

ISSN 2178-7662

CERRADO AGROCIÊNCIAS

REVISTA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS

VOLUME 13 / 2022



Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

UNIPAM | Centro Universitário de Patos de Minas

Reitor

Henrique Carivaldo de Miranda Neto

Pró-reitora de Ensino, Pesquisa e Extensão

Maria Marta do Couto Pereira Rodrigues

Pró-reitor de Planejamento, Administração e Finanças

Pablo Fonseca da Cunha

Coordenadora de Extensão

Adriana de Lanna Malta Tredezini

Diretora de Graduação

Mônica Soares de Araújo Guimarães

Coordenador do Núcleo de Editoria e Publicações

Geovane Fernandes Caixeta

A revista **Cerrado Agrociências** é um periódico anual do Centro Universitário de Patos de Minas que visa publicar artigos científicos, revisões bibliográficas e notas científicas referentes às áreas de Ciências Agrárias, Meio Ambiente e áreas correlatas.

Catálogo na Fonte
Biblioteca Central do UNIPAM

C417 Cerrado Agrociências [recurso eletrônico] / Centro Universitário de Patos de Minas. – Dados eletrônicos. – N. 1 (2010)-. – Patos de Minas : UNIPAM, 2010-

Anual

Disponível em: <<https://revistas.unipam.edu.br>>

ISSN 2178-7662

1. Ciências agrárias – periódicos. 2. Meio ambiente. I. Centro Universitário de Patos Minas. II. Título.

CDD 630.5

Centro Universitário de Patos de Minas

Rua Major Gote, 808 - Caiçaras

38702-054 Patos de Minas - MG Brasil

Telefax: (34) 3823-0300 web: www.unipam.edu.br

NEP | Núcleo de Editoria e Publicações

Telefone: (34) 3823-0341

<http://nep.unipam.edu.br>

CERRADO AGROCIÊNCIAS

Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

ISSN 2178-7662

Volume 13, 2022

Patos de Minas: Cerrado Agrociências, UNIPAM, v. 13: 1-82



Centro Universitário de Patos de Minas



Núcleo de Editoria e Publicações

Editor

Walter Vieira da Cunha (UNIPAM)

Conselho Editorial Interno

Alice Pratas Glycério de Freitas (UNIPAM)
Carlos Henrique Eiterer de Souza (UNIPAM)
Rossana Pierangeli Godinho Silva (UNIPAM)
Vanessa Junia Machado (UNIPAM)

Conselho Consultivo

Alfredo Júnior Paiola Albrecht (UFPR)
Ana Paula Schwantes (ESALQ/USP)
André Santana Andrade (UNIPAM)
Aquiles Júnior da Cunha (UNICERP)
Arthur Arrobas Martins Barroso (UNESP)
Bruno Bernardes de Andrade (UNIPAM)
Bruno Sérgio Vieira (UFU)
Daiane Aparecida Fausto (ESALQ/USP)
Daniel Oliveira e Silva (UNIPAM)
Danielle Otte Carrara Castan (ESALQ/USP)
Denis Santiago da Costa (UEL)
Derblai Casaroli (UFG)
Diego Henrique da Mota (UNIPAM)
Durval Dourado Neto (ESALQ/USP)
Elisa Queiroz Garcia (UNIPAM)
Evandro Binotto Fagan (UNIPAM)
Everaldo Antônio Lopes (UFV-CRP)
Fábio Oliveira Diniz (ESALQ/USP)
Fernando Dias da Silva (UNIPAM)
Flávio Henrique Silveira Rabêlo (CENA/USP)
Francisco Guilhien Gomes Júnior (ESALQ/USP)
Gilson Passos de Moraes (UNIPAM)
Gleize Leviski de Brito (UNESP)
Guilherme Nascimento Cunha (UNIPAM)
Gustavo Rodrigues Barbosa (UNIPAM)
Jackeline de Siqueira Castro (UFV)
Jackelline Bruna Sousa (ESALQ/USP)
Jair Fernando de Oliveira (UNIPAM)
Janaina Oliveira da Silva (UNESP)
Janaine Myrna Rodrigues Reis (UNIPAM)
Jérssica Nogueira Soares (ESALQ/USP)

