

Ciência em Foco

Volume XVII

Rosalina E. Lustosa Zuffo

Alan Mario Zuffo

Bruno Rodrigues de Oliveira

Jorge González Aguilera

Aris Verdecia Peña

Organizadores



Pantanal Editora

2025

Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo
Alan Mario Zuffo
Bruno Rodrigues de Oliveira
Jorge González Aguilera
Aris Verdecia Peña
Organizadores

Ciência em foco
Volume XVII



Pantanal Editora

2025

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. Leandris Argentele-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)
IF SUDESTE MG
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

C569

Ciência em foco – Volume XVII / Organização de Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo, Alan Mario Zuffo, Bruno Rodrigues de Oliveira, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2025. 106p. ; il.

Outros organizadores: Jorge González Aguilera, Aris Verdecia Peña.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-66-2

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756662>

1. Inovação tecnológica. 2. Sustentabilidade. I. Zuffo, Rosalina Eufrausino Lustosa (Organizadora). II. Zuffo, Alan Mario (Organizador). III. Oliveira, Bruno Rodrigues de (Organizador). IV. Título.

CDD 608

Índice para catálogo sistemático

I. Inovação tecnológica



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

A Pantanal Editora apresenta mais um volume do o e-book **Ciência em Foco**, uma obra multidisciplinar que reúne pesquisas e reflexões atuais de diversas áreas do conhecimento. Este volume consolida o compromisso com a produção e disseminação de conhecimento científico relevante, estimulando práticas inovadoras, sustentáveis e socialmente transformadoras. A seguir, destacamos os principais assuntos abordados.

Ciências Agrárias e Ambientais. Esta seção foca na sustentabilidade, nos desafios ambientais contemporâneos e nas inovações para o setor agrícola. Uma das pesquisas aborda a Química Ambiental, apresentando reflexões teóricas e metodológicas, seus fundamentos e a necessidade urgente de interdisciplinaridade para enfrentar a crise climática global, apontando caminhos de pesquisa para a pós-graduação que visam soluções tecnológicas e de inovação que promovam políticas públicas e o desenvolvimento de um modo de vida mais sustentável, com foco primordial no cuidado do solo, da água e do ar. Em complemento a essa visão, outros estudos destacam a inovação na produção agrícola através do uso de produtos biológicos no desenvolvimento de cultivares de trigo no Cerrado Sul-matogrossense, bem como a avaliação dos efeitos do estresse hídrico nessa cultura. Há, ainda, pesquisas sobre a combinação de *Bacillus aryabhattai* e adubação organomineral como estratégia para otimizar o desenvolvimento da cultura do milho, reforçando a busca por práticas mais eficientes e menos agressivas ao meio ambiente.

Educação e Ciências Humanas. Os capítulos promovem uma análise crítica sobre o impacto das tecnologias digitais, as políticas públicas educacionais e a saúde mental no ambiente escolar, fomentando debates essenciais para nossa sociedade. Um dos trabalhos é a investigação da Filosofia da Tecnologia na Educação, que examina a produção acadêmica brasileira à luz das perspectivas de Byung-Chul Han e Andrew Feenberg. O estudo compara a visão pessimista de Han, que vê a tecnologia digital como destrutiva e atrelada à psicopolítica neoliberal, com a Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg, que defende o potencial de transformação e controle humano mais democrático desses artefatos no contexto pedagógico. Com um tema complementar, outra pesquisa apresenta uma ação extensionista focada na Nomofobia (o medo de ficar sem o celular) e no uso excessivo de tecnologia entre adolescentes, alertando sobre os prejuízos da dependência digital, para a saúde física e mental, e para o rendimento escolar, gerando reflexões críticas sobre o uso consciente. Por fim, é realizada uma revisão sobre a Universidade Aberta do Brasil (UAB), uma política pública de Educação a Distância (EaD), detalhando os responsáveis e a legislação, e discutindo os avanços e desafios da UAB na democratização do Ensino Superior e na formação contínua de professores.

Saúde Pública e Sociedade. Esta seção traz discussões cruciais sobre temas de saúde pública e cidadania, com foco na juventude, abordando questões de extrema relevância social. Um dos capítulos aborda discussões essenciais sobre sexualidade e o problema do abuso sexual no contexto das crianças e

adolescentes, destacando a proteção legal brasileira para menores de 14 anos, um tema que exige atenção e mobilização social. Outra pesquisa apresenta um relato de extensão sobre a importância da prevenção da gravidez na adolescência e a orientação adequada sobre Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs), como o HIV, reforçando a necessidade de educação sexual abrangente e responsável nas escolas e comunidades.

A coletânea **Ciência em Foco Volume XVII** é uma obra elementar para quem busca uma visão aprofundada e atualizada dos principais desafios e inovações em pesquisa e desenvolvimento social, servindo como uma leitura relevante para estudantes, professores e pesquisadores que buscam intervir de forma crítica na realidade contemporânea e contribuir para o desenvolvimento sustentável, socialmente justo, fisicamente e psicologicamente saudável.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	7
Nomofobia em ambiente escolar: uma ação extensionista sobre o uso excessivo de tecnologia entre adolescentes	7
Capítulo 2	11
As perspectivas de Byung-Chul Han e Andrew Feenberg dentro da produção sobre educação no Brasil	11
Capítulo 3	29
A química nas ciências ambientais: três trilhas de pesquisa para a pós-graduação	29
Capítulo 4	43
<i>Bacillus aryabhattai</i> e biofertilizante AFERT no desenvolvimento de híbrido de milho no Cerrado-Mato-Grossense	43
Capítulo 5	56
A Universidade Aberta do Brasil: uma revisão narrativa	56
Capítulo 6	64
Produtos biológicos no desenvolvimento de cultivares de trigo no Cerrado Sul-mato-grossense	64
Capítulo 7	77
Avaliação do efeito do estresse hídrico em cultivares de trigo em solo do Cerrado-mato-grossense	77
Capítulo 8	94
Sexualidade e abuso sexual	94
Capítulo 9	99
Prevenção da gravidez na adolescência: um relato de extensão com ações educacionais na escola	99
Índice Remissivo	104
Sobre os organizadores	105

Avaliação do efeito do estresse hídrico em cultivares de trigo em solo do Cerrado-mato-grossense

Recebido em: 06/09/2025

Aceito em: 20/09/2025

 10.46420/9786585756662cap7

Adriano Rasia Maas 

Gabriel de Freitas Lima 

Beatriz Freitas de Souza 

Lamayson Gabriel Schirrmann Bronstrup 

Emilio Veitía Cándó 

Alan Mario Zuffo 

Fábio Steiner 

Jorge González Aguilera 

INTRODUÇÃO

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) ostenta uma posição de destaque singular na geopolítica alimentar global e na segurança nutricional da humanidade. Reconhecido como um dos cereais mais cultivados e consumidos mundialmente, o trigo serve de alimento básico para mais de um terço da população do planeta (FAO, 2023). Sua versatilidade é inigualável, sendo a principal matéria-prima para uma vasta gama de produtos, desde pães e massas a biscoitos e outros alimentos processados, o que o torna um componente indispensável na dieta diária e na indústria alimentícia (FAO, 2023). A dimensão de sua importância é evidenciada pelos números da safra de 2022, que registrou uma produção superior a 800 milhões de toneladas em escala global (FAOSTAT, 2024). Regiões como a União Europeia, China, Índia e Rússia lideram o ranking de produção, demonstrando a capacidade e a relevância estratégica do cultivo em diversas partes do mundo. Além do impacto econômico, o trigo é uma fonte nutricional primordial, fornecendo carboidratos complexos, fibras, vitaminas do complexo B e minerais essenciais, contribuindo significativamente para a saúde humana e prevenção de doenças crônicas (Pires et al., 2006; Vieira et al., 2022).

