

PARÂMETRO DE CRESCIMENTO DO CAFÉ CONILON EM FUNÇÃO DE TENSÕES DE ÁGUA E SALINIDADE NO SOLO UTILIZANDO MODELAGEM FUZZY

AMANSLEONE DA SILVA TEMOTEO¹, BRUNO CÉSAR GÓES², CAMILA PIRES CREMASCO³, LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO⁴

¹ Engenheira Agrônoma, Pós-Doutoranda, Depto. de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia, Faculdade de Ciências e Engenharia, UNESP, Tupã - SP, Fone: (0XX14) 3404.4200, amanst2015@gmail.com.br

² Administrador, Professor Adjunto, Depto. de Sistemas de Produção na Agropecuária, UNIFENAS, Alfenas - MG.

³ Matemática, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia de Biosistemas, FCE/UNESP, Tupã - SP.

⁴ Matemático, Prof. Associado, Depto. de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia, FCE/UNESP, Tupã - SP.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desenvolvimento da área foliar do cafeeiro Conilon, clone 120, em função dos diferentes níveis de salinidade e teores de água no solo e dias após exposição ao estresse salino-hídrico utilizando modelagem fuzzy. O experimento foi conduzido em estufa agrícola, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no Campus de Botucatu-SP. Foi considerado o modelo fuzzy tendo como entrada teores de água do solo, níveis de salinidade do solo e épocas de diferenciação dos tratamentos, e saída a área foliar. Constatou-se aumento da área foliar à medida que aumenta o tempo de exposição ao estresse salino-hídrico até 150 dias após o plantio, ocorrendo a diminuição após esse período.

PALAVRAS-CHAVE: estresse salino-hídrico, Sistema Baseado em Regras Fuzzy, irrigação.

GROWTH PARAMETER OF CONILON COFFEE AS A FUNCTION OF WATER TENSIONS AND SOIL SALINITY USING FUZZY MODELING

ABSTRACT: The objective was to evaluate the development of leaf area of Conilon coffee, clone 120, as a function of different levels of salinity and water content in the soil and days after exposure to saline-hydric stress using fuzzy modeling. The experiment was conducted in an agricultural greenhouse, in the Experimental Farm of the Faculty of Agronomic Sciences (FCA) of the Paulista State University (UNESP), Botucatu-SP. A fuzzy model was considered with input soil water content, soil salinity levels and seasons of differentiation of treatments, and output the leaf area. The leaf area increased as the time of exposure to saline-hydric stress increased up to 150 days after planting and decreased after this period.

KEYWORDS: saline-water stress, Fuzzy Rules Based System, irrigation.

INTRODUÇÃO: O cultivo do café Conilon, *Coffea canephora*, tem se expandido para áreas onde a deficiência hídrica é considerada fator limitante ao crescimento e produção. Isto se deve a estudos na seleção de materiais genéticos que produzam bem em ambientes com variações climáticas, com destaque à seca (Silva et al., 2010). Dentre esses estudos o Clone 120 tolerante a seca (Pinheiro et al., 2005) denota resistência. Como estratégias no aproveitamento agrícola de áreas salinizadas, utilizando de adequados, manejo do solo e água, está a identificação de variedades tolerantes à salinidade (Soares Filho et al., 2016). Todavia, informações científicas

quanto ao efeito do estresse salino para café Conilon são escassas. Na exposição das plantas à salinidade, além dos fatores relacionados à espécie ou cultivar, considera-se o teor de água no solo, visto que o efeito deste, com os desencadeados pelos sais interfere no desenvolvimento da planta. Os efeitos da salinidade podem ser agravados conforme o tempo de exposição da cultura, reduzindo o potencial osmótico, afetando o crescimento, interferindo no processo de fotossíntese das folhas (Cramer et al., 1994; Zhu, 2007). Nesse sentido, folhas do cafeeiro Conilon apresentam maior área superficial do que folhas do arábica, podendo exibir maior captação de luz e trocas gasosas, favorecendo o aumento da taxa fotossintética líquida, transpiração e condutância estomática, além disto, a anatomia e morfologia foliar apresenta plasticidade para fatores ambientais (Collodetti, et al., 2018). Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o desempenho da área foliar em razão de diferentes níveis de salinidade do solo, teores de água no solo e tempo de exposição ao estresse por meio da modelagem *fuzzy*.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em estufa agrícola, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Campus de Botucatu-SP, altitude de 786 m, coordenadas geográficas de 22° 85' S latitude, 48° 43' W longitude. As avaliações da Área Foliar (AF), do clone 120, plantados em vasos com 10 litros de solo salinizados artificialmente, foram realizadas aos 15 dias após plantio - época (0), até esse período mantiveram-se as plantas no solo com teor de água próximo à capacidade de campo. Durante o experimento foram considerados dois teores de água no solo (50% U1- 0,0069 Mpa e 70% U2 – 0,0078 Mpa da água disponível no solo - AD) monitorados por pesagens diárias dos vasos; diferentes condutividade elétrica (CE) no solo (0,0 – S0; 2,0 – S2; 4,0 – S4 e 6,0 – S6 dS m⁻¹) obtidos por incubação do solo com doses crescentes de NaCl e posterior obtenção do extrato saturado (Richards, 1980) e 10 épocas após a indução da diferenciação dos tratamentos (DAT) de água no solo (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 e 180 DAT). A determinação da área foliar, foi representada pela equação $AF = 0,667x$, sendo a área do retângulo circunscrito (x) na folha pelo maior comprimento da largura da folha, Barros et al. (1973). Dessa maneira, foi considerado o seguinte modelo agrônômico proposto por Temoteo (2012) representado matematicamente por: $F: A \subset \mathbb{R}^3 \rightarrow B \subset \mathbb{R}$, tal que $(x_1, x_2, x_3) \mapsto F(x_1, x_2, x_3) = (y)$, sendo \mathbb{R} o conjunto dos números reais, $A = A_1 \times A_2 \times A_3$ e $B = B_1$, com $A_1 = [50, 70]$, representando os diferentes teores de água do solo, $A_2 = [0, 6]$, os valores máximo e mínimo dos níveis de salinidade do solo e $A_3 = [0, 180]$, as diferentes épocas de diferenciação dos tratamentos, apresentado na Figura 1, conforme o Sistema Baseado em Regras Fuzzy (SBRF). Os conjuntos *fuzzy* de entrada foram do tipo triangular, no qual as extremidades são expressas por $p_0 = p_1 - (p_2 - p_1) = 2p_1 - p_2$ e $p_{n+1} = p_n + (p_n - p_{n-1}) = 2p_n - p_{n-1}$, sendo n o número total de conjuntos para cada variável de entrada.

