



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



TRATAMENTO DE SEMENTES DE SORGO COM BIOINOCULANTE E FERTILIZANTE MINERAL NA GERMINAÇÃO, NO VIGOR E NO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS

Wadrian Siviero Paris¹ e Thiago Alberto Ortiz²

Universidade Paranaense – UNIPAR, Campus I - Sede. Praça Mascarenhas de Moraes, 4282, Zona III - Umuarama, PR. E-mail: wadrian.paris@edu.unipar.br; thiago.ortiz@prof.unipar.br²

RESUMO: O tratamento de sementes tem se consolidado como uma estratégia essencial para otimizar o desempenho fisiológico inicial das culturas, promovendo uniformidade na emergência e maior eficiência no estabelecimento das plantas. No entanto, diante da ampla variedade de produtos disponíveis no mercado, essa prática requer uma avaliação criteriosa quanto aos princípios ativos, doses, culturas, época e forma de aplicação, além dos objetivos agrônômicos. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do tratamento de sementes de sorgo pastejo (cultivar Nugrass 900F – Sementes Nuseed[®]) com o inoculante LALRISE AZOS^{SC} (à base de Azospirillum brasilense, cepa Az39) e com o fertilizante mineral Plenar[®] Arenito sobre a germinação, o vigor e o desenvolvimento inicial das plântulas. O experimento foi conduzido na Universidade Paranaense – UNIPAR, utilizando quatro tratamentos: ST (sem tratamento), AB (inoculante), PA (fertilizante mineral) e AB+PA (combinação dos dois). Foram avaliadas variáveis relacionadas à qualidade fisiológica das sementes e aos parâmetros morfofisiológicos das plântulas, por meio dos testes de germinação, comprimento de plântulas e emergência em areia. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com comparação das médias pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que os tratamentos com Azospirillum brasilense e Plenar[®] Arenito, isoladamente ou combinados, não promoveram ganhos significativos na germinação nem no desenvolvimento inicial das plântulas em comparação ao controle. Conclui-se que, nas condições avaliadas, o tratamento de sementes com esses produtos não é vantajoso para a cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Azospirillum brasilense, morfofisiologia, Plenar[®] Arenito, qualidade fisiológica de sementes, sustentabilidade agrícola.

SEED TREATMENT OF SORGHUM WITH A BIOINOCULANT AND MINERAL FERTILIZER: EFFECTS ON GERMINATION, VIGOR, AND SEEDLING GROWTH

ABSTRACT: Seed treatment has become an essential strategy to optimize the initial physiological performance of crops, promoting uniform emergence and greater efficiency in plant establishment. However, given the wide range of products available on the market, this practice requires careful evaluation regarding active ingredients, doses, crops, timing and method of application, as well as agronomic objectives. This study aimed to evaluate the effects of seed treatment of forage sorghum (cv. Nugrass 900F – Nuseed[®] Seeds) with the inoculant LALRISE AZOS^{SC} (based on Azospirillum brasilense, strain Az39) and the mineral fertilizer Plenar[®] Arenito on germination, vigor, and early seedling development. The experiment was conducted at Universidade Paranaense – UNIPAR, using four treatments: ST (untreated control), AB (inoculant), PA (mineral fertilizer), and AB+PA (combination of both). Variables related to seed physiological quality and seedling morphophysiological traits were evaluated through germination tests, seedling length,



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



*and emergence in sand. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and means were compared using the Scott–Knott test ($p < 0.05$). The results showed that treatments with *Azospirillum brasilense* and Plenar[®] Arenito, applied alone or in combination, did not promote significant gains in germination or early seedling development compared with the control. It is concluded that, under the conditions evaluated, seed treatment with these products is not advantageous for this crop.*

KEYWORDS: *Azospirillum brasilense, morphophysiology, Plenar[®] Arenito, physiological seed quality, agricultural sustainability.*

