

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais

Volume X

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Bruno Rodrigues de Oliveira
Organizadores



Pantanal Editora

2026

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Bruno Rodrigues de Oliveira
Organizadores

**Inovações em pesquisas agrárias e
ambientais**
Volume X



Pantanal Editora

2026

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Dr. Jorge González Aguilera e Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Ugur Azizoglu
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
UFJF
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
Universidade Kayseri, Türkiye
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

158

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais volume X / Organização de Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Bruno Rodrigues de Oliveira. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2026.
64p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-80-8

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756808>

1. Agronomia. 2. Sustentabilidade. 3. Ciências ambientais. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Oliveira, Bruno Rodrigues de (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agronomia



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

O volume X do e-book Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais reúne estudos científicos que abordam diferentes estratégias voltadas à sustentabilidade, inovação tecnológica e ao desenvolvimento de sistemas agrícolas mais eficientes e resilientes. Os capítulos contemplam pesquisas aplicadas nas áreas de recursos hídricos, fisiologia vegetal, tecnologia de sementes e manejo nutricional de culturas agrícolas, evidenciando a importância da integração entre ciência, produção agrícola e conservação ambiental.

O primeiro capítulo apresenta uma análise da organização hidroterritorial da Macrorregião Nordeste de Mato Grosso, destacando a relação entre bacias hidrográficas otocodificadas e os limites municipais, contribuindo para o planejamento territorial e a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Na sequência, o segundo capítulo discute o uso do silício biogênico proveniente da casca de arroz como alternativa sustentável no tratamento de sementes de arroz, enfatizando o aproveitamento de resíduos agrícolas e os efeitos do silício sobre a qualidade fisiológica das sementes e o desenvolvimento inicial das plântulas.

O terceiro capítulo aborda a aplicação do ácido salicílico sobre o desenvolvimento, a fisiologia e a produtividade de plantas, reunindo conhecimentos relacionados à mitigação de estresses bióticos e abióticos, especialmente em condições de déficit hídrico e salinidade, demonstrando o potencial desse fitohormônio na agricultura moderna.

Por fim, o quarto capítulo avalia o desempenho do amendoim submetido a diferentes doses de fertilizantes mineral e organomineral associados à inoculação com *Azospirillum brasilense*, evidenciando estratégias sustentáveis de manejo nutricional e uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal para incremento do desempenho agrônomo da cultura.

Dessa forma, este volume reafirma o compromisso com a disseminação do conhecimento científico voltado à inovação, sustentabilidade e fortalecimento das ciências agrárias e ambientais, contribuindo para o avanço de tecnologias e práticas capazes de promover sistemas produtivos mais eficientes, sustentáveis e alinhados aos desafios contemporâneos da agricultura e do meio ambiente.

Boa leitura!

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	6
Hidrografia na Macrorregião Nordeste de Mato Grosso	
Capítulo 2	21
Silício biogênico como alternativa sustentável no tratamento de sementes de arroz	
Capítulo 3	31
Aplicação do ácido salicílico (AS) sobre o desenvolvimento, fisiologia e a produtividade de plantas	
Capítulo 4	49
Desempenho do amendoim sob o efeito de diferentes doses de fertilizantes mineral e organomineral, associados a inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i>	
Índice Remissivo	63
Sobre os organizadores	64

Silício biogênico como alternativa sustentável no tratamento de sementes de arroz

Recebido em: 10/03/2026

Aceito em: 28/03/2026

 10.46420/9786585756808cap2

Daisy Leticia Ramírez Monzón 

Ernesto José Bernal Gini 

Maria Johana Gonzalez 

Jadiyi Concepción Torales Salinas 

INTRODUÇÃO

A produção mundial de cereais no mundo no ano 2025 alcançou um nível recorde, a produção atingiu 4,4% em comparação com o ano de 2024. Espera-se que o arroz apresente um aumento significativo do 2,2%, atingindo um novo recorde de 215,4 milhões de toneladas (FAO, 2025)

Assim mesmo no Paraguai tem aumentado significativamente nos últimos tempo, sendo que na safra 2024/25 marco um recordem histórico superando os 1,4 milhos de toneladas. Considerando que para cada 1 kg de arroz produzido, se produz 0,28 kg aproximadamente de resíduos de casca de arroz (Siddika et al., 2021), por tanto, uma quantidade enorme de resíduos e produzida anualmente.

