

RELAÇÕES HÍDRICAS E TÉRMICAS COM AS SAFRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM PIRACICABA, SÃO PAULO

LUIZ FERNANDO DA SILVA NASCIMENTO ¹, IEDO PEROBA DE OLIVEIRA TEODORO ², LEORNADO SANTANA PENATTI ³, ANGELO TIAGO AZEVEDO⁴, TIMOTEO HERCULINO DA SILVA BARROS⁵, FERNANDO CAMPOS MENDONÇA ⁶

¹Graduando em Agronomia na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba/SP, lfsn.agro@usp.br

²Eng. Agrônomo, Mestrando em engenharia de sistemas agrícolas, Depto. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

³Graduando em Agronomia na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba/SP.

⁴Eng. Agrônomo, Doutorando em engenharia de sistemas agrícolas, Depto. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

⁵Eng. Agrônomo, Doutor em engenharia de sistemas agrícolas, Depto. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

⁶Eng. Agrônomo, Prof. Assist. Doutor, Depto. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A produtividade da cana-de-açúcar é afetada por demandas hídricas e térmicas. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi analisar a interação entre o balanço hídrico, graus-dia acumulados (GDA) e as produtividades das últimas dez safras em Piracicaba (2013/14 a 22/23), exceto a safra 20/21, com intuito de observar as tendências produtivas da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Os dados agrometeorológicos diários foram baixados do posto meteorológico da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, a evapotranspiração referência foi calculada pelo método de Penman-Monteith, em seguida calculou-se os GDA por safra, considerando o ciclo Setembro a Agosto. A maior produtividade (81,9 ton ha⁻¹) da cana-de-açúcar dos últimos dez anos foi obtida na safra 13/14, com excesso hídrico de 0 mm e deficiência de 446,72 mm, a menor safra foi de 21/22 (70,94 ton ha⁻¹), com excesso e deficiência hídrica de 242,84 e 314,73 mm, respectivamente. O maior acúmulo (2.710,55°C dia) térmico ocorreu na safra 14/15 e o menor (2.281,33°C) na safra 22/23. A análise dos dados mostra a forte influência das condições hídricas e térmicas na produtividade da cultura, crucial para orientar práticas agrícolas e garantir a sustentabilidade em São Paulo.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço hídrico, Graus-dia acumulados, TCH

RELATIONS OF HYDRIC AND THERMAL CONDITIONS WITH SUGARCANE CROPS IN PIRACICABA, SÃO PAULO

ABSTRACT: Sugarcane productivity is affected by water and thermal demands. Thus, the objective of this study was to analyze the interaction between the water balance, accumulated degree-days (GDA) and the yields of the last ten harvests in Piracicaba (2013/14 to 22/23), except for the 20/21 harvest, in order to observe the sugarcane production trends in the State of São Paulo. The daily agrometeorological data were downloaded from the meteorological station of the "Luiz de Queiroz" College of Agriculture, the reference evapotranspiration was calculated by the Penman-Monteith method, then the GDA per harvest was calculated,

considering the cycle September to August. The highest yield (81.9 ton ha⁻¹) of sugarcane in the last ten years was obtained in the 13/14 harvest, with water excess of 0 mm and deficiency of 446.72 mm, the lowest harvest was 21/22 (70.94 ton ha⁻¹), with water excess and deficit of 242.84 and 314.73 mm, respectively. The highest thermal accumulation (2,710.55°C day) occurred in the 14/15 harvest and the lowest (2,281.33°C day) in the 22/23 harvest. The analysis of the data shows the strong influence of water and thermal conditions on crop productivity, which is crucial to guide agricultural practices and ensure sustainability in São Paulo.