INTRODUÇÃO

Diante da crescente demanda por grãos destinados à alimentação humana e animal, produtores rurais têm buscado alternativas que promovam a diversificação das áreas de cultivo, visando maior sustentabilidade e rentabilidade agrícola (Zou et al., 2024). Nesse contexto, o sorgo (*Sorghum bicolor* L.) destaca-se como uma cultura estratégica devido à sua elevada adaptabilidade a diferentes condições climáticas e à sua relevância econômica. A previsão para o consumo mundial de cereais em 2025/26 é de 2.900 milhões de toneladas, representando um crescimento de 0,8% em relação à safra de 2024/25. Entre os grãos grossos, que incluem cevada, milho e sorgo, a previsão de consumo global elevou-se em 4,7 milhões de toneladas, totalizando 1.548 milhões de toneladas, um aumento de 0,3%. Especificamente, o comércio internacional de sorgo projeta expansão de 15,3% no mesmo período (julho a junho), evidenciando sua importância econômica crescente e o papel estratégico da cultura na segurança alimentar e na sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Esses dados reforçam o sorgo como uma alternativa promissora para diversificação de culturas, incremento da produtividade e aumento da rentabilidade agrícola em diferentes regiões do mundo (FAO, 2025).

No Brasil, o sorgo vem ganhando destaque no cenário produtivo, com estimativa para a safra de 2026 de aproximadamente 1,8 milhão de hectares cultivados, resultando em uma produção total de cerca de 6,6 milhões de toneladas e produtividade média de 3.684 kg por hectare (Conab, 2025). Esses números evidenciam a importância socioeconômica da cultura e sua contribuição para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

A ampla diversidade genética do sorgo constitui um fator crucial para sua expansão em diferentes regiões e sistemas de produção. Essa variabilidade genética possibilita o desenvolvimento de cultivares voltadas à produção de grãos, silagem e biomassa, além de conferir maior resiliência a solos de baixa fertilidade e a condições de estresse hídrico. Essa amplitude genotípica tem permitido a ocupação de áreas consideradas de risco para culturas tradicionais,



contribuindo para a segurança alimentar e a viabilidade econômica das propriedades rurais (Matos e Anjos, 2022; Bueno et al., 2024).

Entre as práticas essenciais para o sucesso do cultivo de sorgo está o tratamento de sementes, que contribui para a proteção contra patógenos e pragas e potencializa a qualidade fisiológica das sementes. A adoção de tratamentos com produtos químicos e bioinsumos visa não apenas à proteção do potencial produtivo, mas também ao estímulo do desenvolvimento inicial das plântulas. A integração de microrganismos promotores de crescimento, como *Azospirillum brasilense*, e de fertilizantes minerais ao tratamento de sementes tem sido associada ao aumento do vigor, à uniformidade de emergência e à melhoria da produtividade (Machado et al., 2023; Müller et al., 2025).

A qualidade fisiológica das sementes, expressa principalmente por sua germinação e vigor, é determinante para a formação de um estande inicial uniforme e vigoroso. Sementes de alta qualidade produzem plântulas com maior capacidade de competir por recursos e maior tolerância a condições adversas nas fases iniciais do ciclo (Menegaes et al., 2024). Assim, investir em tecnologias de tratamento e nutrição de sementes é uma estratégia fundamental para garantir o potencial produtivo e a sustentabilidade do cultivo.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do tratamento de sementes de sorgo com o inoculante LALRISE AZOS^{SC} (ingrediente ativo: *Azospirillum brasilense*, cepa Az39) e o fertilizante mineral Plenar[®] Arenito sobre a germinação, o vigor e o desenvolvimento inicial das plântulas, visando gerar informações que contribuam para práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Paranaense – UNIPAR, Campus I - Sede, localizada no município de Umuarama, Paraná, com o objetivo de avaliar a germinação e o vigor das sementes, bem como o desenvolvimento inicial de plântulas de sorgo pastejo (cultivar Nugrass 900F – Sementes Nuseed[®]) sob diferentes tratamentos de sementes.

