

UTILIZAÇÃO DA GEOESTATÍSTICA PARA ESTUDO DO ESTRESSE HÍDRICO EM PLANTAS DE NIM

NICOLE VIANA DA SILVA¹, GIOVANA MARINA RODRIGUES SIMÕES COSTA¹,
WESLEY AMARO DA SILVA², THAYNÁ ALICE BRITO ALMEIDA², ABELARDO
ANTÔNIO DE ASSUNÇÃO MONTENEGRO³, RODES ÂNGELO BATISTA DA
SILVA²

¹Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE
E-mail: nicollevianasilva@gmail.com / Telefone: (81)99837-3617

²PPG em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE

³Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE

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

RESUMO: A inferência do teor de água no solo pode ser realizada por diversas técnicas diferentes podendo utilizar medidores diretos como a sonda de nêutrons, reflectómetro no domínio do tempo enquanto outras envolvem medidores indiretos da umidade do solo. Dessa forma, a importância hídrica para a produção agrícola em ambientes com baixa disponibilidade de água e o desenvolvimento vegetal além de ser um fator limitante, foi avaliado neste trabalho o déficit hídrico diário em plantas de Nim (*Azadirachta indica*) por meio de imagens térmicas das folhas, obtidas a partir de uma câmera termográfica por infravermelho, modelo FLIR i60, com resolução de 0,01°C, distância focal de 1,0 m e emissividade ajustada para 0,98, durante o período seco e chuvoso na região semiárida, localizados em Pernambuco, Brasil. Portanto, torna-se um método não invasivo a cultura e possui uma técnica eficiente e promissora através da geoestatística.

PALAVRAS-CHAVE: *Azadirachta indica*, imagens térmicas, déficit hídrico.

USE OF GEOSTATISTICS TO STUDY WATER STRESS IN NIM PLANTS

ABSTRACT: The inference of the soil water content can be performed by several different techniques, using direct meters such as the neutron probe, time domain reflectometer, while others involve indirect meters of soil moisture. Thus, the water importance for agricultural production in environments with low water availability and plant development, in addition to being a limiting factor, the daily water deficit in Neem (*Azadirachta indica*) plants was evaluated in this work through thermal images of the leaves, obtained from an infrared thermographic camera, model FLIR i60, with a resolution of 0.01°C, focal length of 1.0 m and emissivity adjusted to 0.98, during the dry and rainy period in the semiarid region, located in Pernambuco, Brazil. Therefore, it becomes a non-invasive method to culture and has an efficient and promising technique through geostatistics.

KEYWORDS: Azadirachta indica, thermal imaging, water deficit.

INTRODUÇÃO: A água é um elemento chave na manutenção da vida no planeta, pois atua diretamente na produção de alimentos (Rodrigues et al., 2016). O déficit hídrico é um dos fatores que merece atenção por ser um dos fatores limitantes das culturas agrícolas em regiões áridas e semiáridas, ou seja, provoca redução significativa no rendimento da cultura (Fischer et al., 2016). O monitoramento do estado hídrico do vegetal é fundamental para o manejo da irrigação (Jones, 2007). O uso da temperatura do dossel para determinação do déficit hídrico é uma alternativa vantajosa por não ser destrutiva, não necessitar de muita mão-de-obra (Gautam & Pagay, 2020), uma vez que a temperatura foliar é resultado do balanço energético que envolve ganhos radiação incidente e a temperatura do ar além das perdas por transpiração e evaporação da água na superfície da folha e perdas por convecção (Elsayed et al., 2017), logo a temperatura do dossel aumenta à medida que as taxas de transpiração diminuem, em resposta ao déficit hídrico do solo, onde se encontram as raízes da planta (Liu et al., 2020).

Levando em conta a importância hídrica para o desenvolvimento vegetal e a produção agrícola em ambientes com baixa disponibilidade de água, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo avaliar o déficit hídrico diário em plantas de Nim (*Azadirachta indica*) na região semiárida de Pernambuco, Brasil, por meio de imagens térmicas, durante o período seco e chuvoso da região.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado em uma pequena propriedade rural do Assentamento Nossa Senhora do Rosário, localizada no município de Pesqueira – PE, Brasil (08°34'17" e 08°18'11" S e 37°01'35" e 36°47'20" W) As imagens térmicas das folhas de Nim foram obtidas a partir de uma câmera termográfica por infravermelho, modelo FLIR i60, com resolução de 0,01°C, distância focal de 1,0 m e emissividade ajustada para 0,98. As imagens foram registradas às 10:00 horas, sendo 3 imagens (T1, T2 e T3) obtidas no mês de setembro de 2016 (período seco) e outras 3 imagens (T1, T2 e T3) no mês de março de 2017 (período chuvoso), adotando o mesmo enquadramento das plantas em ambos os períodos de avaliação.