José Laércio Favarin (ESALQ/USP)
José Maurício da Rocha Junior (UNIPAM)
José Rodolfo de Oliveira (UNIPAM)
Juliana Borges Pereira (UNIPAM)
Klaus Reichardt (ESALQ/USP)
Lara Caroline Borges Moreira Mota (UFU)
Leandro Paiola Albrecht (UFPR)
Lucas da Silva Mendes (UNIPAM)
Luis Oliveira Lopes (UNIPAM)
Marcela Cristina Brunelli (UNESP)
Marco Aurélio Guerra Pimentel (CNPMS-EMBRAPA)
Marcos Altomani Neves Dias (ESALQ/USP)
Marília Caixeta Sousa (UNESP)
Maurício Antônio de Oliveira Coelho (UNIPAM)
Nádia Grandi Bombonato (UNIPAM)
Natália Arruda (ESALQ/USP)
Nívea Maria Borges Pereira (UNIPAM)
Norma Aparecida Borges Bitar (UNIPAM)
Paulo César Tavares de Melo (ESALQ/USP)
Pedro Jacob Christofolletti (ESALQ/USP)
Rafaela Alenbrant Migliavacca (ESALQ/USP)
Renan Fonseca Nascentes (UNESP)
Ronan Magalhães de Souza (UFRA)
Tatiane Beloni (UFSCAR)
Victor Gustavo Soares Ribeiro (UFV)
Vinícius José Ribeiro (UFV)
Walquíria Fernanda Teixeira (ESALQ/USP)
Welder Ângelo Baldassini (ESALQ/USP)

Revisão

Geovane Fernandes Caixeta
Gisele Carvalho Araújo Caixeta
Rejane Maria Magalhães Melo

Diagramação e Formatação

Lorrany Lima Silva

SUMÁRIO

Isolados de fungos entomopatogênicos na mortalidade da broca-do-café em laboratório.....	08
Thaigoru Soares de Sousa Walter Vieira da Cunha	
Efeito do fertilizante fosfatado revestido no crescimento radicular inicial de milho.....	21
Lays Cristina Oliveira Fonseca Karla Vilaça Martins	
Velocidade do autopropelido na distribuição de calda sobre <i>Zea mays</i> (L.).....	29
Lucas Duarte Sousa França Lucas da Silva Mendes	
Volatilização de amônia em fertilizantes nitrogenados com tecnologia e eficiência aumentada.....	40
Lincoln Gustavo Caixeta Vanessa Júnia Machado Carlos Henrique Eiterer de Souza Mateus Gonçalves de Borba	
Uso de micorrizas no crescimento do tomateiro cereja.....	48
Marina Justina da Rosa Janaine Myrna Rodrigues Reis	
Avaliação da qualidade fisiológica de semente de soja durante o processo de beneficiamento.....	57
Marcos dos Reis Cruz Jérssica Nogueira Soares Luis Henrique Soares	
Influência de doses e fonte de fertilizantes na produtividade do cafeeiro.....	66
João Vitor Fonseca Diego Henrique da Mota Marcelo Fagioli Maria Eduarda Sousa Caixeta Nathália Silva Porto	
Efeito de doses do fungo <i>Beauveria bassiana</i> no controle populacional de <i>Euschistus heros</i> (Hemiptera: Pentatomidae).....	75
Nathália Silva Porto Elisa Queiroz Garcia	

Isolados de fungos entomopatogênicos na mortalidade da broca-do-café em laboratório

Isolates of entomopathogenic fungi in the mortality of coffee berry borer in the laboratory

THAIGORU SOARES DE SOUSA
Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: thaigorusouares@gmail.com

WALTER VIEIRA DA CUNHA
Professor orientador (UNIPAM)
E-mail: walter@unipam.edu.br

