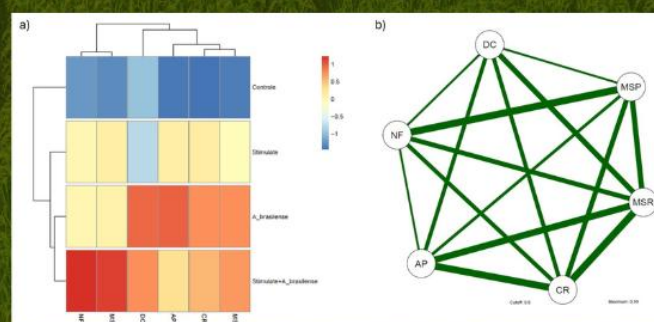
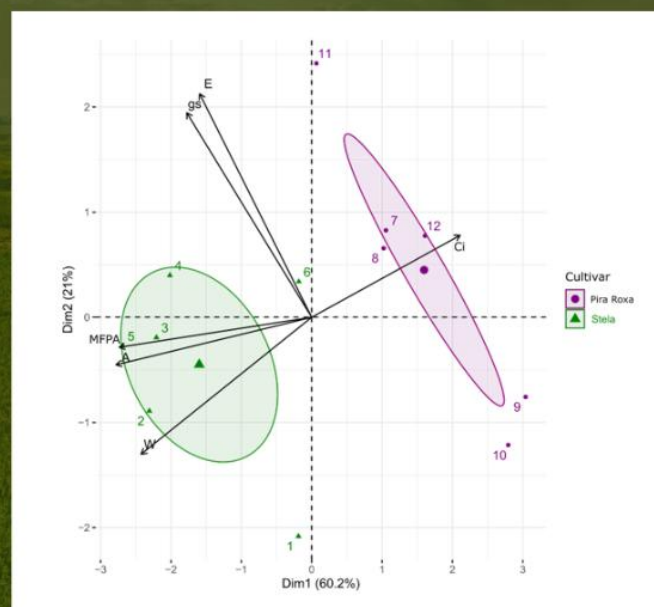


Jorge González Aguilera
Leandris Argente-Mantínez
Alan Mario Zuffo
Bruno Rodrigues de Oliveira
Fábio Steiner

Organizadores

**Análise
Multivariada:
aplicações
nas ciências
biológicas**
Volume I



Jorge González Aguilera
Leandris Argente!-Mantínez
Alan Mario Zuffo
Bruno Rodrigues de Oliveira
Fábio Steiner
Organizadores

Análise multivariada: aplicações nas
ciências biológicas
Volume I



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. 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)
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

A532

Análise multivariada: aplicações nas ciências biológicas - Volume I / Organização de Jorge González Aguilera, Leandris Argente-Mantínez, Alan Mario Zuffo, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2025. 70p. ; il.

Outros organizadores: Bruno Rodrigues de Oliveira, Fábio Steiner.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-70-9

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756709>

1. Métodos e técnicas em biologia. I. Aguilera, Jorge González (Organizador). II. Argente-Mantínez, Leandris (Organizador). III. Zuffo, Alan Mario (Organizador). IV. Título.

CDD 570.1

Índice para catálogo sistemático

I. Métodos e técnicas em biologia



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 Editora Pantanal apresenta o e-book “Análise Multivariada: aplicações nas ciências biológicas Volume I”, uma obra que consolida a missão de divulgar conhecimento científico de forma acessível, multidisciplinar e de qualidade. Este volume reúne pesquisas e reflexões atuais das possíveis aplicações das técnicas multivariadas (TM) nas áreas de ciências biológicas, elaboradas por estudantes de mestrado da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS. Os trabalhos incluem resultados aplicados recentemente ao Cerrado Sul-mato-grossense.

Os estudos destacam inicialmente dois capítulos que abordam o controle químico do trips-do-prateamento na cultura do amendoim e como o controle pode ser feito com pulverização foliar ou aplicação no sulco de semeadura com uso de produtos químicos e biológicos. Nestes capítulos se observa que ao empregar TM facilita-se o entendimento dos resultados facilitando a escolha dos melhores tratamentos. Um terceiro capítulo mostra cultivares de alface sendo influenciadas após a aplicação de nicotinamida, piridoxina e *Azospirillum brasilense*. Um quarto capítulo traz resultados relacionados aos efeitos da deficiência hídrica no desenvolvimento do sorgo no Cerrado Sul-mato-grossense. Por último, o capítulo quinto traz a experiência que aborda o desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar sob aplicação de bioestimulante e *Azospirillum brasilense*.

Os resultados mostrados evidenciam o poder de discriminação que as análises multivariadas têm e como elas podem ser aplicadas em diversas culturas e tratamentos para melhor reconhecer as interações que entre eles surgem ao conduzir um experimento de campo ou condições controladas. Estes achados mostram como o uso de bioinsumos, principalmente *Azospirillum brasilense*, continua sendo uma ferramenta de destaque na agricultura na remediação muitas vezes de estresses abióticos. Esta nova coleção de conteúdo inédito em seu primeiro Volume reafirma o compromisso da Editora Pantanal com a produção e disseminação do conhecimento científico, estimulando práticas inovadoras, sustentáveis e socialmente relevantes. Trata-se de um compromisso constante pela excelência das obras propostas direcionado a estudantes, professores, pesquisadores e todos aqueles que buscam compreender e intervir de forma crítica e transformadora nos desafios contemporâneos nas ciências biológicas e áreas afins.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	6
Análise multivariada no controle químico do tripses-do-prateamento em pulverização foliar na cultura do amendoim	6
Capítulo 2	15
Controle de tripses-do-prateamento pelo tratamento de sementes ou pulverização no sulco de semeadura do amendoim	15
Capítulo 3	26
Desempenho fisiológico e produtivo de cultivares de alface sob aplicação de nicotinamida, piridoxina e <i>Azospirillum brasilense</i>	26
Capítulo 4	37
Deficiência hídrica afeta o desenvolvimento do sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	37
Capítulo 5	46
Desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar sob aplicação de bioestimulante e <i>Azospirillum brasilense</i>	46
Capítulo 6	59
Efeito da aplicação de diferentes doses de níquel e nitrogênio no desempenho do gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.)	59
Índice Remissivo	68
Sobre os organizadores	69

Desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar sob aplicação de bioestimulante e *Azospirillum brasilense*

Recebido em: 29/11/2025

Aceito em: 09/12/2025

 10.46420/9786585756709cap5

Luiza Guidi Ganzella 

Werverth Costa Martins 

Jorge González Aguilera 

Fábio Steiner 

Leandris Argentel Martínez 

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma gramínea perene da família Poaceae, de origem asiática, com ampla adaptabilidade às condições tropicais, encontrando no Brasil condições edafoclimáticas ideais para seu desenvolvimento (Santos et al., 2012; Silva et al., 2020). A cultura desempenha papel fundamental na economia global, sendo o Brasil o maior produtor mundial, com produção recorde de 705 milhões de toneladas na safra 2023/2024, resultado de condições climáticas favoráveis, investimentos em renovação de canaviais e tecnologias de melhoria de produtividade (CONAB, 2024). A área plantada na região Centro-Sul atingiu 8,4 milhões de hectares, com produtividade média de 83 toneladas por hectare na safra 2023/24 (CONAB, 2024), valores ainda considerados baixos quando comparados ao potencial genético da cultura.

