

## ÍNDICES FISIOLÓGICOS DO CAFEIEIRO CONILON EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DIAS APÓS A INDUÇÃO DE REGIMES HÍDRICOS<sup>1</sup>

Samuel Ferreira da Silva<sup>2</sup>; Lucas Zardo Barbiero<sup>3</sup>; Eduardo Igreja Grasse<sup>4</sup>; Tiago Pacheco Mendes<sup>5</sup>; José Francisco Teixeira do Amaral<sup>6</sup>; Edvaldo Fialho dos Reis<sup>7</sup>

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

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

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, lucaszardobarbiero@gmail.com

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, eduardoi.grasse@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, tiagopm931@hotmail.com

<sup>6</sup> Professor Adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, jftamaral@yahoo.com.br

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

**RESUMO:** Todas as plantas possuem um metabolismo suscetível as mudanças ambientais, principalmente, em ambientes estressantes. Um dos maiores estresses abióticos está relacionado ao déficit hídrico, o que pode comprometer o desenvolvimento vegetativo das culturas. Neste sentido, objetivou-se com a realização do presente estudo avaliar os índices fisiológicos em mudas 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 fisiológicas avaliadas foram: clorofila total, flavonóides, antocianinas e balanço de nitrogênio, por meio do medidor portátil Dualex. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que houve uma tendência de agrupamento das tensões de água no solo aplicadas, independente da época de avaliação, para os índices de clorofila total, flavonóides e antocianinas. Em relação ao balanço de nitrogênio, houve uma menor concentração no cafeeiro conilon para a tensão de 30 kPa, em relação as demais tensões aplicadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** estado nutricional, déficit hídrico, TDR, *Coffea canephora*.

## PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF CONILON COFFEE IN THE FUNCTION OF DIFFERENT WATER TENSIONS IN THE SOIL AND DAYS AFTER INDUCTION OF WATER REGIMES

**ABSTRACT:** All plants have a metabolism susceptible to environmental changes, especially in stressful environments. One of the largest abiotic stresses is related to water deficit, which can compromise the vegetative development of crops. The objective of this study was to evaluate the physiological indices of the coffee conilon, cultivar Diamante Incaper 8112, in function of different soil water stresses and days after the induction of water regimes, by monitoring soil moisture by the technique of 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 physiological variables evaluated were: total chlorophyll, flavonoids, anthocyanins and nitrogen balance, using the portable Dualex meter. Based on the results obtained, it was concluded that there was a trend of grouping of soil water stresses, regardless of the evaluation period, for the total chlorophyll, flavonoid and anthocyanin indices. In relation to the nitrogen balance, there was a lower concentration in conilon coffee for the 30 kPa tension, in relation to the other applied tensions.

**KEY WORDS:** nutritional status, water deficit, TDR, *Coffea canephora*.

## INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo é o maior produtor de café conilon (*Coffea canephora*) do Brasil, responsável por cerca de 80% da produção nacional. Entretanto, a produtividade por hectare no estado ainda é considerada baixa, com média de

35 sacas por hectare. Alguns pesquisadores, apontam como uma das principais causas para essa baixa produtividade o déficit hídrico, pois afeta de forma negativa a cultura (GUEDES et al., 2018; INCAPER, 2019).

Sabe-se, que todas as plantas possuem um metabolismo suscetível as mudanças ambientais, principalmente, em ambientes estressantes. Nesse sentido, um dos maiores estresses abióticos está relacionado ao déficit hídrico, o que pode comprometer o desenvolvimento vegetativo das culturas (LAURIANE et al., 2015).

Para contornar esta problemática a utilização de complementação hídrica, por meio da irrigação, torna-se uma alternativa viável, porém deve ser feita de maneira criteriosa, não só visando a otimização da produtividade, mas também o uso adequado dos recursos hídricos, sem causar danos ambientais e apresentando viabilidade econômica (SILVA et al., 2016).

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).

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).

Alguns autores, destacam que correlacionar a umidade do solo com os índices fisiológicos das plantas é fundamental, uma vez que reduções na disponibilidade de água afetam a absorção de nutrientes, o crescimento e produção das culturas, provocando alterações significativas no comportamento vegetal (NASCIMENTO et al., 2011; CRUSCIOL et al., 2015; COSTA, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se com a realização do presente estudo, avaliar os índices fisiológicos em mudas 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 “CCAUE-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 CCAUE-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 envelhecimento, 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 transplantio 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 transplantio 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 fisiológicas avaliadas ao final de cada época foram: clorofila total ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  de folha), flavonóides ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  de folha), antocianinas ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  de folha) e balanço de nitrogênio ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  de folha), por meio do medidor portátil Dualex.