Resumo: *Hypothenemus hampei* é um inseto pertencente à ordem Coleoptera, sendo considerado atualmente uma das principais pragas da cafeicultura mundial devido às perdas quantitativas e qualitativas causadas na produção do café Arábica e Conilon. Essa praga exige a adoção de táticas de monitoramento e controle eficientes. Entre os métodos de controle da broca-do-café, está o uso de fungos entomopatogênicos. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de 31 isolados de fungos entomopatogênicos na mortalidade da broca-do-café em laboratório e o seu potencial conidiogênico. Na primeira etapa, foi realizada a seleção de isolados mais virulentos ao inseto, em que as brocas foram imersas em solução de conídios ajustada a 10^8 conídios/mL de cada isolado e o tratamento controle (água estéril). Os tratamentos foram incubados em ambiente climatizado e, após sete dias, foi realizada a avaliação de mortalidade e mortalidade confirmada, verificada em câmara úmida. Os isolados que causaram maior mortalidade foram selecionados para uma segunda etapa, de avaliação de conidiogênese. Essa etapa foi realizada transferindo-se os insetos que apresentavam aspecto de esporulação para tubos contendo solução Tween 0,2% na proporção de 1 inseto/mL, agitando e adicionando em câmara de Neubauer para realizar a contagem dos conídios. Dos 31 isolados iniciais, 30 apresentaram mortalidade superior ao tratamento controle e 17 se mostraram mais eficientes, diferenciando-se estatisticamente dos demais. Na avaliação de conidiogênese, observou-se que não há relação entre produção de conídios e virulência dos isolados.

Palavras-chave: *Beauveria*; conidiogênese; controle biológico; *Metarhizium*.

Abstract: *Hypothenemus hampei* is an insect belonging to the order Coleoptera and is currently considered one of the main pests in worldwide coffee production, causing quantitative and qualitative losses in both Arabica and Conilon coffee. Effective monitoring and control tactics are required to manage this pest. Among the methods for controlling coffee berry borers, the use of entomopathogenic fungi is an option. The aim of this study was to evaluate the efficiency of 31 isolates of entomopathogenic fungi on coffee berry borer mortality in a laboratory and their conidial production potential. In the first stage, the most virulent isolates to the insect were selected, in which the borers were immersed in a solution of conidia adjusted to 10^8 conidia/mL of each isolate and the control treatment (sterile water). The treatments were incubated in a controlled environment, and after seven days, mortality and confirmed mortality were evaluated in a humid chamber. The isolates that caused the highest mortality were selected for a second

stage, evaluating conidial production. This stage involved transferring the insects that showed signs of sporulation to tubes containing a 0.2% Tween solution at a ratio of 1 insect/mL, agitating the solution and counting the conidia in a Neubauer chamber. Of the initial 31 isolates, 30 showed higher mortality rates than the control treatment, and 17 were more efficient, statistically different from the others. In the evaluation of conidial production, there was no relationship between conidial production and virulence of the isolates.

Keywords: *Beauveria*; conidial production; biological control; *Metarhizium*.

1 INTRODUÇÃO

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, é a praga que propicia mais danos na produção do cafeeiro (PEREIRA, 2020). Entre os danos causados pela broca, destacam-se a queda de frutos nos estágios de chumbinho a verde aquoso, a redução do peso das sementes e a perda de qualidade devido aos grãos brocados (MATIELLO, 2008). Apesar de eficiente e bastante utilizado, o controle químico pode gerar problemas como maior risco de contaminação ambiental, aumento nos custos de produção, além de ser, na maioria das vezes, incompatível com outros métodos de controle (MENDES *et al.*, 2011).

Dessa forma, a utilização do Manejo Integrado de Pragas (MIP) com ênfase na tática do controle biológico tem adquirido importância nas últimas décadas, pois promove uma maior sustentabilidade e viabilidade ecológica no agrossistema (GOMES *et al.*, 2018). O controle biológico é definido como uma ação de inimigos naturais sobre uma população de pragas, resultando em sua diminuição (POLANCZYK, 2004). Dentro do segmento do controle biológico, surgiram os microrganismos entomopatogênicos, especialmente fungos, vírus e bactérias (FATORETTO *et al.*, 2007).

Os fungos entomopatogênicos podem ser frequentemente encontrados causando altos níveis de infecção natural da broca-do-café em campo (MOTA, 2017). Eles são capazes de colonizar diversas espécies de insetos, causando com frequência, epizootias em condições naturais. Esses patógenos também diferem de outros grupos por terem a capacidade de infectar todos os estágios de desenvolvimento dos hospedeiros (SOUZA, 2019). Atualmente, os fungos entomopatogênicos dos gêneros *Metarhizium* e *Beauveria* são mais estudados no controle de pragas.

