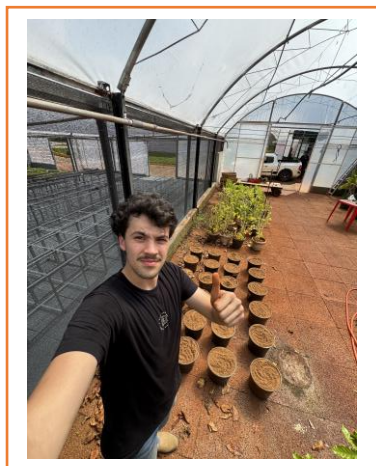


Desenvolvimento inicial do milho em solos arenosos com diferentes níveis de fertilizantes em situações de déficit hídrico

Pedro Henrique Vanzin Sconhetskzi^{1*}; Augustinho Borsoi¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

* phvsconhetskzi@minha.fag.edu.br



Resumo: Este estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial do milho em solos arenosos com diferentes níveis de fertilizantes em situação de déficit hídrico. O experimento foi conduzido no CEDETEC, do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), em Cascavel – PR, no ano de 2025. Foram utilizados vasos de 8 litros com substrato composto por 80 % de areia, corrigido com calcário para atingir cerca de 80 % de saturação por bases. Os tratamentos consistiram em diferentes combinações de adubação e irrigação, sendo: T1 = 100 % da adubação e 65 % da irrigação; T2 = 100 % da adubação e 100 % da irrigação; T3 = 200 % da adubação e 65 % da irrigação; T4 = 200 % da adubação e 100 % da irrigação; T5 = 300 % da adubação e 65 % da irrigação e T6 = 300 % da adubação e 100 % da irrigação. Após 30 dias, foram avaliados o comprimento e diâmetro do caule, massa verde e seca, salinidade e condutividade elétrica do solo. Foi observado diferença significativa ($p < 0,05$) para as variáveis massa verde, massa seca e diâmetro do caule, já para comprimento radicular, comprimento aéreo, salinidade e condutividade elétrica não foi observado diferença significativa ($p > 0,05$). Os tratamentos T6

apresentaram maior acúmulo de biomassa e crescimento aéreo, apesar da maior salinidade. Já o T4 destacou-se pelo bom desempenho aliado a níveis menores de salinidade, sendo o mais eficiente sob déficit hídrico moderado.

Palavras-chave: *Zea mays*; Salinização; Estresse hídrico; Adubação.

Initial development of maize in sandy soils with different levels of fertilizers under water deficit conditions

Abstract: This study aimed to evaluate the early development of maize (*Zea mays* L.) grown in sandy soils under varying fertilizer levels and water-deficit conditions. The experiment was conducted at CEDETEC, Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná, Brazil, in 2025. Eight-liter pots were filled with a substrate composed of 80 % sand, limed to achieve approximately 70 % base saturation. The treatments consisted of factorial combinations of fertilization rates (100 %, 200 %, and 300 %) with either full irrigation (100 %) or reduced irrigation (65 %). After 30 days, the following parameters were assessed: stem length and diameter, fresh and dry biomass, soil salinity, and soil electrical conductivity. Significant differences ($p < 0.05$) were detected for fresh biomass, dry biomass, and stem diameter, whereas root length, shoot length, soil salinity, and soil electrical conductivity did not differ significantly ($p > 0.05$). Treatment T6 exhibited the highest biomass accumulation and shoot growth despite elevated salinity levels. In contrast, treatment T4 achieved a favorable balance of growth and lower salinity, rendering it the most efficient under moderate water-deficit conditions.

Keywords: *Zea mays*; Salinization; Water stress; Fertilizing.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.), pertencente à família Poaceae (Caetano, 2022), desempenha um papel fundamental na agricultura global, sendo amplamente cultivado em diferentes condições ambientais, que variam desde regiões frias até áreas quentes, com diferenças significativas de altitude e latitude (Lima, 2006). Essa diversidade ambiental influencia diretamente os níveis de produtividade da cultura.

