

TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DIAS APÓS A INDUÇÃO DE REGIMES HÍDRICOS APLICADOS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO CAFEIRO CONILON¹

Samuel Ferreira da Silva², Eduardo Igreja Grasse³, Lucas Zardo Barbiero⁴, Magno do Carmo Parajara⁵, Wilian Rodrigues Ribeiro⁶, Edvaldo Fialho dos Reis⁷

¹ Trabalho financiado por meio do Edital FAPES/CAPES Nº 10/2018 Bolsa de Fixação de Doutores (PROFIX).

² Pós-doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, samuelfd.silva@yahoo.com.br

³ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, eduardoi.grasse@hotmail.com

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, lucaszardobarbiero@gmail.com

⁵ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, magnocp1@hotmail.com

⁶ Doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, wilianrodrigues@msn.com

⁷ Professor Titular, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, edreis@cca.ufes.br

RESUMO: O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e o estado do Espírito Santo, o maior produtor nacional de café conilon (*Coffea canephora*). Com isso, estudar essa cultura é de suma importância para desenvolver e aprimorar novas tecnologias. Neste contexto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, cultivar Diamante Incaper 8112, em função de diferentes tensões de água no solo e dias após a indução de regimes hídricos, realizando o monitoramento da umidade do solo pela técnica de Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR). Para atender aos objetivos propostos, foi instalado um experimento com a cultura do café conilon em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada no município de Alegre-ES. O experimento foi conduzido em um esquema de parcelas subdivididas 4x3, sendo nas parcelas o fator tensão de água no solo em 4 níveis (T30= 30, T60= 60, T100= 100 e T200= 200 kPa) e nas subparcelas épocas de avaliação em 3 níveis (EP75= 75, EP105= 105 e EP135= 135 dias), escalonados em função dos dias após a indução dos regimes hídricos, em um delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições. As variáveis biométricas avaliadas foram: massas frescas e secas da área foliar, sistema radicular e total. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a taxa de desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon aumentou ao longo das épocas de avaliação, sendo a maior taxa em biomassa obtida para a menor tensão de água no solo (30 kPa), em relação as demais tensões de água aplicadas, ressaltando a influência negativa do estresse hídrico sobre a cultura.

PALAVRAS-CHAVE: crescimento vegetativo, déficit hídrico, TDR, *Coffea canephora*.

TENSIONS OF WATER IN SOIL AND DAYS AFTER INDUCTION OF WATER REGIMES APPLIED IN THE INITIAL DEVELOPMENT OF CONILON COFFEE

ABSTRACT: Brazil is the world's largest producer and exporter of coffee and the State of Espírito Santo, the largest national coffee conilon producer (*Coffea canephora*). Thus, studying this culture is of paramount importance in developing and improving new technologies. In this context, the objective was to evaluate the initial development of conilon coffee, cultivar Diamante Incaper 8112, as a function of different soil water stresses and days after the induction of water regimes, conducting soil moisture monitoring by the Time Domain Reflectometry (TDR). In order to meet the proposed objectives, an experiment was carried out with the conilon coffee in the greenhouse at the Experimental Area of the Center of Agrarian Sciences and Engineering of the Federal University of Espírito Santo, located in the city of Alegre-ES. The experiment was conducted in a 4x3 subdivided plots scheme, with the soil water stress factor in 4 levels (T30 = 30, T60 = 60, T100 = 100 and T200 = 200 kPa) in plots and in the sub-periods evaluation periods in 3 levels (EP75 = 75, EP105 = 105 and EP135 = 135 days), staggered as a function of days after induction of water regimes, in a completely randomized design with 3 replicates. The biometric variables evaluated were: fresh and dry masses of the leaf area, root and total system. Based on the results obtained, it was concluded that the development rate of conilon coffee increased during the evaluation periods, with the highest biomass rate obtained for the lowest water tension in the soil (30 kPa), in relation to the other strains of applied water, highlighting the negative influence of water stress on the crop.

KEY WORDS: vegetative growth, water deficit, TDR, *Coffea canephora*.

INTRODUÇÃO

O café é uma das commodities mais comercializadas do mundo, sendo o Brasil o maior produtor e exportador desde meados do século XIX, época em que a cafeicultura passou a ser uma atividade expressiva no cenário econômico. A cultura está presente em mais de 80 países e aproximadamente 25 milhões de pessoas dependem do café para sua subsistência na América Latina, África e Ásia (DAMATTA et al., 2007; COVRE et al., 2013).