No Brasil, a triticultura apresenta particularidades principalmente associadas a regiões onde a cultura é produzida. Embora a produção nacional, que atingiu cerca de 10 milhões de toneladas na safra de 2022, posicione o país como o 15º maior produtor mundial (CONAB, 2023; FAOSTAT, 2024), ela ainda é insuficiente para atender à demanda interna. Essa demanda gera uma considerável dependência de importações, impactando diretamente a balança comercial e a soberania alimentar (CONAB, 2024). Historicamente, o cultivo de trigo no Brasil concentrou-se nas regiões Sul, devido às condições climáticas mais amenas, favoráveis às variedades de inverno (EMBRAPA, 2023). Contudo, nas últimas décadas, um robusto esforço governamental e de pesquisa, com destaque para a atuação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), tem sido direcionado para a expansão da cultura para outras regiões, visando à autossuficiência e à redução da vulnerabilidade do mercado nacional (MAPA, 2024). Esse

movimento inclui o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas a climas mais quentes e o aprimoramento de tecnologias de manejo, essenciais para o avanço da cultura em novas fronteiras agrícolas (EMBRAPA, 2023).

A região do Cerrado brasileiro representa a mais promissora dessas novas fronteiras para a triticultura. Caracterizado por um bioma de savana tropical com vasta extensão territorial e solos de baixa fertilidade natural, mas com alta capacidade de resposta à correção e adubação, o Cerrado tem se consolidado como um celeiro agrícola multifuncional (EMBRAPA, 2024a). As condições edafoclimáticas da região, aliadas a investimentos em tecnologia e manejo, têm permitido a adaptação e o florescimento do cultivo de trigo tropical (Galindo et al., 2019; Soares et al., 2023; Casagrande et al., 2024). O desenvolvimento de variedades de trigo com maior tolerância a altas temperaturas e estresse hídrico, juntamente com o aprimoramento de sistemas de produção como o plantio direto e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), tem impulsionado a produtividade e a qualidade dos grãos nesta região (Borèm et al., 2021). A capacidade de adaptação do trigo, impulsionada pelo melhoramento genético contínuo, tem permitido que a cultura se torne cada vez mais versátil e de ampla distribuição geográfica, ampliando as áreas de cultivo além das tradicionais (Borèm et al., 2021).

No entanto, o clima do Cerrado, classificado como Tropical sazonal, apresenta desafios intrínsecos à produção agrícola. As estações são bem definidas: um verão quente e chuvoso e um inverno seco, com temperaturas médias anuais que oscilam entre 22°C e 23°C (ECOLOGIA IB, [s.d.]). Apesar da abundância de chuvas durante a estação úmida, a irregularidade na distribuição pluviométrica é uma característica marcante. A ocorrência de “veranicos” – períodos de estiagem prolongada e inesperada durante a estação chuvosa ou em momentos críticos do desenvolvimento da cultura – constitui um dos principais fatores limitantes para a produtividade do trigo de sequeiro (EMBRAPA, 2024b; CANAL RURAL, 2024). Fases críticas do desenvolvimento do trigo, como a floração e o enchimento de grãos, são altamente sensíveis a condições de estresse ambiental e podem comprometer drasticamente o rendimento e a qualidade final da colheita (EMBRAPA, 2023). Dessa forma, a produtividade do trigo é influenciada por uma série de fatores interligados, incluindo o manejo adequado do solo, o uso de tecnologias modernas de plantio e colheita, e a seleção de variedades adaptadas às condições locais, promovendo um aumento dos rendimentos da cultura (Borèm et al., 2021; Casagrande et al., 2024). A demanda hídrica da cultura, sob as condições do Cerrado, obriga os pesquisadores e produtores a selecionar genótipos com resposta favorável para esse estresse abiótico (Trindade et al., 2006).

Diante dos desafios climáticos, a irrigação emerge como uma estratégia fundamental para a viabilidade e o sucesso do cultivo de trigo no Cerrado. Conforme Mistro e Camargo (2002), o bom desempenho da lavoura de trigo na região tem se manifestado com o emprego da irrigação por aspersão, combinada com colheita mecanizada e o uso de genótipos de trigo de baixo porte, resistentes ao acamamento, com palha forte e altamente responsivos à adubação, principalmente a nitrogenada. A irrigação não só mitiga os efeitos dos “veranicos”, mas também permite o cultivo em épocas mais secas,

otimizando o uso da terra e dos recursos disponíveis. Contudo, a irrigação representa um custo significativo de implementação e operação, o que exige um manejo eficiente e sustentável do recurso hídrico para garantir a viabilidade econômica do agrossistema. A aplicação de lâminas de água adequadas é crucial, pois tanto o excesso quanto a escassez podem influenciar negativamente o desenvolvimento e a produtividade das culturas agrícolas (Prado et al., 2021).

Neste cenário de busca por maior resiliência das culturas agrícolas frente aos estresses abióticos, a pesquisa com microrganismos benéficos tem ganhado destaque. Particularmente, o uso de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR) oferece uma alternativa biológica e sustentável para melhorar a capacidade das plantas de lidar com condições adversas, como o déficit hídrico (Ferreira et al., 2021). Entre essas bactérias, o microrganismo *Bacillus aryabhattai* tem se mostrado promissor na agricultura. Isolada pela primeira vez da rizosfera de plantas na Índia, esta bactéria, frequentemente encontrada na camada de solo diretamente influenciada pelas raízes, possui múltiplos mecanismos de ação que conferem maior tolerância das plantas ao estresse hídrico e outros estresses ambientais

Estudos recentes demonstram que *B. aryabhattai* pode mitigar os efeitos da seca por diversas vias. Um dos mecanismos envolve a produção de um biofilme protetor ao redor das raízes, que ajuda a reter umidade e reduzir a perda de água, otimizando a absorção de nutrientes e água do solo mesmo sob condições de pouca disponibilidade (EMBRAPA, 2021; Verde.Ag, [s.d.]a). Além disso, essa rizobactéria é capaz de sintetizar e secretar fitormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas, que estimulam o crescimento radicular e da parte aérea, promovendo um sistema radicular mais robusto e eficiente na captação de água em maiores profundidades (Silva, 2024; Verde.Ag, [s.d.]b). Outro mecanismo importante é a modulação da resposta fisiológica da planta ao estresse. *B. aryabhattai* pode induzir a expressão de genes relacionados à tolerância à desidratação e à síntese de compostos osmoprotetores, como prolina e açúcares solúveis, que ajudam as células vegetais a manter o turgor e a função metabólica sob condições de escassez hídrica (AGROLINK, 2024; Verde.Ag, [s.d.]b). A validação de cepas específicas, como a CMAA 1363 da Embrapa, reforça o potencial de *B. aryabhattai* como um bioproduto eficaz para auxiliar as lavouras a enfrentar períodos de seca no campo (AGROLINK, 2024). A introdução dessas bactérias no sistema de cultivo pode, portanto, aumentar a eficiência no uso da água disponível no solo e promover um melhor desenvolvimento da planta, culminando em maior produtividade mesmo em cenários de déficit hídrico.