A cultura do milho se destaca pela sua ampla aplicabilidade, sendo uma das bases da alimentação animal e humana, além de ser utilizada na produção de etanol (Raupp e Barreto, 2021). Além disso, a cultura permite a fabricação de diversos produtos, como bebidas, polímeros e combustíveis, ampliando ainda mais sua importância econômica (Miranda, 2018). Em termos de produção mundial, os Estados Unidos lideram a produção do milho, seguidos pela China e pelo Brasil (USDA, 2024).

No Brasil, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a estimativa para a safra 2024/25 é de 328,3 milhões de toneladas de grãos. O milho, principal cultura da segunda safra, tem previsão de colheita total de 126,9 milhões de toneladas, representando um crescimento de 9,9 % em relação ao ciclo anterior. Deste total, a segunda safra deve responder por 95,5 milhões de toneladas, o que corresponde a um aumento de 5,8 % em comparação com 2023/24. Apesar de o ritmo de colheita estar abaixo do registrado no mesmo período da safra passada, os números permanecem acima da média dos últimos cinco anos.

A fertilidade do solo desempenha um papel crucial na produtividade do milho. O cultivo em rotação com outras culturas ou em consórcio pode trazer benefícios significativos, melhorando aspectos químicos, físicos e biológicos do solo (Resende *et al.*, 2016). No entanto, solos de baixa fertilidade representam um desafio para altas produtividades, pois o milho, devido ao seu crescimento acelerado e ciclo curto, exige maiores concentrações de fósforo em solução e uma reposição mais rápida desse nutriente em comparação com culturas perenes (Bastos *et al.*, 2010).

A escolha de cultivares adaptadas é essencial para otimizar a produção, especialmente considerando fatores como disponibilidade de água, solos arenosos e variações climáticas. A baixa disponibilidade hídrica e a distribuição irregular das chuvas, frequentemente coincidindo com as fases críticas do desenvolvimento da cultura, especialmente na região Nordeste, são variáveis meteorológicas que impactam significativamente a produtividade do milho, podendo resultar em perdas devido ao estresse hídrico (Kuss *et al.*, 2008).

Em solos arenosos e climas quentes, práticas adequadas de manejo são fundamentais para o sucesso do cultivo. O potencial produtivo do milho nesses solos pode ser comparável ou

até superior ao dos solos argilosos, desde que haja um manejo nutricional adequado. A sustentabilidade da produção é menos influenciada pela textura do solo, sendo o manejo e as condições climáticas os principais fatores determinantes (Santos *et al.*, 2008). Além disso, a regulação adequada das semeadoras para garantir a densidade ideal de plantas é essencial, pois densidades excessivas podem aumentar o consumo de sementes, a ocorrência de doenças e agravar perdas por déficit hídrico (Procópio *et al.*, 2013).

O milho é classificado como uma cultura moderadamente sensível à salinidade, conforme descrito por Mancuso (2003). A presença de altos níveis de sais solúveis no solo têm sido amplamente reconhecida como um fator limitante para o desenvolvimento adequado dessa planta. Essa condição adversa pode comprometer diversas funções fisiológicas da cultura, afetando negativamente o seu crescimento, o desenvolvimento das estruturas vegetativas e reprodutivas, e, conseqüentemente, a sua produtividade. Em situações mais severas, o acúmulo excessivo de sais pode levar até mesmo à morte das plantas (Esteves *et al.*, 2008). Dessa forma, o manejo adequado da salinidade no solo é essencial para garantir o sucesso do cultivo do milho em áreas propensas a esse tipo de estresse ambiental.

Diante dos fatos supracitados, este experimento tem como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial do milho em solos arenosos com diferentes níveis de fertilizantes em situação de déficit hídrico.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em estufa no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias (CEDETEC) do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel – PR, entre março a abril de 2025, que apresenta clima subtropical úmido pela classificação de Köppen-Geiger conforme Nitsche *et al.* (2019), temperatura anual de 21 °C, precipitação 1971 mm anuais.

O delineamento experimental foi realizado em Delineamento em Blocos Casualizado (DBC). Foram utilizados 6 (seis) tratamentos (Tabela 1) em vasos com 4 (quatro) repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Para a condução do experimento, foram utilizados vasos com capacidade de 8 litros, preenchidos com uma pré-mistura composta por 80 % de areia, com o objetivo de se obter uma textura predominantemente arenosa. Para alcançar aproximadamente 80 % de saturação por bases valor considerado ideal para o cultivo do milho, utilizando o calcário dolomítico da marca MaxGreen.