No Estado do Espírito Santo, a cafeicultura é uma atividade de grande importância, presente em mais de 80% de seus municípios. O Estado é o maior produtor nacional de café conilon, responsável por cerca de 80% da produção nacional (INCAPER, 2019).

Para o cultivo do cafeeiro conilon, o estado do Espírito Santo apresenta condições térmicas adequadas, no entanto a ocorrência de secas prolongadas e veranicos, é o principal fator que restringe a produção (COVRE et al., 2013). Neste contexto, torna-se necessário avaliar o impacto do déficit hídrico no solo sobre o desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon.

Neste sentido, o estudo da água no solo pode ser realizado por meio de diversas metodologias, entre elas, a técnica de Reflectometria no Domínio do Tempo, estimando o conteúdo de água disponível no solo em função de um determinado potencial matricial, conforme trabalhos desenvolvidos por Gonçalves et al. (2018) e Ribeiro (2019).

Tal estudo é de fato importante, uma vez que pesquisadores demonstraram efeitos significativos do déficit hídrico sobre o desenvolvimento inicial do cafeeiro (OLIVEIRA et al., 2012; PIZETTA et al., 2012; FREIRE et al., 2013; COVRE et al., 2013).

Sendo assim, o manejo da água no solo é fator chave para o uso adequado deste recurso, pois devido a crescente escassez de água em várias regiões do país, é importante que se leve em consideração a eficiência com a qual as plantas utilizarão esse recurso (LOPES et al., 2014; VICENTE et al., 2015).

Desta forma, objetivou-se com a realização do presente estudo, avaliar o desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, cultivar Diamante Incaper 8112, em função de diferentes tensões de água no solo e dias após a indução de regimes hídricos, realizando o monitoramento da umidade do solo pela técnica de Reflectometria no Domínio do Tempo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no ano de 2019, em uma casa de vegetação localizada no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo “CCAE-UFES”, no município de Alegre-ES, na Latitude 20°45' Sul e Longitude 41°32' Oeste, com altitude de 238 m. O clima da região segundo a classificação internacional de Köppen, é do tipo Cwa, isto é, tropical, com verão quente e úmido e inverno frio e seco (ALVARES et al., 2013).

O solo utilizado foi classificado como um Latossolo Vermelho, de textura média, de acordo com o triângulo textural da EMBRAPA, coletado a uma profundidade de 0,00 - 0,30 m, na área experimental do CCAE-UFES, o qual foi destorroado, passado em peneira de 4 mm e homogeneizado. Foram utilizadas mudas de café conilon (*Coffea canephora*), referente a cultivar Diamante Incaper 8112, adquiridas de viveiro certificado e idôneo, isentas de patógenos e apresentando um padrão de três pares de folhas. Realizou-se, um corte em torno de 10 cm na parte inferior das mudas, para evitar o processo de enovelamento, em seguida as mudas foram plantadas em vasos contendo 12 litros de solo.

Os vasos foram dispostos em bancadas metálicas (3,00 x 0,80 m), com 1,00 metro de altura, em seguida foram inseridas as etiquetas de identificação. A cada quinzena, realizou-se a casualização entre as parcelas, com o intuito de homogeneizar os tratamentos. Durante os primeiros dias após o transplante das mudas, efetuou-se a reposição de água diária para que todas as unidades experimentais tivessem a umidade do solo próxima à capacidade de campo (10 kPa), garantindo que todas as parcelas tivessem as mesmas condições para seu estabelecimento inicial. Posteriormente, iniciou-se a indução dos regimes hídricos aos 45 dias após o transplante das mudas, marcando o início da aplicação dos regimes hídricos. O experimento foi conduzido em um esquema de parcelas subdivididas 4x3, sendo nas parcelas o fator tensão de água no solo em 4 níveis (T30= 30, T60= 60, T100= 100 e T200= 200 kPa) e nas subparcelas épocas de avaliação em 3 níveis (EP75= 75, EP105= 105 e EP135= 135 dias), escalonados em função dos dias após a indução dos regimes hídricos, em um delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições. Após a indução dos regimes hídricos, procedeu-se com as avaliações em um intervalo equidistante de 30 dias, marcando o fim de cada época.