KEYWORDS: Water balance, Accumulated degree-days, TCH

INTRODUÇÃO: O Brasil, na safra de 2022/23 produziu 610.131,4 mil/t em uma área plantada de 8,288,9 mil hectares (CONAB, 2024). A produtividade da cana-de-açúcar é afetada pelas demandas hídricas e térmicas. A evapotranspiração da cultura (ETc) total do ciclo e sua média diária, juntamente com os graus-dia acumulados, destacam-se como parâmetros essenciais nesse contexto. A ETc acumulada para o ciclo da cana-de-açúcar é em média de 1.300 mm, para cana de ano, com média diária de 3,56 mm dia⁻¹ (VIEIRA et al., 2014). O balanço hídrico é uma ferramenta fundamental para entender as necessidades hídricas das culturas, e realizar o manejo da irrigação. Compreender seus componentes é crucial para otimizar o uso da água e garantir a sustentabilidade da produção agrícola (PEREIRA et al. 2002). Santos et al. (2016) avaliou a produção de biomassa para oito variedades de cana-de-açúcar e detalha o incremento da produtividade em função da lâmina hídrica aplicada. As culturas respondem de maneira significativa às variações de temperatura (OMETTO et al., 1981). A importância dos graus-dia acumulados (GDA) reside no fato de que as culturas têm requisitos específicos de temperatura para crescer e se desenvolver. O conhecimento dos GDA permite aos agricultores ajustarem seus cronogramas de plantio, manejo e colheita de acordo com as condições térmicas prevalentes. Ao combinar informações sobre os GDA com dados sobre o balanço hídrico, os agricultores otimizam o manejo da cultura da cana-de-açúcar. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi analisar a interação entre o balanço hídrico dos últimos dez anos em Piracicaba e os GDA e as produtividades das últimas dez safras (2013/14 a 22/23), exceto a safra 20/21, com intuito de observar as tendências climáticas e produtivas da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados analisados referente a região de Piracicaba, SP, os dados foram obtidos do posto meteorológico localizados na Escola Superior De Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). O estudo foi realizado para análise hídrica climatológica do município Piracicaba, SP. A classificação climática desse município foi alterada de *Cwa* para *Aw*, clima tropical com inverno seco, com precipitação e temperatura normais (1987-2016) de 1,279mm e 21,7°C respectivamente. O maior volume de chuva ocorre no mês de janeiro, com precipitação média, máxima e mínima de 227, 491 e 61mm. E os menores volumes de chuvas ocorrem nos meses de julho e agosto, com média de 29mm (ALVARES et al., 2022). De acordo com os dados (1917 a 2023) do Departamento de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), temperatura máxima 41,2°C, temperatura mínima -2,6°C, Precipitação máxima mensal 490,9 mm, precipitação máxima diária 139,1 mm, velocidade máxima do vento 158,4 km h⁻¹. Os dados meteorológicos, precipitação (mm), temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) máxima, média e mínima, radiação global (MJ m⁻²), saldo de radiação solar (MJ m⁻²), velocidade do vento a dois metros de altura (m s⁻¹) e pressão atmosférica (KPa). O balanço hídrico da cultura foi realizado pelo método proposto por Thornthwaite & Mather (1955), adaptado por Lyra et al. (2010) para culturas agrícolas, conforme Pereira et al. (2002). A evapotranspiração da cultura (ETc) foi calculada pelo

produto evapotranspiração de referência (ET₀), calculada pelo método de Penman-Monteith e coeficiente da cultura (K_c), a duração das fases fenológicas e os valores de K_c foram retirados do Boletim Fao 56 (ALLEN et al., 1998). Os graus-dia acumulados foram determinados pelo método Liu et al. (1998), considerando as temperaturas basal, saturação e ótima de 16, 40 e 30, respectivamente (INMANBAMBER, 1995; SINCLAIR et al., 2004; SMIT & SINGELS, 2006). A produtividade das safras 2013/14 a 2022/23 foram obtidas do banco de dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A maior temperatura diária máxima e mínima registrada nos 10 anos analisados foram 41,24°C (safra 20/21, 07/10/2020) e 24,69°C (safra 15/16, 13/01/2016), respectivamente. A menor temperatura diária máxima e mínima foram 14,08°C (safra 19/20, 21/08/2020) e 1,05°C (safra 20/21, 20/07/2021). A temperatura de saturação (40°C) foi superada apenas quatro vezes, 40,33; 40,42; 40,33 e 41,24°C 01/10/2020, 02/10/2020, 06/10/2020 e 07/10/2020, respectivamente, durante a safra 20/21. Durante o levantamento das safras de cana-de-açúcar, foi observado que a safra 15/16 registrou o maior excesso hídrico acumulado, 482,6 mm, com o mês de janeiro contribuindo com 108,54 mm desse total. Por outro lado, a safra 22/23 apresentou o menor excesso hídrico acumulado, totalizando 293,85 mm. Ao analisar o volume total de chuvas durante o ciclo da cultura, verificou-se que na safra 15/16 foram registrados 1549 mm, enquanto na safra 13/14 esse valor foi de 735,1 mm. Destaca-se que a safra 20/21 foi caracterizada pelo maior déficit hídrico (530,76 mm), com maior déficit no mês de outubro (127,61 mm). Setembro de 2019 apresentou maior déficit hídrico (113,24mm) em relação aos outros anos, prejudicando a fase de brotação e emergência. Quanto aos GDA, a safra com o maior valor registrado foi a 14/15, atingindo 2710,55 °C dia, enquanto a safra 22/23 apresentou o menor GDA estimado, com 2201,33 °C dia. Em relação ao TCH, a safra de maior produtividade foi a de 14/15, com 81,9 t ha⁻¹, enquanto a safra de 21/22 registrou a menor produtividade, alcançando 70,945 t ha⁻¹ (Figura 1).

