

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: IMPACTOS NA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO E PRODUTIVIDADE DA SOJA

Gabriel Malagutti de Assis (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Felipe da Silva Angelotto, Pedro Manoel Pinheiro, Vinicius de Campos Franz, João Paulo Francisco (Orientador).
E-mail: ra129033@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Ciências Agrárias, Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e solo.

Palavras-chave: Sistema Semeadura direta; agronegócio, agricultura irrigada

RESUMO

Este estudo avaliou os componentes produtivos da soja sob diferentes lâminas de irrigação, conduzido em delineamento em blocos casualizados com cinco níveis de lâmina de irrigação (0, 50, 75, 100 e 125% da ETc) e quatro repetições. As variáveis analisadas incluíram altura de plantas, inserção da primeira vagem, número de nós, número de vagens, número de grãos por vagem, massa de mil grãos, população de plantas e produtividade. A análise de componentes principais evidenciou que altura de plantas, número de nós, número de vagens e grãos por vagem foram os fatores mais associados à produtividade. O modelo de regressão quadrática ajustado indicou produtividade máxima de 6063,71 kg ha⁻¹ na lâmina de 92% da ETc, demonstrando que o manejo adequado da irrigação otimiza o uso da água sem necessidade de suplementação hídrica além da demanda da cultura. Os resultados reforçam a importância da eficiência no uso da água como estratégia sustentável para aumentar a produção de soja.

INTRODUÇÃO

No atual cenário de crescimento populacional, a agricultura torna-se estratégica no combate à insegurança alimentar. O Brasil se destaca como maior produtor e exportador de soja do mundo, com safra estimada em 169,5 milhões de toneladas em 2024/25, cultivadas em 47,6 milhões de hectares. Além do peso econômico, mais de 53 bilhões de dólares em exportações em 2023, a soja é fundamental para a segurança alimentar global, como fonte de proteína vegetal e insumo na produção animal. Para atender à crescente demanda sem ampliar os impactos ambientais, torna-se fundamental investir em sistemas de manejo conservacionistas. Práticas como o plantio direto, a rotação de culturas e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) têm se mostrado alternativas promissoras para aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, preservar a qualidade do solo. Evidências apontam que sistemas diversificados de rotação e o uso de plantas de cobertura reduzem a compactação, elevam a biomassa e promovem maior produtividade em comparação a sistemas

convencionais de monocultivo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar componentes produtivos da soja cultivado sob diferentes lâminas de irrigação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Maringá – Campus de Umuarama, no noroeste do Paraná, localizado a 23º44' de latitude sul e 53º17' de longitude oeste, com altitude de 411 metros.

A área experimental tem histórico de cultivo em sistema de semeadura direta de cinco anos e a caracterização química está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	M.O. %	Cacmol _c dm ⁻³	K	Mg	B	Al	CTC	V%
0-20	5,40	6,01	1,94	2,74	0,18	0,23	0,0025	0,00	5,75	54,78
20-40	4,70	4,13	1,35	1,83	0,14	0,21	ns	0,15	4,80	45,42

*P – fósforo; M.O. – Matéria Orgânica; Ca – Cálcio; K – Potássio; Mg – Magnésio; B – Boro;
Al – Alumínio; CTC – capacidade de troca catiônica; V% - saturação por bases

A área experimental, após correção com aproximadamente 375 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, foi semeada com a cultivar de soja Pioneer 96R10IPRO, com as sementes inoculadas com *Bradyrhizobium elkanii* (5×10⁹ UFC mL⁻¹), *Bradyrhizobium japonicum* (5×10⁹ UFC mL⁻¹) e *Azospirillum brasiliense* (2×10⁸ UFC mL⁻¹), via inoculação de sulco. A semeadora foi ajustada para aplicar 333 kg ha⁻¹ do adubo TOP-PHOS[®]14K e 12,8 sementes por metro em espaçamento de 0,45 m, dessa forma foi possível obter um estande final de aproximadamente 280 mil plantas emergidas por hectare.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com tratamentos caracterizados pela aplicação de cinco lâminas de irrigação, sendo elas: 0; 50; 75; 100 e 125% da evapotranspiração de cultura (ET_c) e quatro repetições.

A ET_c foi obtida por meio do produto entre a evapotranspiração de referencial (ET_o) e o coeficiente de cultura (K_c). A evapotranspiração foi obtida por meio da aplicação da equação de Penman-Monteith, de acordo com modelo proposto no boletim FAO 56 (Allen et. al., 1998). A área foi irrigada com sistema de irrigação por aspersão convencional, utilizando-se aspersores operando na pressão de 20mca, vazão de 1,07 m³ h⁻¹, espaçados de 12 × 12 m com intensidade de aplicação de 7,43 mm·h⁻¹.

Por ocasião da colheita foram realizadas avaliações dos componentes de produtividade da soja em quatro repetições por parcela. Todas as plantas, em um comprimento de dois metros, foram retiradas e levadas para avaliação no laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Estadual de Maringá, Campus Umuarama. Foram avaliados os seguintes componentes de produtividade: altura de plantas, número de grãos por planta, número de grão por vagem, altura de inserção da primeira vagem, massa de mil grãos, número de nós por planta, número de vagens por planta, população de plantas por hectare, produtividade, número de vagens com 1, 2, 3 e 4 grãos. A altura da planta foi obtida considerando a distância da superfície do solo até o ponto mais alto. A produtividade foi calculada por meio da equação 1, e as demais variáveis obtidas por meio de contagem.

$$\text{Prod} = \frac{\text{POP} \times \text{NV} \times \text{GV} \times \text{MMG}}{60000} \quad (1)$$

onde: Prod – produtividade, em sc ha⁻¹; POP – população de plantas por hectare; NV – número de vagens por planta; GV – número de grãos por vagem; MMG – massa de mil grãos.