O monitoramento da umidade do solo foi realizado com o medidor Field Scout modelo TM TDR300. Procedeu-se, a calibração do equipamento, a fim de ajustar a leitura do equipamento ao tipo de solo utilizado, sendo esse processo fundamental para minimizar erros e garantir leituras reais da umidade (SOUZA et al., 2013; GAVA et al., 2016; RIBEIRO, 2019), uma vez que, a equação de calibração varia de solo para solo (SILVA et al., 2012; BATISTA et al., 2016). As leituras com o TDR foram realizadas diariamente às 17 h. Desse modo, sempre que a umidade do solo atingiu a umidade correspondente à tensão requerida pela parcela, a irrigação foi realizada manualmente com o auxílio de um béquero graduado com volume de água necessário para que o solo retornasse à umidade correspondente a tensão de 10 kPa, definida como a capacidade de campo. A quantidade de água necessária foi determinada de acordo com Bernardo et al. (2009).

As variáveis biométricas avaliadas ao final de cada época foram: massa fresca da parte aérea (massa fresca da área foliar + massa fresca dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, obtidas por corte do caule ao nível do solo, em gramas), massa fresca do sistema radicular (obtida por lavagem de raízes, com auxílio de peneira de 2 mm, em gramas) e massa fresca total (soma da massa da parte aérea e raiz, em gramas). Os materiais, foram condicionados em sacolas de papel e secadas em estufa de circulação de ar forçada à 65 °C por 72 horas ou até atingirem o peso constante. Posteriormente, as partições foram pesadas em balança de precisão para determinação dos pesos secos (massa seca da parte aérea, raiz e total). Durante todo o experimento, realizou-se o acompanhamento fitossanitário das mudas, visando impedir a interferência de fatores bióticos nos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos resultados obtidos, após a análise de variância, verificou-se que a aplicação das diferentes tensões de água no solo e os dias após a indução dos regimes hídricos, proporcionaram alterações significativas ($\alpha \leq 0,05$) nas variáveis estudadas (Figura 1).

