

# PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

Volume XI

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
org.



2022



**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizadores

**Pesquisas agrárias e ambientais**  
**Volume XI**



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. 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  
Prof. Msc. Adriana Flávia Neu  
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Prof. Msc. Aris Verdecia Peña  
Prof. 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  
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. Msc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira  
Prof. 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. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Prof. 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  
Prof. Msc. Mary Jose Almeida Pereira  
Prof. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Prof. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Prof. Dra. Patrícia Maurer  
Prof. Msc. 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*)  
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
Msc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira  
Prof. 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)  
Mun. Rio de Janeiro  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
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  
  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

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

Ficha Catalográfica

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume XI / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. 239p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-81460-41-9

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460419>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.  
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.  
CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XI” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: fatores físico-químicos que interferem no processo de compostagem; ácido húmico e microrganismos promotores de crescimento na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de pepineiro; bioatividade de extratos de laranja e alho no desempenho germinativo de sementes de cenoura; paradigmas associados ao cultivo do eucalipto no cerrado; accelerated aging, cold, and electrical conductivity tests as parameters to analyze wheat seed vigor; germinação de sementes de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção: uma revisão; desempenho agrônômico de híbridos de milho em segunda safra no Mato Grosso do Sul; agricultura 4.0: desenvolvimento, aplicações e impactos sociais; uso do biofósforo como substrato para a produção de mudas; atributos físicos de uma toposequência de Luvisolos Crômicos (TC) no Semiárido paraibano; três espécies de *Senecio* (Asteraceae) proibidas na composição de produtos tradicionais fitoterápicos no Brasil; censo de roedores por consumo de alimentos no município de Paranaguá; uso da programação linear para estimar ganhos econômicos em sistemas de integração lavoura-pecuária: o caso da combinação da ovinocultura com atividades agrícolas no estado do Paraná, Brasil; comparação da presença de *Cryptococcus* spp. em área verde urbana antes e após processo de revitalização; dificuldades e estratégias na comercialização de produtos da feira livre da Quatorze de Março em Capanema, Pará; análise dos impactos ambientais causados pela urbanização no Igarapé Sajope no município de Igarapé-Açu – Pará; aspectos Sobre a Produção e Comercialização de Tomate Orgânico; produção de Brássicas na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XI, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores



## Sumário


<b>Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1</b> .....	<b>7</b>
Fatores físico-químicos que interferem no processo de compostagem	7
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>18</b>
Ácido húmico e microrganismos promotores de crescimento na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de pepineiro	18
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>27</b>
Bioatividade de extratos de laranja e alho no desempenho germinativo de sementes de cenoura	27
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>38</b>
Ainda, sobre os paradigmas associados ao cultivo do eucalipto no cerrado	38
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>55</b>
Accelerated aging, cold, and electrical conductivity tests as parameters to analyze wheat seed vigor	55
<b>Capítulo 6</b> .....	<b>66</b>
Germinação de sementes de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção: uma revisão	66
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>81</b>
Desempenho agrônômico de híbridos de milho em segunda safra no Mato Grosso do Sul	81
<b>Capítulo 8</b> .....	<b>91</b>
Agricultura 4.0: desenvolvimento, aplicações e impactos sociais	91
<b>Capítulo 9</b> .....	<b>103</b>
Uso do biossólido como substrato para a produção de mudas	103
<b>Capítulo 10</b> .....	<b>115</b>
Atributos físicos de uma topossequência de Luvisolos Crômicos (TC) no Semiárido paraibano	115
<b>Capítulo 11</b> .....	<b>133</b>
Três espécies de <i>Senecio</i> (Asteraceae) proibidas na composição de produtos tradicionais fitoterápicos no Brasil	133
<b>Capítulo 12</b> .....	<b>141</b>
Censo de roedores por consumo de alimentos no município de Paranaguá	141
<b>Capítulo 13</b> .....	<b>158</b>
Uso da programação linear para estimar ganhos econômicos em sistemas de integração lavoura-pecuária: o caso da combinação da ovinocultura com atividades agrícolas no estado do Paraná, Brasil	158
<b>Capítulo 14</b> .....	<b>177</b>
Comparação da presença de <i>Cryptococcus</i> <i>ssp.</i> em área verde urbana antes e após processo de revitalização	177