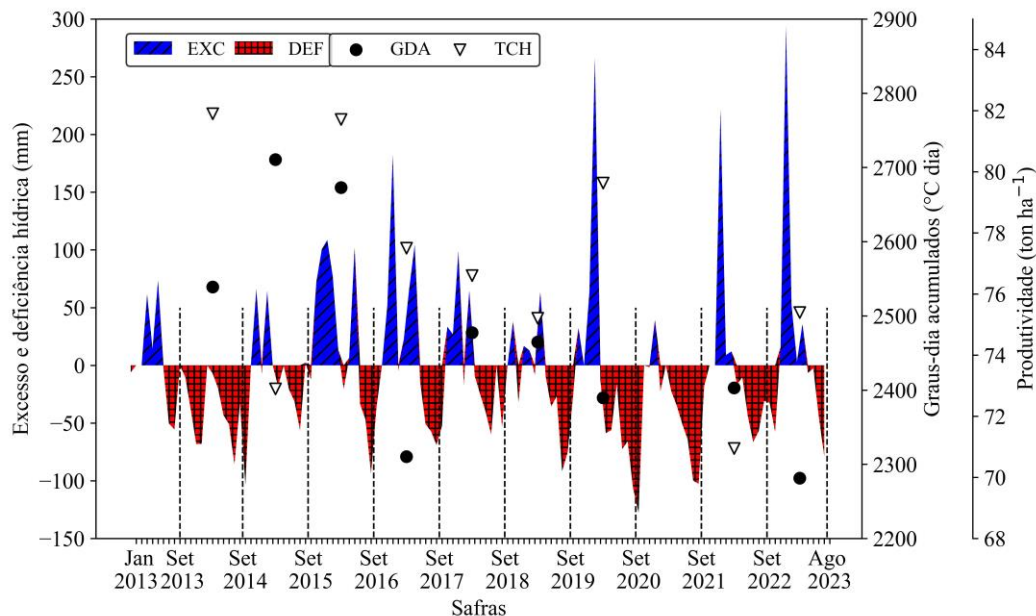


FIGURA 1. Balanço hídrico mensal sequencial de 2013 a 2023, produtividade e graus-dia-acumulados das últimas dez safras do Estado de São Paulo.

CONCLUSÕES: A análise dos dados mostra a forte influência das condições hídricas e térmicas na produtividade da cultura, crucial para orientar práticas agrícolas e garantir a sustentabilidade em São Paulo.

AGRADECIMENTOS: Departamento de Biosistemas (LEB) e à Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ)

REFERÊNCIAS: ALLEN, R.G. et al. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage. Paper, 56)

ALVARES, C. A., SENTELHAS, P. C., & DIAS, H. B. (2022). Southeastern Brazil inland tropicalization: Köppen system applied for detecting climate change throughout 100 years of meteorological observed data. *Theoretical and Applied Climatology*, 149(3), 1431-1450.

INMAN-BAMBER, N. G. Climate and water as constraints to production in the South African Sugar Industry. *Proceedings of The Annual Congress of The South African Sugar*. 1995.

Technologists Association, v.69, p.55-59, 1995.

LYRA, G. B.; LYRA, G. B.; SOUZA, J. L.; SANTOS, M. A. Balanço sequencial de água no solo para o manejo da irrigação de baixa frequência e alta intensidade na cana-de-açúcar. *STAB*, v. 28, p. 22-25, 2010.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba – RS: Livraria e editora agropecuária, 2002. 478p.

SANTOS, L. D. C. (2016). *Produção de biomassa e eficiência no uso da água para oito variedades de cana-de-açúcar irrigadas por gotejamento em dois ciclos de cultivo* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

SINCLAIR, T. R.; GILBERT, R. A.; PERDOMO, R. E.; SHINE JÚNIOR, J. M.; POWELL, G.; MONTES, G. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. *Field Crops Research*, v.88, p.171-178, 2004.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. *Field Crops Research*, v.98, p.91-97, 2006

TEODORO, I., DOS SANTOS, S. C., DA SILVA, C. H., CLAUDIO, A., DOS SANTOS ALMEIDA, R. A. F., & JUNIOR, G. B. L. Balanço hídrico e produtividade da cana-de-açúcar em São Miguel dos Campos, Alagoas, Brasil.

VIEIRA, G. H. S., MANTOVANI, E. C., SEDIYAMA, G. C., & DELAZARI, F. T. (2014). Produtividade e rendimento industrial da cana-de-açúcar em função de lâminas de irrigação. *Biosci. j.*(Online), 55-64.