Diante da necessidade de aumentar a eficiência produtiva, o setor sucroenergético tem investido em tecnologias inovadoras, destacando-se o sistema de mudas pré-brotadas (MPB) descrito por Silva et al. (2020). Este método de estabelecimento da cultura requer significativamente menor quantidade de material vegetal (1-2 toneladas por hectare) em comparação ao método convencional com toletes (12-20 toneladas por hectare). Estudos de longo prazo demonstraram que o sistema MPB proporciona produtividades de colmos e conteúdo de açúcares totais recuperáveis similares ao método convencional, sendo destacado como oportunidade promissora para aumentar a disponibilidade de matéria-prima para produção de etanol e garantir mudas de ótima qualidade (Silva et al., 2020; Santos et al., 2021).

O sistema MPB é uma tecnologia de multiplicação rápida que contribui para a produção acelerada de mudas, associando elevado padrão fitossanitário, vigor e uniformidade de plantio, além de redução drástica no uso de mudas por área (Silva et al., 2020; Xavier et al., 2022). A otimização da qualidade das mudas pré-brotadas pode ser alcançada através do uso de produtos que atuam no metabolismo hormonal, nutricional e fisiológico das plantas.

Neste contexto, a aplicação de bioestimulantes e bactérias promotoras do crescimento vegetal tem despertado crescente interesse científico (Yakhin et al., 2017; Santos et al., 2018; Schultz et al., 2019; Viana et al., 2020; Souza et al., 2020; Oliveira et al., 2021; Scudeletti et al., 2023). Bioestimulantes são definidos como substâncias ou microrganismos que, quando aplicados em sementes, plantas ou rizosfera, agem para suportar os processos naturais das plantas independentemente do conteúdo nutricional, melhorando a disponibilidade de nutrientes, eficiência de absorção, tolerância a estresses e qualidade das culturas (Du Jardin, 2015; Yakhin et al., 2017). Estas substâncias podem conter misturas complexas de compostos orgânicos como extratos de algas, hidrolisados proteicos, substâncias húmicas e microrganismos, além de elementos inorgânicos, funcionando por meio da modulação hormonal e estimulação de processos metabólicos (Rouphael; Colla, 2020; Bulgari et al., 2019).

Segundo Fukami et al. (2018) e Pedrosa et al. (2020) dentre as bactérias promotoras do crescimento vegetal, *Azospirillum brasilense* destaca-se como uma das mais estudadas para aplicação em gramíneas, como nas culturas do milho, trigo (Galindo et al., 2020), arroz e cana-de-açúcar (Santos et al., 2021). Esta bactéria possui capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e produzir fitohormônios que potencializam o desenvolvimento vegetal (Cassán et al., 2020; Pedrosa et al., 2020; Santos et al., 2021; Galindo et al., 2022). Estudos recentes demonstraram que a inoculação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar com *A. brasilense* resultou em incremento na massa seca da parte aérea em cultivares específicas, com a dose ótima de aplicação variando entre 2 e 3 mL de inoculante por muda para produção de mudas pré-brotadas de alta qualidade (Oliveira et al., 2021). A inoculação com *Azospirillum* é uma estratégia promissora para aumentar a produção de bioetanol e açúcar, bem como os retornos agrônômicos e econômicos, beneficiando toda a cadeia produtiva da cana-de-açúcar (Schultz et al., 2019; Gonçalves et al., 2021). Estas bactérias contribuem para o crescimento das plantas através de diversos mecanismos, incluindo o desenvolvimento do sistema radicular, síntese de fitohormônios, solubilização de fosfatos e aumento da resistência a estresses bióticos e abióticos (Fukami et al., 2018; Pedrosa et al., 2020).

A combinação de bioestimulantes hormonais com inoculantes bacterianos representa uma abordagem sinérgica para otimização da produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. Os mecanismos subjacentes à ação dos bioestimulantes incluem o fortalecimento das defesas antioxidantes, regulação de vias hormonais e indução de ajustes metabólicos que aumentam a resiliência das plantas (Van Oosten et al., 2017; Sharma et al., 2022). Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência do tratamento de minirrebolos por imersão em soluções contendo bioestimulante à base de hormônios vegetais e *Azospirillum brasilense*, de forma isolada ou em combinação, sobre o desenvolvimento inicial das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia – MS (19°05'30" S 51°48'55" W e

altitude média de 540 m), durante os meses de outubro e novembro de 2023. Durante o experimento, a temperatura do ar foi monitorada diariamente usando um Data Logger digital modelo ITLOG-80 (Instrutemp Instrumentos de Medição Ltda, São Paulo, SP, BRA) instalado no interior do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal. A temperatura mínima e máxima diária durante a condução do experimento variou de 24,8 e 29,4 °C, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo uso de quatro tratamento dos minirrebolos: i) controle (minirrebolo não tratado); ii) minirrebolo tratado com solução contendo 5 ml L⁻¹ de Stimulate®; iii) minirrebolo tratado com solução contendo 50 ml L⁻¹ de *Azospirillum brasilense*; e, iv) minirrebolo tratado com a combinação de 5 ml L⁻¹ de Stimulate® e 50 ml L⁻¹ de *Azospirillum brasilense*. Os minirrebolos permaneceram imersos por 1 h nas respectivas soluções contendo o bioestimulante e/ou inoculante biológico conforme recomendado por Xavier et al. (2022). Os minirrebolos que não receberam a aplicação de bioestimulante ou de inoculante foram imersos por 1 h em água destilada. Cada unidade experimental foi composta por uma muda pré-brotada de cana-de-açúcar, totalizando 24 mudas.