No contexto atual existe urgência em desenvolver e validar estratégias que garantam a sustentabilidade da produção de trigo em regiões desafiadoras como o Cerrado. A otimização do uso da água e a promoção da resiliência das plantas ao estresse hídrico são imperativos frente às mudanças climáticas e à crescente demanda por alimentos. Compreender como diferentes cultivares de trigo respondem a variações na reposição hídrica e como a inoculação com *Bacillus aryabhattai* pode influenciar essa resposta é fundamental para subsidiar práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de cultivares de trigo submetidos a diferentes condições de reposição hídrica em solos no Cerrado Mato-Grossense em combinação com a aplicação de *Bacillus aryabhattai*, para atenuar os efeitos do déficit hídrico e otimizar a produtividade da cultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na Unidade Universitária de Cassilândia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. A estrutura da casa de vegetação, com sua cobertura plástica transparente, permitiu o controle rigoroso do regime hídrico, ao impedir a incidência de precipitação direta, enquanto assegurava a entrada de luz solar e a circulação de ar, refletindo as condições de temperatura ambiente típicas do clima tropical sazonal do Cerrado. O solo utilizado para o preenchimento dos vasos foi um Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico (NQo), coletado na própria UEMS de Cassilândia. Este solo é caracterizado por sua textura predominantemente arenosa, com 120 g kg^{-1} de argila, 40 g kg^{-1} de silte e 840 g kg^{-1} de areia. Previamente à instalação do experimento, foi realizada uma análise química detalhada do solo, cujos resultados guiaram o plano de correção e adubação.

A análise de solo revelou deficiências nos principais nutrientes essenciais para as plantas. Em relação aos macronutrientes, foram identificados teores de fósforo (P) em $0,12 \text{ mg dm}^{-3}$, potássio (K) em $0,29 \text{ cmolc dm}^{-3}$, cálcio (Ca) em $0,86 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e magnésio (Mg) em $0,34 \text{ cmolc dm}^{-3}$, todos considerados baixos. Essa carência de elementos é um fator limitante para o desenvolvimento das culturas. É importante notar que o teor de nitrogênio (N), um macronutriente crucial, não foi determinado nesta análise.

Em relação aos micronutrientes, foram encontrados teores de boro (B) em $0,23 \text{ mg dm}^{-3}$, cobre (Cu) em $0,80 \text{ mg dm}^{-3}$ e zinco (Zn) em $0,90 \text{ mg dm}^{-3}$.

A implantação do experimento teve início em 20 de março de 2025, com a correção e adubação do solo nos vasos, seguindo as recomendações da análise química. Cada vaso, com capacidade de 8 litros, recebeu 6 gramas de um adubo mineral formulado 4-20-20 (N-P₂O₅-K₂O) e 3 gramas de calcário como corretivo de solo. O experimento totalizou 90 vasos, sendo cada um considerado uma unidade experimental. Foram utilizadas três variedades de trigo: 'Trunfo', 'TBIO Calibre' e 'TBIO 190057', com 30 vasos alocados para cada variedade. Foram realizadas duas adubações de cobertura, à base de ureia aproximadamente 46% de N, foram realizadas para suprimento de nitrogênio, com a aplicação de 0,31 gramas por vaso. A primeira ocorreu em 25 de abril de 2025 na fase de perfilhamento e a segunda em 9 de maio de 2025, no começo do espigamento. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi efetuado conforme a necessidade da cultura e as boas práticas agronômicas para cultivos em ambiente controlado.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 2 \times 3$, com cinco repetições, resultando em 90 vasos (parcelas). Um primeiro fator foi constituído por três

lâminas de irrigação (T1: controle sem déficit hídrico 100% da capacidade de campo, T2: 50% da capacidade de campo, e T3: 25% da capacidade de campo), um segundo fator foi constituído por três cultivares de trigo (TBIO CALIBRE, TBIO 190057 e TBIO Trunfo) e um terceiro fator foi constituído por dois níveis da aplicação no vaso da bactéria *Bacillus aryabhattai* (com e sem aplicação).

Para os tratamentos de inoculação, 15 vasos de cada cultivar receberam a bactéria *B. aryabhattai* via inoculação diretamente no vaso, seguindo as recomendações do fabricante sendo aplicado 5 ml por vaso, enquanto os 15 vasos restantes de cada cultivar serviram como controle, sem inoculação e aplicada água na mesma proporção. O produto empregado foi Acta Ary® (Acta Bio, Jaboticabal, São Paulo) contendo *B. aryabhattai* isolado CMAA 1363, com uma concentração mínima de 1.0×10^9 unidades formadoras de colônia por mililitro de inoculante (UFC mL⁻¹). Dentro desses dois grupos (com e sem bactéria), os vasos foram subdivididos igualmente para os três níveis de capacidade de campo (5 vasos para 100%, 5 vasos para 50% e 5 vasos para 25%).

A manutenção das condições de reposição hídrica foi assegurada por meio da verificação do volume necessário para saturar o solo dentre os tratamentos de 100%, e após a saturação do solo e drenagem livre do excesso foi estimado o volume de água a ser aplicado nos outros tratamentos dentre de cada cultivar para garantir o 50% e o 25%, em relação ao 100% estimado.

O estresse hídrico aplicado foi iniciado quando, mais do 50% das plantas de cada variedade haviam emitido a espiga, marcando o início da fase reprodutiva (Scheeren, 1986), um período crítico para a cultura. Esse período de estresse teve uma duração de 28 dias. As datas de início e término foram diferenciadas conforme a fenologia de cada variedade: para a cultivar TBIO Trunfo, o estresse hídrico ocorreu de 7 de maio de 2025 a 4 de junho de 2025; para as cultivares TBIO Calibre e TBIO 190057, o período de estresse foi de 21 de maio de 2025 a 18 de junho de 2025.

Num primeiro momento foram feitas as avaliações 14 dias após o término do estresse hídrico para todas as três cultivares, visando observar as respostas das plantas após o período de estresse. Um vaso com cinco plantas representativo do tratamento foi empregado, e as raízes das plantas foram lavadas com água abundante até a eliminação de todo o solo.

Em condições de laboratório as plantas foram separadas em parte área e raiz. Foi mensurada o número de perfilhos por planta (NP, unidade), número de espigas por planta (NE, unidade), percentagem de espigas por planta (PEP, %), altura da inserção da folha bandeira (AIFB, cm), altura da inserção da espiga (AIE, cm), variação da AIFB e AIE (VFB-E, cm), comprimento da raiz (CR, cm), volume da raiz (VR, ml), massa seca da folha (MSPA-folha, g), massa seca do colmo (MSPA- colmo, g), massa seca da raiz (MSR, g), e massa seca total da planta da parte área (MSTPA, g). Foram empregados 15 círculos de 8,6 mm de diâmetro que representa 13.51 mm², secados a 65°C em estufa de ar forçada, e com o peso deles foi obtido o valor de área foliar (AF, mm²), empregando MSPA-folha como referência.