A produção de sementes de arroz de alta qualidade enfrenta desafios importantes devido ao aumento continuo na produção de alimentos, especialmente, porque é um alimento básico. Problemas como estresse hídrico e condições climáticas extremas, como secas ou chuvas excessivas, podem comprometer a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das plantas, tornando a casca de arroz um recurso alternativo renovável e abundante (Hamidu et al., 2025).

O uso de resíduos agrícolas como a cinza obtida da casca de arroz (CCA) tem se encontrado uma variedade de uso na atualidade, fornecendo um material precursor barato além de melhor consumo de energia e ecologicamente correto para a síntese de sílica amorfa (Liou; Yang, 2011), além de se tornado uma estratégia viável, desde o ponto de vista econômico e ambiental, o qual, e obtido após a combustão completa da casca de arroz, obtendo nesse processo de 20 a 25% de cinza de casca de arroz (CCA) em peso (Siddika et al., 2018), decorrente do processo é obtido o silício biogênico, o qual está presente na forma de sílica amorfa que é a forma de Si mais disponível (Bansal et al., 2022). O uso do silício não é considerado essencial para a maioria das plantas, no entanto, esse elemento pode influenciar a relação planta-água, na elasticidade e plasticidade da parede celular (Mukarram, Khan e Corpas, 2021).

O tratamento de sementes com silício tem presentado evidências de que melhora a germinação das sementes considerado como um candidato ideal para o condicionamento nas sementes (Kumar et al., 2025). Sun et al. (2019), afirma que o tratamento com sílico pode promover o crescimento do arroz, boa germinação. Do mesmo modo Ahmed et al. (2023), utilizando nanopartículas de silício biogênico

observaram que tem umas implicações ambientais significativas, visto que o uso do silício biogênico em plantas pode oferecer estratégias ecologicamente corretas para a desintoxicação de cádmio em solos contaminados.

Na atualidade, a busca de tratamentos alternativos a base de silício biogênico a tomado um crescimento cada vez maior, já que a casca de arroz é considerada como um recurso muito valioso. Conforme Schaller et al. (2021), Akca et al. (2023) e Gunes et al. (2025), o silício derivado da casca de arroz é um silício biogênico em forma amorfa, o qual pode server como uma fonte de silício, mas eficaz para atender as necessidades dos cultivos e aumentar a tolerância a fatores bióticos e abióticos.

Utiliza-lo no recobrimento de sementes de forma adequada minimiza o risco de infestação de insetos e enfermidades o que relentada o processo de envelhecimento. A busca por fertilizantes alternativos com silício biogênico é de crescente importância. Neste contexto o estudo foi desenhado para identificar a dosagem de silício biogênico no recobrimento de sementes de arroz e o efeito na qualidade fisiológica, e avaliar a eficiência da dosagem no desenvolvimento inicial do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições experimentais e material vegetal

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Sementes da Facultad de Ingenieria Agronomia da Universidad Nacional del Este – Alto Parana, Paraguay. Foram utilizadas sementes de arroz da variedade cultivar IRGA 424 RI. No total, 800 sementes foram analisadas, distribuídas em cinco dose e quatro repetições (ISTA, 2017). Cada repetição consistiu em 50 sementes, sendo considerada a unidade experimental.

Obtenção do silício biogênico

Para obtenção do silício biogênico procedeu-se a utilização da casca de arroz (CCA) o qual foi calcinado em muflas a temperaturas entre 500 a 800 °C. Posteriormente foi realizado a quantificação do SiO₂ o qual, foi realizada pela técnica de fonte isotópica de nêutrons Michajluk et al. (2019), onde foi quantificado que o silício biogênico continha uma concentração de 96,5% de SiO₂.

Tratamento e recobrimento das sementes

O experimento foi conduzido em delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco doses de silício biogênico (0; 32,6; 65,2; 97,8; 120 g) e quatro repetição. As sementes testigo não foram acrescentado o silício biogênico pero sim foi realizado o recobrimento com a finalidade que todas as sementes tenham o mesmo recobrimento. O recobrimento foi realizado seguindo a metodologia utilizada por Nunes (2005), que consiste num método manual em sacos plásticos (3L), utilizando um *film coating* para os tratamentos, as sementes foram postas para secar a temperatura ambiente por um período de 24 horas.