O inoculante comercial líquido utilizado foi o Acta Azos® (Acta Bio Ltda., Jaboticabal, SP), o qual contém as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ de *Azospirillum brasilense* na concentração mínima de 2,0 x 10⁹ células viáveis por mL. O bioestimulante utilizado foi o Stimulate® (Stoller do Brasil Ltda., Campinas, SP), composto por três reguladores vegetais: 90 mg L⁻¹ de cinetina (CK), 50 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA) e 50 mg L⁻¹ de ácido 4-indol-3-ilbutírico indolbutírico (AX).

Os minirrebolos (segmentos de colmos com gemas individualizadas) utilizados para a produção de MPB foram extraídos de colmos-semente provenientes de uma lavoura comercial localizada no município de Cassilândia cultivada com a variedade de cana-de-açúcar IACSP95-5000. Após a coleta dos colmos, os minirrebolos foram seccionados em 3,0 cm de comprimento (Figura 1a) como recomendado por Xavier et al. (2022).



Figura 1. Corte dos minirrebolos com 3,0cm de comprimento, utilizando um arco de serra e uma régua (a). Plantio dos minirrebolos em caixas plásticas preenchidas com substrato comercial Carolina Soil® (b). UEMS/Cassilândia.

Os minirrebolos foram plantados com 2,0 cm de profundidade com as gemas voltadas para cima em caixas plásticas (53 × 32 × 7,5 cm), preenchidas com substrato comercial (Carolina Soil®) (Figura 1b) com as seguintes características: pH 5,6; 0,85 g dm⁻³ de N; 0,18 g dm⁻³ de P, 0,25 g dm⁻³ de K; 1,24 g dm⁻³ de Ca; 0,72 g dm⁻³ de Mg; 0,30 g dm⁻³ de S; 0,70 dS m⁻¹ de condutividade elétrica (CE); 76% de porosidade total e 55% de capacidade de retenção de água.

As caixas plásticas foram mantidas em condições de laboratório por um período de 35 dias e as irrigações foram realizadas diariamente, manualmente para garantir a brotação e o desenvolvimento inicial das mudas de cana-de-açúcar. Aos 35 dias após o plantio da cana-de-açúcar, as mudas foram retiradas das caixas plásticas de brotação, e as raízes lavadas em água corrente sobre peneiras com malha de 1 mm, para remoção do substrato (Figura 2a).

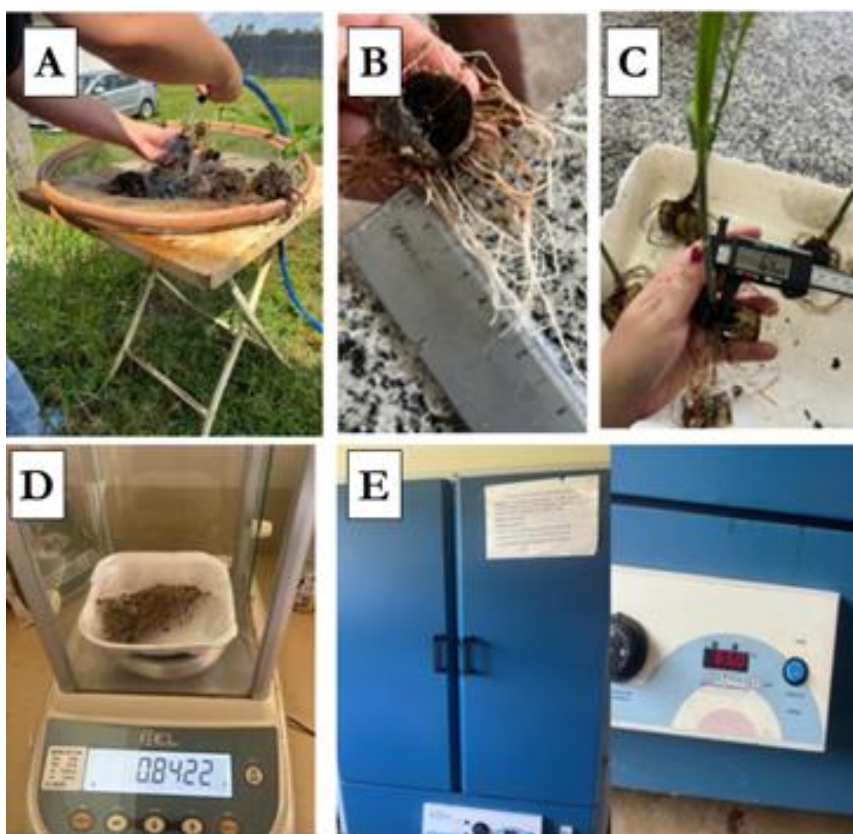


Figura 2. Lavagem das raízes em água corrente para a remoção do substrato aderido ao sistema radicular (a). Determinação do comprimento das raízes mais longas com auxílio de uma régua graduada (b). Determinação do diâmetro do colmo das mudas de cana-de-açúcar utilizando um paquímetro digital (c). Determinação da produção de matéria seca da parte aérea e das raízes em balança analítica digital (d). Secagem do material vegetal (parte aérea e raízes) em estufa de circulação forçada de ar, regulada para 65 °C (e). UEMS/Cassilândia.

Em seguida, foram mensuradas as seguintes características morfológicas das plantas: altura da parte aérea (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), comprimento das raízes (CR), seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR).

A altura da parte aérea, em centímetros, foi determinada a partir do nível do substrato até a inserção da última folha com o auxílio de régua graduada em milímetros. O comprimento das raízes, em centímetros, foi mensurado a partir da região do coleto até o ápice das raízes mais longas das plantas com auxílio de uma régua graduada em milímetros (Figura 2b). O diâmetro do colmo, em milímetros, foi mensurado na parte central do primeiro entrenó da planta utilizando um paquímetro digital (Figura 2c) com precisão de $\pm 0,01$ mm. As determinações da massa de matéria seca da parte aérea (folhas + colmos) e das raízes foram efetuadas a partir da pesagem em balança analítica (Figura 2d) do material seco em estufa de circulação de ar forçada, regulada para 65 °C (Figura 2e) por 72 horas, e os resultados expressos em g/planta. A matéria seca da parte aérea (MSPA) foi obtida pela soma da massa seca das folhas com a massa seca do colmo, e a matéria seca total (MST) foi obtida pela soma de todas as partes da planta (folhas, colmo e raízes).

Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos comparados pelo teste F ($p = 0,05$) e quando houve diferenças as médias foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico RBio (Bhering, 2017). Análise de correlação de Pearson foram realizados, sendo avaliadas as correlações pelo teste t e construído uma rede de correlação. Os gráficos foram elaborados por meio do pacote estatístico do Microsoft Office Excel® 2024 (Microsoft Office 365™).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento dos minirrebolos com Stimulate® e *A. brasilense* de forma isolada ou combinada influenciou significativamente ($p < 0,05$) a altura da parte aérea das plantas (Figura 3a) de cana-de-açúcar. A altura da parte aérea das plantas variou de 12,6 a 16,2 cm, e foi significativamente superior nas plantas submetidas ao tratamento do minirrebolo com Stimulate® e/ou *A. brasilense*. Estes resultados evidenciam que a utilização de bioestimulante e de bactérias promotoras do crescimento vegetal de forma isolada ou em combinação melhorou o crescimento da parte aérea das mudas prébrotadas de cana-de-açúcar.

Resultados semelhantes foram reportados por Gonçalves et al. (2020), verificando que a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal associada à adubação nitrogenada resultou no incremento da altura das plantas de cana-de-açúcar. De modo similar, Scudeletti et al., (2023) verificaram que a aplicação de *A. brasilense* proporcionou maior altura e biomassa das plantas de cana-de-açúcar. Viana et al. (2020) reportaram que a aplicação de *A. brasilense* resultou em alterações positivas no crescimento da parte aérea das plantas de cana-de-açúcar. No entanto, Teixeira et al. (2025) constataram que as respostas da cana-de-açúcar à aplicação de *A. brasilense* são dependentes das condições edafoclimáticas e do manejo nutricional.

O tratamento dos minirrebolos com Stimulate® e *A. brasilense* de forma isolada ou combinada influenciou significativamente ($p < 0,05$) o diâmetro do colmo (Figura 3b) das plantas de cana-de-açúcar. O diâmetro médio dos colmos variou de 6,3 a 7,3 mm, e foi significativamente superior nas plantas

submetidas ao tratamento do minirrebolo com *A. brasilense* de forma isolada ou em combinação com Stimulate®. De acordo com Gírio et al. (2015) o maior diâmetro de colmo das plantas de cana-de-açúcar foi obtido nas mudas inoculadas com bactérias promotoras do crescimento vegetal. De acordo com Gonçalves et al. (2020), o maior diâmetro do colmo é fator desejável devido à relação direta desta característica morfológica com o acúmulo de fotoassimilados e de açúcares nos colmos.

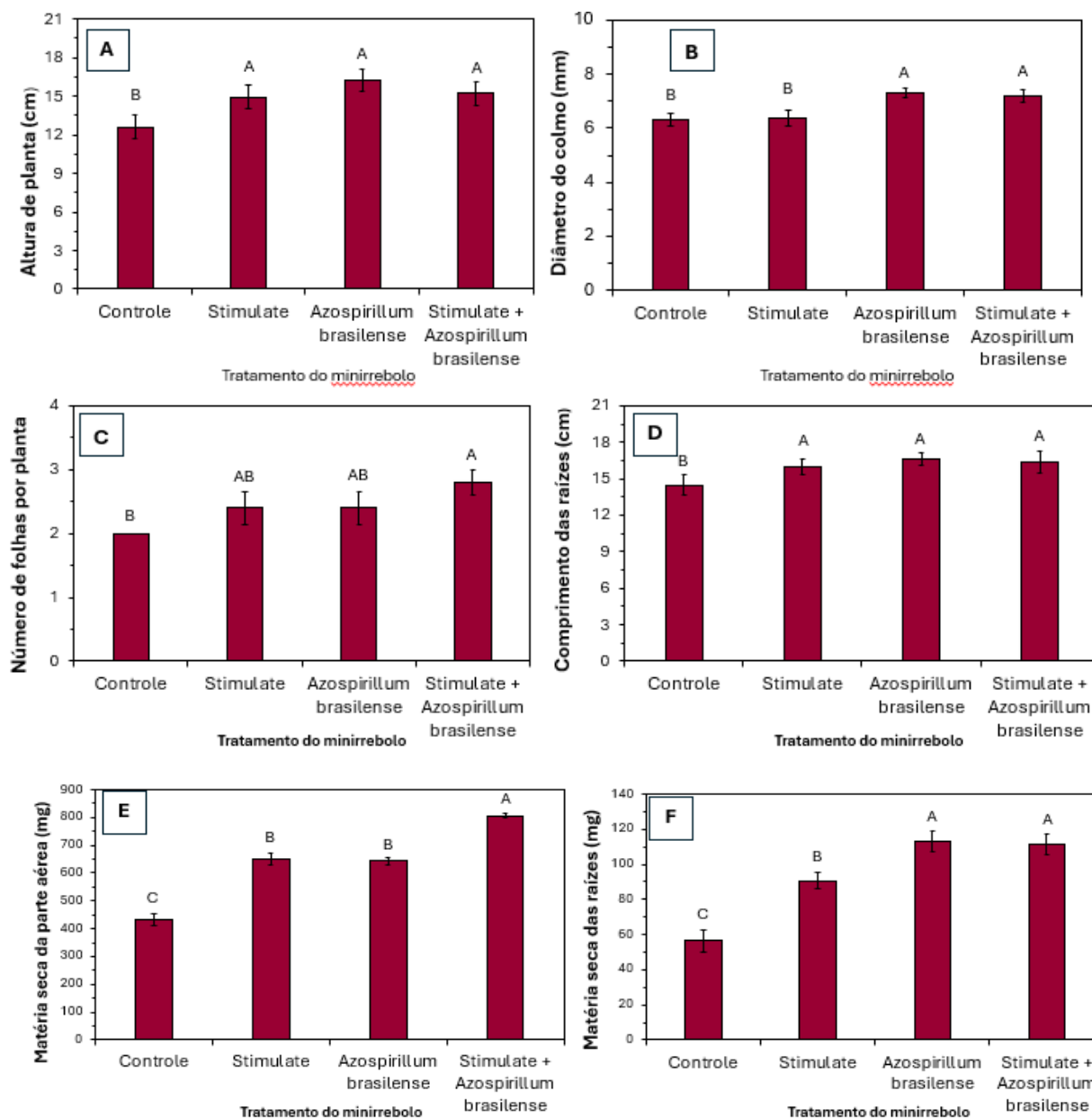


Figura 3. Efeito do tratamento dos minirrebolos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) por imersão em solução contendo bioestimulante à base de hormônios vegetais (Stimulate®) e/ou bactéria promotora de crescimento vegetal (*Azospirillum brasilense*) na altura da parte aérea das mudas pré-brotadas (MPB) (a), diâmetro do colmo (b), número de folhas (c), comprimento das raízes (d), produção de matéria seca da parte aérea (e) e produção de matéria seca das raízes (f). T1: controle (minirrebolo não tratado); T2: minirrebolo tratado com solução contendo 5 ml L⁻¹ de Stimulate®; T3: minirrebolo tratado com solução contendo 50 ml L⁻¹ de *A. brasilense*; e, T4: minirrebolo tratado com a combinação de 5 ml L⁻¹ de Stimulate® e 50 ml L⁻¹ de *A. brasilense*. Letras diferentes nas barras significa diferenças significativas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. UEMS/Cassilândia.