O VR foi obtido ao determinar a quantidade de água em ml pelo método de deslocamento de volume de água. Empregando proveta graduada de 100 ml (após cuidadosa lavagem e remoção do

excesso de água superficial das raízes), foi fixado o volume de 50 ml e verificado o volume de deslocamento da água.

As variáveis relacionadas com matéria seca (MSPA-folha, MSPA-colmo e MSR) foram obtidas ao colocar as amostras em estufa de recirculação de ar forçado a 65 °C por três dias até peso constante. A mensuração da matéria seca foi feita em balança de precisão.

Num segundo momento quando as cultivares de trigo estavam na maturação fisiológica (Scheeren, 1986) quatro vasos de cada cultivar dentre os tratamentos aplicados foram empregados para determinar os componentes de produção: altura final do cultivo (AFC, cm), número de espigas por planta (NEP, unidade), número de grãos por espiga (NGE, unidade), peso médio de grãos (PMG, g), e peso total de grãos por vaso (PTGV, g).

Para a análise estatística, os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). As análises foram realizadas utilizando o software estatístico RBio (Bhering, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações iniciais mostraram que existe interação tripla entre os três fatores avaliados (cultivar, bactéria e irrigação), sendo assim foi feita uma análise para cada cultivar individual considerando os fatores bactéria x irrigação em cada uma delas.

*Cultivar TBIO Calibre submetida ao estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai**

A análise de variância para a cultivar de trigo TBIO Calibre (Tabela 2) indicou que o fator irrigação influenciou significativamente a maioria das variáveis avaliadas. A aplicação da bactéria *B. aryabhattai* teve efeito significativo apenas na altura da planta (AP) e no número de espigas por planta (NEP). A interação entre os fatores bactéria e irrigação foi significativa para volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR), área foliar (AF) e peso total de grãos por vaso (PTGV), demonstrando a importância da combinação desses fatores para o desenvolvimento e a produtividade da cultivar.

A disponibilidade hídrica emergiu como o principal fator limitante para a maioria dos parâmetros de crescimento e produtividade na cultivar TBIO Calibre (Tabela 3). Essa resposta é amplamente documentada na literatura, onde o estresse hídrico, mesmo que moderado, afeta negativamente processos fisiológicos vitais, como a fotossíntese e a expansão celular, resultando em menor crescimento e desenvolvimento da cultura (TAIZ et al., 2017). Nossos resultados corroboram essa tendência, mostrando que a redução na irrigação para 25% resultou em uma diminuição significativa no número de perfilhos e de espigas, além de um menor acúmulo de massa seca em diversas partes da planta (Tabela 3).

Tabela 2. Resumo do ANOVA obtida ao avaliar a cultivar de trigo TBIO Calibre submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai* em condições de casa de vegetação num solo do Cerrado Mato-Grossense.

Variável	Bactéria (B)	Irrigação (I)	B x I	CV (%)
Número de Perflhos (NP, unidade)	0,25628	0,00170	0,28723	26,01
Número de Espigas (NE, unidade)	0,35923	0,00036	0,42983	28,93
Porcentagem de Produção de Espigas (PPE, %)	0,98607	0,35232	0,64485	29,03
Altura da Inserção da Folha Bandeira (AIFB, cm)	0,09866	0,00086	0,08226	8,42
Altura da Inserção da Espiga (AIE, cm)	0,04781	0,00023	0,04204	8,92
Variação na Inserção da FB e a Espiga (VFB-E, cm)	0,10217	0,08702	0,23621	29,89
Comprimento de raiz (CR, cm)	0,07012	0,42711	0,08171	15,81
Volume de raiz (VR, ml ³)	0,09170	0,00276	0,00298	30,55
Massa seca da folha (MSF, g)	0,33468	0,07533	0,06413	28,12
Massa seca do colmo (MSC, g)	0,53657	0,00005	0,14103	27,46
Massa seca de raiz (MSR, g)	0,50697	0,00402	0,00153	31,98
Area foliar (AF, mm ²)	0,28834	0,44484	0,04054	31,76
Massa seca total da parte aérea (MTPA, g)	0,83229	0,00014	0,06843	24,39
Altura da planta (AP, cm)	0,00392	0,00000	0,82704	5,62
No. de espigas por planta (NEP, unidade)	0,03449	0,00094	0,05085	12,89
No. de grãos por espiga (NGE, unidade)	0,84861	0,00000	0,41244	18,00
Peso médio de grãos (PMG, g)	0,63110	0,00051	0,36379	13,72
Peso total de grãos por vaso (PTGV, g)	0,05334	0,00000	0,03655	19,42

A ausência de um efeito significativo da bactéria *B. aryabhattai* na maioria das variáveis (Tabela 3), como massa seca da folha e do colmo, sugere que, na ausência de interação, a bactéria não foi capaz de alterar substancialmente o padrão de crescimento da planta. Contudo, o efeito significativo na altura da planta e no número de espigas por planta indica que o microrganismo pode atuar em mecanismos específicos de desenvolvimento, mesmo sem uma resposta de interação. Esse resultado está em consonância com estudos que mostram que bactérias promotoras de crescimento vegetal podem modificar a arquitetura da planta através da produção de fitormônios, como auxinas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A interação significativa entre bactéria e irrigação para o volume de raiz (Tabela 4) é um dos achados mais relevantes deste estudo. Sob estresse hídrico severo (25% de irrigação), a aplicação de *B. aryabhattai* resultou em um maior volume radicular, superando o tratamento sem a bactéria (Tabela 4). Este comportamento é um forte indicativo de que a bactéria auxilia a planta a mitigar os efeitos negativos do estresse hídrico, um mecanismo já descrito na literatura como a capacidade de certas bactérias de induzir o alongamento e a ramificação de raízes, melhorando a captação de água e nutrientes (Araújo et al., 2015; Castanha et al., 2021).

Tabela 3. Medias de variáveis que não apresentaram interação significativa quando avaliada a cultivar de trigo TBIO Calibre submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhatai* em condições de casa de vegetação num solo do Cerrado Mato-Grossense.

Bactéria*	NP (unid.)	NE (unid.)	%E (%)	AIFB (cm)	VFB-E (cm)
Com	9,42 a	4,25 a	44,94 a	41,62 a	6,95 a
Sem	10,67 a	4,75 a	44,85 a	39,20 a	5,63 a

Irrigação	NP (unid.)	NE (unid.)	%E (%)	AIE (cm)	VFB-E (cm)
100 %	12,25 a	6,00 a	50,00 a	44,90 a	7,58 a
50 %	11,00 a	4,75 a	40,36 a	38,75 b	5,67 a
25 %	6,88 b	2,75 b	44,32 a	37,57 b	5,63 a

Bactéria	CR (cm)	MSF (g)	MSC (g)	MSTPA (g)	AP (cm)
Com	33,33 a	1,70 a	5,13 a	6,86 a	65,00 a
Sem	37,75 a	1,90 a	4,78 a	6,72 a	60,25 b

Irrigação	CR (cm)	MSF (g)	MSC (g)	MSTPA (g)	AP (cm)
100 %	36,63 a	1,98 a	7,15 a	9,16 a	70,25 a
50 %	36,63 a	1,98 a	4,59 b	6,60 b	66,38 a
25 %	33,38 a	1,44 a	3,13 b	4,61 b	51,25 b

Bactéria	NEP (unid.)	NGE (unid.)	PMG (g)
Com	4,04 b	18,25 a	0,0270 a
Sem	4,56 a	18,52 a	0,0278 a

Irrigação	NEP (unid.)	NGE (unid.)	PMG (g)
100 %	4,89 a	24,74 a	0,0236 b
50 %	4,38 a	21,49 a	0,0261 b
25 %	3,63 b	8,93 b	0,0325 a

*Tratamentos com e sem aplicação de *B. aryabhatai*, NP: Número de perfilho, NE: Número de Espigas, %E: Percentagem de Produção de Espigas, AIFB: Altura da Inserção da Folha bandeira, VFB-E: Variação na inserção da FB e a Espiga, CR: Comprimento de Raiz, MSF: Massa seca da folha, MSC: Massa seca do colmo, e MSTPA: Massa seca total da parte aérea. Letras minúsculas diferentes na coluna representa diferenças significativas pelo teste tukey aos 5% de probabilidade.

