



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - ICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA- PGAGRO

DIEGO LEMOS ALVES

**FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS ASSOCIADO A ADUBAÇÃO NO MANEJO
DAS CIGARRINHAS DAS PASTAGENS E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DO
CAPIM ELEFANTE CV. ROXO**

BELÉM-PA
Fevereiro- 2023

DIEGO LEMOS ALVES

**FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS ASSOCIADO A ADUBAÇÃO NO MANEJO
DAS CIGARRINHAS DAS PASTAGENS E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DO
CAPIM ELEFANTE CV. ROXO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Telma Fátima Vieira Batista

**BELÉM - PA
Fevereiro- 2023**

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação (CIP) Bibliotecas da Universidade
Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A474f Alves, Diego Lemos

Fungos entomopatogênicos associado a adubação no manejo das cigarrinhas das pastagens e promoção de crescimento do capim elefante cv. Roxo / Diego Lemos Alves. - 2023.
40 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Agronomia (PPGA), Campus
Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2023.

Orientador: Profa. Dra. Telma Fátima Vieira Batista

1. *Pennisetum purpureum*. 2. controle microbiano. 3. promotores de crescimento. I.
Batista, Telma Fátima Vieira, orient. II. Título


CDD 632.96

DIEGO LEMOS ALVES

Defesa de dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, para a obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Agronomia. Linha de pesquisa: Produção Vegetal.


Exame: 28/02/2023

ORIENTADORA:

Documento assinado digitalmente
 TELMA FATIMA VIEIRA BATISTA
Data: 28/03/2023 23:10:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Telma Fátima Vieira Batista
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)


EXAMINADORES:

Documento assinado digitalmente
 RONI DE AZEVEDO
Data: 13/04/2023 15:45:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Roni de Azevedo
Embrapa Amazônia Oriental (CAPTU)



Prof. Dr. Ruy Guilherme Correia
Secretaria de Educação do Pará (SEDUC)

Documento assinado digitalmente
 THIAGO CARVALHO DA SILVA
Data: 03/04/2023 23:11:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Belém-PA
Fevereiro- 2023

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Edilson Nascimento Alves (In Memoriam) e Ana Lúcia Alves pelo amor e apoio nas diversas condições. Aos meus irmãos Edilson e Denise pelo companheirismo e carinho. A todos os colegas e professores que serviram como fonte de inspiração e contribuíram para o meu crescimento, meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela sua infinita bondade e proteção.

Aos meus pais, Edilson Alves (in memoriam) e Ana Lúcia pelo amor incondicional e grande incentivo na minha educação.

Aos meus irmãos Edilson e Denise pelas palavras de incentivo e presença constante.

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia pela oportunidade de formação profissional.

À minha orientadora, Prof.^a Dra Telma Batista, pela orientação, ensinamentos e apoio nos momentos mais difíceis.

Ao Prof. Dr. Jessivaldo Rodrigues Galvão pela amizade, prestatividade e grande contribuição ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos profissionais que trabalham no Departamento de solos, Nelson e Amarildo, pelo suporte no trabalho de campo.

Aos professores da banca examinadora, pela disponibilidade e tempo dedicado a avaliação da presente pesquisa.

Aos colegas e profissionais do Laboratório de Proteção de Plantas: Gleiciane Rodrigues, Alice Cavalcante, Thayná Ferreira, Matheus Yan, Rafael Rodrigo, Ivy Saliba, Mizael Cardoso, Maria Luiza Brito, Juliana Tavares, Maria Ribeiro, Brenda Rodrigues, Jaqueline Lima, Juliete Oliveira, Josiane Alfaia, André Luiz, Fernando Souza e Alessandra Moraes por todo o apoio e amizade durante esses anos.

Ao colega de Pós graduação, Flavio Henrique Rodrigues, pela amizade, gentileza e cooperação na realização do trabalho.

Aos colegas do grupo de pesquisa e extensão em Manejo e Fertilidade do solo: Érika Sena, Naiane Barreira, Mauro Borges, Matheus Augusto, Thiago Costa, Bruno Maia, Hugo Manoel, Mário Davi, Jéssica Lima, Marie Ohashi pelo apoio e disponibilidade nos trabalhos de campo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e profissional.

LISTA DE ABREVIATURAS

A - Assimilação líquida de CO₂

A/Ci - Eficiência de carboxilação

Ci - Concentração intercelular de CO₂

cv - Cultivar

E - Taxa de transpiração

gs - Condutância estomática ao vapor de água

K - Potássio

KCl - Cloreto de Potássio

N - Nitrogênio

P – Fósforo

PRNT- Poder Relativo de Neutralização Total

SSP- Superfosfato Simples

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- [A] Espuma [B] Ninfa [C] Adulto de cigarrinha das pastagens.15
- Figura 2- Condições climáticas como Precipitação e temperatura média mensal apresentada no ano de 2021.16
- Figura 3- Croqui da disposição das parcelas experimentais no plantio de capim elefante cv. Roxo, no município de Belém. Amazônia Oriental, Brasil16
- Figura 4- Nivel populacional de colônias de ninfas de cigarrinhas-das-pastagens, em plantio em campo, na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo, após aplicação de fungos entomopatogênicos em associação com adubação, no Município de Belém, Amazônia Oriental, Brasil. *Médias com letras iguais não diferem significativamente entre si.....21
- Figura 5- Análise de agrupamento (Cluster) para os tratamentos. Grupo 1: *Metarhizium anisopliae*,+adubação, *Beauveria bassiana*+adubação, *Trichoderma asperellum*+adubação, Grupo 2: Tratamento Adubação, Grupo 3: Tratamento Controle (Sem inoculação e adubação), após aplicação em campo para análise de promoção de crescimento na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo. Município de Belém, Amazônia Oriental.23
- Figura 6- Parâmetros biométricos: [A] Altura, [B] Diâmetro do coleto, [C] Número de folhas, [D] índice de robustez, [E] Massa Fresca de folhas [F] Massa seca de folhas. Grupo 1 (*Trichoderma asperellum*+adubação), (*Metarhizium anisopliae*+adubação) e (*Beauveria bassiana*+adubação). Grupo 2 (Tratamento adubação) e Grupo 3 (Tratamento Controle – sem fungos e adubação). Após aplicação em campo para análise de promoção de crescimento na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv.Roxo. Município de Belém, Amazônia Oriental. * Médias com as mesmas letras não diferem significativamente. Médias comparadas pelo teste de Duncan ($P<0,05$)24
- Figura 7- Parâmetros fisiológicos: [A] Fotossíntese(A), [B] condutância estomática ao vapor de água (gs), [C] Concentração interna de CO₂ (Ci), [D] Transpiração (E), [E] Eficiência de carboxilação (A/Ci). Grupo 1 (*Trichoderma asperellum*, *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* + adubação. Grupo 2 (Tratamento Adubação) e Grupo 3 (Tratamento Controle), após aplicação, em campo para análise de promoção de crescimento na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). Município de Belém, Amazônia Oriental. Médias com as mesmas letras não diferem significativamente. Médias comparadas pelo teste de Duncan ($P<0,05$).....25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Nível de controle para cigarrinhas das pastagens de acordo com o nível de infestação	15
Tabela 2- Caracterização química do solo, amostrado na camada de 0-20 cm de profundidade.....	17
Tabela 3- Dados biométricos individualizados por tratamento- Altura(cm), Diâmetro do coleto (mm), Número de folhas, Índice de robustez (IR), , Massa fresca de folhas (MFF), Massa seca de folhas (MSF). Médias com as mesmas letras não diferem significativamente. Médias comparadas pelo teste de Duncan (P<0,05).....	22
Tabela 4- Dados fisiológicos individualizados por tratamento – Fotossíntese Líquida (A), Condutância estomática (Gs), Carbono Interno (CI), Transpiração (E), Eficiência de carboxilação (A/CI). Médias com as mesmas letras não diferem significativamente. Médias comparadas pelo teste de Duncan (P<0,05).....	22

RESUMO GERAL

RESUMO: Fungos entomopatogênicos são bioinsumos porque causam a redução populacional de diversas pragas sem causar danos ao ambiente e atuam também como promotores de crescimento de plantas. Na pecuária, uma das principais pragas é a cigarrinha das pastagens, que exige controle rápido para não afetar a alimentação do rebanho, uma vez que a cigarrinha injeta toxinas e seca o pasto. Objetivou-se avaliar a eficácia do manejo das cigarrinhas-das-pastagens, na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo e a promoção de crescimento, através dos parâmetros biométricos e fisiológicos, após associação entre os fungos entomopatogênicos e adubação, no período chuvoso amazônico, quando ocorre o ataque das cigarrinhas. O bioensaio foi conduzido em campo experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, município de Belém. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições, com os seguintes tratamentos: T1 – Capim elefante sem adubação (Controle), T2 – Capim+ adubação, T3 – Capim + adubação + *Metarhizium anisopliae*, T4 – Capim + adubação + *Beauveria bassiana*., T5 – Capim + adubação + Pool de *Trichoderma asperellum*. Os fungos foram inoculados na concentração de 10^8 conídios/ml⁻¹. As avaliações foram realizadas selecionando 1m² em cada parcela para a contagem do número de espumas contendo ninfas do inseto. Para as análises morfológicas das plantas e acúmulo de biomassa, foram avaliados os seguintes parâmetros: altura da planta, diâmetro do coleto, número de folhas, índice de robustez, além das matérias fresca e seca das folhas. As variáveis fisiológicas foram: fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (CI) e eficiência de carboxilação (A/CI). Os dados foram submetidos a análise de agrupamento, conforme o grau de similaridade, resultando em três grupos compostos da seguinte forma: Grupo 1: (*M. anisopliae* + adubação), (*B. bassiana* + adubação) e (Mix de *T. asperellum* + adubação), o grupo 2 composto pela adubação isolada e grupo 3 composto pelo controle negativo, somente o capim. O grupo 1, apresentou maior ganho nos parâmetros morfológicos e fisiológicos. Quanto às cigarrinhas, houve diminuição de ninfas para os tratamentos: adubação isolada, *M. anisopliae* + adubação, *B. bassiana* + adubação, sendo os tratamentos com *B. bassiana* e *M. anisopliae*, os melhores em relação ao controle. Assim, fungos entomopatogênicos podem ser alternativas viáveis para o manejo preventivo das cigarrinhas-das-pastagem e promotor do crescimento em plantas de capim elefante cv. roxo.

Palavras chave: *Pennisetum purpureum*, controle microbiano, promotores de crescimento.