No Brasil, o fungo *Beauveria bassiana* tem sido o mais utilizado para o combate de *Hypothenemus hampei* nas lavouras cafeeiras (LOPES, 2004). Diversos estudos relatam a patogenicidade de diferentes isolados do fungo sobre a broca-do-café (SOUZA, 2019). Esse entomopatógeno pode ser frequentemente encontrado causando altos níveis de infecção natural do inseto em campo, sendo uma estratégia com grande potencial e deve ser viabilizada (MOTA, 2017). Já as principais vantagens da utilização do *Metarhizium anisopliae* no controle biológico de insetos está a facilidade de produção das suas unidades infectivas em escala comercial, a facilidade de aplicação em condições de campo, o baixo custo decorrido de sua utilização e, principalmente, o reduzido impacto ambiental (ORLANDELLI; PAMPHILE, 2011).

Considerando-se os danos e perdas econômicas que a broca-do-café causa na cafeicultura brasileira e mundial, estudos sobre como combatê-la de maneira mais eficiente têm sido intensificados. Até o presente momento, o controle dessa praga em

campo é feito, em sua maioria, com inseticidas químicos. Porém, devido à crescente preocupação com o meio ambiente, torna-se necessária a adoção de práticas sustentáveis de controle. Sendo assim, estudos nesse âmbito tornam-se relevantes, destacando-se o controle biológico com entomopatógenos. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de isolados de fungos entomopatogênicos na mortalidade da broca-do-café em laboratório e o seu potencial conidiogênico.

2 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na empresa NOOA Ciência e Tecnologia, na cidade de Patos de Minas (MG), no ano de 2022. A empresa está localizada na Rodovia BR 365, s/n, Km 428 à direita mais 3 km, zona rural. A montagem e a condução foram realizadas no laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento.

2.1 ORIGEM E OBTENÇÃO DOS ISOLADOS

Foram utilizados 31 isolados de fungos entomopatogênicos, sendo oito provenientes do Instituto Biológico de São Paulo - SP (IBCB), três da Universidade Federal de Uberlândia - campus Monte Carmelo (UFU) e vinte da NOOA Ciência e Tecnologia Agrícola (NCT). Os fungos foram preservados pela técnica de Castellani (1939).

2.2 SELEÇÃO DOS ISOLADOS

Os isolados foram repicados em placas de Petri contendo meio Ágar Batata Dextrose (BDA) e, em seguida, incubados em BOD até atingirem a esporulação (sete a dez dias). Quando constatada a esporulação, com auxílio de uma espátula, os esporos foram retirados das placas de cada isolado e colocados separadamente em tubos de ensaio identificados, contendo 5mL de solução estéril de água destilada + Tween 0,2%.

A solução contendo conídios foi agitada em agitador Vortex e peneirada em peneira de 100 mesh. Logo em seguida, a concentração das soluções foi verificada em câmara de Neubauer e ajustada para $2,0 \times 10^8$ conídios por mL, adicionando mais solução Tween ou conídios quando necessário. Com todas as concentrações ajustadas, 0,6 mL de solução de cada isolado foi adicionada em tubos criogênicos de 2 mL para realizar o tratamento dos insetos.

Para realização do experimento, foram selecionadas 15 fêmeas adultas de broca-do-café proveniente de criação em dieta artificial fornecidas pela empresa NOOA. Elas foram colocadas dentro dos tubos criogênicos contendo a solução de conídios dos fungos. Os tubos foram levemente agitados durante 15 segundos e, em seguida, os insetos junto com a solução foram transferidos para potes plásticos de 30 mL com tampa, contendo três pedaços de papel mata-borrão de 2 cm² esterilizados, para absorver a solução de conídios. O tratamento controle foi feito com solução de água destilada esterilizada + Tween 0,2%.

Após 30 minutos, os insetos foram transferidos para outro pote plástico (igual ao anterior), contendo um pedaço de dieta artificial e um pedaço de papel mata-borrão

de 1,5 cm² umedecido com 0,2 mL de água destilada esterilizada para manter um microclima úmido dentro dos potes. A cada 48 h foram adicionados mais 0,1 mL de água destilada estéril. Os potes foram colocados em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2 °C e umidade relativa de 80 ± 10% regulada com umidificador de ar, durante 7 dias. A manutenção da umidade do ar e de dentro dos potes serviu para dar condições necessárias para a germinação dos esporos.