De acordo com Brusamarello-Santos et al., (2022) *A. brasilense* influenciou especificamente no diâmetro do colmo pois estão relacionados à sua capacidade de produzir auxinas endógenas, especialmente o ácido indol-3-acético (AIA) atuando na expansão e diferenciação celular dos tecidos vasculares. Estudos realizados por Fukami et al., (2018) afirmam que além da fixação biológica de nitrogênio, *A. brasilense* libera fitohormônios que modulam a expressão de genes relacionados ao crescimento celular e à divisão do câmbio vascular, resultando em colmos mais espessos e com maior capacidade de armazenamento de carboidratos. A inoculação com *A. brasilense* em cana-de-açúcar promoveu aumento na atividade das enzimas que são responsáveis pela conversão de sacarose em hexoses, favorecendo o acúmulo de açúcares nos entrenós (Reis et al., 2021). A maior disponibilidade de nitrogênio proporcionada pela fixação biológica também contribui para a síntese de proteínas estruturais e enzimas fotossintéticas, intensificando a produção de fotoassimilados que são direcionados ao engrossamento do colmo (Scudeletti et al., 2023).

O número de folhas dos minirrebolos de cana-de-açúcar (Figura 3c) tratados com Stimulate® e *A. brasilense* de forma isolada ou combinada influenciou significativamente ($p < 0,05$) os resultados, variando 2,0 a 2,8 folhas por planta. A aplicação combinada de Stimulate® e *A. brasilense* foi superior e significativamente menor nas plantas controle sem aplicação de bioestimulante ou bactérias promotoras de crescimento vegetal. Resultados semelhantes foram reportados por Gonçalves et al. (2020), os quais verificaram que a aplicação de bactérias promotoras do crescimento vegetal associada à adubação nitrogenada resultou no incremento do número de folhas e de perfilhos das plantas de cana-de-açúcar. Estes resultados comprovam o efeito fisiológico das bactérias *A. brasilense* na melhoria do crescimento das plantas. De acordo com Viana et al. (2020), o inoculante contendo *A. brasilense* possui bactérias com capacidade de sintetizar hormônios vegetais, tais como auxinas, giberelinas e citocininas, que são capazes de promover o crescimento das plantas.

O efeito sinérgico observado na aplicação combinada de Stimulate® e *A. brasilense* (T4) sobre o número de folhas e matéria seca da parte aérea ocorreu devido aos mecanismos de ação de ambos os produtos. O Stimulate® contém uma formulação balanceada de reguladores vegetais (90 mg L⁻¹ de cinetina, 50 mg L⁻¹ de ácido giberélico e 50 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico) que atua de forma coordenada: as citocininas promovem a divisão celular e retardam a senescência foliar, as giberelinas estimulam o alongamento celular e expansão foliar, enquanto as auxinas sintéticas regulam o desenvolvimento apical (Castro; Vieira, 2021). Quando combinados com *A. brasilense*, que naturalmente produz auxinas (AIA) e citocininas em quantidades variáveis (Cassán et al., 2020), ocorre uma modulação hormonal mais complexa e eficiente.

De acordo com Galindo et al. (2022), a proporção de liberação desses hormônios é de importância para o estabelecimento da parte aérea: as auxinas bacterianas, produzidas continuamente pela bactéria associada às raízes, complementam as auxinas exógenas do bioestimulante, formando um hormônio que favorece o desenvolvimento radicular e o transporte de nutrientes para a parte aérea. As

citocininas do Stimulate® potencializam a emissão de novos primórdios foliares, enquanto as produzidas por *A. brasilense* são transportadas via xilema, estimulando a expansão das folhas já existentes (Viana et al., 2020). Essa ação resulta em maior número de folhas e em folhas mais desenvolvidas e fotossinteticamente ativas de acordo com o incremento na MSPA no tratamento combinado (T4).

Além disso, Santos et al., (2021) reportaram que a inoculação com *A. brasilense* melhora a eficiência de absorção de macronutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, essenciais para a síntese de clorofila e compostos estruturais. A combinação com o bioestimulante potencializa essa absorção ao promover maior ramificação radicular e maior atividade metabólica das células do córtex radicular, criando um sistema radicular mais eficiente sustentando o crescimento vigoroso da parte aérea.

Independente do tratamento dos minirrebolos de forma isolada ou combinada houve diferenças significativas ($p < 0,05$) no comprimento das raízes em relação ao controle (Figura 3d). O comprimento das raízes variou de 14,5 a 16,6 cm. Estes resultados evidenciam que a utilização de bioestimulante e de bactérias promotoras do crescimento vegetal de forma isolada ou em combinação melhora o crescimento das raízes das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. Santos et al. (2018) também verificaram que a utilização do *A. brasilense* resultou no aumento do comprimento das raízes das plantas de cana-de-açúcar. Gírio et al. (2015), verificaram que a utilização de bactérias promotoras de crescimento proporcionou incremento no desenvolvimento inicial das raízes, sendo capazes de produzir hormônios vegetais que possuem capacidade de promover o crescimento e alterações na arquitetura do sistema radicular das plantas, o que promove maior absorção de água e de nutrientes.

A produção de matéria seca da parte aérea das plantas de cana-de-açúcar (Figura 3f), evidenciou uma variação de 432 a 806mg, verificando o resultado superior no tratamento com associação entre o Stimulate® e *A. brasilense* ($p < 0,05$), e significativamente menor nas plantas sem aplicação de bioestimulante ou bactérias promotoras de crescimento vegetal. Resultados semelhantes foram reportados em estudos recentes com o uso de bactérias promotoras do crescimento vegetal, como o *A. brasilense* empregada como alternativa para otimizar o manejo nutricional da cana-de-açúcar, inclusive em associação com a redução da adubação nitrogenada (Gírio et al, 2015). Trabalho conduzido em condições de campo com cana-de-açúcar, a aplicação de *A. brasilense* resultou em aumento da produção de matéria seca total da parte aérea das plantas (Teixeira, 2025). Essa resposta positiva na produção de massa seca da parte aérea foi observada também em plantas de trigo, demonstrando o potencial da inoculação associada ao nitrogênio para mitigar o estresse hídrico (Freitas, 2025).