A medição foi feita na 2ª ou 3ª folha madura, completamente expandida dos ramos plagiotrópicos, tendo-se evitado leituras na nervura central da folha. Optou-se, por folhas saudáveis, sem doenças, ataques de pragas ou manchas. A leitura foi realizada logo após a homogeneização da entrada de luz na casa de vegetação, por volta de 9 às 10 h da manhã.

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 fisiológicas estudadas (Figura 1).

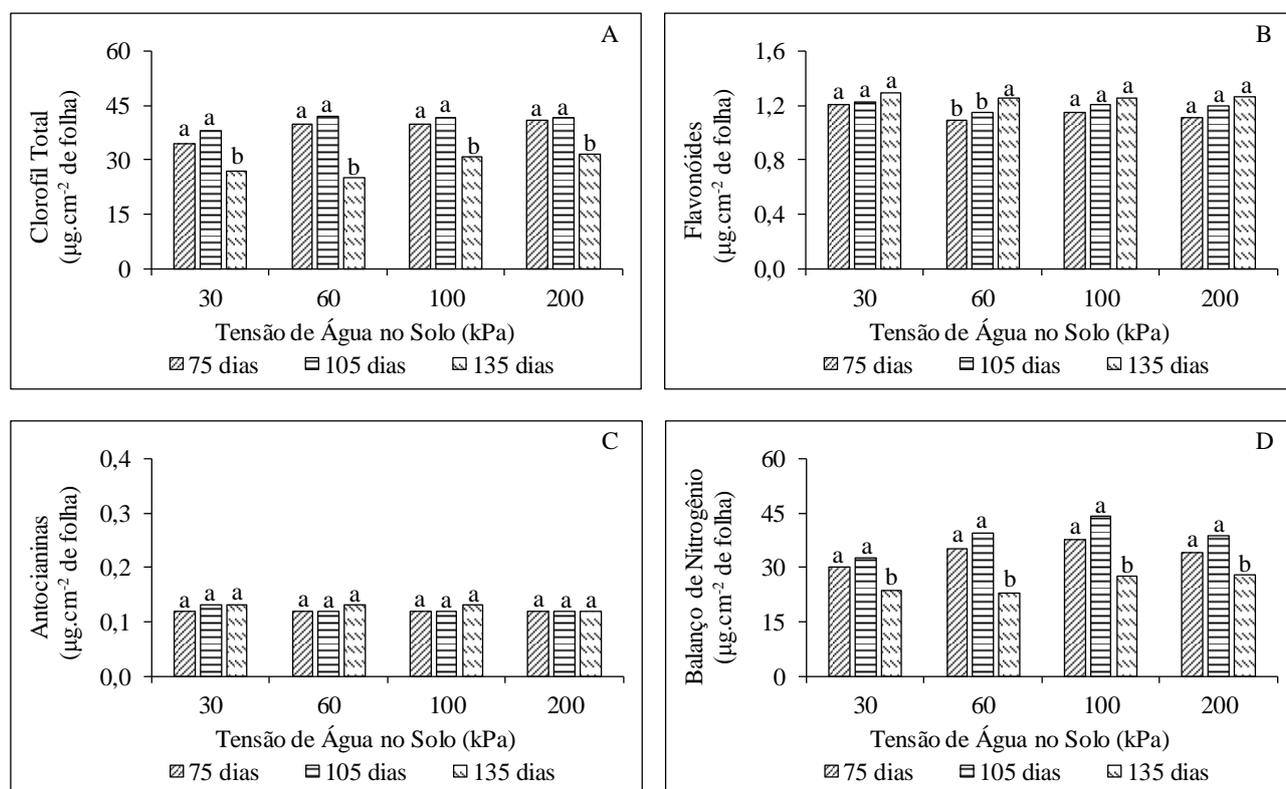


Figura 1. Variáveis estudadas em função das diferentes tensões de água no solo (kPa).

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

Na Figura 1A, são apresentados os índices de clorofila total nas folhas do cafeeiro conilon, ao longo das épocas de avaliação, submetidas às diferentes tensões de água no solo. Nota-se, que independente da tensão de água no solo a concentração de clorofila total não diferiu estatisticamente para as épocas de 75 e 105 dias após a indução dos regimes hídricos, contudo, para a última época de avaliação (135 dias), a concentração de clorofila total foi significativamente menor. Tais resultados, corroboram com os dados obtidos por Coelho et al. (2012), estudando os índices fisiológicos de culturas agrícolas por meio do Dualex.

Em relação aos índices de flavonóides (Figura 1B), nota-se que não houve diferença significativa na concentração para as tensões de 30, 100 e 200 kPa, nas três épocas de avaliação, contudo, para a tensão de 60 kPa, observa-se que a concentração de flavonóides aumentou após as primeiras avaliações, o que pode ser justificado pelo fato de existir uma correlação inversa entre os índices de clorofila nas folhas e os índices de flavonóides, ou seja, a diminuição no teor de clorofila total na tensão de 60 kPa para a época de 135 dias (Figura 1A), culminou com o favorecimento do acúmulo de flavonóides nas folhas, conforme salientam Coelho et al. (2012).