Os parâmetros avaliados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância aplicando o teste F e desdobrando as análises sempre que a interação fosse significativa. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Realizou-se as análises utilizando o software R (R. Development Core Team, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está apresentado a Análise de Componentes Principais com as variáveis analisadas no experimento.

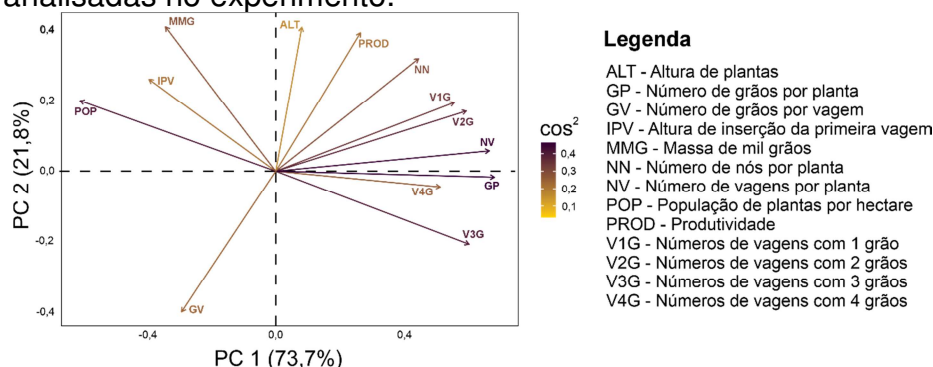


Figura 1 – Biplot da análise de componentes principais (PCA) com apresentação da distribuição das variáveis.

É possível notar que foram distinguidas as variáveis avaliadas em dois grupos, onde a PC 1 respondeu 73,7% da análise, enquanto a PC 2 respondeu 21,8% da análise, dizer dessa forma percebe-se que as variáveis NV, V2G, V1G, NN, e ALT estão diretamente relacionadas à produtividade, sendo os fatores que mais podem resultar em diminuições na produção na cultura da soja, ou seja a produtividade, nas condições de condução desse experimento, depende dessas variáveis.

Enquanto na PC 2 as variáveis como: POP, IPV e MMG não estão diretamente ligados a produtividade, ou seja, a produtividade não depende dessas variáveis.

Para entender o comportamento da produtividade em relação aos tratamentos adotados, foi ajustado o modelo de regressão linear quadrática em função da produtividade e lâminas de irrigação aplicadas, conforme apresentado na Figura 1. O ponto de máxima do modelo quadrático equivale a 6063,71 kg ha⁻¹, resultando em lâmina de irrigação correspondente à 92% da ETc.

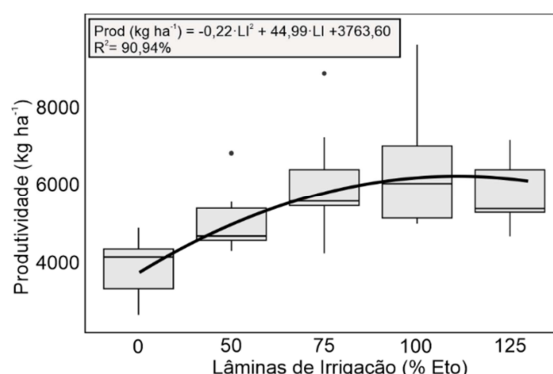


Figura 1 – Produtividade em função das lâminas de irrigação.

Por meio da Figura 1 nota-se que com o aumento da lâmina de irrigação a produtividade da soja aumenta consideravelmente até ponto de máxima. A partir da lâmina de 92% da ETC o aumento da lâmina de irrigação não resulta em aumento de produtividade. Esse resultado indica que aplicações de lâminas de irrigação superiores ao ponto de máxima não resulta em ganhos de rendimento, o que indica que o excesso de irrigação, pode não ser economicamente viável. Prado et al. (2024) verificaram que a máxima produtividade de soja (4110,2 kg ha⁻¹), para solo arenoso na região noroeste do Paraná, foi obtida na lâmina de 66,3% da ETC.

CONCLUSÕES

A produtividade da soja apresentou resposta quadrática às lâminas de irrigação, atingindo ponto máximo estimado em 6063,71 kg ha⁻¹ com 92% da ETC. Variáveis como altura de plantas, número de nós, número de vagens e número de grãos por vagem foram determinantes para a produtividade, segundo a análise de componentes principais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação Araucária e Universidade Estadual de Maringá.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. **Irrigation and Drainage**, v.300, n. 56, p. 1–15, 1998.

PRADO, C. M.; PHILLIPS, S. M.; GONZALEZ, M. C.; HEYMSFIELD, S. B. Muscle matters: the effects of medically induced weight loss on skeletal muscle. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, v.12, n.11, p.785-787, 2024.