Tabela 1- Aplicação de diferentes taxas de adubação e irrigação na germinação do milho

Tratamentos	Taxa de adubação (%)	Taxa de irrigação (%)
T1	100	65
T2	100	100
T3	200	65
T4	200	100
T5	300	65
T6	300	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Além disso, foram aplicadas doses adequadas de fertilizantes, conforme análise de solo realizada pela empresa Solanalise Laboratório de Análises Agronômicas em Cascavel - PR, seguindo as orientações do livro Cerrado: correção do solo e adubação (Sousa; Lobato, 2004).

Com base nessas recomendações, definiram-se as seguintes quantidades para os tratamentos: 100 % da adubação recomendada: N: 160 kg ha⁻¹; P₂O₅: 160 kg ha⁻¹; K₂O: 220 kg ha⁻¹; 200 % da adubação recomendada: N: 320 kg ha⁻¹; P₂O₅: 320 kg ha⁻¹; K₂O: 440 kg ha⁻¹; 300 % da adubação recomendada: N: 480 kg ha⁻¹; P₂O₅: 480 kg ha⁻¹; K₂O: 660 kg ha⁻¹.

Foram utilizados como fontes de nutrientes: ureia (46 % N, MaxGreen), cloreto de potássio como fonte de potássio (60 % K₂O, Nitrobras), e fosfato monoamônico (MAP 11-52-00, Dripsol) como fonte de fósforo.

A semeadura foi realizada no dia 7 de março, com a semeadura de 20 sementes de milho da variedade Pioneer 3322 em cada vaso, mantendo-se 60 % da capacidade de campo. Os tratamentos T1, T3 e T5 foram irrigados com a quantidade reduzida de água por vaso, com 65 % da quantidade recomendada. Já os tratamentos T2, T4 e T6 foram irrigados três vezes por semana, respeitando a capacidade de campo do solo: 1.110 mL correspondentes a 60 % da capacidade de campo e 770 mL equivalentes a 40 %, sendo que 100 % equivale a 1.856 mL.

Após 30 dias do início do experimento, em 7 de abril, foram avaliados os seguintes parâmetros: comprimento da parte aérea (cm), comprimento radicular (cm), diâmetro do caule (mm), massa verde (g), massa seca (g), salinidade (%) e condutividade elétrica do solo (μS/cm). As medições foram realizadas individualmente em três plantas por vaso. Para os comprimentos aéreo e radicular, as plantas foram cuidadosamente deitadas e as medidas obtidas com trena métrica.

O diâmetro do caule foi determinado com o uso de um paquímetro aferido. A massa verde foi medida utilizando uma balança comum, enquanto a massa seca foi obtida após a secagem das amostras em estufa por 72 horas a 60 °C, sendo então pesadas com uma balança de precisão. Para a avaliação da salinidade e da condutividade elétrica do solo, utilizou-se um

condutivímetro de bolso devidamente calibrado e higienizado com água destilada antes de cada uso, utilizando 250 gramas de solo retirado aleatoriamente dos vasos, e 250 gramas de água destilada para diluição, após 1 hora foi realizado a medição.

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, a análise de variância (ANAVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro, com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2016).

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os resultados do milho submetido a comprimento aéreo (cm), comprimento radicular (cm), diâmetro de caule (cm), massa verde (g), massa seca (g), salinidade (%) e condutividade elétrica do solo ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Tabela 2- Resumo da análise de variância e médias para massa verde (MV), massa seca (MS), comprimento radicular (CR), comprimento aéreo (CA) e diâmetro de caule (DC) de milho em solos arenosos com diferentes níveis de fertilizantes em situação de déficit hídrico.