<b>Capítulo 15</b> .....	<b>186</b>
Dificuldades e estratégias na comercialização de produtos da feira livre da Quatorze de Março em Capanema, Pará	186
<b>Capítulo 16</b> .....	<b>195</b>
Análise dos impactos ambientais causados pela urbanização no Igarapé Sajope no município de Igarapé-Açu – Pará	195
<b>Capítulo 17</b> .....	<b>206</b>
Aspectos Sobre a Produção e Comercialização de Tomate Orgânico	206
<b>Capítulo 18</b> .....	<b>221</b>
Produção de Brássicas na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro	221
<b>Índice Remissivo</b> .....	<b>235</b>
<b>Sobre os organizadores</b> .....	<b>236</b>

# Ácido húmico e microrganismos promotores de crescimento na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de pepineiro

Recebido em: 26/04/2022

Aceito em: 27/04/2022


 10.46420/9786581460419cap2


Elizamara Dresch<sup>1\*</sup> 

Silvana Aparecida Rocha Luiz<sup>2</sup> 


Edmar Santos Moreira<sup>2</sup> 


Samiele Camargo de Oliveira Domingues<sup>3</sup> 


Laiza Almeida Dutra<sup>1</sup> 

Eslaine Camicheli Lopes<sup>4</sup> 

Maria Fernanda Tenório Gezualdo<sup>1</sup> 

Marco Antonio Camillo de Carvalho<sup>4</sup> 

Hudson Oliveira Rabelo<sup>5</sup> 

Ivone Vieira da Silva<sup>4</sup> 

Oscar Mitsuo Yamashita<sup>4</sup> 

## INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis sativus*) tem grande importância econômica e social dentro do agronegócio de hortaliças no Brasil. É muito apreciado e consumido em todas as regiões brasileiras. O fruto pode ser consumido na forma crua em saladas, sanduíches, sopas ou em conservas. Além disso, pode ser utilizado em cosméticos e medicamentos devido a suas propriedades nutraceuticas (Carvalho et al., 2013).

A produção anual brasileira de pepino ultrapassa 200.000 t. Em relação à produção por região, a região Sudeste é responsável por mais de 50% do total da produção brasileira (Vilela, 2020), sendo que o estado de São Paulo é o principal produtor desta hortaliça (IEA, 2020). Além da importância econômica e alimentar, o cultivo de pepino, têm grande importância social, gerando muitos empregos diretos e indiretos, desde o cultivo até a sua comercialização. No estado do Mato Grosso, a produção do pepino ainda é pequena, necessitando de pesquisas que venham incentivar o seu cultivo e de maneira sustentável.

Substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas) são os principais componentes da matéria orgânica de solos, águas e sedimentos. Sua formação é decorrente da ação direta de todos os processos ecológicos que ocorrem no solo (Baldotto & Baldotto, 2014). Pode-se destacar os seguintes benefícios indiretos das substâncias húmicas: influência no crescimento das plantas por meio do seu

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, MT, Curso de Agronomia.

<sup>2</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, MT, Curso de Engenharia Florestal.

<sup>3</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Xavantina, MT, Programa de Pós-graduação em Ecologia.

<sup>4</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, MT, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

<sup>5</sup> SECITEC, Unidade de Diamantino, MT.

\* Autora correspondente: elizamara.dresch@unemat.br



efeito sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e como benéficos diretos se tem o estímulo à síntese de determinadas proteínas; incidência sobre a fotossíntese e a respiração celular; aumento da absorção de nutrientes; aumento da atividade enzimática e o incremento à produção de biomassa vegetal (Luiz et al., 2022).