Avaliação da qualidade fisiológica

Posteriormente a realização do recobrimento, as sementes foram distribuídas em rolos de papel e humedecidas com água destilada (2,5 vezes o peso do papel). Cada rolo continha 200 sementes (quatro repetições de 50 sementes) por tratamento, conforme as *International Seed Testing Association* (ISTA, 2017). Os rolos de papel foram colocados em câmara de germinação a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

As variáveis avaliadas foram primeira contagem de germinação realizado conjuntamente ao teste de germinação, sendo a contagem de plântulas normais executada aos 5 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. A porcentagem de germinação, a contagem foi realizada aos 10 dias após a semeadura conforme as ISTAS (2017), e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

O comprimento da parte aérea e raiz a medição foi realizada aos oito dias após a semeadura, tomando como amostra dez plântulas normais em cada unidade experimental. Tais plantas foram retiradas do rolo de germinação obedecendo a ordem da esquerda para a direita sem escolha premeditada. Avaliaram-se de forma particularizada o Comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR), por intermédio de uma régua graduada em mm, tendo expressado os resultados em centímetros. Para a variável de massa fresca e seca das plântulas a avaliação foi realizada aos 8 dias após. Foram retiradas do rolo de germinação 10 plântulas normais. A parte aérea foi separada da parte da radícula e dos cotilédones, é colocada para secar em estufa com ventilação forçada a 65°C até peso constante, durante 24 horas. Posteriormente, foi realizada a pesagem em balança de precisão e os resultados expressos em gramas.

O índice de velocidade de germinação (IVG), foi realizado com contagens diárias de plântulas normais no teste de germinação com intervalos de 24 horas a partir da constatação da primeira plântula normal e calculado conforme Maguire (1962) pela equação $\text{IVG} = (G1/N1) + (G2/N2) + (Gn/Nn)$, em que G é o número de plântulas germinadas observadas em cada contagem, e N, o número de dias da semeadura a cada contagem.

Os dados da primeira contagem de germinação e germinação das sementes foram transformados usando a transformação de raiz quadrada do arco-seno ($\sqrt{x/100}$). Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância. A média dos dados foi analisada pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SAS Project 4.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação das diferentes doses de silício biogênico na Tabela 1 são apresentados os resultados do ANOVA. Observou-se que para as variáveis de germinação (GER), comprimento da raiz (LR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca da raiz (MFR), não manifestou diferenças significativas ($p>0,05$) pelo teste de Duncan. A diferencia dos resultados obtidos por Toledo et al. (2011), quem observe efeitos positivos no tratamento de sementes de aveia branca tratadas com silício. No entanto em este estudo, não observamos nenhum efeito do silício biogênico na germinação das sementes de arroz.

Em sementes de milho, o uso de silício aumento a largura e peso seco das plântulas de milho (Sun et al., 2021), resultados similares foram obtidos em esta pesquisa.

Tabela 1. Resumo do ANOVA das cinco doses de silício biogênico sobre a qualidade fisiologia de sementes de arroz recobertas.

FV*	G1	PCG* (%)	GER^{ns} (%)	LPA* (cm)	LR^{ns} (cm)	LTotal* (cm)	IVE *
Doses	4	7.75	7.3	1,006	1.06	2.21	61,07
Resíduo	15	2.66	3.06	0.33	0.77	1.12	16,63
Media	-	91.5	92.2	7.92	8.86	16.78	91,35
CV (%)	-	1.78	1.89	7.23	9.92	6.31	4,47

FV	G1	MSTotal* (gr)	MSR* (gr)	MSPA^{ns} (gr)	MFPA* (gr)	MFR^{ns} (gr)	MFTtotal^{ns} (gr)
Doses	4	0.003	0.00004	0.000032	0.00083	0.0015	0.003
Resíduo	15	0.001	0.00000091	0.00002	0.0004	0.0013	0.0015
Media	-	0.171	0.035	0.056	0.112	0.059	0.1715
CV (%)	-	6.59	8.54	8.08	18.86	61.83	25.00

*FV: fonte de variação, CV: coeficiente de variação, PCG: primeira contagem de germinação, G: germinação, LPA: largura da parte aérea, LR: largura de raiz, Ltotal: Largura total, IVE: Índice de velocidade de emergência; MSTotal: Massa seca total, MSR: Massa seca da raiz, MSPA: Massa seca da parte aérea, MFPA: Massa fresca da parte aérea, MFR: Massa fresca da raiz, MFTTotal: Massa fresca total. Ns: não significativo, *significativo para o teste de Duncan ao 5%.