A análise visual das imagens térmicas foi realizada com auxílio do Software FLIR Tools®, ajustando-se os valores de emissividade, temperatura ambiente e umidade relativa. $DWSI = T_f - T_a$

em que,

DWSI – Índice diário de estresse hídrico, °C;

T_f – Temperatura da superfície foliar, °C;

T – Temperatura do ar, °C.

Os resultados do índice diário de estresse hídrico, encontrados por meio da equação 1, foram submetidos à análise estatística descritiva, com a determinação das medidas de tendência central (média e mediana) e medidas de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação), além disso, foi testada a normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 1%, utilizando o software Minitab 19.1.1.0. Para fins de comparação, foram adotados os limites do coeficiente de variação (CV) propostos por Warrick & Nielsen (1980), para a classificação da variabilidade dos atributos analisados: $CV < 12\%$, $12\% \leq CV \leq 24\%$ e $CV > 24\%$, considerados de baixa, média e alta variabilidade, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As variáveis climáticas (Tabela 1) apresentaram maiores resultados no mês de março, sendo esse um dos meses chuvosos na região. Conforme Nobre, (2005) a dinâmica climática das regiões semiáridas apresenta intervalos de seca dentro dos períodos chuvosos, esses intervalos são conhecidos como verânicos.

TABELA 1. Dados climáticos do ar e do solo.

	<u>P¹</u>	<u>Us¹</u>	<u>Ts¹</u>	<u>Tar²</u>	<u>Uar²</u>
Setembro de 2016	0,000	0,052	29,979	25,8	78
Março de 2017	<u>0,000</u>	<u>0,060</u>	<u>33,208</u>	<u>25,88</u>	<u>73,25</u>

¹ Média dos 5 dias que precederam a coleta dos dados. ² Registro do dia da coleta

A estatística descritiva (Tabela 2) realizada com base no índice de estresse hídrico diário (DWSI) evidencia a similaridade entre a média e a mediana, ou seja, houve pouca variação entre esses dois parâmetros, sendo então um forte indicativo de normalidade nos dados conforme foi observado por Araújo et al. (2020) que observaram similaridade entre a média e a mediana. O teste de Kolmogorov-Smirnov a 1% de probabilidade corroborou a normalidade esperada ao comparar a média e a mediana.

TABELA 2. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para as variáveis de consumo horário volumétrico e ponderal, consumo por área e consumo específico.

<u>Variável</u>	<u>Média</u>	<u>Mediana</u>	<u>DP⁴</u>	<u>CV%⁵</u>	<u>Assimetria</u>	<u>Curtose</u>	<u>KS⁶</u>	<u>Período Seco</u>
T1 ¹	11,45	11,548	0,444	3,88	-0,14	-1,19	0,113*	T2 ² 10,34 10,299 0,161
	1,56	0,68	-0,58	0,135*	T3 ³ 8,966 8,966 0,0994 1,11 -0,04 -0,64 0,071*			
<u>Período Chuvoso</u>								
T1 ¹	17,44	17,473	1,578	9,05	0,1	-1,06	0,092*	T2 ² 19,1 18,849 1,849 9,68
	0,54	-0,24	0,101*	T3 ³ 17,11 17,892 1,924 11,24 -0,51 -1,25 0,180*				

¹ T1: Planta 1; ² T2: Planta 2; ³ T3: Planta 3; ⁴ DP: Desvio Padrão; ⁵ CV (%): Coeficiente de variação; ⁶ KS: Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. * 1% de significância

Conforme observado por meio do coeficiente de variação, os dados apresentaram baixa variabilidade segundo a classificação de Warrick & Nielsen (1980). Estudando a variação espaço-temporal da temperatura de substratos em bandejas e produção de mudas Cavalcanti et al. (2019) encontraram resultados similares para o coeficiente de variação.