A produção de matéria seca das raízes (Figura 3f) revelou uma maior diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$) aplicados a minirebolos de cana-de-açúcar, com valores que variaram de 56 a 113 mg por planta, e destaque para os tratamentos com *A. brasilense* de forma isolada ou em combinação com Stimulate®. O incremento na produção de matéria seca das raízes em plantas inoculadas com *A. brasilense* pode ser explicado pelo efeito fisiológico dessa bactéria no balanço hormonal das plantas. O gênero *Azospirillum* é reconhecido por produzir substâncias promotoras de crescimento (Lino, 2020),

possuindo a capacidade de melhorar o desenvolvimento do sistema radicular por meio da síntese de fitormônios, como auxina e citocinina (Souza et al., 2020). A produção de ácido indol-acético (AIA – principal auxina) pelo *A. brasilense* e a consequente estimulação do crescimento radicular são mecanismos bem estabelecidos que levam a uma maior superfície de absorção das raízes (El-Khawas & Adachi, 2021). A aplicação combinada de *A. brasilense* e nitrogênio também demonstrou ter um efeito benéfico no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (Fernandes et al., 2020).

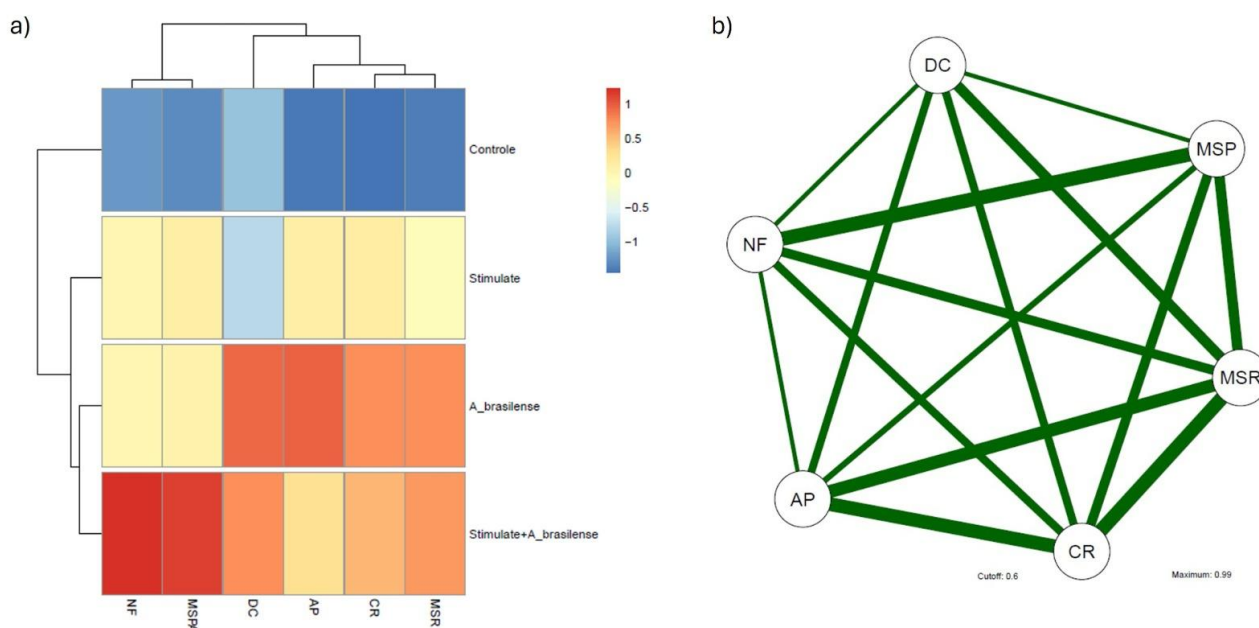


Figura 4. Mapa de calor (a) e rede de correlações (b) obtidos ao comparar tratamentos (Controle, Stimulate, A. Brasilense e a combinação de Stimulate + A. Brasilense) e parâmetros morfológicos e fisiológicos medidos em minirrebolos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). Altura da parte aérea das mudas pré-brotadas (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), comprimento das raízes (CR), produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e produção de matéria seca das raízes (MSR). As colorações indicam a magnitude dos valores padronizados (z-score), variando de azul a vermelho. A espessura das linhas em (b) representa a força da correlação positiva, com o limiar (cutoff) de 0,6.

Ao considerar o agrupamento mostrado na Figura 4a, observa-se que quando avaliado os tratamentos aplicados ocorre a formação de dois grupos, um com o Controle isolado e um outro grupo com os restantes dos tratamentos. A diferenciação do controle do resto dos tratamentos mostra a superioridade dos tratamentos isolados ou combinados empregados no experimento, que permitem um maior desenvolvimento dos minirrebolos de cana-de-açúcar nas condições testadas. *A. Brasilense* e Stimulate + *A. brasilense*, demonstram um aumento acentuado na maioria dos parâmetros, com uma forte predominância de cores vermelhas e laranjas. Isso indica que a aplicação de *A. brasilense*, especialmente em combinação com o Stimulate, induziu os maiores valores medidos, em particular para AP, CR e MSR (Figura 4a).

Quando observado o agrupamento entre as variáveis medidas, a análise de agrupamento hierárquico mostra dois grupos. Um é formado por AP (altura da parte aérea), CR (comprimento da raiz),

DC (diâmetro do caule) e MSR (massa seca da raiz), variáveis que estão fortemente correlacionadas e, como consequência, agrupadas no mesmo grupo. O segundo grupo é formado pelas variáveis NF (número de folhas) e MSPA (massa seca da parte aérea), que se destacam principalmente no tratamento que tem a combinação de Stimulate® + *A. Brasilense*, ao mesmo tempo que se diferenciam das outras variáveis (figura 4a). Essa sinergia entre o bioestimulante e a bactéria promotora de crescimento (*A. Brasilense*) é um padrão frequentemente relatado, sendo que o uso de *A. Brasilense* é reconhecido por sua eficácia na promoção do desenvolvimento radicular (CR, MSR) devido à produção de hormônios como o AIA (Gonçalves et al., 2020; Viana et al., 2020). Por sua vez, a aplicação do bioestimulante complementa essa ação, impulsionando simultaneamente variáveis da parte aérea como NF e MSPA. O gráfico do agrupamento mostra como podemos associar os tratamentos às variáveis medidas e como, dessa associação, podemos identificar os tratamentos que melhor contribuem no desempenho dos minirrebolos de cana-de-açúcar, validando que a inoculação se consolida como uma estratégia para otimizar a produção inicial de biomassa (Schultz et al., 2019; Scudeletti et al., 2023).