Na Figura 1 apresenta-se a variável de primeira contagem de germinação (PCG), o qual foi significativamente influenciado pelas doses apresentando diferencias significativas para o Duncan al 5%, pode ser observado que a dose 97,8 g foi estatisticamente diferente a dose 32,6 g, mostrando que não todas as doses de silício biogênico favoreceram a primeira contagem de germinação. No entanto a dose de 97,8 e 120 g são os que se apresentam um potencial significativo da germinação. Resultados similares foram obtidos por Silva (2021), onde as variáveis de PCG apresentou diferencias significativas nas doses crescentes, no entanto a variável de GER não apresentou diferencias para o teste de Tukey ao 5%, comportamento similar foram observados em esta pesquisa. Diferentemente dos resultados encontrados, de Oliveira et al. (2016), avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de arroz recobertas com silício não observaram diferencias significativas na variável de primeira contagem de germinação na interação fonte e dose. Do mesmo modo Fonseca (2012), não observou diferença significativa para os testes PCG e TF, com acréscimo das doses de silicato de alumínio em sementes de trigo.

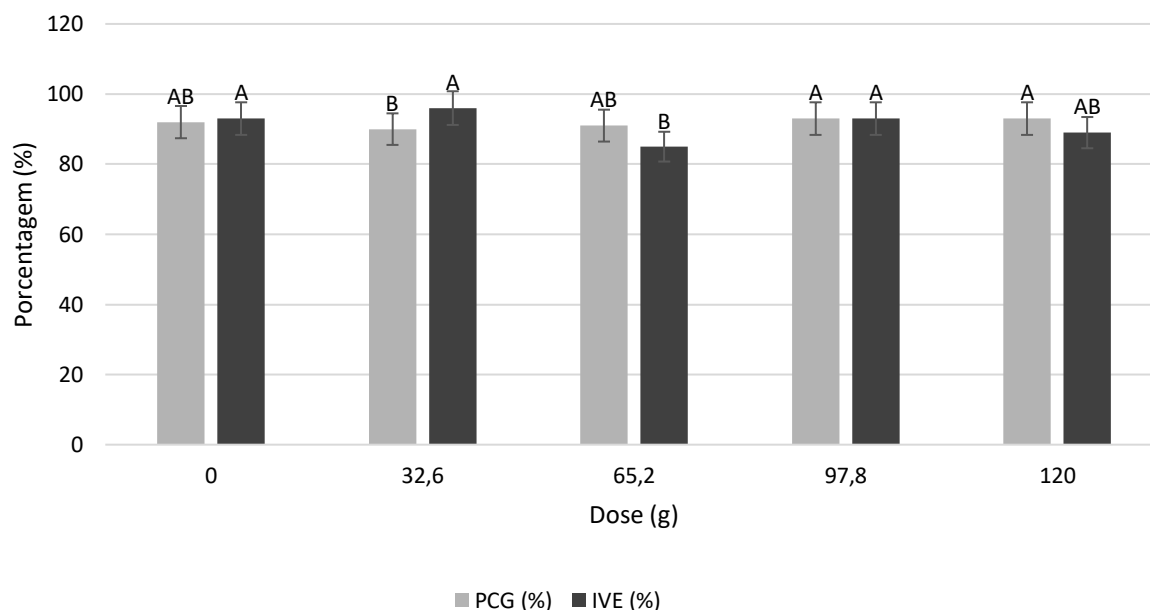


Figura 1. Primeira contagem de germinação (PCG) e índice de velocidade de germinação (IVE) em função de diferentes doses de silício biogênico no tratamento de semente de trigo. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: os autores

Na avaliação do IVE (Figura 1), a dose de 32,6 g foi superior aos demais, e verificou-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade. Deste modo podemos afirmar que o uso de silício biogênico na produção agrícola atua no aumento de plantas normais assim como na primeira contagem de germinação (PCG) e no índice de velocidade de germinação (IVE). Dos Santos et al. (2020), afirma que o silício proporciona numa maior produção pelo aumento da resistência promovida pelo elemento as plântulas.