Os valores médios de DWSI apresentaram diferença entre os períodos seco e chuvoso, sendo o período chuvoso aquele com maiores valores para DWSI, ou seja, a planta apresentou maior estresse hídrico em relação ao período seco, logo a coleta de dados no período considerado chuvoso pode ter ocorrido em meio a um fenômeno climático conhecido como veranico. Idso et al. (1981) destacaram que o DWSI reflete as características fisiológicas que a planta apresenta em relação ao ambiente.

Brunini e Turco, (2016) utilizaram o mesmo índice para avaliar o rendimento da cana-de-açúcar na região de São Paulo e observaram que quando o DWSI apresentou valores acima de 5°C o rendimento da cana foi reduzido. Segundo Nogueira e Silva junior, (2001). Turco e Vieira, (2021) utilizaram a relação entre a temperatura do ar e a do dossel para estimar o momento de irrigação do amendoim por meio do DWSI, sendo observado que o momento ideal foi quando o índice ficou entre 1,3°C e 3,3°C dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura. Brunini e Turco, (2018) observaram que para a cana de açúcar esse intervalo no qual a irrigação é indicada fica entre 2°C e 5°C. Vale a pena ressaltar que quando o solo se encontra na capacidade de campo a temperatura do dossel tende a ser igual a temperatura do ar, logo o DWSI tende a zero (Brunini e Turco, 2016).

CONCLUSÕES: Analisar o déficit hídrico por meio de imagens térmicas se mostrou eficiente no estudo, sendo um método não invasivo a cultura a técnica é bem promissora. A aplicação do índice diário de estresse hídrico DWSI possibilitou uma quantificação do estresse hídrico ao qual a planta esteve submetida ao longo do estudo. Recomenda-se mais estudos na

região com outras culturas de sequeiro e ou durante um período maior para evitar a coleta de dados em um período de veranico e assim ter uma análise mais precisa dos resultados.

- REFERÊNCIAS:** BRUNINI, R. G., & TURCO, J. E. P. Water stress index on sugarcane in different developmental phases. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 42, n. 2, p. 204-215, 2018.
- CAVALCANTI, S. D. L., GOMES, N. F., PANDORFI, H., ALMEIDA, G. L. P., & DE ASSUNÇÃO MONTENEGRO, A. A. Variação espaço-temporal da temperatura do substrato em bandejas de produção de mudas. *JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE*, v. 6, n. 1, p. 66-73, 2019.
- ELSAIED, S.; ELHOWEITY, M.; IBRAHIM, H. H.; DEWIR, Y. H.; MIGDADI, H. M.; SCHMIDHALTER, U. Thermal imaging and passive reflectance sensing to estimate the water status and grain yield of wheat under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, v. 189, p. 98–110, 2017.
- FISCHER, H. W.; REDDY, N. L. N.; RAO, M. L. S. Can more drought resistant crops promote more climate secure agriculture? Prospects and challenges of millet cultivation in Ananthapur, Andhra Pradesh. *World Development Perspectives*, v. 2, p. 5–10, 1 jun. 2016.
- GAUTAM, D., & PAGAY, V. A review of current and potential applications of remote sensing to study the water status of horticultural crops. *Agronomy*, v. 10, n. 1, p. 140, 2020.
- IDSO, S. B., JACKSON, R. D., PINTER JR, P. J., REGINATO, R. J., & HATFIELD, J. L. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural meteorology*, v. 24, p. 45-55, 1981.
- JONES, H. G. Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. *Journal of experimental botany*, v. 58, n. 2, p. 119-130, 2007.
- LIU, N., DENG, Z., WANG, H., LUO, Z., GUTIÉRREZ-JURADO, H. A., HE, X., & GUAN, H. Thermal remote sensing of plant water stress in natural ecosystems. *Forest Ecology and Management*, v. 476, p. 118433, 2020.
- RODRIGUES, GABRIELA ZIMMERMANN. Uso do bioensaio com *Allium cepa* L. e análises físico-químicas e microbiológicas para avaliação da qualidade do Rio da Ilha, RS, Brasil. *Acta toxicológica argentina*, v. 24, n. 2, 2016.
- SOLOMON, S., MANNING, M., MARQUIS, M., & QIN, D. Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC. Cambridge university press, 2007.
- SOUSA, V. F., NUNES, G., ZONTA, J., & ARAUJO, E. Tecnologias para a produção de melancia irrigada na Baixada Maranhense. Embrapa Cocais-Documents (INFOTECA-E), 2019.