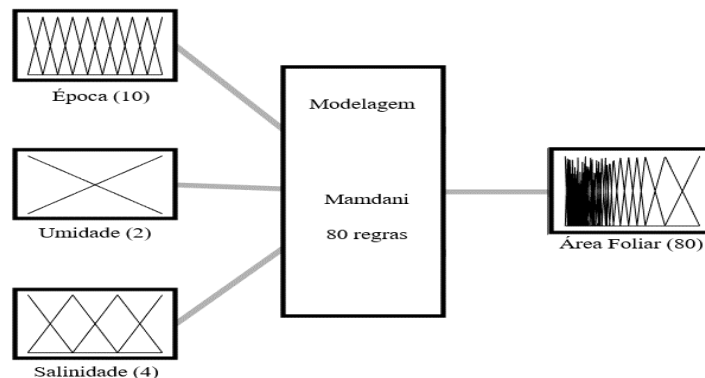


FIGURA 1. SBRF de avaliação da área foliar da cultura do café com três variáveis de entrada, Época (DAT), Salinidade (S) e Umidade (U).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Verificou-se a ocorrência do efeito negativo da salinidade a medida em que ocorre a maior exposição às condições de estresse pelo café conilon, independente do teor de água disponível no solo, conforme observado nas Figuras 2 e 3.

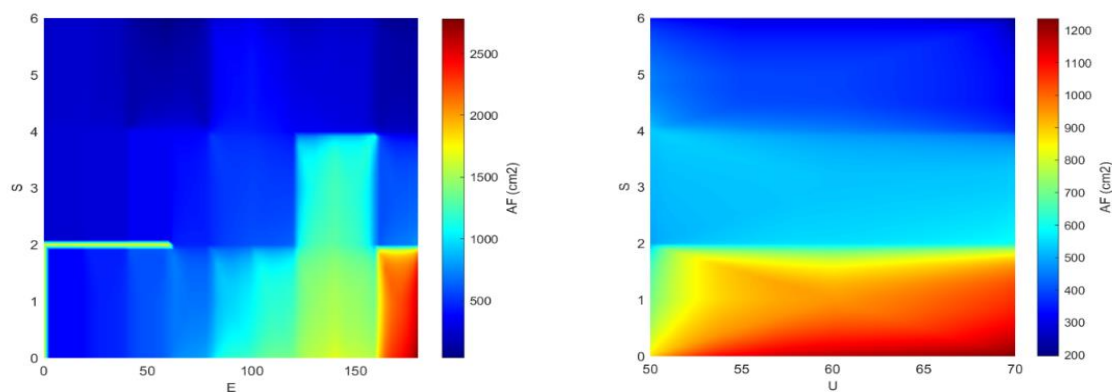


FIGURA 2. Mapas de contorno da área foliar em função da salinidade do solo, época de diferenciação de tratamento após o plantio e capacidade de água disponível do solo.