Passados 7 dias, foi realizada a avaliação dos bioensaios, separando os insetos vivos e mortos com auxílio de um pincel nº 00. Foi realizada a avaliação de mortalidade total através da contagem de indivíduos mortos, e a mortalidade foi confirmada observando os insetos com crescimento micelial e esporulação característica do isolado do fungo. Insetos mortos sem colonização aparente foram desinfestados superficialmente por 15 segundos em solução de NaClO 1% e colocados em papel toalha para secarem. Em seguida, os insetos foram transferidos para câmaras úmidas feitas com caixa Gerbox e algodão embebido com água destilada estéril. As câmaras úmidas foram fechadas e incubadas por 5 dias, a 25 °C, para confirmar se houve morte por colonização (FERREIRA, 2022).

O bioensaio foi realizado com 31 isolados de fungos entomopatogênicos mais o tratamento controle, totalizando 32 tratamentos (Tabela 1). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições e com 15 insetos por parcela.

Tabela 1: Tratamentos utilizados no bioensaio de mortalidade de broca-do-café. NCT (NOOA Ciência e Tecnologia); UFU (Universidade Federal de Uberlândia; IBCB (Instituto Biológico de São Paulo), Patos de Minas (MG)

Bioensaio I			
Tratamento	Fungo	Isolado	Origem
T ₁	Controle	-	-
T ₂	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 14	NCT
T ₃	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 13	NCT
T ₄	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 04	NCT
T ₅	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 05	NCT
T ₆	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 06	NCT
T ₇	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 07	NCT
T ₈	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 08	NCT
T ₉	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 09	NCT
T ₁₀	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 10	NCT
T ₁₁	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 11	NCT
T ₁₂	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 12	NCT
T ₁₃	<i>Fusarium</i> sp.	UFUMCF 01	UFU
T ₁₄	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 15	NCT
T ₁₅	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 15.1	NCT
T ₁₆	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 16	NCT
T ₁₇	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 17	NCT
T ₁₈	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 18	NCT
T ₁₉	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 19	NCT
T ₂₀	<i>Beauveria</i> sp.	UFU 01	UFU

ISOLADOS DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NA
MORTALIDADE DA BROCA-DO-CAFÉ EM LABORATÓRIO

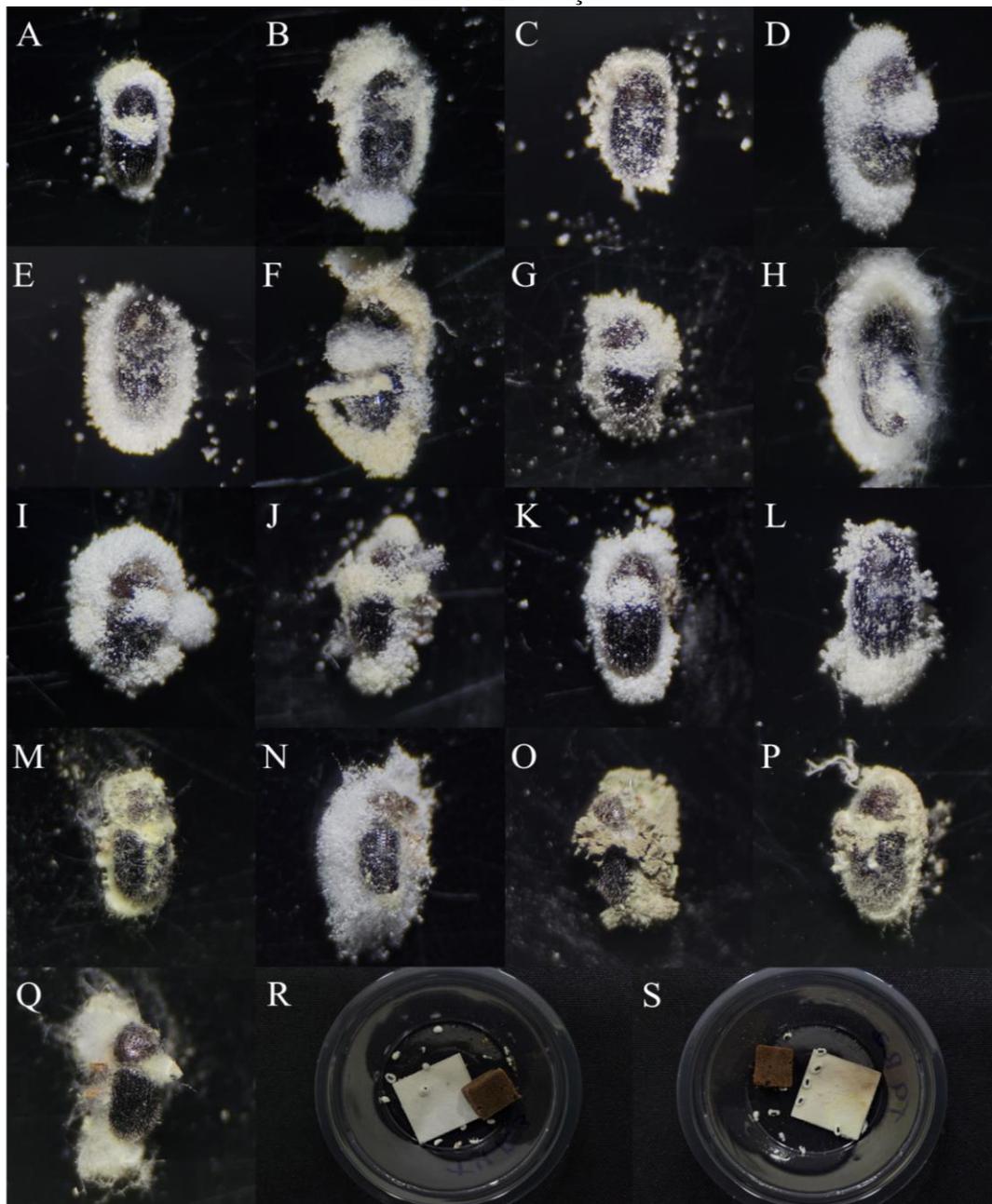
T ₂₁	<i>Beauveria</i> sp.	UFU 03	UFU
T ₂₂	<i>Beauveria bassiana</i>	IBCB 66	IBCB
T ₂₃	<i>Beauveria bassiana</i>	IBCB 170	IBCB
T ₂₄	<i>Cordyceps</i> sp.	NCTC 01	NCT
T ₂₅	<i>Paecilomyces</i> sp.	NCTP 02	NCT
T ₂₆	<i>Paecilomyces</i> sp.	NCTP 08	NCT
T ₂₇	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 353	IBCB
T ₂₈	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 348	IBCB
T ₂₉	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 364	IBCB
T ₃₀	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 383	IBCB
T ₃₁	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 391	IBCB
T ₃₂	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 425	IBCB