ABSTRACT

ABSTRACT: Entomopathogenic fungi are bioinputs because they cause the population reduction of several pests without causing damage to the environment and also act as plant growth promoters. In livestock, one of the main pests is the spittlebug in pastures, which requires quick control in order not to affect the feeding of the herd, since the spittlebug injects toxins and dries the pasture. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of pasture spittlebugs management in elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Purple and growth promotion, through biometric and physiological parameters, after association between entomopathogenic fungi and fertilization, in the Amazonian rainy season, when spittlebugs attacks occur. The bioassay was conducted in an experimental field at the Federal Rural University of the Amazon - UFRA, in the municipality of Belém. The design was in randomized blocks, with four replications, with the following treatments: T1 – Elephant grass without fertilization (Control), T2 – Grass + fertilization, T3 – Grass + fertilization + *Metarhizium anisopliae*, T4 – Grass + fertilization + *Beauveria bassiana*, T5 – Grass + fertilization + *Trichoderma asperellum* pool. The fungi were inoculated at a concentration of 10^8 conidia/ml⁻¹. The evaluations were carried out by selecting 1m² in each plot to count the number of foams containing insect nymphs. For the morphological analyzes of the plants and biomass accumulation, the following parameters were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, robustness index, in addition to fresh and dry matter of the leaves. The physiological variables were net photosynthesis (A), transpiration (E), stomatal conductance (gs), internal CO₂ concentration (CI) and carboxylation efficiency (A/CI). The data were submitted to cluster analysis, according to the degree of similarity, resulting in three groups composed as follows: Group 1: (*M. anisopliae* + fertilization), (*B. bassiana* + fertilization) and (Pool of *T. asperellum* + fertilization), group 2 composed by the isolated fertilization and group 3 composed by the negative control, only the grass. Group 1 showed greater gain in morphological and physiological parameters. As for spittlebugs, there was a decrease in the number of nymphs for the treatments: isolated fertilization, *M. anisopliae* + fertilization, *B. bassiana* + fertilization, with treatments with *B. bassiana* and *M. anisopliae* being the best in relation to the control. Thus, entomopathogenic fungi may be viable alternatives for the preventive management of spittlebugs and growth promoter in elephant grass plants cv. purple.

Key words: *Pennisetum purpureum*, Microbial control, Growth promoters.

Sumário

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	15
REFERÊNCIAS	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A Cultura do capim elefante	14
2.2 Cigarrinha das pastagens	14
2.3 Fungos entomopatogênicos - Biocontrole e promoção de crescimento	15
REFERÊNCIAS:	16
3. INTRODUÇÃO	14
4. HIPÓTESE	15
5. OBJETIVOS	15
6. MATERIAL E MÉTODOS	15
6.1 Área de estudo	15
6.2 Espaçamento e material vegetal.....	16
6.3 Adubação e Calagem	17
6.5 Inoculação com fungos	18
6.5.1 Produção massal do Inóculo	18
6.6 Avaliação populacional da cigarrinhas-das-pastagens.....	19
6.7 Variáveis morfológicas e de biomassa.....	19
6.8 Parâmetros fisiológicos	19
6.9 Análise estatística.....	20
7. RESULTADOS	20
7.1 Número de colônias de ninfas de cigarrinhas	20
7.2 Análise da promoção de crescimento	22
7.3. Avaliação dos parâmetros fisiológicos	25
8. DISCUSSÃO	26
9. CONCLUSÃO	29
10. REFERÊNCIAS	29

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A atividade da pecuária no Brasil é prioritariamente desenvolvida sobre pastagens, sendo que, neste sistema de produção, as práticas de manejo e de utilização da forragem representam grande parte da eficiência do sistema (MORAIS et al., 2018). Para tanto, um fator primordial para a elevada produtividade do pasto é a escolha da forrageira adequada e que possua características desejáveis como a adaptação às diferentes condições climáticas, ao tipo de produção desejada, a fertilidade do solo e ao nível tecnológico da propriedade, dentre outros fatores (SOUZA et al., 2018).

Dentre as forrageiras, o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) se destaca por ser uma das gramíneas tropicais de maior produção, com potencial produtivo que pode variar de 10 a 80 toneladas de Matéria seca (MS.ha⁻¹.ano), essa variação se dá principalmente pelo baixo uso de tecnologia e manejo inadequado (CARARETO, 2008). Além disso, Da Rosa et al. (2019) citam que devido ao seu elevado poder nutritivo, pode ser utilizado tanto na forma de ensilado quanto de pastejo.

Assim, o capim-elefante é uma das gramíneas mais importantes e difundidas no Brasil, podendo ser utilizada de diversas formas e alcançar bons níveis de produção animal quando bem manejada (LOPES, 2004). Entretanto, assim como em outras culturas agrícolas, o capim elefante pode ter sua produtividade diminuída por diversos fatores, sejam eles bióticos ou abióticos. Do ponto de vista fitossanitário, as cigarrinhas-das-pastagens se configuram como uma das principais pragas de plantas forrageiras, por causarem danos em gêneros importantes como *Brachiaria*, *Cynodon*, *Panicum* e *Pennisetum* (Alvarenga et al., 2017; Holmann & Peck, 2002; Peck, 2002), sendo assim responsáveis por decréscimos importantes de produtividade em pastagens.

Segundo Dias-Filho (2017), as cigarrinhas são consideradas os insetos-praga mais importantes das pastagens no Estado do Pará, assim como em toda a região Amazônica, pelo fato de causarem prejuízos expressivos à pecuária, queda na produção de carne e leite, além de desvalorizar a terra pela degradação das pastagens.

Esses insetos podem causar danos principalmente por duas vias: sucção da seiva predominantemente do xilema, como também injetando secreções salivares no tecido vegetal (VALERIO, 2009). Como resultado do dano na parte aérea e inoculação salivar, a atividade

fotossintética da planta é interrompida, causando lesões necróticas que se espalham longitudinalmente em direção ao ápice da folha (HOLMANN & PECK, 2002).

Nesse contexto, ao se buscar formas de controle que não causem dano ao ambiente, o uso de microrganismos benéficos tem sido apontado como promissor e bastante estudado, principalmente nos últimos anos pela grande demanda de tecnologias sustentáveis (REZENDE et al., 2021), enquadrando-se no chamado controle biológico de pragas que segundo Van Lenteren (2012), pode ser definido como o uso de um organismo capaz de reduzir a densidade populacional de outro.

Além disso, se tem buscado a utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas agrícolas, devido ao fato de apresentarem características interessantes como alta capacidade reprodutiva, atividade específica do alvo, curto tempo de geração e, estágio de repouso ou capacidade de produção de fase sapróbica que podem garantir sua sobrevivência (SINHA, CHOUDHARY & KUMARI, 2016).

Contudo, além do controle de pragas, estudos mais recentes têm relacionado o uso desses fungos como colonizadores de plantas, atuando na promoção de crescimento. Os fungos entomopatogênicos (EPF), antes considerados exclusivamente como patógenos de insetos, atuam também em papéis multifuncionais, como colonizador da rizosfera, antagonista de patógenos de plantas e promotores de crescimento de plantas (DASH et al., 2018).

Os microrganismos benéficos aumentam o crescimento das plantas principalmente por ampliar a disponibilidade de nutrientes, regular fitohormônios e incrementar a tolerância contra estresses bióticos e abióticos (LOPES, DIAS-FILHO & GURGEL, 2021). Além disso, Canassa et al. (2019) afirmaram que os gêneros fúngicos *Metarhizium* sp. e *Beauveria* sp. são considerados entomopatogênicos e endofíticos capazes de colonizar uma grande variedade de plantas e podem aumentar o crescimento das plantas e protegê-las contra insetos-praga.

Apesar dos benefícios, os microrganismos podem ter respostas diferentes a depender do local em que foi isolado em relação ao local aplicado. Dessa forma, é de grande importância que os fungos isolados sejam da própria região, buscando assim melhor eficiência dos benefícios gerados por eles.

Assim, objetivou-se avaliar a eficácia do manejo preventivo das cigarrinhas-das-pastagens, na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo e a promoção de

crescimento, através dos parâmetros biométricos e fisiológicos, após associação entre os fungos entomopatogênicos e adubação, no período chuvoso amazônico, quando ocorre o ataque da praga.

REFERÊNCIAS.

ALVARENGA, R., AUAD, A.M., MORAES, J.C. *et al.* Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) and their host plants: a strategy for pasture diversification. **Appl Entomol Zool** n. 52, p. 653–660, 2017.

CARARETO, R.P. Manejo do Capim Elefante no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ-USP, (artigo técnico publicado na internet (www.milkpoint.com.br)), 2008.

CANASSA, FA TALL, SUSANNA ; MORAL, RAFAEL A. ; DE LARA, IDEMAURO A.R. ; DELALIBERA, ITALO ; MEYLING, NICOLAI V. . Effects of bean seed treatment by the entomopathogenic fungi *Metarhizium robertsii* and *Beauveria bassiana* on plant growth, spider mite populations and behavior of predatory mite. **BIOLOGICAL CONTROL** , v. 132, p. 199-208, 2019.

DA ROSA, P. P.; DA SILVA, P. M.; CHESINI, R. G.; DE OLIVEIRA, A. P. T.; SEDREZ, P. A.; FARIA, M. R.; LOPES, A. A.; ROLL, V. F. B.; FERREIRA, O. G. L. Características do Capim Elefante *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiaçú. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 70-84, 2019.

DASH CK, BAMISILE BS, RAVINDRAN K, QASIM M, LIN Y, ISLAM SU, HUSSAIN M, WANG L, Endophytic entomopathogenic fungi enhance the growth of *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) and negatively affect the development and reproduction of *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae), **Microbial Pathogenesis**, 2018.

DIAS-FILHO, MOACYR. Soluções para Problemas Recorrentes em Pastagens no Pará, 2017.

HOLMANN F, PECK DC. Economic damage caused by spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: a first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens* pastures. **Neotrop Entomol** n. 31, p. 275–284, 2002.

LOPES, B. O **capim elefante**. 2004. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/nutricao/livros/O%20CAPIM%20ELEFANTE.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2022.

LOPES, M. J. DOS S.; DIAS-FILHO, M. B.; GURGEL, E. S. C. Successful Plant Growth-Promoting Microbes: Inoculation Methods and Abiotic Factors. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, p. 48, 25 fev. 2021

MORAIS, L. F. de; CARVALHO, C. A. B. de; ANJOS, A. N. A.; VIEGAS, C. R; SILVA, P. H. F. D;a. Avanços na avaliação de pastagens cultivadas com forrageiras tropicais no Brasil: Uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.11, n.2, p.125-136, may-aug., 2018.

PECK, DC. Distribution and recognition of spittlebug (Homoptera: Cercopidae) on the Caribbean coast of Colombia. **Pasturas Trop** n. 24, p. 4–15, 2002. (in Spanish with English summary).

REZENDE, C. C.; SILVA, M. A. ; FRASCA, L. L. M. ; FARIA, D. R. ; FILIPPI, M. C. C. ; LANNA, A. C. ; NASCENTE, A. S. . Multifunctional microorganisms: use in agriculture. **RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT**, v. 10, p. 1-15, 2021.

SOUZA, E. L.; CRUZ, P. J. R. ; BONFÁ, C. S. ; MAGALHÃES, M. A. . Plantas forrageiras para pastos de alta produtividade. **REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME**, v. 15, p. 8272-8284, 2018.

VALÉRIO JR. Spittlebugs. Documents 179. EMBRAPA Gado de Corte, Rio de Janeiro, 2009. (in Portuguese)

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, n. 1, p. 1–20, 28 fev. 2012.

SINHA, K.K, CHOUDHARY, A.K, KUMARI, P. Entomopathogenic Fungi. In: **Ecofriendly Pest Management for Food Security**. Academic Press, San Diego, p. 475–505, 2016.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura do capim elefante

O capim-elefante é uma das espécies forrageiras mais importantes em regiões tropicais e subtropicais devido ao seu alto potencial para produção de matéria seca, valor nutricional, aceitabilidade, vigor e persistência (CUNHA et al., 2022). Ainda, tem despertado interesse principalmente por sua alta eficiência na fixação de CO₂ atmosférico durante o processo de fotossíntese (SOUZA et al., 2021).