Tratamentos	MV	MS	CR	CA	DC
T1	58,00 b	15,63 b	56,83 a	92,67 a	12,24 c
T2	80,34 ab	17,18 ab	64,63 a	94,66 a	14,09 abc
T3	75,00 ab	15,29 b	67,34 a	82,38 a	13,39 bc
T4	109,25 a	20,27 ab	70,69 a	98,99 a	15,64 ab
T5	70,00 ab	14,83 b	65,02 a	79,58 a	13,64 bc
T6	116,34 a	23,69 a	58,81 a	103,09 a	16,54 a
QM Blocos	739,337	12,131	23,281	83,763	7,896
QM Tratamento	2116,302**	48,837**	108,502 ns	340,971ns	9,885**
Média geral	84,82	17,81	63,89	91,89	14,25
CV(%)	24,82	17,89	14,6	11,74	7,66

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação. QM: quadrado médio. Ns: significativo a 1 e 5 % e não significativo pelo teste F. T1 = 100 % da adubação e 65 % da irrigação; T2 = 100 % da adubação e 100 % da irrigação; T3 = 200 % da adubação e 65 % da irrigação; T4 = 200 % da adubação e 100 % da irrigação; T5 = 300 % da adubação e 65 % da irrigação e T6 = 300 % da adubação e 100 % da irrigação.

Com relação à massa verde, o tratamento T6, triplo da adubação e irrigação normal, apresentou o maior valor (116,34 g), seguido por T4 (109,25 g), ambos estatisticamente superiores ao T1, adubação recomendada e irrigação controlada, que obteve a menor massa verde (58,00 g). Esses resultados indicam que a combinação de uma adubação adequada, mesmo em condições de irrigação restrita, pode favorecer significativamente o acúmulo de biomassa.

De forma semelhante, a massa seca foi maior nos tratamentos T6 (23,69 g) e T4 (20,27 g), enquanto o T1 (15,63 g) obteve o menor valor, refletindo a influência positiva do manejo nutricional sobre o desenvolvimento das plantas.

Ney *et al.* (1994) evidenciaram que o déficit hídrico provoca redução significativa no número de grãos, especialmente quando ocorre durante ou após o florescimento, sendo que a massa final dos grãos depende tanto da velocidade de desenvolvimento da planta quanto do tempo de enchimento dos grãos.

Henrique *et al.* (2021) observaram que o estresse hídrico durante a germinação e o desenvolvimento inicial do milho afeta negativamente o crescimento da parte aérea e das raízes, reduzindo a massa fresca e inibindo o desenvolvimento sob níveis severos de restrição. Em estudo com diferentes potenciais osmóticos, verificou-se que o híbrido DKB390PRO2 apresentou maior tolerância à restrição hídrica em comparação ao DKB255PRO3, destacando a importância da escolha do material genético para enfrentar déficits hídricos nas fases iniciais da cultura.

O comprimento radicular apresentou os maiores valores nos tratamentos T3 (67,34 cm) e T4 (70,69 cm), ambos com o dobro da dose recomendada e respectivamente com 65 % da taxa de irrigação e 100 %, sugerindo que, mesmo em condições de déficit hídrico, as plantas priorizam o desenvolvimento do sistema radicular em busca de água. Por outro lado, T6 obteve a menor comprimento radicular (58,81 cm), o que pode estar relacionado ao estresse causado pelo acúmulo de sais no solo, como indicado pelos altos níveis de salinidade e condutividade elétrica observados nesse tratamento.

Segundo Ludlow e Muchow (1990), a redução no teor de água no solo provoca alterações expressivas no crescimento e na distribuição das raízes, afetando a quantidade e o tempo de disponibilidade da água para as plantas.

No que diz respeito ao comprimento da parte aérea, os tratamentos T6 (103,09 cm) e T4 (98,99 cm), respectivamente com o triplo e o dobro da adubação com 100 % da irrigação, apresentaram maior crescimento, indicando bom desenvolvimento vegetativo, possivelmente em função da maior disponibilidade de nutrientes, mesmo diante de limitações hídricas. O tratamento T5 (79,58 cm), o triplo da adubação e 65 % da irrigação, apresentou o menor comprimento, sugerindo restrição ao desenvolvimento devido à irrigação limitada e, possivelmente, menor eficiência na absorção de nutrientes.

O estresse hídrico acarreta diversos prejuízos à cultura do milho, como redução na produtividade, no comprimento das plantas e no diâmetro dos colmos, além de comprometer a

fotossíntese, devido à menor expansão celular e danos ao sistema fotossintético (Guimarães *et al.*, 2019).

Quanto ao diâmetro do caule, os tratamentos T6 (16,54 mm) e T4 (15,64 mm) novamente se destacaram, demonstrando maior robustez estrutural das plantas. O menor valor foi observado no T1 (12,24 mm), confirmando o padrão de menor desempenho ao longo das variáveis analisadas.