Diversos microrganismos de solo têm sido relatados como promotores de crescimento de espécies economicamente importantes para a agricultura. Estes organismos, em associação com outros compostos como o ácido húmico podem potencializar o desenvolvimento inicial de plântulas, permitindo uma formação de vegetais mais fortes e saudáveis. Além disso, torna-se uma alternativa interessante para a redução no uso de agrotóxicos, buscando-se uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente. Estudos com microrganismos como *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* têm indicado potencial promissor, especialmente para a agricultura familiar, não havendo grandes custos e com viés ambiental sendo respeitado.

Considerando-se estes recursos biológicos, o *A. brasilense* tem-se destacado como uma importante bactéria promotora do crescimento vegetal, pois fixa nitrogênio ( $N_2$ ) para a planta e produz hormônios de crescimento, como auxinas e giberelinas, estimulando o desenvolvimento do vegetal (Dobbelaere & Croonenborghs, 2002). Além disso, estudos têm demonstrado que o *Bacillus subtilis* protege as plantas de fungos e nematoides fitopatogênicos, além de possibilitar a solubilização de fósforo e síntese de sideróforos (Beneduzi et al., 2012; Paz et al., 2012).

Nesse sentido, torna-se importante o estudo do potencial desses microrganismos em associação a bioestimulantes (como o ácido húmico) na melhoria da capacidade germinativa e de formação de plântulas de espécies exploradas economicamente pela agricultura familiar, como é o caso do pepineiro (*Cucumis sativus*).

Assim, esta pesquisa visou verificar a eficiência dos microrganismos *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* na germinabilidade e desenvolvimento inicial das plântulas de pepineiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM), no campus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), utilizando-se sementes comerciais de pepineiro. Os tratamentos foram compostos pela combinação de dois diferentes promotores de crescimento (*A. brasilense* e *B. subtilis*) e das seis doses de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL 100 kg<sup>-1</sup> dos produtos comerciais. Em todos os tratamentos, foi acrescentado o ácido húmico.

O produto comercial NITROGEO<sup>®</sup>, contendo a bactéria *A. brasilense*, apresenta as estirpes AbV5 e AbV6 deste microrganismo e, para o *B. subtilis* (cepa UFMT Pant001), foi utilizado o produto comercial PANTA<sup>®</sup>. O produto comercial contendo ácido húmico usado foi o NATURAL HUMICS<sup>®</sup>, e era composto de 18% de ácido húmico.

Tanto o produto contendo ácido húmico, como as bactérias (NITROGEO e PANTA) foram aplicados diretamente nas sementes, e posteriormente agitadas dentro sacos plásticos para homogeneização completa.

As sementes foram então submetidas a testes de germinação e vigor, sendo determinadas a germinação, primeira contagem, emergência a campo, índice de velocidade de germinação e emergência, comprimento e massa seca das raízes e parte aérea das plântulas. Para tanto, em cada tratamento, após a inoculação com os promotores de crescimento e suas respectivas doses, as sementes foram submetidas a teste de germinação, sendo distribuídas uniformemente 25 sementes por unidade experimental (caixa gerbox transparente), sobre duas folhas de papel germitest umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes seu peso seco, havendo quatro repetições de cada tratamento (Brasil, 2009). As caixas foram mantidas dentro de câmara de germinação tipo B.O.D, a 25 °C de temperatura constante, com luminosidade de 12h. Os tratamentos foram avaliados diariamente por 10 dias, coletando-se, ao final, as informações para determinação das variáveis.

As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação das sementes (%G), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e os dados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e teste F. Na ocorrência de significância, os dados quantitativos (doses de ácido húmico e bactérias) foram submetidos ao estudo de regressão polinomial, utilizando-se o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2014).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos após análises dos dados indicam diferenças em algumas variáveis (Quadro de variância com valores de Quadrado Médio na Tabela 1 para *A. brasilense* e Tabela 2 para *B. subtilis*). Os valores médios de cada variável, que apresentou diferença foram colocados separadamente para cada microrganismo a seguir.