A forrageira é plantada principalmente como capineira, sendo um importante recurso principalmente no período de estiagem, onde é utilizada como complementação de pastagem (PEREIRA; LÉDO; MACHADO, 2017). Apresenta hábito de crescimento cespitoso, porte ereto, o qual ultrapassa três metros de altura, entrenós de 15 a 20 cm, diâmetro de até 2,5 cm e sistema radicular de raízes grossas e rizomatozas. (DA ROSA, et al., 2019).

Apresenta alta exigência quanto a fertilidade do solo, porém não apresenta grande resistência a períodos de geadas e encharcamento do solo. Sua propagação é realizada principalmente por estacas, uma vez que as sementes geralmente apresentam baixa germinação e baixo vigor (PEREIRA et al., 2021).

2.2 Cigarrinha das pastagens

As cigarrinhas das pastagens, pertencem a ordem Hemiptera e família Cercopidae, são consideradas pragas importantes por ocasionarem sérios prejuízos aos pastos, fazendo com que as plantas fiquem pouco palatáveis e rejeitado pelos animais e como consequência ocasiona a redução de produção de carne e leite (PEREIRA et al., 2010)

Quanto aos cercopídeos associadas ao capim elefante, têm sido registrados ataques pelas espécies: *Notozulia entreiriana* (Berg), *Deois schach* (Fabricius), *Mahanarva fimbriolata* (Hom.), e *Mahanarva liturata* (LePeltier & Serville) (PEREIRA et al., 2021).

A presença das cigarrinhas das pastagens em plantio é caracterizada pelo aparecimento de espumas características no coleto da planta, próximo ao solo (Figura 1A). No que se refere ao seu desenvolvimento, é caracterizado como hemimetábolo, passando por ovo, ninfa (Figura 1B) e adulto (Figura 1C) (RIBEIRO; CASTILHOS, 2018).

Em relação aos danos ocasionados pelos insetos, esses podem ocorrer em duas fases de desenvolvimento. Quando na fase jovem (ninfa), os insetos inserem seu aparelho bucal do tipo sugador labial ou picador sugador nas raízes das plantas e extraem a seiva. Atacam em época de alta umidade (período chuvoso amazônico) e, quando adultas, se alimentam da parte aérea e

37 inserem toxinas que ocasionam amarelecimento das folhas e posterior secamento e morte
38 (GALLO et al., 2002).

39 Quanto à forma de controle, (DIAS FILHO,2017; CARVALHO et al., 2000) afirmam
40 que o manejo com químicos e/ ou biológicos são realizados de acordo com o nível de infestação
41 do inseto, descrito na Tabela 1:

42 Tabela 1- Nível de controle para cigarrinhas das pastagens de acordo com o nível de infestação

Fase de desenvolvimento	Número por m ² ou por dez batidas de rede	Estratégia de controle
Ninfas	6 a 25	Biológico – Aplicação do fungo <i>M. anisopliae</i> em faixas com 10 m de largura
	+ de 25	Biológico - Aplicação do fungo (<i>M. anisopliae</i>) em toda a área
Adultos	10 a 20	Biológico – Aplicação do fungo <i>M. anisopliae</i> em faixas com 10 m de largura
	21 a 30	Biológico – Aplicação do fungo <i>M. anisopliae</i> em toda a área
	+ de 30	Químico – Aplicação de inseticida em toda a área

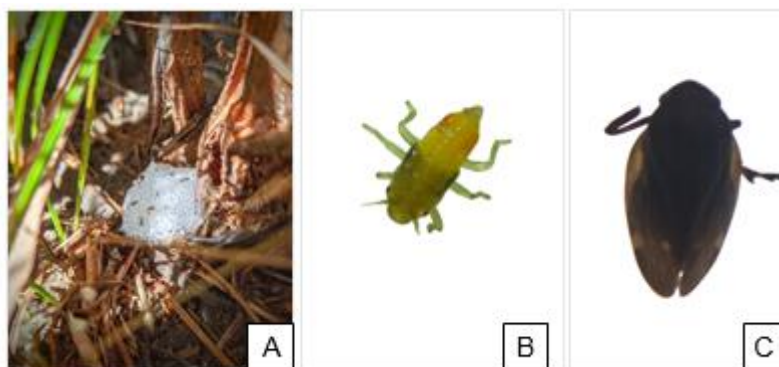
43

44 Fonte: Dias-Filho (2017), Carvalho et al., (2000).

45

46

Figura 1- [A] Espuma [B] Ninfa [C] Adulto de cigarrinha das pastagens.



47

48

Fonte: Autor

49 2.3 Fungos entomopatogênicos - Biocontrole e promoção de crescimento

50

51 O setor de biopesticidas está passando por um crescimento significativo e muitas
52 descobertas estão sendo desenvolvidas em novos produtos que estão alimentando a oferta

53 crescente no mercado global (RUIU, 2018).

54 De acordo com relatório da empresa de pesquisa e consultoria de mercado Markets and
55 Markets (2020), é projetado que o mercado global de biopesticidas cresça a um CAGR (Taxa
56 de crescimento anual composta) de 14,7%, de um valor estimado de US \$ 4,3 bilhões em 2020
57 para atingir US \$ 8,5 bilhões em 2025.

58 Nesse contexto, Mascarin et al. (2019) afirmaram que os fungos entomopatogênicos
59 desempenham papel central neste mercado no cenário brasileiro, uma vez que,
60 aproximadamente 50% dos biopesticidas microbianos registrados compreendem
61 micoinseticidas e/ou micoacaricidas constituídos por fungos hipocreanos, sendo a maioria
62 baseada em *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*.

63 Além de pesquisas em relação ao controle biológico de pragas, fungos
64 entomopatogênicos têm sido reportados como bioestimulantes de plantas. Dessa forma, os
65 fungos podem ser benéficos através de mecanismos diretos ou indiretos, o qual incluem
66 solubilização de minerais, síntese de fitohormônios, produção de compostos orgânicos voláteis,
67 exploração de enzimas microbianas, aumento na absorção de nutrientes, melhoria de estresses
68 abióticos e supressão de fitopatógenos deletérios (MOTAHER HOSSAIN; SULTANA, 2020).

69 Dessa forma, a utilização de fungos entomopatogênicos nas diversas culturas agrícolas
70 é uma possibilidade viável também em combinação com inseticidas químicos, uma vez que
71 essa associação vem se mostrando bastante eficaz para a redução da densidade populacional de
72 insetos praga, porém se levada em consideração as seguintes características: uso da formulação
73 e do propágulo correto; presença de hospedeiros suscetíveis, condições ambientais favoráveis
74 e cronograma compatível com outras práticas agrícolas (BORGES; NOVA, 2011) .

75

76 REFERÊNCIAS:

77

78 BORGES, L. R.; NOVA, M. X. V. Associação de inseticidas químicos e fungos entomopatogênicos no
79 Manejo Integrado de Pragas – uma revisão. Revista Ambiência, v. 7, n. 1, p. 179–190, 2011.

80

81 CARVALHO, G. A.; ZANETTI, R.; MOINO JUNIOR, A. Manejo integrado de cigarrinhas em
82 pastagens. In: MANEJO de pragas e de doenças em pastagens. Lavras: UFLA, 2000. p. 37–49.

83

84 CUNHA, T. B. DA et al. Sugar content variation in elephant grass germplasm. Ciência Rural, v. 52, n.
85 1, p. 1–5, 2022.

86

87 DA ROSA, P. P.; DA SILVA, P. M.; CHESINI, R. G.; DE OLIVEIRA, A. P. T.; SEDREZ, P. A.;
88 FARIA, M. R.; LOPES, A. A.; ROLL, V. F. B.; FERREIRA, O. G. L. Características do Capim Elefante
89 *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiacu. **Pesquisa**
90 **Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 70-84, 2019.

91

92 DIAS-FILHO, MOACYR. Soluções para Problemas Recorrentes em Pastagens no Pará, 2017.

93
94 GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F. M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.
95 **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, ed. Agronômica Ceres. 920p. 2002.
96
97 HAKIM, S. et al. Rhizosphere Engineering With Plant Growth-Promoting Microorganisms for
98 Agriculture and Ecological Sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 5, n. February, p.
99 1–23, 15 fev. 2021.
100
101 MARKETS AND MARKETS. Biospesticides Market. Disponível em:
102 <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopesticides-267.html>> Acesso em 26
103 jun. 2022
104
105 MASCARIN, G. M. et al. Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial
106 control of arthropod pests in Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 165, n. August 2017, p. 46–
107 53, 2019.
108
109 MOTAHER HOSSAIN, M.; SULTANA, F. Application and Mechanisms of Plant Growth Promoting
110 Fungi (PGPF) for Phytostimulation. *Organic Agriculture*, 2020.
111
112 PEREIRA, A.V.; AUAD, Alexander Machado; LEDO, Francisco José da Silva; BARBOSA, Sandro.
113 *Pennisetum purpureum*. In: Dilermando Miranda da Fonseca; Janaina Azevedo Martuscello. (Org.).
114 *Plantas Forrageiras*. Viçosa: Editora UFV, 2010, v. , p. 197-219.
115
116 PEREIRA, A. VANDER; LÉDO, F. J. DA S.; MACHADO, J. C. BRS Kurumi and BRS Capiáçu - New
117 elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied**
118 **Biotechnology**, v. 17, n. 1, p. 59–62, mar. 2017.
119
120 PEREIRA, A.V.; LIRA, M.A. ; MACHADO, J.C. ; GOMIDE, C.A.M. ; MARTINS, C.E. ; LÉDO,
121 F.J.S. ; DAHER, R.F. . Elephantgrass, a tropical grass for cutting and grazing. *REVISTA BRASILEIRA*
122 *DE CIENCIAS AGRARIAS*, v. 16, p. 1-13, 2021.
123
124 RIBEIRO, L.P.; CASTILHOS, R.V. Manejo integrado de pragas em pastagens: ênfase em pragas-chave
125 das gramíneas perenes de verão. Florianópolis: Epagri, 2018 52p. (Epagri. Boletim Técnico, 185).
126
127 RUIU, L. Microbial biopesticides in agroecosystems. *Agronomy*, v. 8, n. 11, p. 1–12, 2018
128
129 SOUZA, A. G. DE et al. Estimating Elephant-Grass Adaptability and Stability for Energy-Biomass
130 Production by Regression Models. *Journal of Agricultural Science*, v. 13, n. 3, p. 68, 15 fev. 2021.
131

132 MANEJO DAS CIGARRINHAS DAS PASTAGENS E PROMOÇÃO DE
133 CRESCIMENTO DO CAPIM ELEFANTE CV. ROXO COM FUNGOS
134 ENTOMOPATOGÊNICOS ASSOCIADO A ADUBAÇÃO

135
136 **RESUMO:** A utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas têm sido bastante
137 promissor pela capacidade que esses organismos possuem de colonizar e controlar insetos sem
138 causar danos ao ambiente, somado ao fato de serem atribuídos como promotores de crescimento
139 em diversas culturas agrícolas. Dessa forma, objetivou-se analisar a eficácia do manejo das
140 cigarrinhas das pastagens na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv.
141 Roxo, após a aplicação de fungos entomopatogênicos associados a adubação, além de avaliar a
142 capacidade dos microrganismos na promoção de crescimento das plantas, através dos
143 parâmetros biométricos e fisiológicos. O experimento foi realizado em área experimental na
144 Universidade Federal Rural da Amazônia, no município de Belém. O delineamento foi em
145 blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram: T1 - (Capim elefante)
146 (Controle), T2 – (Capim elefante + adubação), T3 – (Capim elefante + adubação + *Metarhizium*
147 *anisopliae*), T4 – (Capim elefante + adubação + *Beauveria bassiana*), T5 – (Capim elefante +
148 adubação + *Pool de Trichoderma asperellum*. As inoculações foram realizadas na concentração
149 de 10^8 conídios/ml⁻¹. Para a avaliação das ninfas de cigarrinhas, foi selecionado 1m² e feita
150 contagem direta das espumas. Para as análises morfológicas das plantas e acúmulo de biomassa,
151 foram avaliados os seguintes parâmetros: altura da planta, diâmetro do coleto, número de folhas,
152 índice de robustez, além das matérias fresca e seca de folhas. Para as trocas gasosas, avaliou-se
153 a fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna
154 de CO₂ (CI) e eficiência de carboxilação (A/CI). Os dados foram submetidos a análise de
155 agrupamento, resultando em três grupos: Grupo 1: (*M. anisopliae* + adubação), (*B. bassiana*+
156 adubação) e (*Pool de T. asperellum* + adubação); Grupo 2 composto pela adubação isolada e
157 Grupo 3 composto pelo controle (somente o capim sem inoculação e adubação). O grupo 1,
158 demonstrou melhora nos parâmetros biométricos e fisiológicos. No que se refere as ninfas de
159 cigarrinhas, os tratamentos (adubação isolada), (*M. anisopliae* + adubação) e (*B.*
160 *Bassiana*+adubação) diminuíram o número de insetos, *B. bassiana* e *M. anisopliae* em
161 associação com adubação foram os melhores tratamentos. Conclui-se, que os fungos
162 entomopatogênicos apresentam potencial inseticida, para serem utilizados no manejo das
163 cigarrinhas-das-pastagem e promotor do crescimento do capim elefante *P. purpureum* Schum,
164 cv. Roxo.