No entanto na variável de comprimento da parte aérea (LPA) e comprimento total (LTotal), apresentaram diferenças significativas entre as doses (Figura 2), no comprimento da parte aérea (LPA), observou-se diferença significativa entre tratamentos ($p \leq 0,05$), onde a dose de 120 g apresentou desempenho superior, diferindo estatisticamente das doses (0; 32,6; 65,2 g). Em relação com o comprimento da raiz (LR), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$), indicando que o desenvolvimento radicular não foi estatisticamente influenciado pela variação da dose de silício biogênico. Ferrari da Silva et al. (2025), estudando o efeito de silício no comprimento de plântulas de sementes de soja, para a variável de comprimento da parte aérea e da raiz observou diferenças significativas entre as doses crescentes de silício onde a testemunha foi o que se apresentou melhor em relação as doses de silício. Do mesmo modo, Tripathi et al. (2021), observou efeitos nas características morfológicas da raiz em plantas de arroz quando foram aplicados concentração de silício.

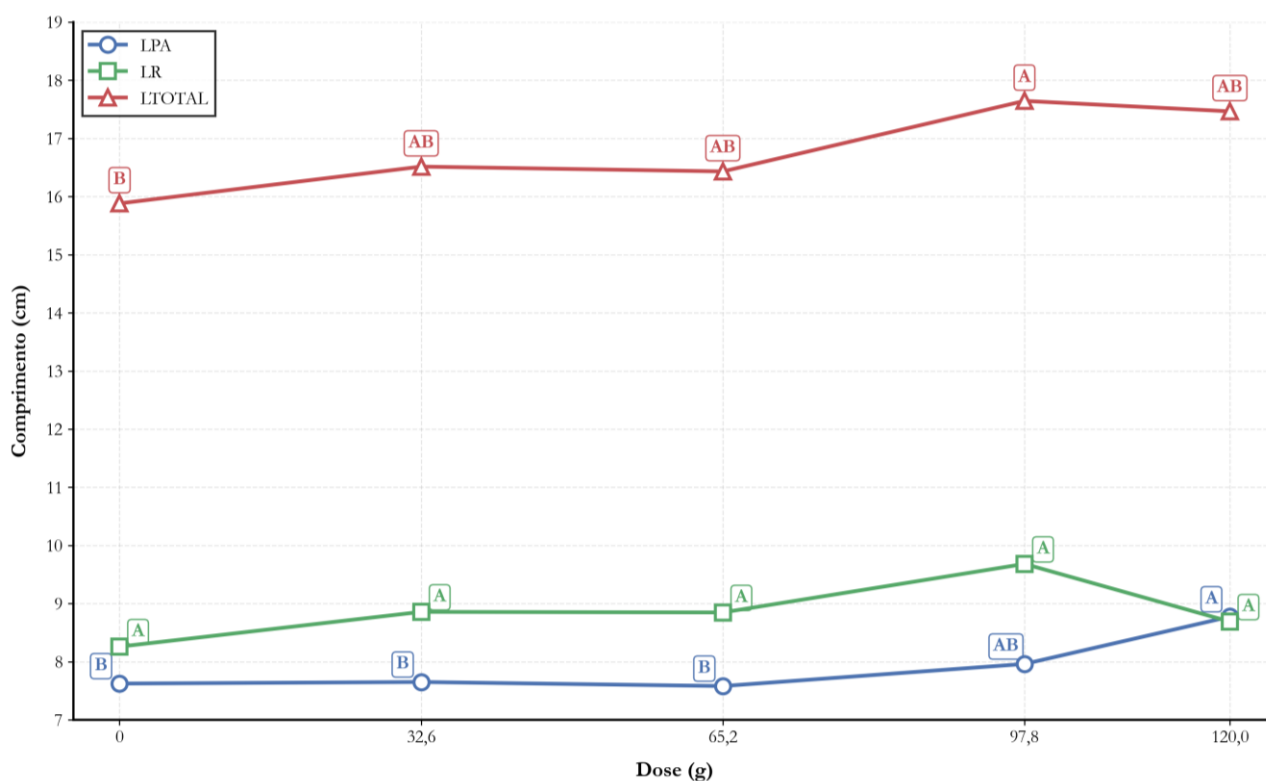


Figura 2. Médias do comprimento da parte aérea (LPA), do comprimento das raízes (LR), comprimento total (LTOTAL) em função das diferentes doses para o tratamento de sementes de arroz (0; 32,6; 65,2; 97,8 y 120 g). Fonte: os autores.

