempo, em grande parte dos cultivos, verifica-se baixa eficiência das adubações, dado que o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas depende diretamente das condições edafoclimáticas da área e das práticas de manejo. Neste cenário, destacam-se os fertilizantes de eficiência aumentada, utilizados com o intuito de reduzir as perdas de nutrientes, amenizar os impactos ambientais e potencializar a nutrição das plantas (TRENKEL, 2010). Ressalta-se também o uso de condicionadores, produtos capazes de melhorar as propriedades físico-químicas do solo e, conseqüentemente, favorecer o sistema radicular das plantas, com ganhos no desempenho do cafeeiro frente às condições ambientais adversas.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi estudar a dispersão de cafeeiros em função de diferentes técnicas agrônômicas utilizadas como estratégias de manejo para otimizar o uso da água.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, em área experimental do Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura – DAG, localizado na Agência de Inovação do Café (INOVACAFÉ) na Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras – MG. O plantio do café foi realizado no dia 21 de janeiro de 2016 com mudas de café da cultivar “Mundo Novo 379-19”, com espaçamento de 3,6 metros nas entre linhas de plantio e 0,75 metros entre as plantas.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições. Os fatores em estudo foram dispostos em esquema fatorial 3x2x5, perfazendo um total de 30 tratamentos alocados na área experimental em parcelas sub-subdivididas. Nas parcelas, foram casualizados três manejos de cobertura do solo (“mulching”, braquiária e solo exposto). Nas subparcelas, foram alocados dois tipos de fertilizantes (convencional e fertilizante de liberação controlada). Nas sub-subparcelas, os cinco condicionadores de solo (casca de café, gesso agrícola, polímero hidrorretentor, composto orgânico e testemunha).

Para o manejo da cobertura do solo com uso do “mulching”, utilizou-se um filme de polietileno dupla face preto e branco, instalado na linha de plantio logo após o plantio do café. O manejo com braquiária (*Urochloa decumbens*) foi estabelecido por meio do consórcio café e braquiária, em que a linha de plantio foi mantida sempre coberta pelos resíduos vegetais provenientes da ceifa da mesma. O manejo com solo exposto foi realizado mantendo uma faixa de 1,00 m de cada lado da linha de plantio sempre limpa por meio de capinas e aplicações de herbicidas.

O fator de estudo fertilizantes foi constituído por duas diferentes tecnologias para o fornecimento de nitrogênio (N) e potássio (K). O fertilizante convencional foi composto pelo formulado 20-00-20, com ureia e cloreto de potássio. O fertilizante de liberação controlada foi composto por um produto comercial (37% N) com ureia revestida por partículas de enxofre elementar mais uma camada de polímeros orgânicos e outro produto comercial (52 % K<sub>2</sub>O) com cloreto de potássio, também revestido com partículas de enxofre elementar mais uma camada de polímeros orgânicos.

A respeito dos condicionadores de solo, a aplicação da casca de café (10 L por planta), do gesso agrícola (300 g.m<sup>-2</sup>) e do composto orgânico (10 L por planta) foi realizada em cobertura, na projeção da copa do cafeeiro, logo após o plantio (GUIMARÃES et al., 1999). O polímero hidrorretentor foi aplicado na ocasião do plantio seguindo as recomendações de Pieve et al. (2013). A sub-subparcela denominada testemunha não recebeu condicionador de solo, sendo influenciada apenas pelos fatores manejo e fertilizante.

As avaliações foram realizadas em julho de 2016 (6 meses após o plantio) e julho de 2017 (18 meses após o plantio), épocas caracterizadas por período de seca com registro de volumes de precipitação de 1,8 mm e 0,0 mm, respectivamente. Avaliou-se o crescimento das plantas, umidade do solo, fisiologia e anatomia.

As características de crescimento estudadas foram: altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de ramos plagiotrópicos (RP), comprimento do primeiro ramo plagiotrópico (CP) e número de nós no primeiro ramo plagiotrópico (NNP).

A umidade do solo (US) foi determinada pelo método padrão, calculando a umidade gravimétrica das amostras de solo coletadas, em porcentagem, pela razão da diferença da massa úmida e seca pela massa seca.

Em relação às análises fisiológicas, avaliou-se a taxa fotossintética líquida ( $A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), a condutância estomática ( $g_s - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), a taxa transpiratória ( $E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e a eficiência do uso da água, razão entre a taxa fotossintética e a taxa transpiratória ( $\text{EUA} - \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ ), utilizando um medidor portátil de análise de gás na região do infravermelho (IRGA LICOR – 6400XT). Também determinou-se o índice de clorofila a (CIA) e índice de clorofila b (CIB), obtidos por meio do aparelho digital ClorofiLOG, e o potencial hídrico foliar (PH - MPa) no período “antemanhã”, utilizando câmara de pressão (modelo 1000, PMS Instrument Company).