Foram avaliados quatro tratamentos:

- ST: sementes sem tratamento (controle);
- AB: sementes tratadas com 144,7 mL kg⁻¹ do inoculante LALRISE AZOS^{SC} (ingrediente ativo: *Azospirillum brasilense*, cepa Az39);



- PA: sementes tratadas com 144,7 mL kg⁻¹ do fertilizante mineral complexo Plenar[®] Arenito, contendo 21,96 g L⁻¹ de ferro (Fe) e 89,06 g L⁻¹ de silício (Si), ambos solúveis em água;
- AB+PA: sementes tratadas com a combinação dos dois produtos nas mesmas proporções.

As doses utilizadas foram baseadas na recomendação dos fabricantes (500 mL ha⁻¹), considerando uma população de 155.000 plantas por hectare. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento.

Foram realizados os seguintes testes, com as respectivas variáveis avaliadas:

- **Teste de germinação:** foram utilizadas 50 sementes por repetição, totalizando 200 sementes por tratamento. As sementes foram colocadas entre três folhas de papel Germitest umedecidas com água deionizada, na proporção de 2,5 vezes a massa seca do substrato. Os rolos foram acondicionados em germinador a 25 °C. As avaliações foram realizadas no quarto e no décimo dia após a semeadura, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2025). As variáveis analisadas foram: primeira contagem de germinação (PCG, %), e porcentagem de germinação (PG, %);
- **Teste de comprimento de plântulas:** utilizaram-se 20 sementes por repetição (80 por tratamento), dispostas em rolos de papel Germitest umedecidos com água destilada (2,5 vezes a massa do papel), incubados a 25 °C. Após 14 dias, foram selecionadas aleatoriamente 10 plântulas normais por repetição para mensuração do comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR), conforme metodologia adaptada de Nakagawa (1999). Os resultados foram expressos em cm por plântula. Posteriormente, as plântulas foram seccionadas em parte aérea e raiz, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até peso constante. A massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) foi determinada em balança analítica com precisão de 0,001 g. Além disso, cinco plântulas por tratamento foram selecionadas aleatoriamente para avaliação do sistema radicular por meio de análise de imagens, utilizando o software Safira[®] (Embrapa). Determinaram-se o volume radicular (VR, mm³), área superficial (AS, mm²) e diâmetro médio das raízes (DM, mm). As imagens foram capturadas com auxílio de uma câmera fotográfica posicionada a 32 cm de altura;
- **Teste de emergência em areia:** conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, em bandejas preenchidas com areia previamente autoclavada e seca, umedecida à capacidade de campo com água deionizada. As sementes foram semeadas em sulcos de 3 cm de profundidade, com espaçamento de 4 cm entre linhas. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento a 25 °C, com irrigação realizada sempre que necessário para manter o substrato



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



na capacidade de campo. A emergência foi avaliada diariamente durante 16 dias, quando houve a estabilização da emergência das plântulas. Foram determinadas: a porcentagem de emergência (EMERG, %), o índice de velocidade de emergência (IVE), conforme Maguire (1962), e o tempo médio de emergência (TME, dias), de acordo com Lima et al. (2006). Considerou-se emergida a plântula cujo coleóptilo era visível com no mínimo 2 mm. Aos 16 dias após a semeadura, as plântulas emergidas foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros fisiológicos: índices de balanço de nitrogênio (NBI), de clorofilas (CHL), de flavonoides (FLAV) e de antocianinas (ANTH); rendimento quântico efetivo do fotossistema II (Y); rendimento quântico máximo do fotossistema II (Fv/Fm), potencial fotoquímico (Fv/Fo), coeficiente de extinção fotoquímica (qP), coeficiente de extinção não fotoquímica (qN), parâmetro de extinção não fotoquímica (NPQ) e rendimento quântico de energia não dissipada (Y[NO]).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), utilizando-se o software Sisvar, versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a análise de variância (ANOVA) de variáveis relacionadas à germinação e ao vigor de sementes, bem como às características morfofisiológicas de plântulas de sorgo pastejo (cultivar Nugrass 900F), provenientes de sementes submetidas a diferentes tratamentos. Observa-se significância estatística ($p < 0,05$) para algumas variáveis, como CR (comprimento da raiz), MSR (massa seca da raiz), EMERG (emergência), IVE (índice de velocidade de emergência), TME (tempo médio de emergência), NBI (índice de balanço de nitrogênio), Y (rendimento quântico efetivo do fotossistema II) e qN (coeficiente de extinção não fotoquímica), indicando que os tratamentos influenciaram essas variáveis. As demais variáveis não apresentaram diferença significativa, sugerindo que os tratamentos aplicados não afetaram de forma estatisticamente relevante esses parâmetros.