A variável de comprimento total (LTOTAL) (Figura 2), diferiu estatisticamente do controle (0 g), enquanto a dose de 120 g apresentou desempenho intermediário, sem diferença significativa em relação à dose de 97,8 g. Diferindo dos resultados apresentados por Ferrari da Silva et al. (2025), que observaram que o tratamento ausente de aplicações apresentou melhores médias. No entanto Sousa et al. (2009), demonstraram que a altura da planta foi influenciada pelos tratamentos a base de silício, no entanto o crescimento da raiz não respondeu ao tratamento. Dados que coincidem com os resultados apresentados nesta pesquisa.

Observou-se que as plantas apresentaram médias superiores quando utilizado o silício biogênico. Na figura 3 pode ser evidenciado que as doses modulam de maneira diferenciada os componentes de biomassa das plântulas e apresentam diferenças significativas ($p \leq 0,05$). Para a MS Total a dose 32,6 g apresentou diferenças em comparação com as doses 65,2 g com uma diferença de 0,014 g entre doses. No entanto, na variável de MSR aumentou significativamente para Duncan ao 5%, onde 32,6 g se apresentou estatisticamente diferente aos demais tratamentos. Para MFPA, o controle foi o que apresentou maior média, mais estaticamente similar aos tratamentos de 32,6; 97,8 e 120 g, sugerindo alteração na dinâmica de alocação no componente hídrico da biomassa fresca. Ramírez-Olvera et al. (2021), sometendo plantas de arroz tratadas com silício a estresse por polietilenoglicol (PEG), observou que plantas que foram tratadas com silício não afetou a altura em comparação com a testemunha.

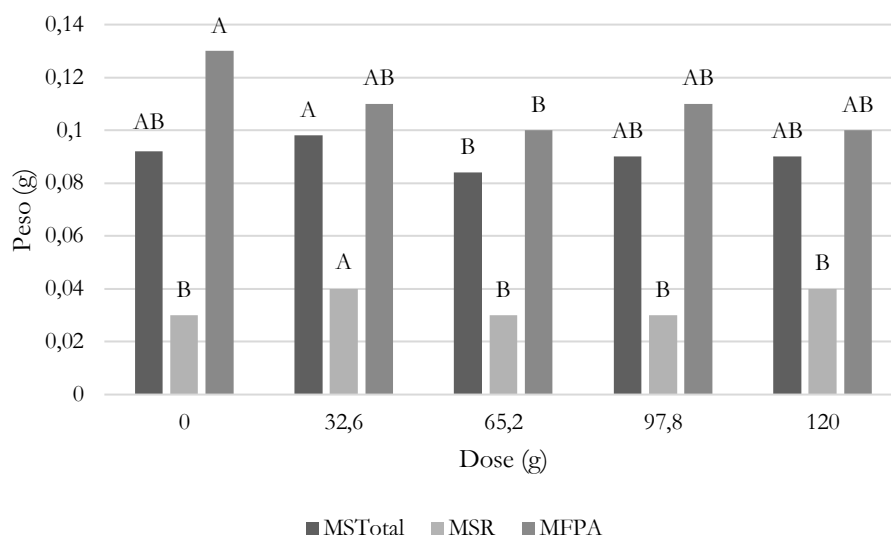


Figura 3. Médias do peso da massa seca Total (MSTotal), massa seca da raiz (MSR) e massa fresca da parte aérea (MFPA) em função das diferentes doses de silício biogênico recobertas em sementes de arroz. Fonte: os autores

Trabalhos realizados por Guo et al. (2006), aplicaram silício em alfafa teve um aumento significativo nas variáveis de área foliar, altura da planta, número de caules e a biomassa total. Do mesmo modo, Ramírez-Olvera et al. (2021), observaram que o peso da biomassa fresca da parte aérea e raiz submetida a estresse osmótico aumento significativamente em comparação a plantas sem tratamento com silício em comparação a plantas que não foram tratadas com silício. Nesta pesquisa foi possível observar que a doses de silício biogênico tem um efeito benéfico no tratamento de sementes, no entanto é preciso realizar mais pesquisas identificar plenamente a dosagem para cada cultivar.