O mesmo padrão foi observado para a massa seca de raiz e a área foliar (Tabela 4). A bactéria demonstrou um efeito mais expressivo em condições de estresse hídrico (25%), promovendo um aumento na massa de raiz e na área foliar em relação ao tratamento sem bactéria. Em condições de irrigação plena (100%), a planta não precisou desse auxílio e o tratamento sem a bactéria obteve melhores resultados nessas variáveis, indicando que o benefício da bactéria se manifesta em cenários de estresse.

A resposta mais marcante foi observada no peso total de grãos por vaso (Tabela 4). Em condições de irrigação plena (100%) e moderada (50%), o tratamento sem a bactéria foi superior. No entanto, em estresse hídrico severo (25%), a aplicação de *B. aryabhattai* resultou em maior rendimento de grãos (Tabela 4). Isso reforça a hipótese de que a bactéria tem um papel protetor, minimizando a perda de produtividade do trigo sob condições de seca. A capacidade de promotoras de crescimento vegetal de aumentar a tolerância ao estresse biótico e abiótico já foi demonstrada, com impactos positivos na produtividade em ambientes desfavoráveis (Santos et al., 2013).

Tabela 4. Medias de variáveis que apresentaram interação significativa quando avaliada a cultivar de trigo TBIO Calibre submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai* em condições de casa de vegetação num solo do Cerrado Mato-Grossense.

Irrigação	Altura da Inserção da Espiga (cm)		Volume de raiz (mL ³)	
	Com*	Sem	Com	Sem
100 %	52,13 Aa	54,44 Aa	16,25 Ab	30,25 Aa
50 %	49,03 Aa	39,81 Bb	13,25 Aa	18,00 Ba
25 %	45,19 Aa	41,21 Ba	16,50 Aa	9,25 Ba

Irrigação	Massa seca de raiz (g)		Area foliar (mm ²)	
	Com	Sem	Com	Sem
100 %	4,36 Ab	7,93 Aa	0,65 Ab	1,20 Aa
50 %	3,70 Aa	4,06 Ba	0,87 Aa	0,85 ABa
25 %	4,92 Aa	2,18 Bb	0,83 Aa	0,67 Ba

Irrigação	Peso total de grãos por vaso (g)	
	Com	Sem
100 %	15,80 Ab	20,55 Aa
50 %	12,62 Aa	16,04 Ba
25 %	6,77 Ba	4,89 Ca

*Com e Sem representa a presença e ausência de aplicação *B. aryabhattai*. Letras minúsculas diferentes na linha e maiúscula na coluna representa diferenças significativas pelo teste tukey aos 5% de probabilidade.

Cultivar TBIO 190057 submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai*

A análise de variância da cultivar TBIO 190057 (Tabela 5) revelou que a irrigação foi o fator que mais influenciou as variáveis. A aplicação da bactéria *B. aryabhattai* teve impacto significativo na altura da inserção da folha bandeira (AIFB), altura da planta (AP), número de espigas por planta (NEP), número de grãos por espiga (NGE) e peso médio de grãos (PMG). A interação entre bactéria e irrigação foi

significativa para a altura da inserção da folha bandeira, volume de raiz (VR) e peso médio de grãos (PMG).

A forte influência da irrigação na maioria das variáveis (Tabela 6) demonstra a sensibilidade da cultivar TBIO 190057 ao estresse hídrico. A diminuição da disponibilidade de água resultou em reduções significativas em parâmetros essenciais para o rendimento, como a altura da planta e a massa seca total da parte aérea (Taiz et al., 2017). A resposta da planta à seca é um mecanismo de adaptação para economizar água, o que, consequentemente, afeta o crescimento e a produção de biomassa (Castanha et al., 2021).

Tabela 5. Resumo do ANOVA obtida ao avaliar a cultivar de trigo TBIO 190057 submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai* em condições de casa de vegetação num solo do Cerrado Mato-Grossense.

Variável	Bactéria (B)	Irrigação (I)	B x I	CV (%)
Número de Perfilhos (NP, unidade)	0,58688	0,00107	0,68949	23,42
Número de Espigas (NE, unidade)	0,71311	0,90118	0,78589	25,72
Porcentagem de Produção de Espigas (PPE, %)	0,14189	0,00019	0,105471	21,78
Altura da Inserção da Folha Bandeira (AIFB, cm)	0,03320	0,00000	0,03149	6,08
Altura da Inserção da Espiga (AIE, cm)	0,82483	0,00000	0,05349	5,79
Variação na Inserção da FB e a Espiga (VFB-E, cm)	0,00081	0,00000	0,91883	18,35
Comprimento de raiz (CR, cm)	0,44112	0,46649	0,27944	13,55
Volume de raiz (VR, ml ³)	0,60855	0,11755	0,04074	44,76
Massa seca da folha (MSF, g)	0,60098	0,00146	0,41553	22,96
Massa seca do colmo (MSC, g)	0,69262	0,00018	0,76780	21,71
Massa seca de raiz (MSR, g)	0,85114	0,01020	0,38290	46,89
Área foliar (AF, mm ²)	0,47377	0,00086	0,53207	24,56
Massa seca total da parte aérea (MTPA, g)	0,82613	0,00316	0,90498	21,23
Altura da planta (AP, cm)	0,014364	0,000009	0,08215	7,54
No. de espigas por planta (NEP, unidade)	0,045308	0,041618	0,11557	22,85
No. de grãos por espiga (NGE, unidade)	0,020730	0,000008	0,27517	21,48
Peso médio de grãos (PMG, g)	0,008719	0,000003	0,034007	7,54
Peso total de grãos por vaso (PTGV, g)	0,057444	0,000000	0,225110	16,29

O efeito da bactéria *B. aryabhattai* na cultivar TBIO 190057, mesmo sem interação significativa em algumas variáveis, indica que o microrganismo atuou em mecanismos fisiológicos específicos (Moreira; Siqueira, 2006). A aplicação da bactéria resultou em uma redução da altura da planta e um maior número de espigas por planta, um padrão que pode estar relacionado a uma alocação de recursos da planta para a formação de estruturas reprodutivas, em detrimento do crescimento vegetativo.

Tabela 6. Medias de variáveis que não apresentaram interação significativa quando avaliada a cultivar de trigo TBIO 190057 submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai* em condições de casa de vegetação num solo do Cerrado Mato-Grossense.