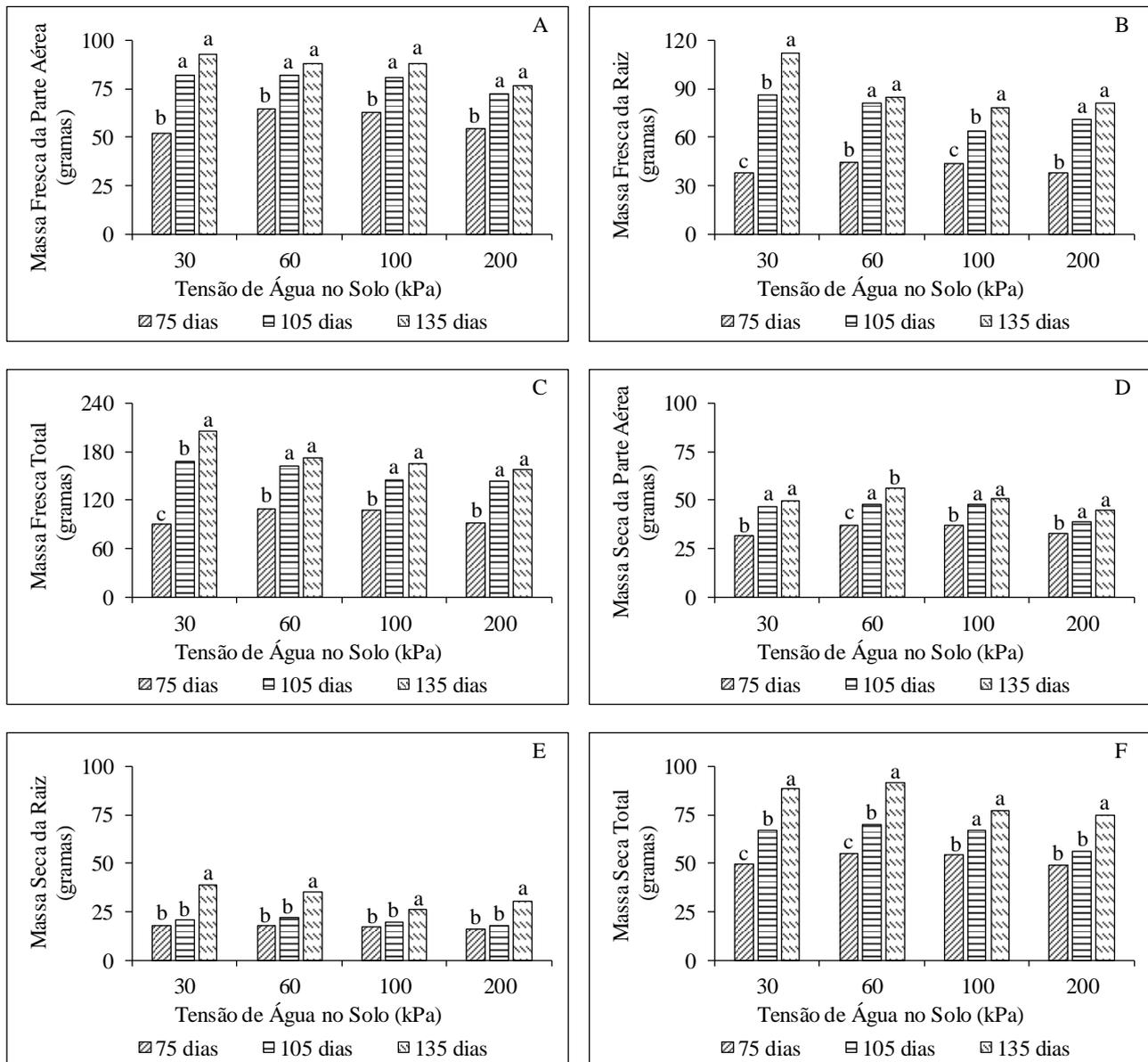


Figura 1. Variáveis estudadas em função das diferentes tensões de água no solo (kPa).

As médias seguidas pela mesma letra sobre as barras, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nas Figuras 1A, 1B e 1C, são apresentadas as taxas de crescimento, observadas em massa fresca da parte aérea, raiz e total do cafeeiro conilon, respectivamente, ao longo das épocas de avaliação, submetidas as diferentes tensões de água no solo. Nota-se, que a taxa de desenvolvimento do cafeeiro conilon aumentou ao longo das épocas de avaliação, sendo a maior taxa em biomassa fresca obtida para a menor tensão de água no solo (30 kPa), em relação as demais tensões de água aplicadas, ressaltando a influência negativa do estresse hídrico sobre a cultura. Tais resultados, corroboram com os dados obtidos por Rodrigues et al. (2016), estudando o crescimento inicial do cafeeiro conilon sob déficit hídrico.

Em relação a massa seca da parte aérea, raiz e total do cafeeiro conilon (Figuras 1D, 1E e 1F, respectivamente), nota-se, um comportamento semelhante ao desenvolvimento da massa fresca, o que representa um comportamento, comumente, observado em pesquisas relacionadas com esta temática (BUSATO et al., 2007; DARDENGO et al., 2009; CASTRO et al., 2014; RODRIGUES et al., 2016).

Vale ressaltar, que a redução em biomassa do cafeeiro conilon também foi observada por Oliveira et al. (2012), ao avaliarem a influência de diferentes disponibilidades hídricas no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon.

Para estudar os efeitos das tensões aplicadas em relação as épocas de avaliação, aplicou-se o teste de agrupamento de Scott-Knott, com o intuito de verificar se as médias obtidas se agrupariam em relação as tensões de água no solo aplicadas (Figura 2).