Na rede de correlações (Figura 4b), todas as variáveis medidas apresentaram correlações positivas, indicando uma relação de crescimento direto entre elas. As maiores correlações foram observadas entre NF x MSPA ($r = 0,99$; $p < 0,001$), AP x MSR ($r = 0,96$; $p < 0,05$), AP x CR ($r = 0,98$; $p < 0,05$) e MSR x CR ($r = 0,99$; $p < 0,01$). As correlações de menor magnitude foram AP x NF, r de 0,70 e não significativa pelo teste t . Estes resultados confirmam que alta correlação entre NF e MSPA é um indicador da eficiência fotossintética e do acúmulo de biomassa da parte aérea. Além disso, as relações intensas entre as variáveis de crescimento aéreo (AP) e de raiz (MSR e CR) demonstram interdependência e equilíbrio fisiológico promovido, um efeito associado à ação de bioestimulantes e bactérias promotoras de crescimento, como reportado por Viana et al. (2020) e Teixeira et al. (2025).

CONCLUSÕES

O tratamento de minirrebolos por imersão com *Azospirillum brasilense*, isolado ou em combinação com Stimulate®, constitui uma excelente estratégia para elevar a qualidade das mudas pré-brotadas. Esta abordagem otimiza o desenvolvimento das plantas, promovendo ganhos em altura, diâmetro do colmo, comprimento radicular e na matéria seca das raízes, assegurando o vigor inicial necessário para a cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhering, L. L. (2017). Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17(2), 187-190. <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>
- Brusamarello-Santos, L. C., Alberton, D., Valdameri, G., Camilios-Neto, D., Covre, R., Lopes, K. P., Tadra-Sfeir, M. Z., Faoro, H., Souza, E. M., Pedrosa, F. O., & Monteiro, R. A. (2022). Modulation

- of auxin signaling by *Azospirillum brasilense* in maize roots. *Plant and Soil*, 470(1-2), 341-357. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-05229-9>
- Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2019). Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, 9(6), 306. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306>
- Cassán, F., Coniglio, A., López, G., Molina, R., Nievas, S., De Carlan, C. L. N., Donadio, F., Torres, D., Rosas, S., Pedrosa, F. O., De Souza, E. M., Zorita, M. D., & Luna, M. F. (2020). Everything you must know about *Azospirillum* and its impact on agriculture and beyond. *Biology and Fertility of Soils*, 56, 461-479. <https://doi.org/10.1007/s00374-020-01463-y>
- Castro, P. R. C., & Vieira, E. L. (2021). Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical (4ª ed.). Editora Guaíba Agropecuária.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2024). Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, 11(2).
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- El-Khawas, H., & Adachi, K. (2021). Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 56, e02206. <https://www.scielo.br/j/pab/a/Qy5cVKJT7J84b8BQH6XxF8j/>
- Fernandes, P. B., et al. (2020). Nitrogênio e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. *Colloquium Agrariae*, 16(2), 72–81. <https://doi.org/10.5747/ca.2020.v16.n2.a3152>
- Freitas, M. (2025). Inoculação de *Azospirillum brasiliense* e performance de plantas de trigo crescidas sem e com restrição de água [Monografia de Especialização em Agronomia não publicada]. Universidade Estadual de Ponta Grossa. <https://ri.uepg.br/monografias/handle/123456789/398>
- Fukami, J., Cerezini, P., & Hungria, M. (2018). *Azospirillum*: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. *AMB Express*, 8, 73. <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0608-1>
- Galindo, F. S., Pagliari, P. H., Fernandes, G. C., Rodrigues, W. L., Boleta, E. H. M., Jalal, A., Céu, E. G. O., Lima, B. H., Lavres, J., & Teixeira Filho, M. C. M. (2022). Improving sustainable field-grown wheat production with *Azospirillum brasilense* under tropical conditions: a potential tool for improving nitrogen management. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 821628. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.821628>
- Gírio, L. A. S., Dias, F. L. F., Reis, V. M., Urquiaga, S., Schultz, N., Bolonhezi, D., & Mutton, M. A. (2015). Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(1), 33-43. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000100004>
- Gonçalves, D. F., Lima, L. K. S., Eckstein, B., Pasqualli, R. M., Da Silva, J. A. G., & Fagundes, P. R. R. (2021). Inoculation of plant growth-promoting bacteria in eucalyptus. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 51, e67353. <https://doi.org/10.1590/1983-40632021v5167353>

- Gonçalves, M. C., Silva, K. C., Oliveira, C. E. S., & Steiner, F. (2020). Nitrogênio e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. *Colloquium Agrariae*, 16(2), 72-81. <https://doi.org/10.5747/ca.2020.v16.n2.a352>
- Lino, A. C. M. (2020). Inoculação de bactérias diazotróficas em cana-de-açúcar. *Revista da Sociedade Brasileira de Agronomia*, 1(1), 25-32. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstreams/ecf4e29c-adc6-429c-bc7a-14c0f7d3047a/download>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- Oliveira, J. P., Xavier, M. A., & Santos, D. M. M. (2021). Doses of *Azospirillum brasilense* in pre-sprouted sugarcane seedlings. *Revista Caatinga*, 34(2), 250-258. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n201rc>
- Pedrosa, F. O., Monteiro, R. A., Wassem, R., Cruz, L. M., Ayub, R. A., Colauto, N. B., Fernandez, M. A., Fungaro, M. H. P., Grisard, E. C., Hungria, M., Madeira, H. M. F., Nodari, R. O., Osaku, C. A., Petzl-Erler, M. L., Terenzi, H., Vieira, L. G. E., Steffens, M. B. R., Weiss, B., Pereira, L. F. P., Almeida, M. I. M., Alves, L. R., Marin, A., Araujo, L. M., Balsanelli, E., Baura, V. A., Chubatsu, L. S., Faoro, H., Favetti, A., Friedermann, G., Glienke, C., Karp, S., Kava-Cordeiro, V., Gandra, R. F., Krieger, N., Lange, D., Lemos, E. G. M., Martins, E. C., Raittz, R. T., De Souza, E. M., Tadra-Sfeir, M. Z., Torres, R. A., Dabul. (2020). Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: from experimental data to practical applications. *Agronomy*, 10(10), 1461. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101461>
- Reis, V. M., Alves, B. J. R., Hartmann, A., & Zilli, J. E. (2021). Beneficial interactions between plants and diazotrophic bacteria. In N. K. Arora, S. Mishra, & V. Kumar (Eds.), *Microbiome in plant health and disease* (pp. 455-476). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3151-4_19
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: From experimental data to practical applications. *Agronomy*, 10(10), 1461. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101461>.
- Santos, F., Queiroz, J., Colodette, J., Manfredi, M., Queiroz, M., Caldas, C., & Soares, F. (2012). Potential of sugarcane straw for ethanol production. *Química Nova*, 35(5), 1004-1010. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000500025>
- Santos, J. A., Oliveira, R. P., Sousa, J. S., Schultz, N., Morais, R. F., Boddey, R. M., Reis, V. M., & Urquiaga, S. (2018). Rooting and growth of pre-germinated sugarcane seedlings inoculated with diazotrophic bacteria. *Applied Soil Ecology*, 133, 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.08.015>
- Santos, M. S., Nogueira, M. A., & Hungria, M. (2021). Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express*, 11, 205. <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01311-x>