Bactéria*	NP (unid.)	NE (unid.)	%E (%)	AIE (cm)	VFB-E (cm)	CR (cm)
Com	8,08 a	4,17 a	54,00 a	62,03 a	7,62 b	37,42 a
Sem	7,67 a	4,33 a	61,91 a	61,70 a	10,32 a	39,08 a

Irrigação	NP (unid.)	NE (unid.)	%E (%)	AIE (cm)	VFB-E (cm)	CR (cm)
100 %	7,5 b	4,38 a	58,58 a	76,59 a	13,97 a	39,38 a
50 %	6,0 b	4,25 a	74,54 a	62,54 b	9,30 b	39,00 a
25 %	10,13 a	4,13 a	40,75 b	46,45 c	3,64 c	36,38 a

Bactéria	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	MSTPA (g)	AF (mm ²)	AP (cm)
Com	1,56 a	6,48 a	3,03 a	8,08 a	0,73 a	70,83 b
Sem	1,48 a	6,72 a	3,14 a	8,23 a	0,68 a	77,00 a

Irrigação	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	MSTPA (g)	AF (mm ²)	AP (cm)
100 %	1,41 b	8,69 a	3,02 ab	10,13 a	0,65 b	84,13 a
50 %	1,20 b	6,22 b	1,87 b	7,46 b	0,54 b	72,63 b
25 %	1,94 a	4,89 b	4,37 a	6,87 b	0,93 a	65,00 c

Bactéria	NEP(unid.)	NGE (unid.)	PTGV (g)
Com	4,82 a	21,23 b	14,88 a
Sem	3,94 b	26,54 a	17,03 a

Irrigação	NEP (unid.)	NGE (unid.)	PTGV (g)
100 %	4,30 ab	31,61 a	21,40 a
50 %	5,11 a	25,93 a	17,80 b
25 %	3,74 b	14,12 b	8,67 c

*Tratamentos com e sem aplicação de *B. aryabhattai*, NP: Número de Perfilhos, NE: Número de Espigas, %E: Percentagem de Produção de Espigas, AIE: Altura da Inserção da Espiga, VFB-E: Variação na inserção da FB e a Espiga, CR: Comprimento de Raiz, MSF: Massa seca da folha, MSC: Massa seca do colmo, MSR: Massa seca de Raiz, MSTPA: Massa seca total da parte aérea, e AF: Área foliar.

A interação significativa entre bactéria e irrigação para o volume de raiz (Tabela 7) é um dos achados mais notáveis. Em condições de estresse hídrico severo (25%), a aplicação da bactéria resultou em um volume radicular maior do que o tratamento sem a bactéria, indicando um papel protetor do microrganismo. Em contrapartida, sob irrigação plena, o tratamento sem bactéria apresentou maior

volume de raiz. Essa resposta sugere que o efeito benéfico da bactéria se manifesta em condições de estresse, quando a planta mais necessita de mecanismos de adaptação para absorção de água (Araújo et al., 2015).

Tabela 7. Medias de variáveis que apresentaram interação significativa quando avaliada a cultivar de trigo TBIO 190057 submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai* em condições de casa de vegetação num solo do Cerrado Mato-Grossense.

Irrigação	Altura da inserção da Folha Bandeira (cm)		Volume de Raiz (ml ³)	
	Com*	Sem	Com	Sem
100 %	65,53 Aa	59,71 Ab	7,0 Bb	14,75 Aa
50 %	52,06 Ba	54,43 Aa	7,5 ABa	8,0 Aa
25 %	45,63 Ca	40,00 Bb	15,50 Aa	10,25 Aa

Irrigação	Peso médio de grãos (g)	
	Com	Sem
100 %	0,02933 Ca	0,03050 Ba
50 %	0,03678 Ba	0,03170 Bb
25 %	0,04235 Aa	0,03685 Ab

*Com e Sem representa a presença e ausência de aplicação *B. aryabhattai*. Letras minúsculas diferentes na linha e maiúscula na coluna representa diferenças significativas pelo teste tukey aos 5% de probabilidade.

Similarmente, a interação para o peso médio de grãos (Tabela 7) revelou que, sob estresse hídrico (25%), a aplicação da bactéria proporcionou um peso de grão significativamente maior. Esse resultado é crucial, pois demonstra que, mesmo com a redução no número de grãos por espiga, a bactéria contribui para a manutenção da qualidade do grão, um fator importante para o rendimento final (Santos et al., 2013).

Cultivar Trunfo submetida a estresse hídrico e aplicação de B. aryabhattai

Na cultivar Trunfo (Tabela 8), a análise estatística demonstrou que a irrigação teve efeito significativo na maioria das variáveis avaliadas. A aplicação de *B. aryabhattai* teve efeito significativo apenas na altura da planta (AP) e no número de grãos por espiga (NGE). Em contraste com as outras cultivares, não houve interação significativa entre a bactéria e a irrigação para nenhuma das variáveis analisadas.

O padrão de resposta da cultivar Trunfo ao estresse hídrico (Tabela 9) é semelhante ao observado nas outras cultivares. A redução da irrigação para 25% resultou em uma diminuição significativa no número de espigas, massa seca do colmo, massa seca total da parte aérea e, especialmente, no peso total de grãos por vaso. Esses resultados confirmam que a falta de água é um fator limitante para o crescimento e produtividade, pois a diminuição do turgor celular, o fechamento dos estômatos e a consequente redução da fotossíntese levam à perda de biomassa e rendimento (Taiz et al., 2017).

Tabela 8. Resumo do ANOVA obtida ao avaliar a cultivar de trigo TBIO TRUNFO submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai* em condições de casa de vegetação num solo do Cerrado Mato-Grossense.

Variável	Bactéria (B)	Irrigação (I)	B x I	CV (%)
Número de Perfilhos (NP, unidade)	0,74574	0,07308	0,57093	28,07
Número de Espigas (NE, unidade)	0,79109	0,00054	0,88195	31,97
Porcentagem de Produção de Espigas (PPE, %)	0,95091	0,00047	0,12015	20,82
Altura da Inserção da Folha Bandeira (AIFB, cm)	0,81842	0,00768	0,14627	11,1
Altura da Inserção da Espiga (AIE, cm)	0,47043	0,00016	0,61429	10,74
Variação na Inserção da FB e a Espiga (VFB-E, cm)	0,19144	0,00176	0,14360	31,65
Comprimento de raiz (CR, cm)	0,18665	0,17577	0,24871	16,69
Volume de raiz (VR, ml ³)	0,09122	0,00334	0,10039	34,65
Massa seca da folha (MSF, g)	0,54331	0,02184	0,24177	33,67
Massa seca do colmo (MSC, g)	0,97483	0,00008	0,82087	38,34
Massa seca de raiz (MSR, g)	0,38310	0,08497	0,09677	51,22
Area foliar (AF, mm ²)	0,14757	0,27527	0,15035	38,77
Massa seca total da parte aérea (MTPA, g)	0,89489	0,00013	0,71393	35,94
Altura da planta (AP, cm)	0,01503	0,00410	0,211081	9,74
No. de espigas por planta (NEP, unidade)	0,24945	0,01569	0,684390	13,61
No. de grãos por espiga (NGE, unidade)	0,00427	0,00002	0,080506	17,71
Peso médio de grãos (PMG, g)	0,22209	0,00000	0,121883	7,5
Peso total de grãos por vaso (PTGV, g)	0,87205	0,00000	0,30600	10,39

A ausência de interação significativa entre a bactéria e a irrigação para a cultivar Trunfo (Tabela 8) é um resultado importante, pois sugere que a resposta do microrganismo é específica para cada genótipo de trigo. Ao contrário das outras cultivares, a Trunfo não pareceu se beneficiar da presença da bactéria em condições de estresse hídrico, o que reforça a necessidade de se considerar a compatibilidade entre a bactéria e a cultivar para maximizar os benefícios em campo (Araújo et al., 2015).