CONCLUSÃO

O tratamento das sementes de arroz utilizando diferentes dosagem de silício biogênico, foi possível identificar que a dosagem de 97,8 g foi a que apresentou o melhor desempenho fisiológico integrado, o qual, promoveu o maior vigor inicial, crescimento equilibrado e adequada alocação de biomassa, sem comprometer a germinação da semente. Estes resultados, destaca a eficiência do tratamento de sementes com silício biogênico como uma estratégia simples, baixo custo e sustentável para o produtor de arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, T., Masood, H. A., Noman, M., Al-Huqail, A. A., Alghanem, S. M., Khan, M. M., ... & Li, B. (2023). Biogenic silicon nanoparticles mitigate cadmium (Cd) toxicity in rapeseed (*Brassica napus* L.) by modulating the cellular oxidative stress metabolism and reducing Cd translocation. *Journal of Hazardous Materials*, 459, 132070. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132070>

- Akca H, Taskin MB, Gunes A (2023) Phosphorus makes silicon fertilization mandatory: effect of nano-silicon on the one-sided antagonisms of phosphorus fertilization in wheat–maize and maize-maize cropping system. *J Soil Sci Plant Nutr*. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01460-8>
- Bansal K, Hooda V, Verma N et al (2022) Stress alleviation and crop improvement using silicon nanoparticles in agriculture: a review. *Silicon* 14:10173–10186. <https://doi.org/10.1007/s12633-022-01755-y>
- De Oliveira, S., Brunes, A. P., Lemes, E. S., Tavares, L. C., Meneghello, G. E., Leitzke, I. D., & Mendonça, A. O. (2016). Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes. *Revista de Ciências Agrárias*, 39(2), 202-209. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA15083>
- dos Santos, C. M. G., Trovato, V. W., do Nascimento Matos, A. M., do Mar, G. D., Capristo, D. P., dos Santos Silva, J. A., & da Silva, B. N. P. (2020). Efeito da aplicação de silício na germinação de sementes de pimenta sob estresse salino. *Research, Society and Development*, 9(8), e248985442-e248985442. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5442>
- FAO. 2025. Perspectivas de cosechas y situación alimentaria. Informe mundial trianual, n.º 3, noviembre de 2025. Roma. <https://doi.org/10.4060/cd7441es>
- Ferrari da Silva, W. De Merlo P.O. Bontempo, R.C. De Lima, L.M, Da Silva C.I. (2025). *Perspectivas futuras para as Ciências Agrárias: desafios e inovações*. E-book: Editora Atenas Perspectivas futuras para as Ciências Agrárias: desafios e inovações. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.6492524011>
- Fonseca, D.A.R. (2012) - Desempenho de sementes de trigo recobertas com silicato de alumínio. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas. 58 p.
- Gunes A, Akca H, Taskin MB, Kan S, Deniz Yagcioglu K, Kadioglu YK, Karaboya O (2025) Phosphorus and silicon interactions in plants: the role of biogenic nano-silicon and its composites on silicon and phosphorus nutrition of maize and rice plants. *J Plant Nutr Soil Sci* 0:1–10. <https://doi.org/10.1002/jpln.70023>
- Guo, Z. G., Liu, H. X., Tian, F. P., Zhang, Z. H., & Wang, S. M. (2006). Effect of silicon on the morphology of shoots and roots of alfalfa (*Medicago sativa*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(9), 1161-1166. DOI:10.1071/EA05117
- Hamidu, I., Afotey, B., Kwakye-Awuah, B., & Anang, D. A. (2025). Synthesis of silica and silicon from rice husk feedstock: A review. *Heliyon*, 11(4).
- International seed testing association (ISTA). (2017). Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas. Zürichstr. 50, CH-8303 Bassersdorf, SU.
- Kumar, A., Choudhary, A., Kaur, H., Singh, K., Guha, S., Choudhary, D. R., ... & Husen, A. (2025). Exploring the role of silicon in enhancing sustainable plant growth, defense system, environmental stress mitigation and management. *Discover Applied Sciences*, 7(5), 406.