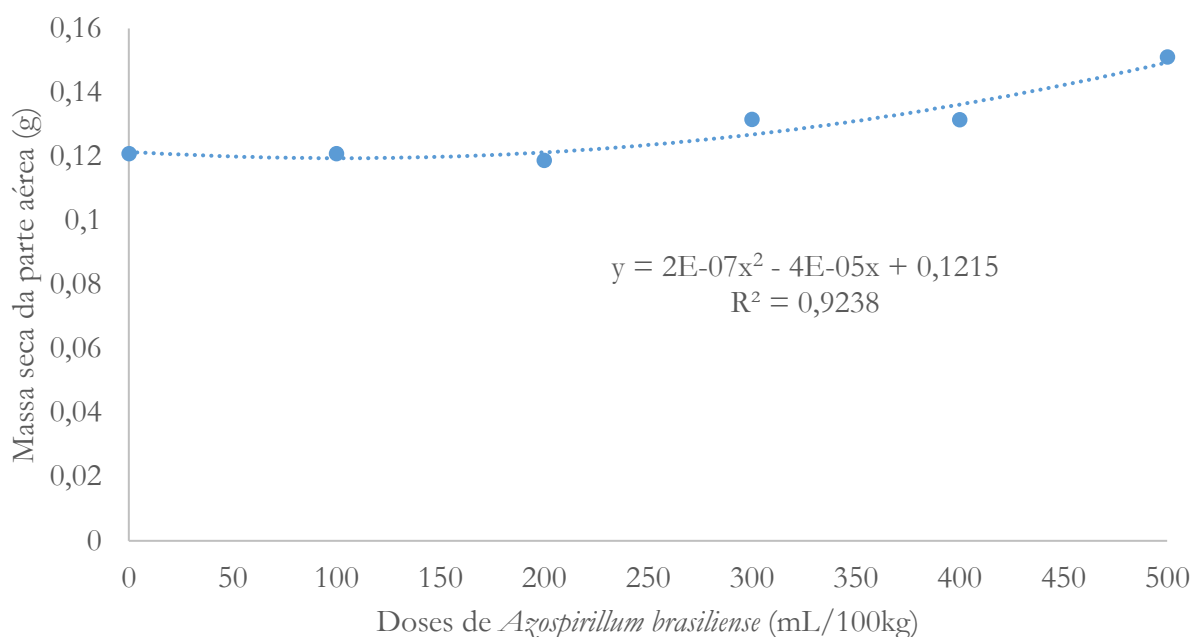
### ***Azospirillum brasilense***

Para *A. brasilense*, verificou-se que houve diferença dentro das doses apenas para a variável massa seca da parte aérea, havendo influência do aumento dos valores médios obtidos após a determinação com o uso de balança analítica, após sete dias da semeadura (Tabela 1). Os resultados indicam que, para esta variável, o aumento na concentração deste microrganismo favoreceu, incrementando o acúmulo de fotossintatos na estrutura formada da parte aérea das plântulas.

**Tabela 1.** Quadro de análise de variância com valores de quadrado médio para porcentagem de germinação das sementes (%G), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de pepineiro cujas sementes foram tratadas com doses crescentes de *Azospirillum brasilense*.

FV	%G	CPA	CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR
Dose	0,0183ns	5,6729ns	4,1768ns	0,1421ns	0,0224ns	0,0662*	0,0108ns
Res.	0,0353	3,1918	3,5468	0,1147	0,0183	0,0176	0,0079
CV	0,75	21,22	21,27	18,89	14,85	10,11	14,37

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo. Fonte: elaborado pelos autores.



**Figura 1.** Massa seca da parte aérea de plântulas de pepineiro (em gramas) cujas sementes foram tratadas com doses crescentes de *Azospirillum brasilense*. Fonte: elaborado pelos autores.

Ainda nesta variável, verificou-se que, apesar de não diferir das médias obtidas com 300 e 400 mL/100 kg de sementes, a dose de 500 mL/100 kg de sementes promoveu a produção de 0,15 g de massa seca da parte aérea das plântulas. Esse acúmulo de material durante a formação das plantas, especialmente no início do desenvolvimento destas é muito importante e vai ser o diferencial para sua formação e posterior produção.