165

166 **Palavras chave:** *Pennisetum purpureum*, Controle microbiano, Promotores de crescimento.

167

168 **MANAGEMENT OF SPITTLEBUGS IN PASTURES AND GROWTH PROMOTION**
169 **OF ELEPHANT GRASS CV. PURPLE WITH ENTOMOPATHOGENIC FUNGI**
170 **ASSOCIATED WITH FERTILIZATION**

171

172 The use of entomopathogenic fungi in pest control has been very promising due to the capacity
173 that these organisms have to colonize and control insects without causing damage to the
174 environment, in addition to the fact that they are attributed as growth promoters in several
175 agricultural crops. Thus, the objective was to analyze the effectiveness of the management of
176 spittlebugs in pastures in the culture of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv.
177 Roxo, after the application of entomopathogenic fungi associated with fertilization, in addition
178 to evaluating the ability of microorganisms to promote plant growth, through biometric and
179 physiological parameters. The experiment was carried out in an experimental area at the Federal
180 Rural University of Amazônia, in the municipality of Belém. The design was in randomized
181 blocks, with four replications. The treatments were: T1 - (Elephant grass) (Control), T2 –
182 (Elephant grass + fertilizer), T3 – (Elephant grass + fertilizer + *Metarhizium anisopliae*), T4 –
183 (Elephant grass + fertilizer + *Beauveria bassiana*), T5 – (Elephant grass + fertilization +
184 *Trichoderma asperellum* pool. Inoculations were performed at a concentration of 10^8
185 conidia/ml⁻¹. For the evaluation of spittlebugs nymphs, 1 m² was selected and the foam was
186 counted directly. For morphological analyzes of the plants and accumulation of biomass, the
187 following parameters were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, robustness
188 index, in addition to fresh and dry leaf matter. For gas exchange, liquid photosynthesis (A),
189 transpiration was evaluated (E), stomatal conductance (gs), internal CO₂ concentration (CI) and
190 carboxylation efficiency (A/CI). The data were submitted to cluster analysis, resulting in three
191 groups: Group 1: (*M. anisopliae* + fertilization), (*B. bassiana* + fertilization) and (Pool of *T.*
192 *asperellum* + fertilization); Group 2 composed of isolated fertilization and Group 3 composed
193 of control (only grass without inoculation and fertilization). Group 1 showed improvement in
194 biometric and physiological parameters. With regard to spittlebugs nymphs, the treatments
195 (isolated fertilization), (*M. anisopliae* + fertilization) and (*B. Bassiana* + fertilization) reduced
196 the number of insects, *B. bassiana* and *M. anisopliae* in association with fertilization were the
197 better treatments. It is concluded that the entomopathogenic fungi have insecticidal potential to
198 be used in the management of pasture spittlebugs and growth promoter of elephant grass *P.*
199 *purpureum* Schum, cv. Purple.

200

201 **Keywords:** *Pennisetum purpureum*, Microbial control, Growth promoters.

202 3. INTRODUÇÃO

203 O capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) é uma gramínea forrageira muito
204 utilizada como capineira. É caracterizada como uma planta C4 perene com potencial sustentável
205 para bioenergia, pastagem e silagem, além de ser grande produtora de biomassa (CAMELO et
206 al., 2020).

207 Apesar disso, dentre as forrageiras, o capim-elefante é considerado como de baixa
208 resistência, e em alguns casos, o ataque de cigarrinhas-das-pastagens pode levar a planta à
209 morte, além de torná-la menos palatável, reduzindo o consumo pelos animais e
210 consequentemente diminuindo a produção animal (MACHADO et al., 2013).

211 As cigarrinhas-das-pastagens são pragas de extrema importância e por conta disso esses
212 insetos têm merecido maior atenção, em face dos altos níveis populacionais, das ocorrências
213 generalizadas e da severidade dos danos que causam, portanto, se trata de um problema
214 entomológico complexo (VALERIO, 2009).

215 Diante dessa problemática, se tem buscado alternativas de controle. O controle natural e
216 biológico de pragas e doenças que afetam plantas cultivadas tem ganhado muita atenção nas
217 últimas décadas como forma de reduzir o uso de químicos na agricultura (AZEVEDO et al.,
218 2000).

219 Nesse contexto, fungos entomopatogênicos têm grande potencial, pois segundo Alves et
220 al., (2008) possuem largo espectro de ação, capazes de colonizar diversas espécies de insetos e
221 ácaros e de causar, com frequência, epizootias em condições naturais, além de ter como
222 vantagem a capacidade de infectar todos os estádios de desenvolvimento dos insetos
223 hospedeiros, o que é de grande importância, uma vez que as cigarrinhas causam danos na fase
224 jovem (ninfa) e adulta.

225 Além disso, a utilização de microrganismos benéficos são conhecidos por melhorar a
226 absorção de nutrientes, solubilização de fósforo, produção de fitohormônios e resistência a
227 doenças por resistência sistêmica induzida ou resistência adquirida sistêmica (LOPES et al.,
228 2017). Portanto, fungos endofíticos são bastante promissores para incremento de produção na
229 agricultura.

230 Visando inserir a pecuária com bioinsumos com capim de qualidade e com diminuição de
231 inseticidas químicos, objetivou-se analisar a eficácia do manejo preventivo da cigarrinhas das

232 pastagens na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo, após a
233 aplicação de fungos entomopatogênicos associados a adubação e avaliar a capacidade dos
234 microrganismos na promoção de crescimento das plantas, através dos parâmetros biométricos
235 e fisiológicos.

236 **4. HIPÓTESE**

237 O manejo das cigarrinhas das pastagens com os fungos entomopatogênicos *Metarhizium*
238 *anisopliae*, *Beauveria bassiana* e Pool de *Trichoderma asperellum*, em associação com
239 adubação, na cultura do capim elefante c.v Roxo, apresenta eficácia de controle da praga e
240 incrementa parâmetros biométricos e fisiológicos da planta.

241 **5. OBJETIVOS**

242 **Geral**

243 Avaliar a eficácia dos fungos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e Pool de
244 *Trichoderma asperellum*, em associação com adubação, no controle preventivo das cigarrinhas
245 das pastagens *Notozulia entreriana* e promoção do crescimento na cultura do capim elefante
246 cv. Roxo.

247 **Específicos**

248 - Avaliar a eficácia de controle das cigarrinhas, após aplicação de fungos entomopatogênicos,
249 através do monitoramento fitossanitário periódico do nível populacional da praga;

250 - Avaliar a promoção de crescimento através dos parâmetros biométricos e fisiológicos após
251 aplicação dos fungos entomopatogênicos, na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum*
252 Schum) cv. Roxo.

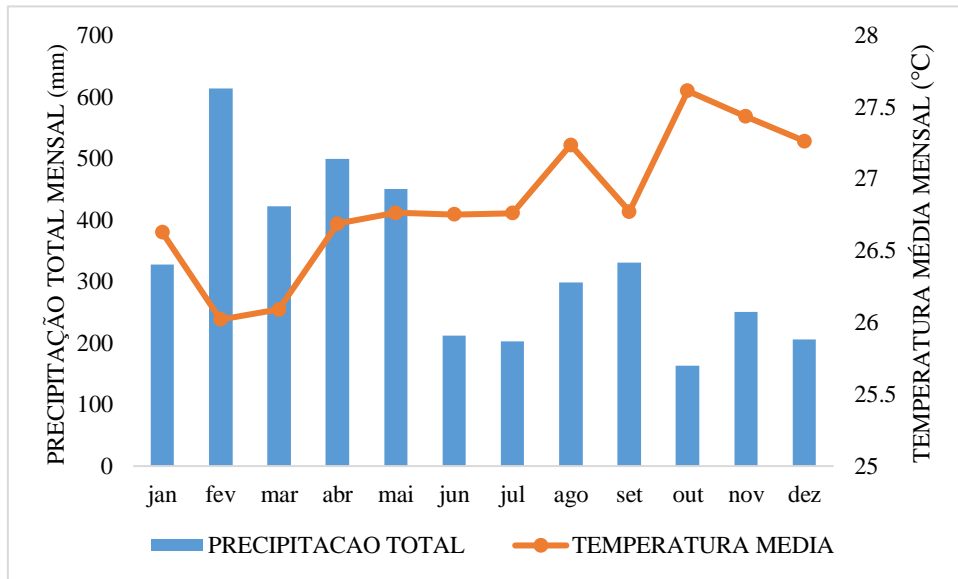
253 **6. MATERIAL E MÉTODOS**

254 **6.1 Área de estudo**

255 O experimento foi realizado em área experimental do departamento de Solos, do Instituto
256 de Ciências Agrárias – ICA, na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, município
257 de Belém, localizada a 48°26'36.1"W e 1°27'12.3"S. Apresenta temperatura média anual de
258 26,4°C, umidade relativa anual de 84,0% e clima do tipo Af, de acordo com a classificação
259 climática de Köppen, definida como clima tropical úmido ou superúmido (ALVARES et al.,
260 2013). Os dados de pluviosidade média e temperatura média são mostrados na (Figura 2).

261
262

Figura 2- Condições climáticas como Precipitação e temperatura média mensal apresentada no ano de 2021.



263

264

Fonte: Autor.

265 6.2 Espaçamento e material vegetal

266

O plantio foi realizado em área experimental de 11 m x 23m. As parcelas foram de 3 m x 2 m, e espaçamento de 1 metro entre parcelas. O espaçamento entre plantas foi de 0,75 cm. Foram analisadas duas plantas centrais de cada parcela, conforme o croqui abaixo (Figura 3).