Apesar da falta de interação, o efeito isolado da bactéria em algumas variáveis (Tabela 9) é digno de nota. A aplicação de *B. aryabhattai* resultou em uma menor altura da planta, mas em um maior número de grãos por espiga. Essa resposta é similar à observada em outras cultivares e pode ser um indicativo da capacidade do microrganismo em redirecionar o metabolismo da planta para a formação de estruturas reprodutivas (Moreira; Siqueira, 2006; Santos et al., 2013). O maior número de grãos por espiga pode ser uma estratégia da planta para compensar as perdas causadas pelo estresse, e a bactéria parece ter contribuído para essa compensação, mesmo que de forma isolada.

Tabela 9. Medias de variáveis que não apresentaram interação significativa quando avaliada a cultivar de trigo TBIO TRUNFO submetida a estresse hídrico e aplicação de *B. aryabhattai* em condições de casa de vegetação num solo do Cerrado Mato-Grossense.

Bactéria*	NP (unid,)	NE (unid,)	%E (%)	AIFB (cm)	AIE (cm)
Com	6,75 a	4,83 a	70,95 a	32,13 a	38,16 a
Sem	6,50 a	4,67 a	71,33 a	32,47 a	39,41 a

Irrigação	NP (unid,)	NE (unid,)	%E (%)	AIFB (cm)	AIE (cm)
100 %	7,88 a	6,38 a	81,03 a	35,99 a	45,30 a
50 %	6,38 a	5,13 a	82,24 a	30,08 b	36,02 b
25 %	5,63 a	2,75 b	50,15 b	30,82 b	35,02 b

Bactéria	VFB-E (cm)	CR (cm)	VR (ml ³)	MSF (g)	MSC (g)
Com	5,63 a	34,50 a	11,25	1,10 a	5,01 a
Sem	6,71 a	31,42 a	14,50	1,01 a	4,98 a

Irrigação	VFB-E (cm)	CR (cm)	VR (ml ³)	MSF (g)	MSC (g)
100 %	8,37 a	32,75 a	17,50 a	1,37 a	7,92 a
50 %	5,95 ab	35,75 a	12,50 ab	0,96 ab	4,62 b
25 %	4,20 b	30,38 a	8,63 b	0,84 b	2,44 b

Bactéria	MSR (g)	MSTPA (g)	AF (mm ²)	AP (cm)	NEP (unid.)
Com	2,11 a	6,15 a	0,64 a	50,92 b	4,90 a
Sem	2,54 a	6,03 a	0,50 a	56,67 a	4,58 a

Irrigação	MSR (g)	MSTPA (g)	AF (mm ²)	AP (cm)	NEP (unid.)
100 %	3,14 a	9,32 a	0,65 a	58,50 a	5,29 a
50 %	2,00 a	5,62 b	0,59 a	54,50 ab	4,69 ab
25 %	1,84 a	3,32 b	0,47 a	48,38 b	4,24 b

Bactéria	NGE (unid.)	PMG (g)	PTGV (g)
Com	23,60 a	0,0281 a	14,72 a
Sem	18,61 b	0,0292 a	14,62 a

Irrigação	NGE (unid.)	PMG (g)	PTGV (g)
100 %	28,16 a	0,0282 b	23,37 a
50 %	18,01 b	0,0328 a	12,63 b
25 %	17,15 b	0,0249 c	8,01 c

*Tratamentos com e sem aplicação de *B. aryabhattai*, NP: Número de Perfilhos, NE: Número de Espigas, %E: Percentagem de Produção de Espigas, AIE: Altura da Inserção da Espiga, VFB-E: Variação na inserção da FB e a Espiga, CR: Comprimento de Raiz, MSF: Massa seca da folha, MSC: Massa seca do colmo, MSR: Massa seca de Raiz, MSTPA: Massa seca total da parte aérea, AF: Área foliar

CONCLUSÕES

A pesquisa demonstrou que a resposta do trigo à aplicação de *Bacillus aryabhattai* e ao estresse hídrico é complexa e depende da cultivar. A irrigação foi o fator de maior impacto no desenvolvimento e na produtividade das três cultivares, confirmando que o déficit hídrico é o principal limitante para a cultura do trigo.

A interação significativa entre bactéria e irrigação na cultivar TBIO Calibre e TBIO 190057 indica que a bactéria desempenha um papel importante como agente protetor em condições de estresse hídrico. A aplicação de *B. aryabhattai* foi particularmente eficaz em cenários de seca severa (25% de irrigação), onde promoveu um aumento no volume de raízes, área foliar e peso total de grãos, mitigando os efeitos negativos da falta de água e auxiliando a planta a manter a produção.

Por outro lado, a ausência de interação na cultivar Trunfo sugere que a compatibilidade entre a bactéria e a cultivar é crucial. Embora a bactéria tenha influenciado parâmetros como a altura da planta e o número de grãos por espiga isoladamente, ela não foi capaz de oferecer os mesmos benefícios adaptativos em condições de estresse hídrico.

Em suma, a aplicação de *B. aryabhattai* pode ser uma estratégia promissora para aumentar a tolerância do trigo ao estresse hídrico, mas sua eficácia é genótipo-específica. Os resultados ressaltam a necessidade de pesquisas futuras que se concentrem em selecionar combinações ideais de rizobactérias e cultivares de trigo para maximizar o rendimento em ambientes com escassez de água, oferecendo uma alternativa sustentável para a agricultura em solos de Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, G. R. de et al. Inoculação de *Azospirillum brasilense* e irrigação na cultura do milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 4, p. 325-331, 2015.
- Beni, D. et al. Efeito do estresse hídrico e da inoculação com rizobactérias promotoras de crescimento na cultura do milho. Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 2, p. 331-339, 2015.
- Bhering, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.17: 187-190p, 2017.
- Borèm, A.; Ferreira, V. F.; Araújo, R. V.; Rolim, S. N. Trigo tropical: avanços tecnológicos e perspectivas. Viçosa, MG: Editora UFV, 2021.
- Canal Rural. Cultivar de trigo tropical pode render até 7 sacas/ha a mais em anos secos. Canal Rural, [S. l.], 30 mar. 2024. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/cultivar-de-trigo-tropical-pode-render-ate-7-sacas-ha-a-mais-em-anos-secos/>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- Casagrande, D. R.; Alves, P. R.; Silva, F. M.; Santos, L. M.; Pereira, R. M. Trigo no Cerrado: desafios e oportunidades para uma cultura estratégica. Revista Campo e Negócios, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 45-52, 2024.