Os dados de mortalidade, em porcentagem, foram transformados para arc-sen ($\arcsin((x+0,5)/100)$) de acordo com Steel e Torrie (1980). Logo em seguida, foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Jarque-Bera e à homocedasticidade pelos testes de Bartlett e Cochran. Posteriormente, atendidos os pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F e, constatando significância, foram comparados através do teste Scott-Knott ao nível de 5%, com auxílio do software Speed Stat (CARVALHO *et al.*, 2020).

2.3 TESTE DE CONIDIOGÊNESE

Do experimento anterior, dos tratamentos que se destacaram estatisticamente no parâmetro de mortalidade confirmada, os insetos colonizados foram submetidos à câmara úmida. Essa câmara foi realizada colocando um pedaço de papel mata-borrão de 1,5 cm² umedecido com 0,2 mL de água destilada estéril dentro de cada pote. Os insetos foram mantidos durante 7 dias em câmara úmida, tempo necessário para que os isolados que os colonizaram apresentassem aspecto de esporulação, ou seja, conidiogênese (Figura 1).

Figura 1: Conidiogênese dos isolados de fungos entomopatogênicos. (A) UFU 01; (B) NCTB 09; (C) NCTB 06; (D) NCTB 12; (E) NCTB 04; (F) NCTB 07; (G) NCTB 13; (H) UFU 03; (I) NCTB 11; (J) NCTB 05; (K) NCTB 10; (L) NCTB 14; (M) IBCB 348; (N) NCTB 08; (O) IBCB 364; (P) IBCB 391; (Q) IBCB 353; (R e S) colonização das brocas após sete dias de incubação



A avaliação de conidiogênese foi realizada com 17 tratamentos (Tabela 2) e 4 repetições, a partir dos isolados que apresentaram maior taxa de mortalidade, identificados pela análise estatística do teste de seleção. Para cada repetição, foi transferido um inseto de cada uma das repetições do experimento anterior, totalizando seis insetos em cada tubo, contendo 6 mL de solução de água destilada + Tween 0,2%, seguindo a proporção de um inseto por mL de solução. Em seguida, os tubos foram

agitados em agitador Vortex durante 1 minuto, e a solução foi transferida para câmara de Neubauer para realizar a contagem de conídios (NEVES; HIROSE, 2005).