Para as análises anatômicas, mensurou-se as características: densidade estomática (DEN) – número de estômatos por mm<sup>2</sup>, relação entre o diâmetro polar e o diâmetro equatorial dos estômatos (DPDE), espessura da epiderme da face adaxial (EAD) em  $\mu\text{m}$ , espessura da epiderme da face abaxial (EAB) em  $\mu\text{m}$ , espessura do parênquima paliádico

(PAL) em  $\mu\text{m}$ , espessura do parênquima esponjoso (PES) em  $\mu\text{m}$ , espessura do mesofilo (MES) em  $\mu\text{m}$ , espessura da região do floema (FLO) em  $\mu\text{m}$ , diâmetro dos vasos do xilema (DVX) em  $\mu\text{m}$  e número de vasos do xilema (NVX).. Para obtenção das características estomáticas, retirou-se impressão da epiderme na face abaxial da folha, por meio método de impressão com adesivo instantâneo universal (éster de cianoacrilato) sobre lâmina de vidro (SCHMIDT et al., 2017). Para o estudo dos tecidos foliares e dos feixes vasculares, realizou-se o processo de desidratação em série etílica. O material vegetal foi incluído em metacrilato e seccionado com 0.8  $\mu\text{m}$  de espessura, com o auxílio de um micrótomo rotativo.

Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições da ANOVA, verificando a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Em função do grande número de características obtidas no estudo, foi realizada a seleção de variáveis, para cada época estudada, pelo método de “Análise de Procrustes” baseado no algoritmo de eliminação *backward*, que estabelece como critério de descarte a estatística  $M^2$ , possibilitando determinar um subconjunto de variáveis que representa a estrutura do conjunto de variáveis originais (PONTES, 2016). A análise foi realizada utilizando o aplicativo computacional “Programa GENES” (CRUZ, 2006). Posteriormente, por meio do software R (R CORE TEAM, 2017), realizou-se a análise de variáveis canônicas para avaliar a similaridade dos tratamentos por intermédio de dispersão gráfica, foi realizado a análise de variância multivariada (MANOVA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se os resultados da dispersão dos trinta tratamentos (oriundos da combinação dos três tipos de manejo da cobertura do solo, dos dois tipos de fertilizantes e dos cinco condicionadores) resultante da análise canônica nos dois anos estudados nas Figuras 1, 2 e 3.

Para o crescimento das plantas e a umidade do solo, observa-se, em 2016, que os tratamentos foram discriminados de forma a configurar três grupos (Figura 1). Os tratamentos referentes ao manejo com solo exposto foram os que apresentaram maior distância das variáveis analisadas, junto a um único tratamento referente ao manejo com braquiária (B:C:CO). De modo geral, os cafeeiros com “mulching” e com braquiária, com notoriedade para os que também receberam fertilizante de liberação controlada e casca de café, ficaram próximos das variáveis de crescimento, contrapostos aos sob manejo solo exposto (Figura 1). Em relação à umidade do solo (US), os tratamentos com braquiária apresentaram-se mais distantes se comparados aos com “mulching”, com exceção do tratamento B:C:CC, o qual ficou discriminado junto com a maioria dos tratamentos com “mulching” (Figura 1).

Em 2017, os tratamentos com solo exposto, novamente, apresentaram maior distância das características de crescimento, enquanto os com braquiária e “mulching” promoveram maior aproximação dessas características (Figura 1). Salienta-se que entre todos os tratamentos referentes ao manejo com solo exposto, os com casca de café foram agrupados mais próximos às características de crescimento das plantas e umidade do solo (US) (Figura 1). Além disso, em 2017 a maioria dos tratamentos com braquiária e “mulching” apresentaram resultados semelhantes e opostos à maioria dos tratamentos com solo exposto (Figura 1).

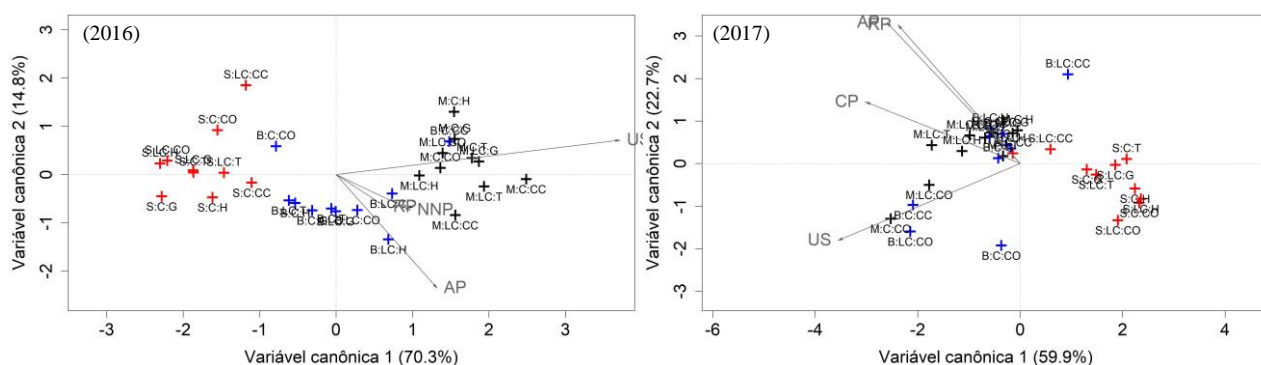


Figura 1 Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes técnicas agrônomicas em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características de crescimento e umidade do solo em 2016 e 2017.