Tabela 1 – Análise de variância das variáveis relacionadas à germinação e ao vigor de sementes, bem como às características morfofisiológicas de plântulas de sorgo pastejo (cultivar Nugrass 900F), provenientes de sementes submetidas a diferentes tratamentos.

Variável	PCG	PG	CPA	CR	MSPA
<i>p</i> -valor	0,4315 ^{NS}	0,2761 ^{NS}	0,0207 ^{NS}	0,0257*	0,4677 ^{NS}
CV%	15,94	13,54	13,78	9,39	11,95
Variável	MSR	VR	AS	DM	EMERG
<i>p</i> -valor	0,0058*	0,3171 ^{NS}	0,8174 ^{NS}	0,1937 ^{NS}	0,0313*
CV%	8,29	22,43	19,43	24,60	12,70
Variável	IVE	TME	NBI	CHL	FLAV
<i>p</i> -valor	0,0175*	0,0012*	0,0695*	0,2380 ^{NS}	0,2393 ^{NS}
CV%	14,02	4,99	28,22	21,57	21,07
Variável	ANTH	Y	Fv/Fm	Fv/Fo	qP
<i>p</i> -valor	0,3321 ^{NS}	0,0603*	0,2736 ^{NS}	0,2666 ^{NS}	0,9236 ^{NS}
CV%	13,12	6,58	1,01	3,97	12,80
Variável	qN	NPQ	Y(NO)		
<i>p</i> -valor	0,0342*	0,1742 ^{NS}	0,3952 ^{NS}		
CV%	9,48	26,02	0,97		

^{NS} = não significativo; * = significativo a $p < 0,05$.

PCG – primeira contagem de germinação (%); PG – porcentagem de germinação (%); CPA – comprimento da parte aérea (cm plântula⁻¹); CR – comprimento da raiz (cm plântula⁻¹); MSPA – massa seca da parte aérea (g plântula⁻¹); MSR – massa seca da raiz (g plântula⁻¹); VR – volume radicular (mm³); AS – área superficial do sistema radicular (mm²); DM – diâmetro médio radicular (mm); EMERG – emergência em areia (%); IVE – índice de velocidade de emergência; TME – tempo médio de emergência (dias); NBI – índice de balanço de nitrogênio; CHL – índice de clorofilas; FLAV – índice de flavonoides; ANTH – índice de antocianinas; Y – rendimento quântico efetivo do fotossistema II; Fv/Fm – rendimento quântico máximo do fotossistema II; Fv/Fo – potencial fotoquímico; qP – coeficiente de extinção fotoquímica; qN – coeficiente de extinção não fotoquímica; NPQ – parâmetro de extinção não fotoquímica; Y(NO) – rendimento quântico de energia não dissipada.

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que o tratamento de sementes de sorgo para pastejo (cultivar Nugrass 900F) com o inoculante LALRISE AZOS^{SC} e o fertilizante mineral complexo Plenar[®] Arenito não se mostrou vantajoso para o vigor das sementes nem para o processo fotossintético.