Microrganismos promotores de crescimento como o *A. brasilense* apresentam a capacidade de se desenvolver e colonizar diversas partes das plantas desde seu desenvolvimento inicial, como foi o caso observado, exercendo efeitos benéficos a estas, tais como estimular a germinação das sementes e posterior promoção do crescimento de plantas, tanto da parte aérea quanto das raízes (Dey et al., 2004).

A inoculação de bactérias endofíticas ou associativas como o *A. brasilense* em espécies como o pepineiro traz vantagens no seu desenvolvimento, mesmo que estas não consigam fixar o nitrogênio atmosférico, estes microorganismos permitem que se possa suprir parte da demanda do vegetal neste macro elemento (Hungria, 2011).

Desta maneira, a aplicação destas cepas de bactéria no tratamento das sementes promoveu aumento na massa de matéria seca acumulada pelas plantas jovens. Isso reflete em melhor desenvolvimento vegetal, permitindo que as plantas possam expressar um elevado potencial produtivo. Além disso, deve se considerar outros elementos, como a possibilidade de redução de gastos com a aplicação de adubos nitrogenados, permitindo que se possa cultivá-lo com maiores possibilidades para produtores com reduzida capacidade financeira, como é o caso de pequenos produtores e agricultores familiares (Cargnelutti et al., 2022).

### ***Bacillus subtilis***

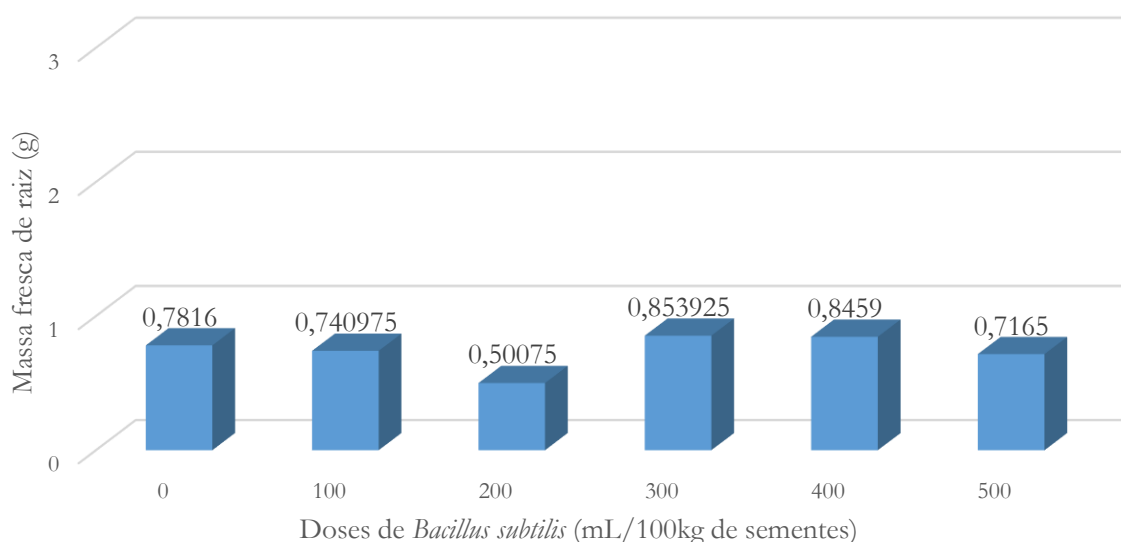
Quanto ao *B. subtilis*, verificou-se diferença em duas das variáveis analisadas, sendo estas: massa fresca de raiz e massa seca de raiz. As informações destas e das demais variáveis encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Quadro de análise de variância com valores de quadrado médio para porcentagem de germinação das sementes (%G), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de pepineiro cujas sementes foram tratadas com doses crescentes de *Bacillus subtilis*.

<b>FV</b>	<b>%G</b>	<b>CPA</b>	<b>CR</b>	<b>MFPA</b>	<b>MFR</b>	<b>MSPA</b>	<b>MSR</b>
Dose	0,1717ns	0,0246ns	0,5265ns	0,0627ns	0,0668*	0,0020s	0,0075*
Res.	0,2339	0,0384	0,7316	0,0378	0,0074	0,00014	0,0016
CV	1,94	6,82	14,11	12,43	11,66	9,03	11,30

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo. Fonte: elaborado pelos autores.