267

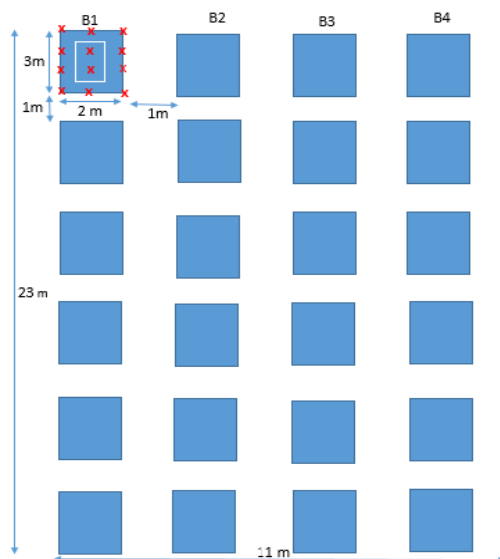
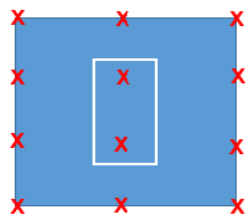
268

269

Figura 3- Croqui da disposição das parcelas experimentais no plantio de capim elefante cv. Roxo, no município de Belém. Amazônia Oriental, Brasil

270

□ Disposição das parcelas



271

272

Fonte: Autor.

273 As plantas de capim elefante *P. purpureum* Schum cv. Roxo utilizadas no experimento, foram
 274 oriundas de área de plantio, no município de São Francisco do Pará. As plantas foram cortadas
 275 e as estacas plantadas em sistema “pé com ponta”, distribuídos sempre dois a dois (a ponta de
 276 uma planta junto ao pé da outra em sulcos de 15 a 20 cm de profundidade. Cada estaca
 277 apresentava três nós. O ciclo do trabalho foi realizado, no período chuvoso amazônico, nos
 278 meses abril a julho de 2021.

279 **6.3 Adubação e Calagem**

280 As plantas receberam a adubação segundo análise de solo. Utilizou-se como fonte
 281 nitrogenada, fosfórica e potássica os seguintes fertilizantes: ureia, superfosfato simples (SSP) e
 282 cloreto de potássio (KCl). As quantidades foram 133 kg/ha para ureia e KCl e 66,5kg/ha para o
 283 superfosfato simples. Para o controle de plantas invasoras, foi realizado periodicamente o
 284 controle mecânico com capina manual. A análise de solo indicou os seguintes dados:

285 Tabela 2- Caracterização química do solo, amostrado na camada de 0-20 cm de profundidade.

Amostra	PH	P _{meh} ⁻¹	K ⁺	Ca	Mg	Al ⁺³	H+Al
-	H ₂ O	mg dm ⁻³	-----	-----	cmol/dm ³	-----	-----
0-20	3,8	2,9	0,03	0,3	0,1	1,6	5,5

286 Fonte: Autor

287 Para a correção do solo, foi realizada calagem pelo método de saturação por bases. Utilizando
 288 calcário dolomítico (PRNT 92%), totalizando 2,77 t ha⁻¹ buscando atingir 60% de saturação por
 289 bases.

290 **6.4 Tratamentos**

291 O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e
 292 quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, os quais foram:

293 Tratamento 1 - Capim elefante (Tratamento controle, sem adubação)

294 Tratamento 2 – Capim elefante com adubação para a cultura

295 Tratamento 3 – Adubação + *Metarhizium anisopliae*

296 Tratamento 4 – Adubação + *Beauveria bassiana*

297 Tratamento 5 – Adubação + Pool de *Trichoderma asperellum* (Isolados: UFRA T-06, UFRA

298 T-09, UFRA T-12 e UFRA T-52).

299 **6.5 Inoculação com fungos**

300 Os fungos utilizados são provenientes da coleção de microrganismos do Laboratório de
301 Proteção de Plantas – LPP, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus
302 Belém, são nativos de solos Amazônicos. Os isolados dos gêneros *M. anisopliae*, *B. bassiana*
303 e *T. asperellum* foram cultivados em meio de cultura BDA (Batata – Dextrose – Ágar) e
304 incubados durante cinco dias a 28 °C. Para a produção massal, utilizou-se arroz parboilizado
305 esterilizado como substrato, conforme metodologia adaptada de Alves & Faria (2010).

306

307 **6.5.1 Produção massal do Inóculo**

308 Foram alocados em sacos plásticos, 500 gramas de arroz, em seguida adicionados 250 ml
309 de água destilada esterilizada. Foi feita a homogeneização da amostra e esperou-se 30 minutos
310 até a homogeneização total. Posteriormente, o material foi autoclavado para esterilização a
311 vapor, 120°C por 20 minutos. Esperou-se esfriar o arroz até a temperatura ambiente (20-25° C),
312 o qual levado à câmara de fluxo laminar previamente esterilizada.

313 Placas de Petri com colônias puras dos fungos foram raspadas, com auxílio de alças de
314 Drigalski, e adicionadas em recipiente com água destilada estéril, formando uma suspensão
315 aquosa. Posteriormente a suspensão foi inoculada no arroz esterilizado e este armazenado em
316 caixas de polietileno previamente esterilizadas. As caixas inoculadas foram agitadas para
317 homogeneização total do material e mantidas em sala de crescimento climatizada a 25° C. A
318 agitação foi realizada diariamente durante 7 dias. Após total colonização do arroz, o material
319 foi dividido em sacos plásticos de 500 g e armazenados em freezer a -18° C. Para quantificação
320 da suspensão e controle de qualidade, foi utilizada a câmara de Neubauer para a contagem de
321 esporos, e ajuste para 10⁸ conídios/ml.

322 Isolados dos fungos *M. anisopliae*, *B. bassiana*, e *T. asperellum* foram aplicados nas
323 parcelas do plantio aos 30, 60 e 90 dias de plantio, sendo colhido aos 120 dias. As inoculações
324 foram realizadas na concentração de 1x10⁸ conídios/ml, sempre ao final da tarde. Foram
325 aplicados 10 litros de suspensão/tratamento e 2,5 litros/parcela.

326

327

328 **6.6 Avaliação populacional da cigarrinhas-das-pastagens**

329 Inspeções mensais foram realizadas com o intuito de verificar a população de ninfas e
330 adultos das cigarrinhas-das-pastagens, selecionando uma área de 1m² no centro das parcelas do
331 plantio. Foi feita a contagem do número de colônias. A identificação foi feita através de
332 características morfológicas, cujo espécime será depositado no Museu da Embrapa Amazônia
333 Oriental. Os espécimes foram classificados com o auxílio de chaves taxonômicas de
334 identificação entomológica, para as diferentes espécies de cigarrinhas-das-pastagens e
335 publicações científicas acerca do inseto (Valério, 2009). O nível de dano econômico está
336 relacionado à densidade de colônia de ninfas e adultos, sendo o número de ninfas de 6 a 25
337 espumas e adultos de 20 a 30 indivíduos m² (GALLO et al., 2002). Para os adultos, foi feita
338 inspeção visual e rede de varredura, porém a incidência não foi expressiva e portanto não
339 realizada análise estatística para esse fim.

340 **6.7 Variáveis morfológicas e de biomassa**

341 Foram mensuradas as variáveis biométricas: diâmetro do coleto (mm), altura da planta
342 (cm), número de folhas, índice de robustez, além da matéria seca e matéria fresca de folhas.
343 Diâmetro do coleto e altura foram medidos com paquímetro digital e trena milimetrada,
344 respectivamente, número de folhas foi feita por contagem direta nas plantas e o índice de
345 robustez corresponde a razão entre a altura de planta e diâmetro do coleto.

346 Para avaliação de matéria fresca, a parte aérea das plantas avaliadas foi cortada a 6 cm do
347 solo e pesada em balança. Para determinação de massa seca, uma subamostra de 250 gramas da
348 parte aérea foi pesada e acondicionada em sacos de papel do tipo kraft e seco a 65° C em estufa
349 com circulação forçada de ar, durante 72 horas, posteriormente, as amostras foram pesadas em
350 balança analítica de precisão.

351 **6.8 Parâmetros fisiológicos**

352 A janela de avaliação foi realizada no horário de 9h:00min às 11h:00min, horário definido
353 pelas melhores condições ambientais. Foi selecionada a superfície da folha do terço médio,
354 totalmente expandida e de aspecto saudável na planta. As medições foram realizadas pelo
355 Analisador de Fotossíntese (IRGA), LI-6400XT, LI-COR, Lincoln, NE, medidas por fluxo
356 aberto portátil, com sistema de trocas gasosas, sob concentração externa de CO₂ de 400 pmol
357 "1 de ar e luz artificial PAR 1.000 pmol de fótons m⁻² s. As condições ambientais apontadas

358 pelo (IRGA) indicavam $36^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura do ar, $55 \pm 2\%$, de umidade relativa, $1.028 \pm$
359 $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de radiação incidente e déficit de pressão de vapor de ar de $3,2 \pm 0,2\text{k Pa}$.

360 Foram avaliadas as duas plantas centrais de cada parcela com os seguintes parâmetros: taxa
361 de assimilação líquida de CO_2 (A), condutância estomática (gs), concentração interna de CO_2
362 (Ci), transpiração (E), e eficiência de carboxilação (A/Ci).

363 **6.9 Análise estatística**

364 Os dados são mostrados de forma individual e posteriormente foram agrupados de
365 acordo com o grau de semelhança (Cluster) para melhor análise. Para o agrupamento, o grau de
366 similaridade foi obtido através da distância Euclidiana padrão. Foram formados três grupos, os
367 quais submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de
368 Duncan ($P \leq 0.05$). Foi realizado também as o teste de médias para cada tratamento.

369 Quando necessário, os dados das variáveis foram transformados pela raiz $\sqrt{x} + 1$. Para
370 o número de ninfas de cigarrinhas, utilizou-se a transformação em log de $(X + 10,00)$, de acordo
371 com Teixeira & Sá (2010).

372 As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares R versão 4.1 e
373 Microsoft Excel.

374

375 **7. RESULTADOS**

376 **7.1 Número de colônias de ninfas de cigarrinhas**

377 Os melhores tratamentos envolvendo os fungos está relacionado a associação (*B.*
378 *bassiana*+ adubação) e (*M. anisopliae* + adubação (Figura 4), tratamentos 4 e 3
379 respectivamente. O fungo *Metarhizium* tem sido atribuído como biocontrolador de pragas de
380 pastagem, enquanto que, *B. bassiana*, associado a diversas outras pragas em culturas agrícolas,
381 porém não usualmente em pastagens.

382 A aplicação dos tratamentos reduziu a porcentagem de colônias de ninfas de cigarrinhas
383 em 76,93% na adubação isolada, 84,62% para *M. anisopliae* em associação com adubação e
384 92,31% para *B. bassiana* também em associação com adubação, em relação ao tratamento
385 controle.