Tabela 2 – Valores médios de comprimento da parte aérea (CPA – cm), massa seca da raiz (MSR – g), emergência em areia (EMERG – %), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME – dias), índice de balanço de nitrogênio (NBI), rendimento quântico efetivo do fotossistema II (Y) e coeficiente de extinção não fotoquímica (qN) de plântulas de sorgo pastejo (cultivar Nugrass 900F), provenientes de sementes submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamento	CR	MSR	EMERG	IVE
ST	18,57 a	0,0059 a	79,50 a	9,00 a
AB	15,82 b	0,0052 b	68,50 b	7,59 b
PA	20,16 a	0,0052 b	63,00 b	7,32 b
AB+PA	18,08 a	0,0045 b	59,50 b	6,13 b

Tratamento	TME	NBI	Y	qN
ST	4,64 b	73,98 b	0,72 a	0,89 a
AB	4,79 b	76,79 b	0,65 b	0,91 a
PA	4,55 b	111,65 a	0,65 b	0,92 a
AB+PA	5,42 a	65,89 b	0,72 a	0,74 b

ST – sementes sem tratamento; AB – sementes tratadas com o inoculante LALRISE AZOS^{SC} (*Azospirillum brasilense* – cepa Az39); PA – sementes tratadas com o fertilizante mineral complexo Plenar[®] Arenito; AB+PA – combinação dos dois produtos.

O tratamento AB apresentou o menor valor médio para o comprimento da raiz (CR). Entretanto, para massa seca da raiz (MSR), emergência (EMERG) e índice de velocidade de emergência (IVE), os tratamentos de sementes proporcionaram redução das variáveis em comparação à testemunha. Para o tempo médio de emergência (TME), não houve diferença significativa entre ST, AB e PA; contudo, a combinação dos insumos elevou essa variável, indicando que as sementes necessitaram de mais dias para germinar, o que é indesejável.

Segundo Andrade et al. (2019), a inoculação de *A. brasilense* via semente e via sulco pode reduzir a porcentagem de emergência e aumentar o tempo médio de emergência de plântulas de sorgo, dependendo do genótipo. No entanto, observaram que a inoculação via semente resulta em aumento da massa seca do sistema radicular dessas plantas. Esses achados corroboram os resultados do presente estudo, nos quais o uso de *A. brasilense* por meio do tratamento de sementes contribuiu para a redução do vigor, sendo necessária uma avaliação pontual dessa prática.

Em relação aos parâmetros morfofisiológicos das plantas, o tratamento PA resultou em maior índice de balanço de nitrogênio (NBI). Por outro lado, tanto PA quanto AB proporcionaram



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



menor rendimento quântico efetivo do fotossistema II, enquanto a combinação apresentou menor qN , o que sugere que a planta está utilizando a maior parte da energia absorvida para a fotossíntese, em vez de dissipá-la como calor — condição desejável para uma maior eficiência fotossintética.

Os dados demonstram que o comportamento das variáveis relacionadas à germinação, ao vigor e ao crescimento de plântulas não apresentou um padrão uniforme, reforçando a importância de análises múltiplas para a adequada compreensão do desempenho de insumos agrícolas no desenvolvimento inicial do sorgo. Mesmo em milho, onde a prática de tratamento de sementes com *Azospirillum* spp. já é consolidada, Müller et al. (2025) relatam que os híbridos dessa cultura apresentam respostas diferentes à inoculação com *A. brasilense* via sementes.

Considerando o conjunto dos resultados, nas condições do experimento, a ausência de tratamento proporcionou o melhor desenvolvimento inicial das plântulas de sorgo para pastejo, uma vez que nenhum dos tratamentos se mostrou superior à testemunha em relação à qualidade fisiológica das sementes. Destaca-se que a combinação dos produtos (AB + PA) resultou em maior eficiência fotossintética, evidenciada pelo menor valor de energia dissipada na forma de calor; contudo, esse efeito não foi suficiente para indicar vantagem no crescimento das plântulas de sorgo pastejo (cultivar Nugrass 900F), assim como o tratamento PA isoladamente para NBI.