- Schultz, N., Silva, J. A., Sousa, J. S., Monteiro, R. C., Olivares, F. L., & Baldani, J. I. (2019). Inoculation of sugarcane with diazotrophic bacteria. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 43, e0180122. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20180122>
- Scudeletti, D., Crusciol, C. A. C., Momesso, M., Bossolani, J. W., Moretti, L. G., Oliveira, E. F., Tubaña, B. F., Silva, M. O., Castro, S. G. Q., & Hungria, M. (2023). Inoculation with *Azospirillum brasilense* as a strategy to enhance sugarcane biomass production and bioenergy potential. *European Journal of Agronomy*, 144, 126749. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126749>
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Ramakrishnan, M., Sidhu, G. P. S., Bali, A. S., Handa, N., Kapoor, D., Yadav, P., Khanna, K., Bakshi, P., Rehman, A., Kohli, S. K., Khan, E. A., Parihar, R. D., Yuan, H., Thukral, A. K., Bhardwaj, R., & Zheng, B. (2022). Photosynthetic response of plants under different abiotic stresses: a review. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41, 509-532. <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10286-z>
- Silva, M. A., Xavier, M. A., Santos, D. M. M., Landell, M. G. A., & Mendonça, J. R. (2020). MPB (Muda Pré-Brotada) technology for sugarcane propagation in Brazil. *Sugar Tech*, 22(3), 460-466. <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00787-7>
- Souza, A. L. V. G. et al. Respostas da soja ao *Azospirillum brasilense* e reguladores vegetais em condições de déficit hídrico. ResearchGate, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338275729_Respostas_da_soja_ao_Azospirillum_brasilense_e_reguladores_vegetais_em_condicoes_de_deficit_hidrico. Acesso em: 14 nov. 2025.
- Teixeira, L. dos S. (2025). Aplicação de *Azospirillum brasilense* nos parâmetros produtivos da cana-de-açúcar. 2025. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, 2025.
- Van Oosten, M. J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., & Maggio, A. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4, 5. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>
- Viana, R. S., Moreira, B. R. A., Lisboa, L. A. M., Junior, R. S., Nogueira, T. A. R., Figueiredo, P. A. M., Teixeira Filho, M. C. M., & Ramos, S. B. (2020). Morphological changes in sugarcane crop induced by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. *Sugar Tech*, 22(6), 1060-1067. <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00773-2>
- Xavier, M. A., Landell, M. G. A., Anjos, I. A., Dinardo-Miranda, L. L., Santos, A. C., & Camargo, A. P. (2022). Pre-sprouted seedlings production system in sugarcane. In *Advances in Sugarcane Biorefinery* (pp. 179-199). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814236-3.00009-6>
- Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7, 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>

Índice Remissivo

A

agrupamento, 61, 65
 análise multivariada, 8, 10, 11, 12
Arachis hypogaea L., 6
Azospirillum brasilense, 26, 27, 28, 33, 47, 48, 51, 55

E

Enneothrips enigmaticus, 6, 9

G

gergelim, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66

H

Heatmap, 11

L

Lactuca sativa, 26

N

Nicotinamida, 27, 29
 níquel, 59, 60, 63, 64, 65, 66
 nitrogênio, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66

P

Piridoxina, 27, 29, 32

S

Sesamum indicum, 59

U

UPGMA, 8, 11

Sobre os organizadores



  **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 184 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 69 organizações de e-books, 53 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



 **Leandris Argente-Martínez**

Professor Titular e Professor Catedrático "C" no Instituto Tecnológico Nacional do México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). É membro do Sistema Nacional de Pesquisadores (SNI) da SECIHTI, Nível 1. É Professor PRODEP do Ministério da Educação Pública do México e lidera o Grupo Acadêmico Consolidado ITVAYA-CA3. Suas áreas de pesquisa incluem Fisiologia Vegetal, Bioquímica e Biologia Celular e Molecular em plantas e microrganismos. Possui doutorado em Biotecnologia. Sua pesquisa concentra-se em mecanismos fisiológicos, vias anapleróticas e mecanismos moleculares ativados por organismos durante sua adaptação a estresses abióticos. Ele utiliza marcadores moleculares de tolerância de organismos ao estresse abiótico (salinidade, seca e calor). Emprega técnicas de isótopos estáveis para monitorar reações bioquímicas em células e tecidos. Também aplica técnicas experimentais univariadas e multivariadas para processamento de dados. E-mail para contato: oleinismora@gmail.com



  **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.



  **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/Agrônoma. 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



  **Fabio Steiner**

Graduação em Engenharia Agrônoma (2007), Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Marechal Cândido Rondon (2010), e Doutorado em Agronomia – Agricultura pela Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' – UNESP/Botucatu (2014). Atualmente, é professor titular da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, atuando no Curso de Graduação em Agronomia da Unidade Universitária de Cassilândia (MS) e no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal (PGAGRO), nível de Mestrado e Doutorado, da Unidade Universitária de

Aquidauana. Tem experiência na área de Agronomia - Agricultura, com ênfase em fisiologia de plantas cultivadas, estresses abióticos, nutrição mineral de plantas, fertilidade do solo, sistemas agrícolas de produção agrícola e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente com as culturas de soja, cana-de-açúcar, milho, amendoim, algodão, trigo, feijão e plantas de cobertura.

Em um cenário científico cada vez mais dependente da interpretação de grandes volumes de dados, a **Análise Multivariada** se estabelece como uma ferramenta estatística indispensável para extrair informações complexas e tomar decisões precisas.

Este volume é uma obra essencial que preenche a lacuna entre a teoria estatística e a prática de pesquisa nas Ciências Biológicas e Agrárias.



9786585756709



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