386 Quanto ao *M. anisopliae*, muito tem sido atribuído a este fungo a eficiência no controle
387 biológico de cigarrinhas. Trabalho de Teixeira e Sá (2010) obtiveram redução do número de

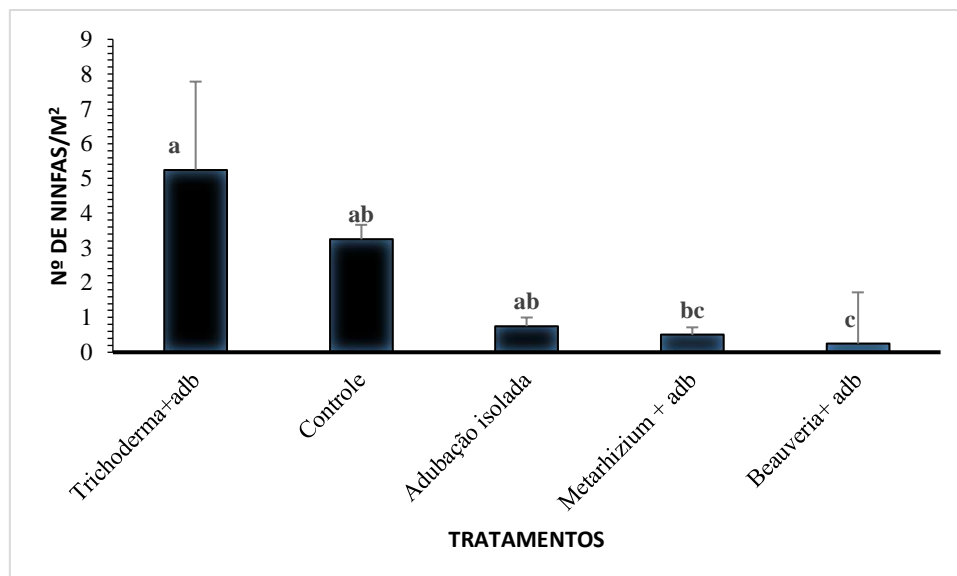
388 ninfas/m² em condições de campo de *Brachiaria brizantha*, com cepas de *M.anisopliae*.

389 *Beauveria bassiana* têm sido reportado no controle biológico de outras culturas
390 agrícolas. Quando se refere as gramíneas, tem sido associada ao controle do percevejo-das-
391 gramíneas *Blissus pulchellus*, em condições de laboratório (FIDELIS et al., 2021). Entretanto,
392 menores número de indivíduos de cigarrinha das pastagens no presente trabalho, pode estar
393 associada a eficiência das cepas nativas utilizadas no trabalho, que são mais adaptadas a
394 condições edafoclimáticas da região Norte do Brasil.

395 O tratamento 5, com as cepas do fungo *T. asperellum* não foi efetivo na supressão
396 populacional de cigarrinhas se comparado ao tratamento controle, porém, apesar disso, a
397 quantidade de ninfas não chegou ao nível de dano econômico. A identificação dos adultos das
398 cigarrinhas-das-pastagens presentes no experimento, foi realizada através de comparação
399 morfológica em chaves taxonômicas, sendo identificado a espécie *Notozulia entreriana*
400 (Hemiptera: Cercopidae).

401

402 Figura 4- Nível populacional de colônias de ninfas de cigarrinhas-das-pastagens, em plantio em campo,
403 na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo, após aplicação de fungos
404 entomopatogênicos em associação com adubação, no Município de Belém, Amazônia Oriental, Brasil.
405 *Médias com letras iguais não diferem significativamente entre si.



406

407 Fonte: Autor

408

409

410

7.2 Análise da promoção de crescimento

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

Os dados individualizados por cada tratamento estão descritos nas tabelas 3 e 4. O tratamento com *B. bassiana* + adubação obteve os maiores valores para as variáveis altura, diâmetro do coleto, massa fresca e seca de folhas. O tratamento com *Trichoderma* + adubação obteve o maior valor para o índice de robustez, enquanto o número de folhas não mostrou diferença significativa. Quanto às variáveis fisiológicas, maiores valores de fotossíntese líquida, condutância estomática e concentração interna de CO₂ foram para maiores para o tratamento com *Beauveria bassiana*+ adubação, enquanto não houve diferença significativa para transpiração e eficiência de carboxilação.

Tabela 3- Dados biométricos individualizados por tratamento- Altura(cm), Diâmetro do coleto (mm), Número de folhas, Índice de robustez (IR), , Massa fresca de folhas (MFF), Massa seca de folhas (MSF). Médias com as mesmas letras não diferem significativamente. Médias comparadas pelo teste de Duncan (P<0,05).

Tratamento	Altura (cm)	Coleto (mm)	Folhas	IR	MFF (T/ha)	MSF (T/ha)
Controle	206,5 c	21,46 c	28,25 a	9,61 b	2,12 b	0,36 d
Adubação	216 bc	22,77 b	28,5 a	9,52 b	2,22 b	0,61 d
<i>Metarhizium</i> +adubação	241,75 ab	24,23 a	29,75 a	9,92 b	2,67 ab	1,48 bc
<i>Beauveria</i> +adubação	246,5 a	24,37 a	30,25 a	10,13 ab	3,85 a	2,28 a
<i>Trichoderma</i> + adubação	233,5 abc	20,54 c	29,25 a	11,37 a	3,25 ab	1,71 ab
CV (%)	8,06	3,02	13,11	8,6	11,78	9,46

424

425

Fonte: Autor

426

427

428

429

Tabela 4- Dados fisiológicos individualizados por tratamento – Fotossíntese Líquida (A), Condutância estomática (Gs), Carbono Interno (CI), Transpiração (E), Eficiência de carboxilação (A/CI). Médias com as mesmas letras não diferem significativamente. Médias comparadas pelo teste de Duncan (P<0,05).

Tratamento	A	Gs	CI	E	A/CI
Controle	23,51 b	0,102 bc	342,36 ab	2,562 a	0,0727 a
Adubação	24,72 ab	0,11 ab	344,09 a	2,469 a	0,0688 a
<i>Metarhizium</i> + adubação	22,82 b	0,097 bc	344,66 a	2,265 a	0,0666 a
<i>Beauveria</i> +adubação	25,99 a	0,116 a	345,07 a	2,514 a	0,0691 a
<i>Trichoderma</i> +adubação	22,68 b	0,101 bc	343, 15 ab	2,336 a	0,0656 a
CV (%)	5,33	8,43	1,24	19,57	9,44

430

431

432

Fonte: Autor

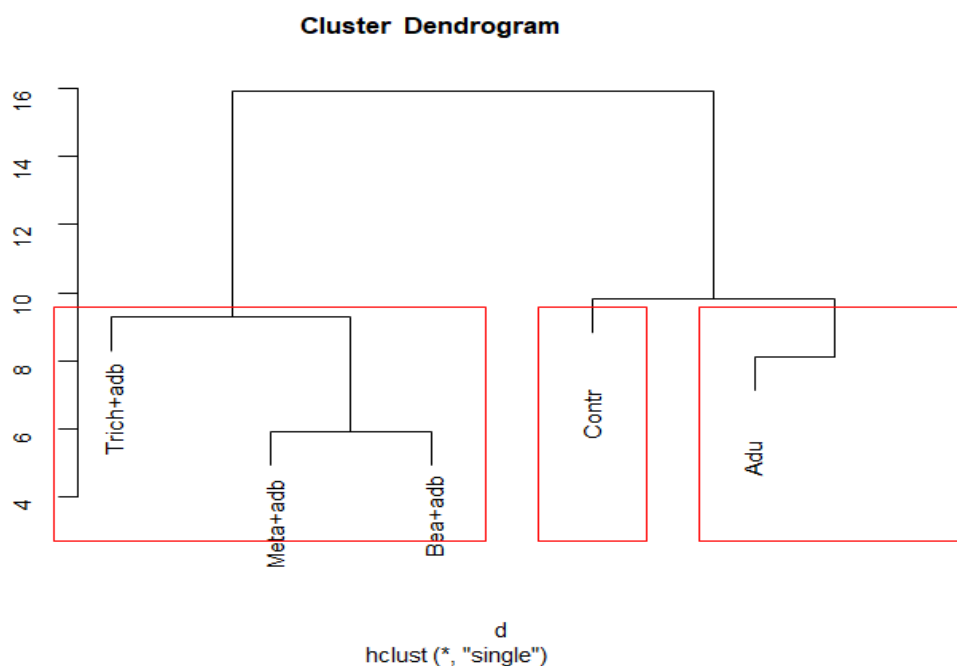
433

434

435 Os isolados avaliados promoveram o crescimento do capim elefante. Para melhor
 436 explicação, os dados de biometria e trocas gasosas foram submetidos a análise de agrupamento
 437 (Cluster) (Figura 5), o qual indicou a formação de três grupos, onde o tratamento composto pelo
 438 grupo 1 (*M. anisopliae*, *B. bassiana* e *T. asperellum* +adubação), foi superior para a maioria das
 439 variáveis relacionadas à promoção de crescimento em relação aos grupos 2 e 3, o qual é
 440 composto pelos tratamentos (adubação isolada) e controle, respectivamente (Figura 6).

441 Para as variáveis de crescimento, o aumento foi entre 3 e 14% para a altura de planta (Figura
 442 6A), para o diâmetro do coleto entre 2,7 e 9,64 % (Figura 6B), 11,18% para número de folhas
 443 (Figura 6C), 15% para o índice de robustez (Figura 6D), 45,6% para a massa fresca de folhas
 444 do grupo 1 em relação ao tratamento controle, grupo 3 (Figura 6E), e 43,5% para a massa seca
 445 de folhas do grupo 1 em relação ao controle (Figura 6F).

446 Figura 5- Análise de agrupamento (Cluster) para os tratamentos. Grupo 1: *Metarhizium*
 447 *anisopliae*,+adubação, *Beauveria bassiana*+adubação, *Trichoderma asperellum*+adubação, Grupo 2:
 448 Tratamento Adubação, Grupo 3: Tratamento Controle (Sem inoculação e adubação), após aplicação em
 449 campo para análise de promoção de crescimento na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum*
 450 Schum) cv. Roxo. Município de Belém, Amazônia Oriental.



451

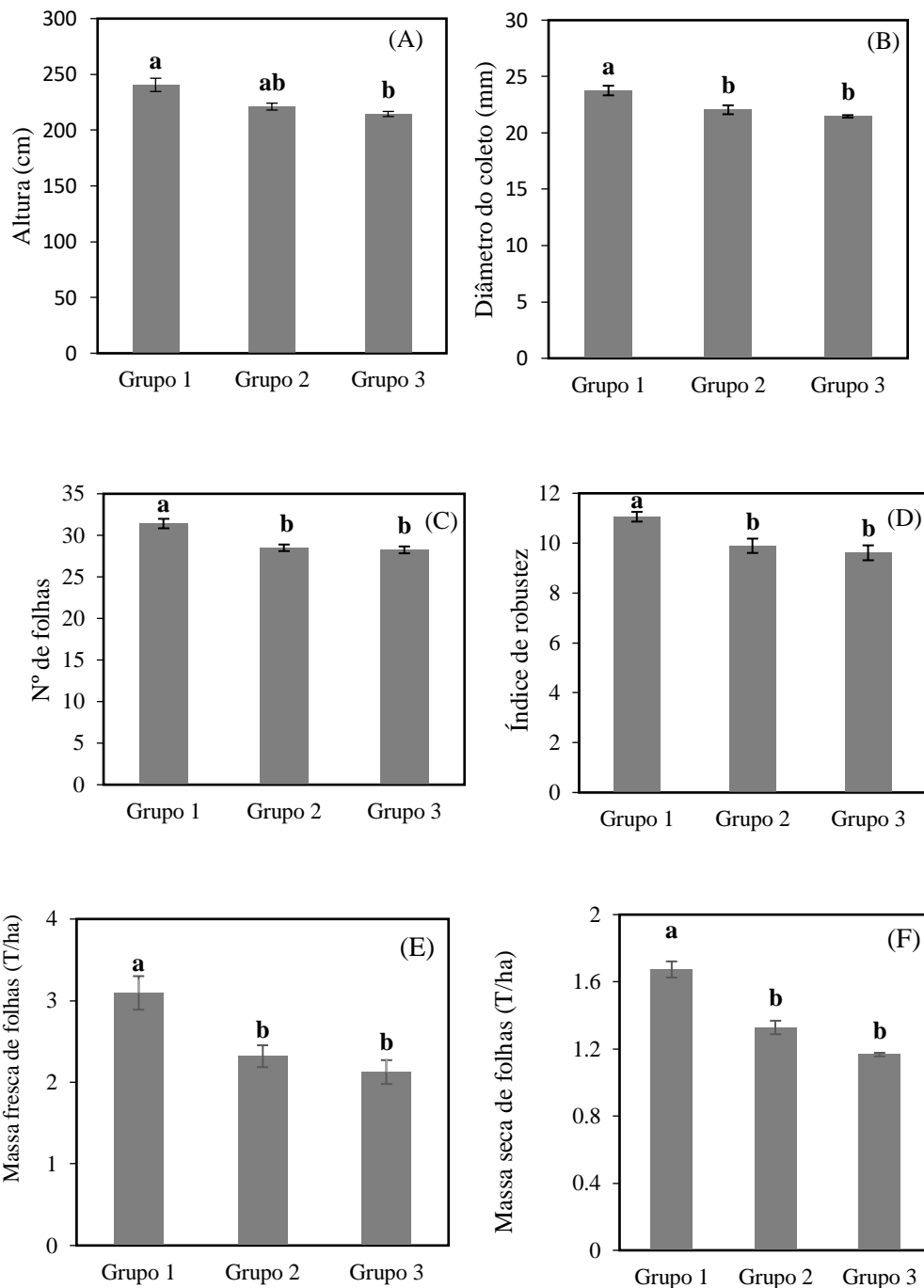
452 Fonte: Autor.