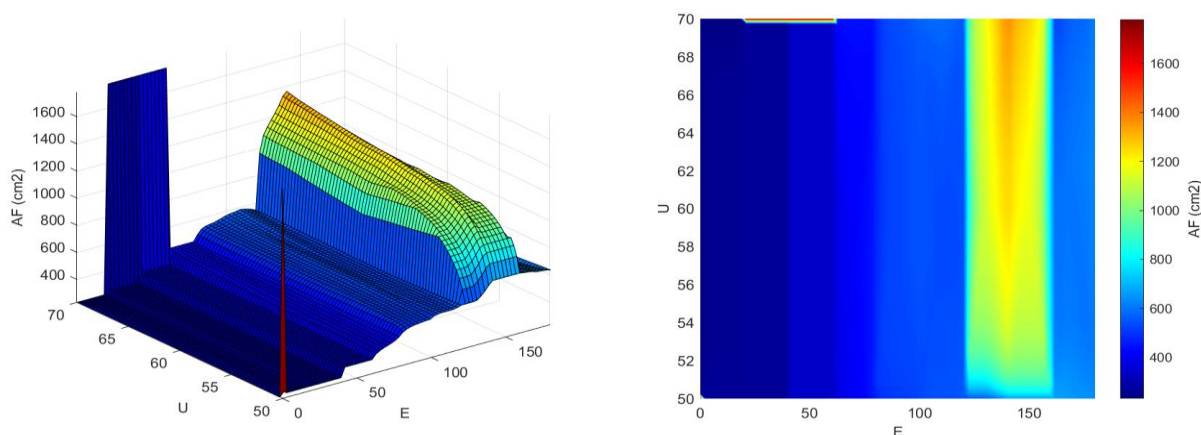


FIGURA 3. Superfície tridimensional e Mapa de contorno da área foliar em função da capacidade de água disponível no solo e época de diferenciação de tratamento após o plantio.

Nesse sentido, nota-se o aumento da área foliar de maneira regular em razão das diferentes concentrações de salinidade do solo e tempo de exposição ao estresse pela cultivar clone 120. Ocorreu aumento da área foliar entre 120 e 150 dias após o plantio, havendo redução da área após esse período, fato também notado por Nazário et al. (2010) com água de irrigação salinizada, havendo redução da área foliar aos 180 dias do plantio e por Dardengo (2006) quando o cafeeiro foi submetido a períodos mais longos que os considerados neste experimento. No trabalho realizado por Figueirêdo et al. (2006) constatou-se a redução da área foliar para o café arábica, a partir de 57 e 58 dias após o transplantio. Nesse sentido, a redução da área foliar em razão do estresse salino e hídrico do solo funciona como um mecanismo de resposta adaptativa às adversidades enfrentadas pelas plantas, uma vez que é pelas folhas que ocorre o processo de redução da transpiração das plantas, proporcionando uso eficiente da água disponível no solo reduzindo a perda de água pela cultura. Além disto, a salinidade interfere em processos fisiológicos, promovendo a redução da fotossíntese pelo fechamento estomático, resultando na diminuição de crescimento das plantas (KARASAWA et al., 2003; NEUMANN, 1997).

CONCLUSÕES: A área foliar aumentou à medida que a planta foi submetida a maiores concentrações de estresse salino e hídrico, na mesma proporção em razão do tempo de exposição. Aos 150 dias pós plantio houve redução da área foliar.

AGRADECIMENTOS: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa produtividade de pesquisa (Processo 315228/2020-2) concedida ao último autor e à Universidade Estadual Paulista (UNESP)/Faculdade de Ciências e Engenharia pelo aceite da realização de estágio de pós-doutorado da primeira autora.

REFERÊNCIAS:

- BARROS, R. S. et al. Determinação da área de folhas de café (*Coffea arabica* L. cv “Bourbon Amarelo”). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 20, n. 107, p. 44-52, 1973.
- COLLODETTI, T.V. et al. Área foliar unitária de diferentes genótipos de cafeeiro conilon. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/11645/161_44-CBPC-2018.pdf?sequence=1>. Acessado em: 05/07/2021.
- CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHIMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 21, p. 675-692, 1994.
- DARDENGO, M. C. J. D. **Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro Conilon**. 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.
- FIGUEIRÊDO, V. B.; FARIA M. A. de; SILVA, E. L. da. Crescimento inicial do cafeeiro irrigado com água salina e salinização do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 50-57, 2006.
- KARASAWA, S. et al. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigados com água salina. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 14, n. úni-co, p. 1-12, 2003
- NAZÁRIO, A. A. et al. Crescimento do cafeeiro conilon irrigado com água salina. **Engenharia ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 5, p. 178-195, 2010.
- NEUMANN, P. M. et al. Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. **Plant Physiology**, Rockville, v. 88, p. 233-237, 1997.
- PINHEIRO, H.A. et al. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, London, v.96, p.101-108, 2005.
- RICHARDS, L. A. **Diagnóstico y realitaci3n de suelos salinos y s3dicos**. 6. ed. México: Limusa, 1980. 160 p.
- SILVA, V.A. et al. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta enxerto tolerante. **PAB**, Brasília, v.45, n.5, p.457-464, 2010.
- SOARES FILHO, W.S. et al. Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. **INCTSal**, Fortaleza, 2016. p.259-274.
- TEMOTEO, A. S. **Cultivares de café conilon (*Coffea Canephora*) sob estresse salino hídrico**. 2012. 117 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.
- ZHU, J. K. Plant salt stress. In: **ENCYCLOPEDIA of life sciences**. Chichester: John Wiley, 2007. p. 1-3.