Com relação à massa fresca de raiz, após análise de regressão, não houve ajuste matemático às funções testadas, sendo necessário a apresentação dos valores médios obtidos em forma de gráfico de colunas (Figura 2). Verificando-se os dados, percebe-se que as médias atingiram valores maiores das demais quando a concentração foi igual ou superior 300 mL/100 kg, sendo 40% superior à menor média observada quando as sementes foram tratadas com 200 mL/100 kg. Isso demonstra o efetivo aumento na capacidade das plântulas em constituir raízes mais volumosas e pesadas, tornando-as mais aptas à absorção de nutrientes e água em ambientes de cultivo.

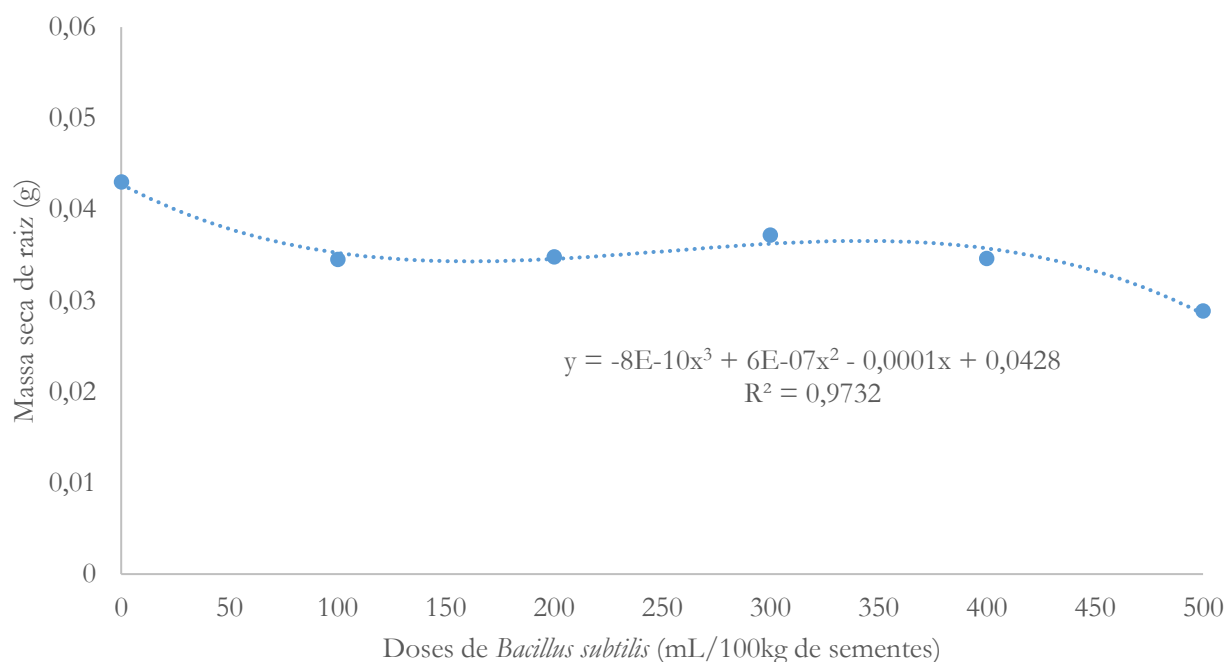


**Figura 2.** Massa fresca de raiz (em gramas) de plântulas de pepineiro cujas sementes foram tratadas com doses crescentes de *Bacillus subtilis*. Fonte: elaborado pelos autores.