Em seu estudo, Thakare et al. (2024) observaram que a inoculação de sementes de sorgo com biofertilizantes líquidos a 2 mL por kg de semente mostrou-se uma alternativa viável e economicamente eficiente aos inoculantes em pó, sem custo adicional. Diante da ascensão do mercado de produtos biológicos, torna-se essencial realizar uma avaliação criteriosa da interação entre espécie, cultivares, composição, dosagem ou concentração dos produtos, forma de aplicação e condições ambientais, considerando as particularidades de cada contexto para assegurar eficiência e sustentabilidade na prática agrícola.

De maneira geral, a interação entre o inoculante e o fertilizante mineral não apresentou efeito sinérgico, podendo, inclusive, ter comprometido o desenvolvimento inicial das plantas. Esses resultados reforçam a importância de avaliações integradas de múltiplas variáveis para compreender o desempenho de insumos agrícolas no estabelecimento inicial do sorgo, evidenciando que nem sempre a combinação de produtos garante melhoria no vigor e crescimento das plântulas.



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



CONCLUSÃO

O tratamento de sementes de sorgo pastejo (cultivar Nugrass 900F) com *Azospirillum brasilense* e com o fertilizante mineral Plenar[®] Arenito, isoladamente ou em combinação, não proporcionou benefícios significativos na germinação nem no desenvolvimento inicial das plântulas, indicando que, nas condições avaliadas, tais intervenções não são vantajosas para a cultura.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. de F.; ZOZ, T.; ZOZ, A.; OLIVEIRA, C. E. da S.; WITT, T. W. *Azospirillum brasilense* inoculation methods in corn and sorghum. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e53027, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/SDA, 2025. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/Sementes/RAS_2025/RAS_2024. Acesso em: 17 out. 2025.

BUENO, M. P.; OLIVEIRA, E. A. de; DIAS, F. X.; SERANDIM, G. J.; VENTURA, R. Manejo de sorgo no Brasil: inovações tecnológicas e cultivares utilizadas. **International Journal of Scientific Management and Tourism**, v. 10, n. 2, e812, 2024.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 13, safra 2025/26, n. 1 primeiro levantamento, outubro 2025.

FAO. **Crop Prospects and Food Situation – Triannual Global Report**. n. 2, July 2025. Rome.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 513–518, 2006.

MACHADO, C. G.; SILVA, G. Z. da; CRUZ, S. C. S.; ANJOS, R. C. L. dos; SILVA, C. L.; MATOS, L. F. L. de; SMANIOTTO, A. O. Germination and vigor of soybean and corn seeds treated with mixed mineral fertilizers. **Plants**, v. 12, n. 2, 338, 2023.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176–177, 1962.

MATOS, A.; ANJOS, D. dos. Seleção de híbridos de sorgo biomassa no município de Confresa-MT. **PesquisAgro**, v. 5, n. 1, p. 14–24, 2022.

MENEGAES, J. F.; STEFANELLO, R.; NUNES, U. R. **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária – Volume 2**. Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024. 156 p.



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



MÜLLER, T. M.; TABALDI, L. A.; FIPKE, G. M.; CUNHA, V. S.; RIBEIRO, L. P.; MARTIN, T. N. Enzyme activity and morphological changes in corn hybrids inoculated with *Azospirillum brasilense* via seed treatment and leaf. **Brazilian Journal of Biology**, v. 85, e288948, 2025.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1–2.24.

THAKARE, G. V.; GANGAIAH, B.; BHUTADA, P.; DAHIPHALE, A. V.; KONDE, N. M. Quantifying response of *Azospirillum* and phosphate solubilizing bacteria liquid inoculants seed treatment on productivity and profitability of kharif grain sorghum (*Sorghum bicolor*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 69, n. 1, p. 48–53, 2024.

ZOU, Y.; LIU, Z.; CHEN, Y.; WANG, Y.; FENG, S. Crop rotation and diversification in China: enhancing sustainable agriculture and resilience. **Agriculture**, v. 14, n. 9, 1465, 2024.