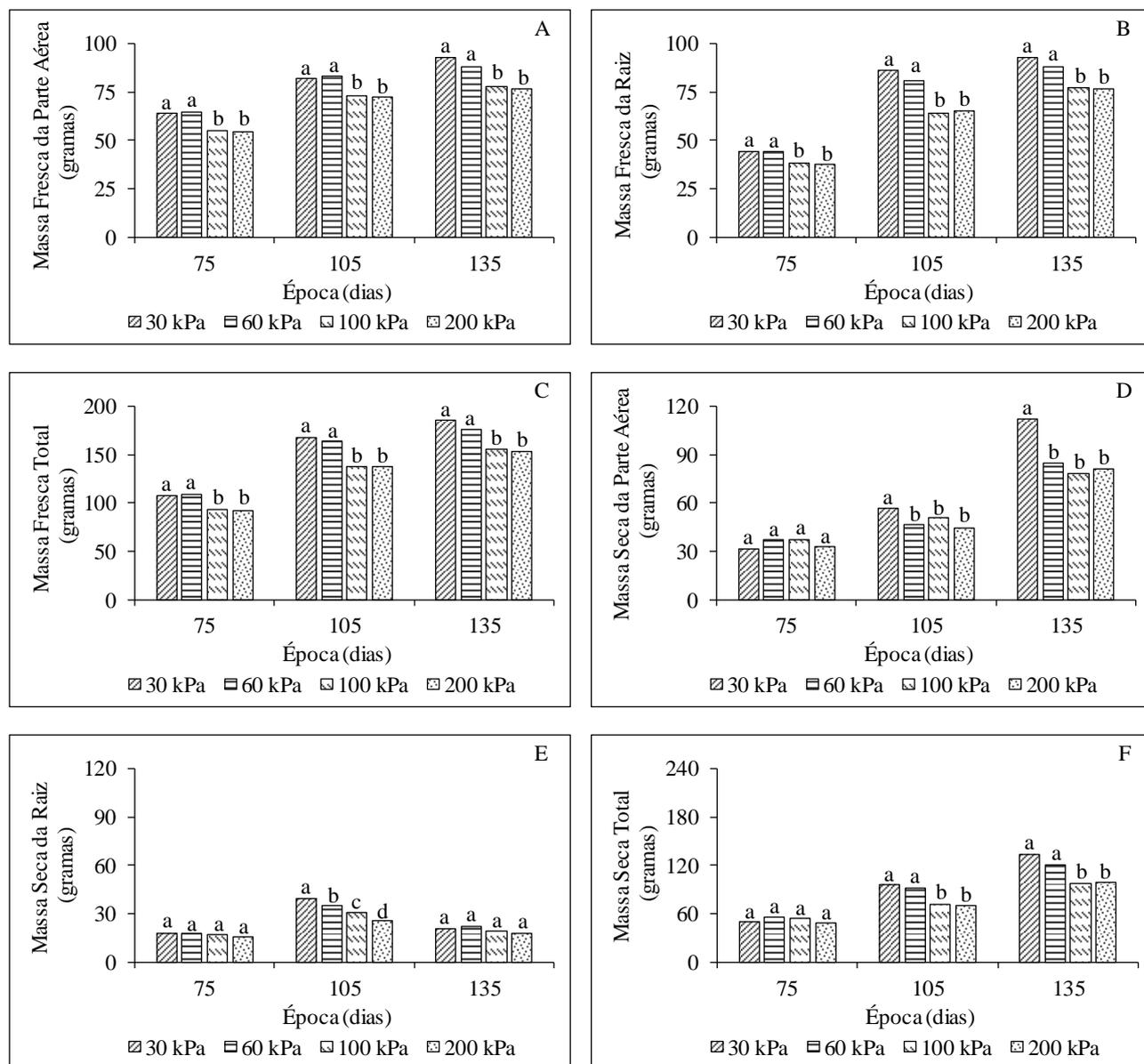


Figura 2. Variáveis estudadas em função dos dias após a indução dos regimes hídricos.

As médias seguidas pela mesma letra sobre as barras, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Nota-se, que houve uma tendência de agrupamento das tensões de 30 e 60 kPa, apresentando sempre as maiores médias em relação as demais tensões, no desenvolvimento de massa fresca, nas três épocas de avaliação, conforme demonstrado nas Figuras 2A, 2B e 2C.

Em relação a massa seca (Figuras 2D, 2E e 2F), nota-se, que a taxa de desenvolvimento não apresentou diferença significativa com o aumento das tensões de água aplicadas ao solo, para a primeira época de avaliação, contudo, nas demais épocas o desenvolvimento foi, em geral, significativamente menor para as tensões de 100 e 200 kPa, quando comparadas as menores tensões de água aplicadas ao solo, demonstrando que o aumento na indisponibilidade de água no solo afeta de forma negativa o desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon.

Com base nos resultados obtidos, é possível verificar que a diminuição da disponibilidade hídrica do solo, devido ao aumento das tensões aplicadas, afetou o desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, tanto em acúmulo de biomassa fresca, quanto seca, o que sugere que a demanda hídrica da cultura deve ser atendida de forma adequada, a fim de evitar perdas no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon.