- Liou, T. H., & Yang, C. C. (2011). Synthesis and surface characteristics of nanosilica produced from alkali-extracted rice husk ash. *Materials science and engineering: B*, 176(7), 521-529. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2011.01.007>
- Maguire, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. 1962; 2: 176-177. DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Michajluk B. Gómez, R. Bóveda, L, Gonzalez, Y., Cabello J. (2019). Evaluación preliminar del contenido de silicio en hojas y tallos de *Saccharum officinarum*, “caña de azúcar” a través de técnicas analíticas nucleares. *Rojasiana*. 18 (1), 9-14.
- Mukarram M, Khan MMA, Corpas FJ. 2021. Silicon nanoparticles elicit an increase in lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* (Steud.) Wats) agronomic parameters with a higher essential oil yield. *J. Hazard. Mater.*, 412:125254. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125254>
- Nunes, J. C. Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. 2005. 16p.
- Ramírez-Olvera, S. M., Trejo-Téllez, L. I., Gómez-Merino, F. C., Ruíz-Posadas, L. D. M., Alcántar-González, E. G., & Saucedo-Veloz, C. (2021). Silicon stimulates plant growth and metabolism in rice plants under conventional and osmotic stress conditions. *Plants*, 10(4), 777.
- Schaller J, Puppe D, Kaczorek D et al (2021) Silicon cycling in soils revisited. *Plants* 10:295. <https://doi.org/10.3390/plants10020295>
- Siddika, A., Al Mamun, M. A., Alyousef, R., & Mohammadhosseini, H. (2021). State-of-the-art-review on rice husk ash: A supplementary cementitious material in concrete. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 33(5), 294-307. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.10.006>
- Siddika, A., Mamun, M. A. A., & Ali, M. H. (2018). Study on concrete with rice husk ash. *Innovative Infrastructure Solutions*, 3(1), 18. <https://doi.org/10.1007/s41062-018-0127-6>
- Silva, E. F. D. (2021). Germinação e vigor de sementes de soja tratadas com silício. VII congresso internacional das ciencias agrarias ISSN 2526 7701
- Souza, L. C. F.; Zanon, G. D.; Pedroso, F. F.; ANDRADE, L. H. L. (2009). Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. *Ciência e Agrotécologia*, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1586-1593. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000600018>
- Software SAS (*Statistical Analysis System*) (SAS Institute Inc., Cary, NC) <http://www.sas.com>
- Sun, Y., Xu, J., Miao, X., Lin, X., Liu, W., & Ren, H. (2021). Effects of exogenous silicon on maize seed germination and seedling growth. *Scientific reports*, 11(1), 1014.
- Sun, D. Q., Lu, X., Hu, Y., Li, W., Duan, Y., Pang, Z., & Hu, H. (2019). Research progress of silica nanoparticle effects on the growth and development of plants. *Chin. J. Trop. Crops*, 40(11), 2300-2311. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2019.11.028

- Toledo, M.Z., Garcia, R.A., Merlin, A., Fernandes, D.M., 2011. Seed germination and seedling development of white oat affected by silicon and phosphorus fertilization. *Sci. Agr.* 68, 18e23. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000100003>
- Tripathi, P., Subedi, S., Khan, A. L., Chung, Y. S., & Kim, Y. (2021). Silicon effects on the root system of diverse crop species using root phenotyping technology. *Plants*, 10(5), 885. <https://doi.org/10.3390/plants10050885>

Índice Remissivo

A

Ácido salicílico, 35

Azospirillum brasilense, 50, 52, 53, 55, 56, 57, 62

B

bacias hidrográficas ottocodificadas, 7, 9, 10,
11, 12, 13, 14, 15, 16, 18

F

Fertilizante mineral convencional, 50

G

geoprocessamento, 9

gestão hídrica, 11

O

organização hidroterritorial, 7, 9, 18

P

Plantas, 37

Primeira contagem de germinação, 25

R

regiões hidrográficas, 6, 7, 10, 17

S

Silício biogênico, 21

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós-Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 237 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 86 organizações de e-books, 53 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 23 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto II na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 197 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 71 organizações de e-books, 55 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com



  **Bruno Rodrigues de Oliveira**

Graduado em Matemática pela UEMS/Cassilândia (2008). Mestrado (2015) e Doutorado (2020) em Engenharia Elétrica pela UNESP/Ilha Solteira. Pós-doutorado pela UFMS/Chapadão do Sul na área de Inteligência Artificial aplicada na Engenharia Florestar/Agronômica. É editor da Pantanal Editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences e Analista no Tribunal de Justiça de Mato Grosso do Sul. Tem experiência nos temas: Matemática, Processamento de Sinais via Transformada Wavelet, Análise Hierárquica de Processos, Teoria de Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial, com ênfase em aplicações nas áreas de Engenharia Biomédica, Ciências Agrárias e Organizações Públicas. Contato: bruno@editorapantanal.com.br

Pantanal Editora

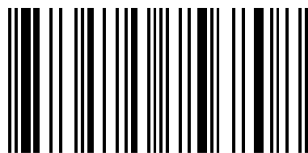
Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br



9786585756808