Vale ressaltar, que as antocianinas e os flavonóides são compostos fenólicos presentes nas plantas de café, que estão relacionados com o aroma e sabor, e proporcionam proteção contra a radiação ultravioleta, além de serem atrativos para os polinizadores e dispersores de sementes (SILVA et al., 2010). Portanto, estudar esses compostos fenólicos é de suma importância para a cultura, neste sentido, observa-se na Figura 1C, que o aumento nas tensões de água no solo, não

provocaram diminuição na concentração de antocianina, o que é de grande importância, demonstrando que a cultura apresentou um adequado mecanismo de manutenção da concentração deste índice fisiológico.

Em relação ao balanço de nitrogênio (Figura 1D), independente da tensão de água no solo aplicada, não houve diferença significativa nos resultados obtidos para as épocas de 75 e 105 dias. Contudo, houve uma diminuição na concentração deste índice na última época de avaliação (135 dias), em todas as tensões de água aplicadas, o que demonstra que a concentração de nitrogênio oscila ao longo do tempo na cultura, enfatizando a necessidade de se realizar uma adubação nitrogenada adequada na fase inicial de desenvolvimento do cafeeiro conilon, conforme salientado por Lima et al. (2016).

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).

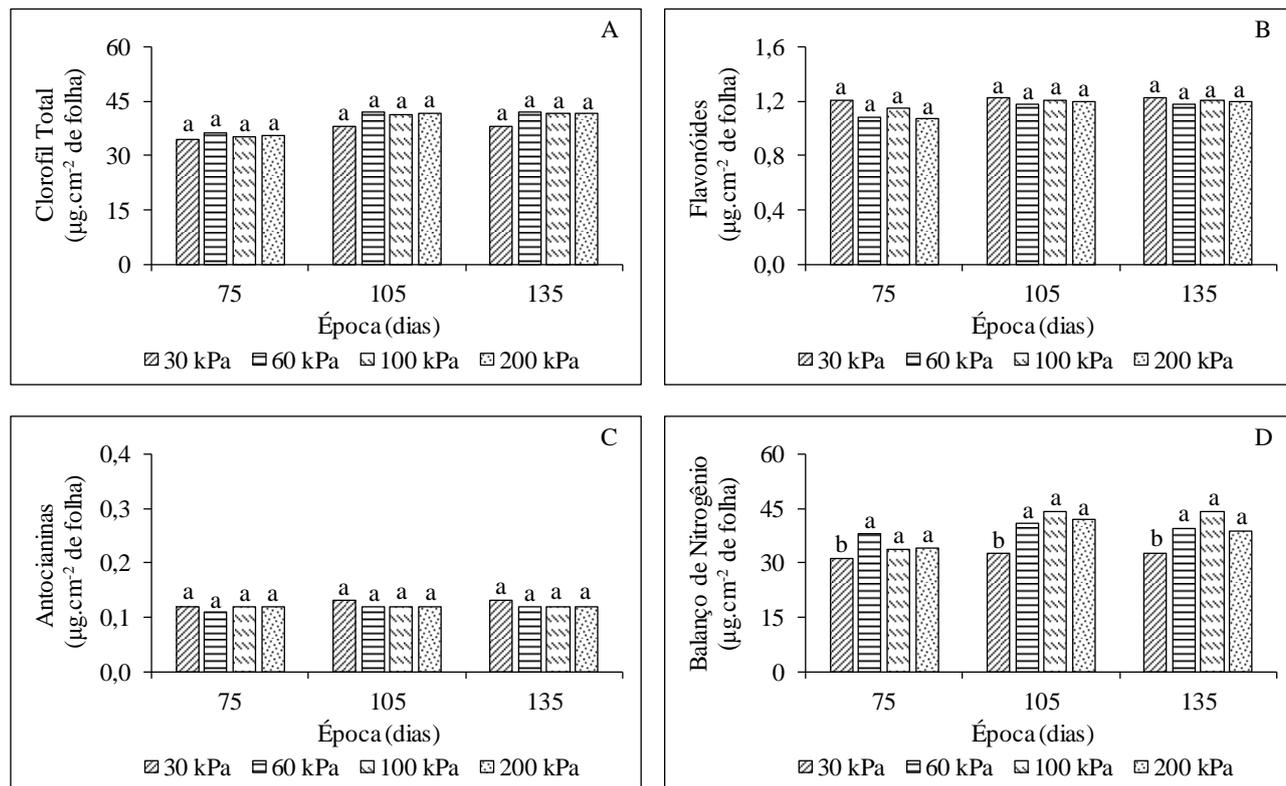


Figura 2. Variáveis estudadas em função dos dias após a indução dos regimes hídricos.