Em relação à condutividade elétrica e à salinidade (Tabela 3), os maiores valores foram observados nos tratamentos T6 (55,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 26,25 %) e T2 (54,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 25,75 %), sugerindo acúmulo de sais no solo, possivelmente em decorrência da combinação entre alta fertilização e irrigação insuficiente. O tratamento com o triplo de adubação e disponibilidade de água limitada, T5, apresentou numericamente valores baixos de condutividade (15,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e salinidade (15,00 %), o que, embora indique menor estresse salino, pode também estar relacionado a uma menor concentração de nutrientes disponíveis, refletindo em índices inferiores de crescimento. Blanco *et al.* (2007), avaliando o efeito da irrigação com água salina sobre a emergência de plântulas de milho e soja, verificaram que o milho não apresentou redução significativa até o nível de 5,9 dS m^{-1} de condutividade elétrica da água.

Tabela 3- Resumo da análise de variância e médias para condutividade (CE) e Salinidade (S) de milho em solos arenosos com diferentes níveis de fertilizantes em situação de déficit hídrico.

Tratamentos	CE (‰)	S ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
T1	48,25 a	23,50 a
T2	54,75 a	25,75 a
T3	19,75 a	8,75 a
T4	44,00 a	20,25 a
T5	34,00 a	15,00 a
T6	55,00 a	26,25 a
QM Blocos	1475,9306	275,6111
QM Tratamentos	745,075 ns	188,766 ns
Média	42,63	19,92
CV(%)	50,48	50,26

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação. QM: quadrado médio. ns: não significativo pelo teste. T1 = 100 % da adubação e 65 % da irrigação; T2 = 100 % da adubação e 100 % da irrigação; T3 = 200 % da adubação e 65 % da irrigação; T4 = 200 % da adubação e 100 % da irrigação; T5 = 300 % da adubação e 65 % da irrigação e T6 = 300 % da adubação e 100 % da irrigação.

Segundo Villa *et al.* (2019), a preparação das soluções salinas seguiu a metodologia de Richards (1980), com diluição de diferentes quantidades de NaCl em água destilada e posterior aferição da condutividade elétrica em condutivímetro. Os resultados indicaram que o aumento

da concentração salina influenciou negativamente o crescimento inicial do milho, reduzindo o desenvolvimento da parte aérea e radicular nas maiores concentrações, a partir de 2 g L⁻¹.

Sousa *et al.* (2012), ao avaliarem o efeito da irrigação com água de alta e baixa salinidade sobre o crescimento inicial do milho cultivado em Argissolo Vermelho Amarelo adubado com biofertilizante bovino, observaram que as plantas irrigadas com água de menor salinidade apresentaram maior comprimento, evidenciando a sensibilidade da cultura à salinidade da água.

Conforme apontado por Durães *et al.* (2004), a ausência de irrigação por apenas dois dias durante na fase de florescimento pode reduzir a produtividade do milho em mais de 20 %. Caso o déficit se estenda por cinco a oito dias, a perda na produção pode ultrapassar 50 %.

Bergamaschi *et al.* (2006) destacam que a irrigação contribui para o aumento e estabilidade da produtividade do milho, sendo que aplicações equivalentes a 60 % da capacidade de campo do solo podem otimizar o uso da água e manter bons níveis de produção.

Conclusão

Os tratamentos dobro da adubação recomendada (T4) e triplo da dose de adubo recomendada (T6), ambos com 100 % da capacidade de campo, apesar da alta salinidade, proporcionaram maior desenvolvimento inicial do milho, nas condições de estudo.

Referências

- ANDRADE, R.; STONE, L. Estimativa da umidade na capacidade de campo em solos sob Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 111-116, 2011.
- BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W. C.; OLIVEIRA, F. A.; ALBUQUERQUE, A. W. Resposta do milho a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 485- 491, 2010.
- BERGAMASCHI, Homero; DALMAGO, Genito Antonio; BERGONCI, João Inácio; BIANCHI, Carlos Antonio Mendes; MÜLLER, André Luiz; COMIRAN, Flávio; HECKLER, Bruno Maccari. **Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho**. Eldorado do Sul: Embrapa Clima Temperado, 2004. 7 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 46). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107469/1/Deficit-hidrico.pdf>. Acesso em: mai. 2025.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. C.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Emergence and growth of corn and soybean under saline stress. **Scientia Agrícola**, v. 64, n. 5, p. 451-459, 2007.
- CAETANO, C. P. **Produção de sementes de milho híbrido: um enfoque prático**. 2022. 41 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano campus Rio Verde, 2022. Acesso em: mar. 2025.