CONCLUSÕES

A taxa de desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon aumentou ao longo das épocas de avaliação, sendo a maior taxa em biomassa obtida para a menor tensão de água no solo (30 kPa), em relação as demais tensões de água aplicadas, ressaltando a influência negativa do estresse hídrico sobre a cultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às seguintes agências de pesquisa e desenvolvimento pela assistência, financiamento e apoio na realização do trabalho: a) Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), b) Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e c) Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Por fim, os autores agradecem ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.
- BATISTA, L. S.; COELHO, E. F.; CARVALHO, F. A. P.; SILVA, M. G.; FILHO, R. R. G.; GONÇALVES, A. A. Calibração de sonda artesanal de uso com TDR para avaliação de umidade de solos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.10, n.2, p.522-532, 2016.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8ª edição, Editora: UFV, Viçosa, MG, 2009. 625p.
- BUSATO, C.; REIS, E. F.; MARTINS, C. C.; PEZZOPANE, J. E. M. Lâminas de irrigação aplicadas ao café conilon na fase inicial de desenvolvimento. *Revista Ceres*, v.54, n.314, p.351-357, 2007.
- CASTRO, A. M. C.; MAIA, G. M.; SOUZA, J. A.; MANFIO, F. L. A. Crescimento inicial de cafeeiro com uso de polímero hidrorretentor e diferentes intervalos de rega. *Coffee Science*, v.9, n.4, p.465-471, 2014.
- COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; MAURI, A. L.; DIAS, M. D. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. *Revista Agro@mbiente On-line*, v.7, n.2, p.193-202, 2013.
- 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*, v.18, p.55-81, 2007.
- DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R. Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro Conilon. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.25, n.6, p.1-14, 2009.
- FREIRE, L. P.; MARRACCINI, P. R.; RODRIGUES, G. C.; ANDRADE, A. C. Análise da expressão do gene manose-6-fosfato redutase em cafeeiros submetidos ao déficit hídrico. *Coffee Science*, v.8, n.1, p.17-23, 2013.
- GAVA, R.; SILVA, E. E.; BAILO, F. H. R. Calibração de sensor eletrônico de umidade em diferentes texturas de solo/electronic moisture sensor calibration in different soil textures. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v.10, n.2, p.154-162, 2016.
- GONÇALVES, M. S.; RIBEIRO, W. R.; PINHEIRO, A. A.; MARTINS, C. A.; CÓSER, A.; REIS, E. F.; GARCIA, G. O. Productive Aspects of Tropical Grasses under Different Soil Water Stresses. *Journal of Experimental Agriculture International*, v.23, n.4, p.1-12, 2018.
- INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Cafeicultura - Café Conilon. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura-conilon>>. Acesso em: 10 de julho de 2019.
- LOPES, M. N.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; REGADAS, L. J. G. L.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A. Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em capim- braquiária manejado, sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. *Bioscience Journal*, v.30, n.5, p.490-500, 2014.
- OLIVEIRA, A. C. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F. Análise do desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon Cultivar robusta tropical submetido a déficit hídrico. *Enciclopédia Biosfera*, v.8, n.15, p.90-100, 2012.
- PIZETTA, S. C. OLIVEIRA, A. C. R.; REIS, E. F. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon. *Enciclopédia Biosfera*, v.8, n.15, p.1090-1101, 2012.
- RIBEIRO, W. R. Manejo da umidade do solo por Reflectometria no Domínio do Tempo na cultura do cafeeiro conilon clonal. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, UFES, Alegre, ES, 2019.
- RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; SILVA, N. K. C.; RIBEIRO, W. R. REIS, E. F. Crescimento inicial do cafeeiro conilon sob déficit hídrico no solo. *Coffee Science*, v.11, n.1, p.33-38, 2016.
- SILVA, B. M.; OLIVEIRA, G. C.; SERAFIM, M. E.; SILVA, J. J. J.; COLOMBO, A.; LIMA, J. M. Accuracy and calibration of capacitance probe in a rhodic ferralsol planted with coffee. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.1, p.277-286, 2012.
- SOUZA, C. F.; PIRES, R. C. M.; MIRANDA, D. B. DE; VARALLO, A. C. T. Calibração de sondas FDR e TDR para a estimativa da umidade em dois tipos de solo. *Irriga*, v.18, n.4, p.597-606, 2013.
- VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. C.; FERNANDES, A. L. T.; DELAZARI, F. T.; FIGUEREDO, E. M. Efeito de diferentes lâminas de irrigação nas variáveis de desenvolvimento e produção do cafeeiro irrigado por pivô central. *Irriga*, v.20, n.3, p.528-543, 2015.