- Castanha, B. R. et al. Desempenho do feijoeiro submetido à inoculação com rizobactérias e estresse hídrico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 51, n. 2, p. e63523, 2021.
- Companhia Nacional De Abastecimento - CONAB. Boletim da safra de trigo. Brasília, DF: CONAB, 2024. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 8 ago. 2025.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, DF: Conab, 2023.
- EMBRAPA TRIGO. Tecnologias para a expansão do trigo no Cerrado. Passo Fundo, RS: EMBRAPA, 2023. Disponível em: <http://www.embrapa.br/trigo>. Acesso em: 8 ago. 2025.
- EMBRAPA TRIGO. Zoneamento e história da cultura do trigo no Brasil. Passo Fundo, RS: EMBRAPA, 2023. Disponível em: <http://www.embrapa.br/trigo>. Acesso em: 8 ago. 2025.
- EMBRAPA. Cerrado. [S. l.]: Embrapa, 2024a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrado>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- EMBRAPA. Cultivar de trigo tropical da Embrapa tem rendimento 12% superior em anos secos. Portal Embrapa, [S. l.], 26 mar. 2024b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87863570/cultivar-de-trigo-tropical-da-embrapa-tem-rendimento-12-superior-em-anos-secos>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma: FAO, 2023.
- FAOSTAT. Production. Roma: FAO, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- Ferreira, L. M. et al. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR) no combate ao estresse hídrico. *Revista Brasileira de Microbiologia do Solo*, v. 25, n. 4, p. 123-135, 2021.
- Galindo, E. B.; Silva, C. J.; Oliveira, P. P.; Guimarães, G. C. O Cerrado como nova fronteira do trigo: desafios e perspectivas. *Scientia Agraria Paranaensis*, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 301-308, 2019.
- Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento - MAPA. Estratégia Nacional para o Trigo. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em: <http://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 8 ago. 2025.
- Mistro, S. T. S.; Camargo, P. B. Trigo de sequeiro no cerrado. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 10 p. (Comunicado Técnico, 64).
- Moreira, F. M. De S.; Siqueira, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.
- Pires, C. C.; Reisser Júnior, C.; Bergamaschi, H.; Radin, B.; Bergonci, J. I. Qualidade tecnológica de cultivares de trigo irrigado no sul do Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1060-1066, 2006.
- Prado, R. M.; Ferreira, L. C.; Menezes, C. R.; Souza, A. L.; Lima, S. P. Efeito de lâminas de irrigação no desenvolvimento e produtividade de culturas agrícolas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 25, n. 1, p. 11-17, 2021.
- Santos, J. B. et al. Uso de rizobactérias promotoras de crescimento na cultura da soja sob estresse hídrico. *Ciência Rural*, v. 43, n. 1, p. 54-61, 2013.

- Scheeren, P.L. Informações sobre o trigo (*Triticum* spp.). Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1986. 34p. (Embrapa Trigo. Documentos, 2).
- Silva, F. B. da. Uso de regimes hídricos e *Bacillus aryabhattai* no desempenho agrônômico na cultura do milho verde. 2024. 35 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3893/1/Vers%C3%A3o%20FINAL%20Barroso.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- Soares, B. L.; Pereira, R. A.; Costa, M. G.; Ribeiro, T. S.; Mendes, C. O. Trigo tropical: adaptação e produtividade no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 58, e00000, 2023.
- Taiz, L. et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- Trindade, E. V.; Marcos, F. B.; Silva, J. A. Respostas fisiológicas e de rendimento de cultivares de trigo a diferentes regimes hídricos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 17-23, jan. 2006.
- Universidade De São Paulo. Instituto De Biociências. Aspectos do bioma. Disponível em: https://ecologia.ib.usp.br/cerrado/aspectos_bioma.htm. Acesso em: 8 ago. 2025.
- Verde.Ag. *Bacillus aryabhattai*: conheça este microrganismo e seus benefícios para a agricultura. Blog Verde.ag, [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://blog.verde.ag/pt/nutricao-de-plantas/bacillus-aryabhattai-conheca-este-microrganismo-e-seus-beneficios-para-a-agricultura/>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- Verde.Ag. Como a rizobactéria *Bacillus aryabhattai* pode ajudar mitigar os efeitos dos estresses bióticos e abióticos. Blog Verde.ag, [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://blog.verde.ag/pt/nutricao-de-plantas/como-a-rizobacteria-bacillus-aryabhattai-pode-ajudar-mitigar-os-efeitos-dos-estresses-bioticos-e-abioticos/>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- Vieira, E. A.; Alves, P. R.; Santos, L. M. Composição nutricional de grãos de trigo: importância na alimentação e saúde humana. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, v. 29, n. 1, p. 1-12, 2022.

Índice Remissivo

A

Andrew Feenberg · 11, 16, 18

B

Bacillus · 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 65, 66, 68, 69, 73
 aryabhattai · 43, 44, 45, 51, 52, 79, 80, 81, 91
biológicos · 64, 66, 67, 68, 69, 70, 73
biomedicina · 100
Byung-Chul Han · 11, 16

C

Cerrado · 64, 66, 67, 69, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91
Cerrado-Mato-Grossense · 43, 44, 48, 49, 51

E

Educação a Distância · 56, 58, 59, 60
estresse hídrico · 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91
extensão · 100

I

infecções sexualmente transmissíveis · 101

M

milho · 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52

N

Nomofobia · 7, 8, 9

P

Psicopolítica · 19

T

Trichoderma · 65, 66, 68, 73
Triticum aestivum · 64, 66, 77

U

Universidade Aberta do Brasil · 56, 57

Z

Zea mays · 43

Sobre os organizadores



 Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Pedagoga, graduada em Pedagogia (2020) na Faculdades Integradas de Cassilândia (FIC). Estudante de Especialização em Alfabetização e Letramento na Universidade Cathedral (UniCathedral). É editora Técnico-Científico da Pantanal Editora. Contato: rlustosa@hotmail.com.br



 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 272 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 153 resumos simples/expandidos, 97 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.



 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/Agrônômica. 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



 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 180 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 67 organizações de e-books, 46 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



 Aris Verdecia Peña

Médica, graduada em Medicina (1993) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especialista em Medicina General Integral (1998) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especializada em Medicina en Situaciones de Desastre (2005) pela Escola Latinoamericana de Medicina em Habana. Diplomada em Oftalmología Clínica (2005) pela Universidad de Ciencias Médica de Habana. Mestrado em Medicina Natural e Bioenergética (2010), Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, Cuba. Especializada em Medicina Familiar (2016) pela Universidade de Minas

Gerais, Brasil. Profesora e Instructora da Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba (2018). Ministra Cursos de pós-graduação: curso Básico Modalidades de Medicina Tradicional em urgências e condições de desastres. Participou em 2020 na Oficina para Enfrentamento da Covi-19. Atualmente, possui 11 artigos publicados, e dez organizações de e-books

Ciência em Foco Volume XVII é uma obra essencial que mapeia a vanguarda do conhecimento multidisciplinar, reunindo pesquisas atuais em **Ciências Agrárias e Ambientais** (focadas em sustentabilidade e inovação agrícola), **Educação e Ciências Humanas** (abordando o impacto da tecnologia digital e políticas públicas) e **Saúde e Sociedade** (discutindo sexualidade e saúde juvenil). Este e-book é leitura essencial para quem busca uma visão crítica e aprofundada dos desafios contemporâneos e das soluções científicas que estão moldando o futuro.



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