CANCELLIER, Everton Luís; VIEIRA, Neiva de Lima; VIEIRA, Djalma; SÁ, Marco Eustáquio de; CASSOL, Paulo Cezar. Adubação orgânica e mineral na cultura do milho em Latossolo Vermelho distroférico sob plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1221-1232, 2011.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de grãos na safra 2024/25 é de 328,3 milhões de toneladas em nova estimativa da Conab**. Brasília, 13 mar. 2025. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5980-producao-de-graos-na-safra-2024-25-e-de-328-3-milhoes-de-toneladas-em-nova-estimativa-da-conab>>. Acesso em: mar. 2025.

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

DURÃES, F. O.; GOMES, E. E.; GAMA, M. X. D. S.; DOS SANTOS, F. G.; COELHO, A. M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; CARLOS, A. **Fenotipagem associada à tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. Sete Lagoas: (Circular Técnica, 39). Embrapa, p.17, 2004.

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Australis**, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.

GUIMARÃES, P. S.; ROCHA, D. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Conteúdo de carboidrato foliar em híbridos de milho submetidos à restrição hídrica. **Evidencia**, Joaçaba, v.19, n.2, p.93-112, 2019.

HENRIQUE, I.; BOSQUEIRO, R.; KOTSUBO, R.; BOTELHO, S.. Efeito do estresse hídrico simulado com cloreto de sódio na germinação e desenvolvimento inicial de híbridos de milho. **Nativa**, Sinop, v. 9, n. 3, p. 240-246, mai./jun. 2021.

KUSS, R. C. R.; KONIG, O.; DUTRA, L. M. C.; BELLÉ, R. A.; ROGGIA, S. & STURMER, G. R. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1133–1137, 2008.

LIMA, J. L. **Controle genético do florescimento em milho**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, 2006. 66 f. Acesso em: mai. 2025.

LUDLOW, M.M.; MUCHOW, R.C. A critical evaluation of trits for improving crop yields in water-limited environments. **Advance in Agronomy**, São Diego, v.43, p.107-153, 1990.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. **Reuso de água. Barueri**: Manole, p. 579,2003.

MIRANDA, R. A. **Uma história de sucesso da civilização**: A Granja, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

NEY, B., DUTHION, C.; TURC, O. Phenological response of pea to water stress during reproductive development. **Crop Science**, Madison, v.34, p.141-146, 1994.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>>. Acesso em: set. 2024.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

RAUPP, C.; BARRETO, F. Dados e melhoramento genético: a revolução na cultura do milho. **Agroanalysis**, v. 1, n. 1, p. 1-2, 2021.

RESENDE, A. V.; FONTOURA, S. M. V.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C.; KAPPES, C.; MOREIRA, S. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; BORIN, A. L. D. C. **Solos de fertilidade construída**: características, funcionamento e manejo. *Informações Agronômicas*, n. 156, p. 1-19, dez. 2016.

SANTOS, F. C.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; FOLONI, J. M.; Albuquerque Filho, M. R.; Ker, J. C. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2015-2025, 2008.

SOUSA, D. M. G. de.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. Editores Técnicos Djalma Martinhão Gomes de Sousa; Edson Lobato. – 2. ed. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

SOUSA, G.; MARINHO, A.; ALBUQUERQUE, A.; VIANA, T.; AZEVEDO, B. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 237-245, abr./jun. 2012.

USDA – United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. Washington, D.C., 2024. Disponível em: <<https://www.usda.gov>>. Acesso em: fev. 2025.

VILLA, B.; SANTOS, R. F.; SECCO, D.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; TOKURA, L. K.; PRIOR, M.; REIS, L.; SILVA, D. Efeito da salinidade no desenvolvimento inicial do milho. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 8, n. 3, p. 42-47, 2019.