453

454

455 Figura 6- Parâmetros biométricos: [A] Altura, [B] Diâmetro do coleto, [C] Número de folhas, [D] índice
 456 de robustez, [E] Massa Fresca de folhas [F] Massa seca de folhas. Grupo 1 (*Trichoderma asperellum*+
 457 adubação), (*Metarhizium anisopliae*+adubação) e (*Beauveria bassiana*+adubação). Grupo 2
 458 (Tratamento adubação) e Grupo 3 (Tratamento Controle – sem fungos e adubação). Após aplicação em
 459 campo para análise de promoção de crescimento na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum*
 460 Schum) cv.Roxo. Município de Belém, Amazônia Oriental. * Médias com as mesmas letras não diferem
 461 significativamente. Médias comparadas pelo teste de Duncan ($P<0,05$)

462



466

Fonte: Autor.

467

468

7.3. Avaliação dos parâmetros fisiológicos

469

470

471

472

473

474

475

Para as variáveis dos parâmetros fisiológicos, o aumento foi de entre 6,21 e 11,63% para a variável assimilação líquida de CO₂ nos grupos 1 e 2 em relação ao tratamento controle, grupo 3 (Figura 7A). A condutância estomática houve aumento de 10,55% no grupo 1 em relação ao controle (Figura 7B). Não houve diferença para a Concentração interna de CO₂ (Figura 7C). Na transpiração (Figura 7D), os grupos 1 e 2 aumentaram entre 12,31% e 20,75%. Para a relação A/CI (Eficiência de carboxilação), houve aumento significativo somente do grupo 1, que foi de 10,6 %, em relação ao tratamento controle (Figura 7E).

476

477

478

479

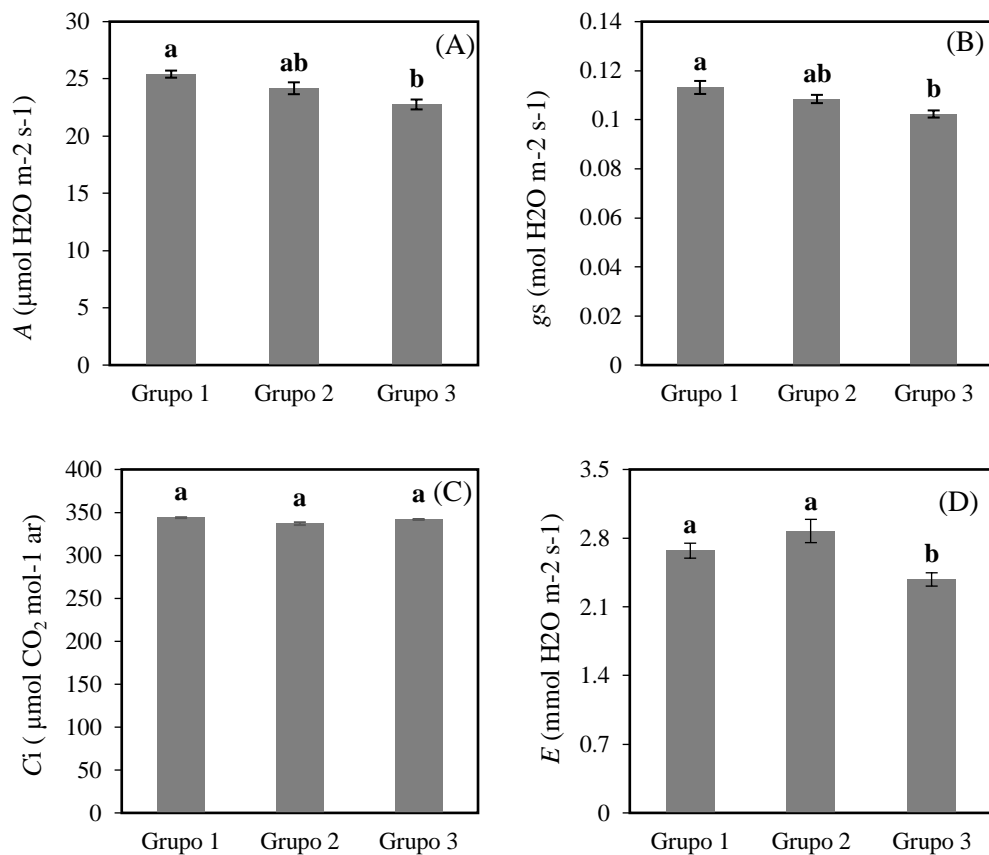
480

481

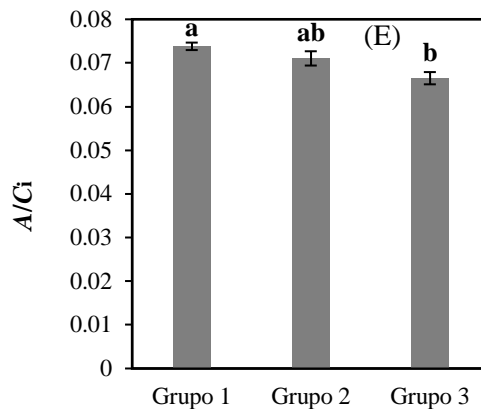
482

Figura 7- Parâmetros fisiológicos: [A] Fotossíntese(A), [B] condutância estomática ao vapor de água (gs), [C] Concentração interna de CO₂ (Ci), [D] Transpiração (E), [E] Eficiência de carboxilação (A/Ci). Grupo 1 (*Trichoderma asperellum*, *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* + adubação). Grupo 2 (Tratamento Adubação) e Grupo 3 (Tratamento Controle), após aplicação, em campo para análise de promoção de crescimento na cultura do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). Município de Belém, Amazônia Oriental. Médias com as mesmas letras não diferem significativamente. Médias comparadas pelo teste de Duncan (P<0,05).

483



484



Fonte: Autor.

485

486

487

488 8. DISCUSSÃO

489 A utilização de fungos entomopatogênicos tem ganhado relevância nos últimos anos não
 490 só pelo biocontrole de diversos insetos-praga, mas por estarem envolvidos na promoção de
 491 crescimento e na produtividade de culturas agrícolas. Novos estudos têm demonstrado que os
 492 fungos entomopatogênicos não só tem a função de controle de pragas, mas desempenham
 493 papéis adicionais na natureza, incluindo endofitismo, antagonismo de doenças de plantas,
 494 promoção do crescimento de plantas e colonização da rizosfera (JABER; OWNLEY, 2018).

495 A área em estudo tem histórico da presença de cigarrinha das pastagens, e o presente
 496 trabalho demonstrou que apesar do capim elefante ser considerado suscetível a cigarrinha, este
 497 demonstrou que quando foi tratado preventivamente com aplicações de fungos
 498 entomopatogênicos, houve redução no número de insetos, principalmente para o tratamento
 499 com *B. bassiana* e *M. anisopliae*, que não atingiram o nível de dano econômico entre 6 a 25
 500 espumas de ninfas e/ou adultos de 20 a 30 indivíduos m², possivelmente, os fungos funcionaram
 501 como repelentes, diminuindo a intensidade com a qual as plantas fossem atacadas. Entretanto,
 502 o tratamento com *T. asperellum*, apesar de não ter atingido o nível de dano, foi o que apresentou
 503 a maior concentração de insetos 5 ninfas/m², assemelhando-se ao tratamento com somente com
 504 adubação e ao controle com água, ou seja, no geral foi o que mais atraiu a cigarrinha (Figura
 505 4), isso, pode ser explicado porque o fungo *T. asperellum* é utilizado tradicionalmente como
 506 promotor de crescimento e não como fungo entomopatogênico, por isso, o controle não foi
 507 efetivo em campo.

508 O presente estudo apresenta pesquisa na região Amazônica, sobre a promoção de
 509 crescimento, acúmulo de biomassa e, melhor desempenho fotossintético na gramínea capim

510 elefante, inoculada com fungos (*T. asperellum* + adubação), (*M. anisopliae* + adubação) e (*B.*
511 *Bassiana*+adubação) (grupo 1), adubação (grupo 2) e controle (grupo 3). Os benefícios da
512 inoculação dos fungos entomopatogênicos na promoção do crescimento já foram relatados em
513 feijão (Dash et al., 2018), tomate (Siqueira et al., 2020) e arroz (Filippi et al., 2011; Rais et al.,
514 2016), que resultou em aumento no crescimento do sistema radicular e na indução de
515 resistência.

516 No presente trabalho, o grupo 1, composto pelos fungos nativos da Amazônia Brasileira,
517 *M. anisopliae*, *B. bassiana* e *T. asperellum*, em associação com adubação, promoveram de
518 forma geral, incremento nas plantas para todos os parâmetros biométricos avaliados (Altura,
519 Diâmetro do coleto, Número de folhas, Índice de robustez, Massa fresca e seca de folhas) e os
520 fisiológicos (Fotossíntese, condutância estomática ao vapor de água (gs), Transpiração e
521 Eficiência de carboxilação (A/Ci), exceto a Concentração interna de CO₂ (Ci) que não houve
522 diferença entre os tratamentos.

523 O maior crescimento da parte aérea das plantas em relação a plantas não inoculadas pode
524 estar associado à maior produção de fitohormônios vegetais como a auxina. Espécies do gênero
525 *Metarhizium* sp., em experimento realizado com tomateiro, foram capazes de produzir Ácido
526 indolacético, uma auxina, hormônio vegetal que promove alongamento celular, além de
527 produzirem compostos como fosfatases, fitases, sideróforos e quitinases (SIQUEIRA et al.,
528 2020). Similarmente, experimento com inoculação de cepas de *B.bassiana* em alface,
529 resultaram em incremento em parâmetros biométricos, como a altura das plantas (MACUPHE,
530 OGUNTIBEJU & NCHU, 2021).