Para as variáveis fisiológicas, verifica-se em 2016 que alguns cafeeiros com braquiária (B:C:CO; B:C:H e B:C:T) foram dispostos próximos ao grupo do manejo com solo exposto (Figura 2). Além disso, esses tratamentos juntamente com a maioria dos referentes ao manejo com solo exposto, apresentaram maior distância das variáveis condutância estomática (gs), índice de clorofila b (CIB) e potencial hídrico foliar (PH). Em geral, verifica-se a dispersão de cafeeiros com “mulching” e com braquiária em maior conformidade com as variáveis fisiológicas estudadas. Destacadamente quando associado “mulching” ao fertilizante de liberação controlada nota-se aproximação dos cafeeiros em relação ao índice de clorofila b (CIB), potencial hídrico foliar (PH) e condutância estomática (gs) (Figura 2).

Já em 2017 foi possível observar a discriminação de cafeeiros com manejo da cobertura do solo exposto que ficaram dispostos distantes das variáveis índice de clorofila b (CIB) e eficiência do uso da água (EUA) (Figura 2). Alguns cafeeiros com o uso do “mulching” foram discriminados em relação aos demais, como os tratamentos M:LC:CO,



braquiária e o fornecimento mais eficiente de N e K propiciado pelos fertilizantes de liberação controlada, que possivelmente influenciaram na dispersão próxima desses tratamentos em relação a variável número de vasos do xilema, impulsionando melhoria na condução da seiva bruta e favorecendo o crescimento das plantas. Evidencia-se também que os cafeeiros dispostos próximos à variável densidade estomática podem possivelmente expressar eficiência no uso da água, visto que, o maior número de estômatos por área foliar perante menor disponibilidade hídrica, contribui para o equilíbrio das trocas gasosas, diminuindo a perda de água por transpiração e aumentando a captura de CO<sub>2</sub> (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Os resultados obtidos demonstram que os sistemas de manejo, compostos pela combinação de diferentes coberturas do solo, tipos de fertilizantes e uso condicionadores, impactam de forma expressiva nas respostas das plantas, sendo possível otimizar o uso da água no cafeeiro em função das estratégias adotadas.

## CONCLUSÕES

1. Há variação nas características de crescimento, umidade do solo, fisiologia e anatomia do cafeeiro em função das técnicas agronômicas utilizadas no sistema de cultivo.
2. O manejo com solo exposto desfavorece o cafeeiro em condições de menor disponibilidade hídrica.
3. O uso do “mulching”, o consórcio com braquiária, a aplicação da casca de café e o fertilizante de liberação controlada são potenciais técnicas agronômicas que propicia otimizar o uso da água no cafeeiro.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pela concessão da bolsa. Ao Consórcio Pesquisa Café, ao INCTCAFÉ e à INOVACAFÉ pelo apoio ao projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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*, Melbourne, v.9, n.2, p.160-7, 2015.
- ASSAD, E.D. et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.11, p.1057-1064, 2004.
- 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, 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, 2013.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.
- CRUZ, C. D. Programa Genes: biometria. Viçosa, MG: UFV, 2006. 382p.
- DAMATTA, F.M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian journal of plant hysiology*, v.19, n.4, p.485-510, 2007.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (Ed). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, MG: Editora da UFV, 1999. p. 289-302.
- PIEVE, L. M. et al. Uso de polímero hidro retentor na implantação de lavouras cafeeiras. *Coffee Science*, Lavras, v. 8, n. 3, p. 314-323, jul./set. 2013.
- PONTES, D. S., 2016. Seleção de variáveis no estudo da diversidade genética via análise de procrustes. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2016.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 Agosto, 2016.
- RAGASSI, C. F.; PEDROSA, A; W.; FAVARIN, J. J.; Aspectos positivos e riscos no consórcio cafeeiro e braquiária. *Visão Agrícola*, Piracicaba, n. 12, 2013.
- ROCHA, O.C. et al. Chemical and hydrophysical attributes of an Oxisol under coffee intercropped with brachiaria in the Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.9, p.1476-1483, 2016.
- SCHMIDT, D. et al. "Leaf morphoanatomy of ryegrass in the tree species understory in agroforestry systems." *Revista Ceres*, v. 64, n.4, p. 368-375, 2017.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TRENKEL, M. Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient efficiency in agriculture. 2nd ed. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010. 163 p.