Microrganismos promotores de crescimento vegetal como o *B. subtilis* são capazes de penetrar e colonizar as raízes das plantas jovens e, com isso promover o estímulo no crescimento destas, independente se são aplicados na rizosfera, em tubérculos ou pelo tratamento das sementes (Kloepper et al., 1989). Há relatos de diversas formas de promoção do crescimento das plantas e como estes organismos atuam, direta ou indiretamente, nesses mecanismos (Rodríguez & Fraga, 1999). Em mecanismos de ação diretos, destaca-se produção de fitormônios e sideróforos, aumento da disponibilidade de nutrientes pela fixação de  $N_2$  (Yehuda et al., 1996; Antoun et al., 1998) e a solubilização de fosfatos (Bloemberg & Lugtenberg, 2001).

A massa seca de raiz das plântulas de pepineiro, tal qual a massa fresca, também sofreram efeito das concentrações de *B. subtilis* usadas para o tratamento das sementes (Figura 3). Nesta variável, as melhores médias foram obtidas na concentração intermediária (300 mL/100 kg de sementes). Vale ressaltar que a maior concentração promoveu redução significativa nessa variável, demonstrando que, mesmo sendo microrganismo promotor de crescimento, o aumento na concentração deste, pode ter provocado prejuízo no acúmulo de massa seca. Resultados semelhantes foram relatados por Ferreira et al. (2018), cujo aumento da concentração também afetou o acúmulo de massa seca de raízes de milho.

Possivelmente o desenvolvimento do sistema radicular tenha relação com a estrutura e à capacidade de retenção de água do substrato (Luz et al., 2022). Estes fatores podem ter influenciado esta variável. O aumento da massa seca do sistema radicular pode ser atribuído ao ácido húmico em testes que usaram soluções nutritivas ou substratos; assim, é possível que a variação das respostas neste estudo seja influenciada pelo método de crescimento, ou seja, o teste realizado sobre papel pode ter provocado tal resposta.



**Figura 3.** Massa seca de raiz de plântulas (em gramas) de pepineiro cujas sementes foram tratadas com doses crescentes de *Bacillus subtilis*. Fonte: elaborado pelos autores.

## CONCLUSÕES

O tratamento de doses crescentes de bactérias promotoras de crescimento, associadas ao ácido húmico, promovem aumento em algumas variáveis analisadas e, desta maneira, podem ser promissoras para o cultivo do pepineiro.

Estes bioestimulantes podem ser uma alternativa economicamente viável e ambientalmente correta para seu uso, especialmente em cultivos de agricultores familiares, estimulando as práticas conscientes e a redução no uso de agrotóxicos

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMAT, pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor. À toda equipe do LaSeM e LabFITO, pelo auxílio durante o desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antoun, H., Beauchamp, C. J., Goussard, N., Chabot, R., & Lalande, R. (1998). Potential of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: Effect on radishes (*Raphanus sativus* L.). *Plant and Soil*, 204, 57-67. DOI: 10.1023/A:1004326910584
- Baldotto, M. A., & Baldotto, L. E. B. (2014). Ácidos húmicos. *Revista Ceres*, 61, 856-881. DOI: 10.1590/0034-737x201461000011