531 Em relação à biomassa, o grupo 1 diferiu do grupo 2, tratamento adubação recomendada
532 e grupo 3, tratamento controle. O aumento da massa fresca e massa seca das folhas,
533 possivelmente, pode estar atrelado à maior atividade fotossintética, caracterizada nos resultados
534 anteriores, ocasionando em incremento de biomassa. Resultado semelhante ocorreu em
535 inoculação de cepas de *B. bassiana* na cultura do tomate, o qual aumentou significativamente
536 parâmetros de crescimento das plantas, entre eles o acúmulo de biomassa (BARRA-BUCAREI
537 et al., 2020). Outros trabalhos, com *M. anisopliae*, reforçam o acúmulo de biomassa com a
538 inoculação de fungos entomopatogênicos, em específico, aumento da massa seca da parte aérea
539 e aumento de massa fresca, nas culturas de Arabidopsis, tomate e milho (GARCIA et al., 2011;
540 GONZÁLEZ-PÉREZ et al., 2022).

541 A inoculação com os fungos favoreceu o aumento da fotossíntese líquida em no máximo
542 11,63%. Isso pode estar relacionado ao acompanhamento de maiores valores na condutância
543 estomática (gs), que por sua vez, regula o funcionamento dos estômatos, o qual influencia na
544 absorção de CO₂. A condutância estomática é um parâmetro associado ao grau de abertura dos
545 estômatos, portanto, maiores valores significam maior abertura, conseqüentemente maior
546 passagem de carbono na planta, isso pode explicar, o maior crescimento e acúmulo de biomassa
547 ocorrido nas plantas (TAIZ et al., 2017), entretanto, no presente trabalho, aumentou em 10,55%
548 o grau de abertura dos estômatos nas plantas inoculadas, possivelmente possibilitou maior
549 assimilação de CO₂, resultando no acúmulo de biomassa nas massas fresca e seca de folhas,
550 favorecendo maior quantidade de alimentos aos animais. Porém, não houve diferença entre os
551 tratamentos quanto a concentração interna de CO₂.

552 Os maiores valores na transpiração, estão associadas também, ao maior grau de abertura
553 dos estômatos, confirmada pelo incremento de valores de condutância estomática nos
554 tratamentos realizados. Em experimento realizado com arroz, também gramínea, em terra firme,
555 houve aumento nos valores de taxa de transpiração nas plantas que receberam inoculação de
556 cepas de *T. asperellum*. (NASCENTE et al., 2017).

557 Houve aumento em porcentagens de valores na relação A/Ci para o grupo 1. Este fator
558 pode estar ligado à maior eficiência de carboxilação da rubisco, potencialmente influenciada
559 pela bioestimulação, provocada pelos fungos, resultado semelhante ao encontrado por Sousa et
560 al., (2021), que reportaram aumento da eficiência de carboxilação em arroz irrigado, submetidos
561 à inoculação com as mesmas cepas de *T. asperellum* utilizadas no presente trabalho.

562

563

564 **9. CONCLUSÃO**

565 O tratamento com *Beauveria bassiana* + adubação se destaca por favorecer o aumento dos
 566 seguintes parâmetros morfológicos: altura, diâmetro do coleto, massa fresca e seca de folhas e
 567 fisiológicos: fotossíntese líquida, condutância estomática e concentração interna de CO₂ na
 568 cultura do capim *Pennisetum purpureum* cv. Roxo, em campo.

569 A utilização dos fungos entomopatogênicos, *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*
 570 associados a adubação, promovem a redução no número de ninfas de cigarrinhas-das-pastagens
 571 da espécie *Notozulia entreriana* (Hemiptera: Cercopidae) por m².

572 Os fungos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e *Trichoderma asperellum*,
 573 associados a adubação em plantas do capim *Pennisetum purpureum* cv. Roxo, promovem maior
 574 incremento nos parâmetros biométricos, incluindo o crescimento, e fisiológicos, em campo,
 575 exceto para a concentração interna de CO₂ (Ci).

576

577 **10. REFERÊNCIAS**

- 578 ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G.
 579 Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013.
 580
- 581 ALVES, R. T.; FARIA, M. **Pequeno Manual sobre Fungos Entomopatogênicos**. Planaltina: Embrapa
 582 Cerrados, 2010.
 583
- 584 ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; VIEIRA, S. A.; TAMAI, M. A. Fungos entomopatogênicos usados no
 585 controle de pragas na América Latina. In: (Ed). **Controle microbiano de pragas na América**
 586 **Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, p. 69-110, 2008.
 587
- 588 AZEVEDO, J.; MACCHERONI J. R. W.; PEREIRA, J.; ARAÚJO, W. Endophytic microorganisms: a
 589 review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology*,
 590 v. 3, n. 1, p. 1-26, 2000. <https://doi.org/10.2225/vol3-issue1-fulltext-4>
 591
- 592 BARRA-BUCAREI, L.; GONZÁLEZ, M. G.; IGLESIAS, A. F.; AGUAYO, G. S.; PEÑALOSA, M.
 593 G.; VERA, V. *Beauveria bassiana* multifunction as an endophyte: growth promotion and biologic
 594 control of *Trialeurodes vaporariorum*, (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Tomato. *Insects*, v.
 595 11, n. 9, p. 1-15, 2020. <https://doi.org/10.3390/insects11090591>
 596
- 597 CAMELO, A.; BARRETO, C. P.; VIDAL, M. S.; ROUWS, J. R. C.; LÉDO, F. J. DA S.; SCHWAB,
 598 S.; BALDANI, J. I. Field response of two seed propagated elephant grass genotypes to diazotrophic
 599 bacterial inoculation and in situ confocal microscopy colonization analyses. *Symbiosis*, v. 83, n. 1, p.
 600 41-53, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13199-020-00730-8>
 601

- 602 CANASSA, F.; TALL, S.; MORAL, R. A.; DE LARA, I. A. R.; DELALIBERA, I.; MEYLING, N. V.
 603 Effects of bean seed treatment by the entomopathogenic fungi *Metarhizium robertsii* and *Beauveria*
 604 *bassiana* on plant growth, spider mite populations and behavior of predatory mite. **Biological control**,
 605 v. 132, p. 199-208, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.02.003>
 606
- 607 DASH, C. K.; BAMISILE, B. S.; RAVINDRAN, K.; QASIM, M.; LIN, Y.; ISLAM, S. U.; HUSSAIN,
 608 M.; WANG, L. Endophytic entomopathogenic fungi enhance the growth of *Phaseolus vulgaris* L.
 609 (Fabaceae) and negatively affect the development and reproduction of *Tetranychus urticae* Koch (Acari:
 610 Tetranychidae). **Microbial Pathogenesis**, v. 125, p. 385-392, 2018.
 611 <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.09.044>
 612
- 613 FIDELIS, E. G. et al. Eficiência do fungo *Beauveria bassiana* para o controle do percevejo-das-
 614 gramíneas. Boletim de pesquisa e desenvolvimento (Embrapa), p. 16, 2021.
 615
- 616 FILIPPI, M. C. C.; DA SILVA, G. B.; SILVA-LOBO, V. L, CÔRTEZ, M. V. C. B.; MORAES, A. J.
 617 G.; PRABHU, A. S. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by
 618 rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. **BioControl**, v. 58, p. 160-166, 2011.
 619 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.04.016>
 620
- 621 GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F. M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.
 622 **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, ed. Agronômica Ceres. 920p. 2002.
 623
- 624 GARCIA, J.; POSADAS, J. B.; PERTICARI, A.; LECUONA, R. E. *Metarhizium anisopliae*
 625 (Metschnikoff) Sorokin promotes growth and has endophytic activity in tomato plants. **Advances in**
 626 **Biological Research**, v. 5, n. 1, p. 22–27, 2011.
 627
- 628 GONZÁLEZ-PÉREZ, E.; ORTEGA-AMARO, M. A.; BAUTISTA, E.; DELGADO-SÁNCHEZ, P.;
 629 JIMÉNEZ-BREMONT, J. F. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* enhances
 630 Arabidopsis, tomato, and maize plant growth. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 176, p. 34-43,
 631 2022. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.02.008>
 632
- 633 JABER, L. R.; OWNLEY, B. H. Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological
 634 control of insect pests and plant pathogens? **Biological Control**, v. 116, p. 36-45, 2018.
 635 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.01.018>
 636
- 637 LOPES, M. J. S.; DIAS-FILHO, M. B.; CASTRO, T. H. R.; SILVA, G. B. Light and plant growth-
 638 promoting rhizobacteria effects on *Brachiaria brizantha* growth and phenotypic plasticity to shade.
 639 **Grass and Forage Science**. v. 73, n. 2, p. 493-499. 2017. <https://doi.org/10.1111/gfs.12336>
 640
- 641 MACHADO, J. C.; MARTINS, C. E.; AUAD, A. M.; ROCHA, W. S. D.; LÉDO, F. J. da S.; PEREIRA,
 642 A. V.; SOUZA SOBRINHO, F.; BENITES, F. R. G. Banco Ativo de germoplasma de capim elefante:
 643 avaliação da resisitência a cigarrinha das pastagens e tolerância a toxidez por alumínio. Juiz de Fora:
 644 Embrapa Gado de Leite, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2012. 27p.
 645
- 646 MACUPHE, N.; OGUNTIBEJU, O. O.; NCHU, F. Evaluating the endophytic activities of *Beauveria*
 647 *bassiana* on the physiology, growth, and antioxidant activities of extracts of lettuce (*lactuca sativa* L.).
 648 **Plants** , v. 10, n. 6, p. 1-15, 2021. <https://doi.org/10.3390/plants10061178>.
 649
- 650 NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C. DE; LANNA, A. C.; SOUZA, A. C. A. DE; LOBO, V. L. DA
 651 S.; DA SILVA, G. B. Biomass, gas exchange, and nutrient contents in upland rice plants affected by
 652 application forms of microorganism growth promoters. **Environmental Science and Pollution**
 653 **Research**, v. 24, n. 3, p. 2956-2965, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8013-2>.
 654
- 655 R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for
 656 Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

657

658 RAIS, A.; SHAKEEL, M.; HAFEEZ, F. Y, HASSAN, M. N. Plant growth promoting rhizobacteria
659 suppress blast disease caused by *Pyricularia oryzae* and increase grain yield of rice. **BioControl**, v. 61,
660 p. 769-780, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10526-016-9763-y>.

661

662 SIQUEIRA, A. C. O.; MASCARIN, G. M.; GONÇALVES, C. R. N. C. B.; MARCON, J.; QUECINE,
663 M. C.; FIGUEIRA, A.; DELALIBERA JUNIOR, Í. Multi-Trait biochemical features of *Metarhizium*
664 species and their activities that stimulate the growth of tomato plants. **Frontiers in Sustainable Food**
665 **Systems**, v. 4, p. 137, 2020. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00137>.

666

667 SOUSA, I. M.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C. *Trichoderma asperellum* and
668 rhizobacteria improving biomass accumulation and gas exchange of lowland rice. **Colloquium**
669 **Agrariae (UNOESTE)**, v. 17, p. 67-76, 2021. <https://doi.org/10.5747/ca.2021.v17.n2.a431>.

670

671 TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto
672 Alegre: Artmed, 2017.

673

674 TEIXEIRA, V. M.; SÁ, L. A. N. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) sorokin no controle de
675 cigarrinhas-das-pastagens (Hemiptera: Cercopidae) em *Brachiaria bryzantha* em Rondônia - Brasil.
676 **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, p. 263, 2010.

677

678 VALÉRIO, J. R. **Spittlebugs**. Documents 179. EMBRAPA Gado de Corte, Rio de Janeiro (in
679 Portuguese), 2009.

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694