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.

Observa-se, que houve uma tendência de agrupamento das tensões de água no solo aplicadas, independente da época de avaliação, para os índices de clorofila total, flavonóides e antocianinas (Figuras 2A, 2B e 2C, respectivamente). Resultados semelhantes, foram obtidos por Berilli et al. (2016), ao estudarem os índices de compostos secundários em mudas de café conilon na região Norte do Espírito Santo.

Em relação ao balanço de nitrogênio (Figura 2D), observa-se uma menor concentração para a tensão de 30 kPa, em relação as demais tensões aplicadas (60, 100 e 200 kPa), a partir do qual se mantém invariável. Este resultado, pode ser atribuído ao fato de ter ocorrido um acúmulo de luxo nas folhas (ARGENTA et al., 2001; UESUGI et al., 2015).

Com base nos resultados obtidos, é possível verificar que a diminuição da disponibilidade hídrica do solo, devido ao aumento das tensões aplicadas, propiciou alterações significativas nos índices fisiológicos do cafeeiro conilon, o que sugere que a demanda hídrica da cultura deve ser atendida de forma adequada, a fim de evitar alterações deletérias no desenvolvimento inicial da cultura.

## CONCLUSÕES

1. Houve uma tendência de agrupamento das tensões de água no solo aplicadas, independente da época de avaliação, para os índices de clorofila total, flavonóides e antocianinas.
2. Em relação ao balanço de nitrogênio, houve uma menor concentração no cafeeiro conilon para a tensão de 30 kPa, em relação as demais tensões aplicadas.

## 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.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. *Ciência Rural*, v.31, n.4, p.715-722, 2001.
- 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.
- BERILLI, S. S.; ZOOCA, A. A. F.; REMBINSKI, J.; SALLA, P. H. H.; ALMEIDA, J. D.; MARTINELLI, L. Influência do acúmulo de cromo nos índices de compostos secundários em mudas de café conilon. *Coffee Science*, v.11, n.4, p.512-520, 2016.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8ª edição, Editora: UFV, Viçosa, MG, 2009. 625p.
- COELHO, F. S.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; CECON, P. R. Avaliação do estado nutricional do nitrogênio em batateira por meio de polifenóis e clorofila na folha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.4, p.584-592, 2012.
- COSTA, J. D. O. Padrões de resposta termal ao déficit hídrico na cultura do café irrigado por gotejamento. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas. ESALq, Piracicaba, SP, 2016.
- CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; SORATTO, R. P. Absorção e exportação de micronutrientes pelo arroz de terras altas em função de lâminas de água aplicadas por aspersão. *Brazilian Journal of Agriculture*, v.78, n.3, p.380-393, 2015.
- 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.
- GUEDES, F. A. F.; NOBRES, P.; RODRIGUES, D. C. F.; MENEZES, P. E. S.; RIBEIRO, M. A.; CORREA, R. L.; DAMATTA, F. M.; ALVES, M. F. Transcriptional memory contributes to drought tolerance in coffee (*Coffea canephora*) plants. *Environmental and Experimental Botany*, v.147, p.220-233, 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.
- LAURIANE, A. D. A.; BRITO, M. E.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; FILHO, W. D. S. S.; OLIVEIRA, E. S. Crescimento de combinações copa-porta-enxerto de citros sob estresse hídrico em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v.19, n.3, p.211-217, 2015.
- LIMA, L. C. D.; GONÇALVES, A. D. C.; FERNANDES, A. L. T.; SILVA, R. D. O.; LANA, R. M. Q. Crescimento e produtividade do cafeeiro irrigado, em função de diferentes fontes de nitrogênio. *Coffee Science*, v.11, n.1, p.97-107, 2016.
- 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.
- NASCIMENTO, S. P.; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. da. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.8, p.853-860, 2011.
- 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.
- 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.
- SILVA, M. L. C.; COSTA, R. C.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B.; Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, n.3, p.669-681, 2010.
- SILVA, S. F.; GARCIA, G. O.; REIS, E. F.; DALVI, L. P. Uso agrícola da vinhaça para produção de forragem de milho durante três anos de cultivo. *Irriga*, v.1, p.59-69, 2016.

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.

UESUGI, G.; FAVAN, J. R.; MORAES, C. B.; WANGINIAC, T. K. R.; SILVA, M. R. Utilização do spad-502 para a predição dos teores de nitrogênio em mudas de *Croton urucurana* Baill. *Revista do Instituto Florestal*, v.27 n.2 p.177-181, 2015.

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.