- Beneduzi, A., Ambrosini, A., & Passaglia, L. M. P. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*, 35, 1044-1051. DOI: 10.1590/s1415-47572012000600020
- Bloemberg, G. V., & Lugtenberg, B. J. (2001). Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by Rhizobacteria. *Current Opinion in Plant Biology*, 4, 343-350. DOI: 10.1016/S1369-5266(00)00183-7
- Brasil (2009). *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV.
- Cargnelutti, C. D., Moura, R. B., Lucchese, O. A., Schiavo, J., & Mori, L. D. (2022). Inoculação com *Azospirillum brasilense* em cultivares de pepino submetidas a cultivo em base agroecológica. *Cadernos de Agroecologia*, 17, 1-5.
- Carvalho, A. D. F., Amaro, G. B., Lopes, J. F., Vilela, N. J., Michereff-Filho, M., & Andrade, R. (2013). *A cultura do pepino*. Brasília: Embrapa Hortaliças.
- Dey, R., Pal, K. K., Bhatt, D. M., & Chauhan, S. M. (2004). Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiology Research*. 159, 371-394. DOI: 10.1016/j.micres.2004.08.004
- Dobbelaere, S., & Croonenborghs, A. (2002). Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. *Biology and Fertility of Soils*, 36, 284-297. DOI: 10.1007/s00374-002-0534-9
- Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 1039-1042. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001
- Ferreira, N. C., Mazzucheli, R. C. L., Pacheco, A. C., Araújo, F. F., Antunes, J. E. L., & Araújo, A. S. F. (2018). *Bacillus subtilis* improves maize tolerance to salinity. *Ciência Rural*, 48, e20170910. DOI: 10.1590/0103-8478cr20170910
- Hungria, M. (2011). *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. Londrina: Embrapa Soja.
- Instituto de Economia Agrícola (2020). *Estatísticas de produção da agropecuária paulista: pepino*. Disponível em <[http://ciagri.ica.sp.gov.br/bancoiea/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.ica.sp.gov.br/bancoiea/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>.
- Kloepper, J. W., Lifshitz, R., & Zablutowicz, R. M. (1989). Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends of Biotechnology*, 7, 39-43. DOI: 10.1016/0167-7799(89)90057-7
- Luiz, S. A. R.; Yamashita, O. M.; Carvalho, M. A. C.; Dresch, E., Domingues, S. C. O.; Dutra, L. A.; Moreira, E. S.; Gesualdo, M. F. T.; Lopes, E. C., & Cândido, A. C. F. T. (2022). Humic acid and growth promoting microorganisms in the germination and initial development of white sesame plants. *Research, Society and Development*, 11, e15511629094. DOI: 10.33448/rsd-v11i6.29094

- Paz, I. C., Santin, R. C., Guimarães, A. M., Rosa, O. P., Dias, A. C., Quecine, M. C., Azevedo, J. L., & Matsumura, A. T. (2012). Eucalyptus growth promotion by endophytic *Bacillus* spp. *Genetics and Molecular Research*, 11, 3711-3720. DOI: 10.4238/2012.August.17.9
- Rodriguez, H., & Fraga, R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Journal of Biotechnology Advances*, 17, 319-339. DOI: 10.1016/s0734-9750(99)00014-2
- Vilela, N. J. (2020). *Distribuição da produção de hortaliças no Brasil. Outras hortaliças*. Disponível em: [http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortaliças\\_em\\_numeros/hortaliças\\_em\\_numeros.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortaliças_em_numeros/hortaliças_em_numeros.htm)>.
- Yehuda, Z., Shenker, M., Römheld, V., Marschner, H., Hadar, Y., & Chen, Y. (1996). The role of ligand exchange in the uptake of iron from microbial siderophores by gramineous plants. *Plant Physiology*, 112, 1273-1280. DOI: 10.1104/pp.112.3.1273

## Índice Remissivo

- A**
- Agricultura 4.0, 91, 92  
 Altura de plantas, 83  
 Asteraceae, 134  
*Azospirillum brasilense*, 19, 20, 21
- B**
- Bacillus subtilis*, 19, 20, 22, 23, 24  
 Boca a Boca, 192, 195  
 Bosque, 179, 180, 181, 183, 185, 186  
 Brassicaceae, 223, 226
- C**
- CNC Flora, 69, 70  
 Compostagem, 8  
*Cryptococcus*, 179, 180, 183, 185, 186
- D**
- Densidade do solo, 120, 124
- G**
- Germinação, 66  
 Gestão Ambiental, 197
- I**
- Infraestrutura, 193
- L**
- Londrina, 179, 180, 183, 186
- M**
- Meio Ambiente, 200, 202  
 Microrganismos promotores de crescimento,  
 21, 23
- N**
- Nordeste brasileiro, 115
- P**
- pH, 8, 11, 12  
 Preço, 193
- S**
- Senecio*, 134, 135, 136, 137, 138, 139  
*Senecio brasiliensis*, 136, 137, 138, 139  
 Solanaceae, 211, 216
- T**
- Toxicidade, 138  
 Transporte, 193, 194, 196  
*Triticum aestivum* L., 55

## Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com).



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 74 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 49 organizações de e-books, 37 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: [j51173@yahoo.com](mailto:j51173@yahoo.com), [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br).



**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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)