Tabela 2: Tratamentos utilizados em teste de conidiogênese de isolados de fungos entomopatogênicos utilizados no bioensaio de mortalidade de broca-do-café. Patos de Minas (MG)

Teste de conidiogênese					
Tratamento	Fungo	Isolado	Tratamento	Fungo	Isolado
T ₁	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 14	T ₁₀	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 11
T ₂	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 13	T ₁₁	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 12
T ₃	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 04	T ₁₂	<i>Beauveria</i> sp.	UFU 01
T ₄	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 05	T ₁₃	<i>Beauveria</i> sp.	UFU 03
T ₅	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 06	T ₁₄	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 353
T ₆	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 07	T ₁₅	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 348
T ₇	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 08	T ₁₆	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 364
T ₈	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 09	T ₁₇	<i>Metarhizium anisopliae</i>	IBCB 391
T ₉	<i>Beauveria</i> sp.	NCTB 10			

Os dados de conidiogênese foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Jarque-Bera e à homocedasticidade pelos testes de Bartlett e Cochran. Posteriormente, atendidos os pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F e, constatando significância, foram comparados através do teste Scott-Knott ao nível de 5%, com auxílio do software Speed Stat (CARVALHO *et al.*, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 SELEÇÃO DE ISOLADOS

No bioensaio de seleção de isolados de fungos entomopatogênicos, foi possível observar que houve diferença significativa de todos os isolados de *Beauveria* sp. e *Metarhizium anisopliae* em relação ao tratamento controle (Tabela 3). Entretanto, os isolados NCTB 07, NCTB 04, IBCB 364, NCTB 05, NCTB 13, NCTB 09, NCTB 10, NCTB 08, UFU 03, NCTB 06, NCTB 11, IBCB 348, NCTB 14, UFU 01, IBCB 353, NCTB 12 e IBCB 391 destacaram-se, apresentando mortalidade superior aos outros isolados e ao controle. Os isolados UFUMCF 01, NCTP 02 e NCTP 08 não se diferenciaram do controle, indicando que, nesse experimento, não são eficientes na mortalidade da broca-do-café.

Tabela 3: Valores médios de mortalidade confirmada da broca do café obtida em testes com isolados de fungos entomopatogênicos. Patos de Minas (MG)

Tratamento	Mortalidade confirmada (%)	Tratamento	Mortalidade confirmada (%)
NCTB 07	93,6	IBCB 391	75,0
NCTB 04	91,1	IBCB 383	63,5
IBCB 364	90,2	NCTC 01	62,5
NCTB 05	88,4	NCTB 15.1	59,9
NCTB 13	88,3	NCTB 18	54,2
NCTB 09	85,3	NCTB 17	53,3
NCTB 10	84,4	NCTB 19	46,0
NCTB 08	84,0	IBCB 66	37,5
UFU 03	83,5	NCTB 15	35,5
NCTB 06	80,7	IBCB 425	34,3
NCTB 11	80,1	NCTB 16	29,0
IBCB 348	80,0	IBCB 170	20,6
NCTB 14	79,4	NCTP 08	4,1
UFU 01	78,8	NCTP 02	1,0
IBCB 353	78,8	UFUMCF 01	0,0
NCTB 12	75,9	Controle	0,0
CV (%) =	22,9		

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

Entre os 31 isolados testados para o controle da broca, os que apresentaram maior mortalidade foram os fungos entomopatogênicos dos gêneros *Beauveria* e *Metarhizium*. Atualmente no Brasil, todos os produtos registrados para o controle dessa praga são à base de isolados desses dois gêneros. No total, são 5 isolados de *Beauveria bassiana* e 1 de *Metarhizium anisopliae* registrados (AGROFIT, 2022).

Os valores de mortalidade confirmada variaram de 20,6 a 93,6% entre os isolados de *Beauveria* sp. (Tabela 4). Em trabalho semelhante, La Rosa *et al.* (1997), utilizando a mesma concentração de 10^8 conídios/mL, encontraram valores de mortalidade confirmada que variaram de 20,1 a 100%, testando isolados de *Beauveria bassiana* em broca-do-café, resultado aproximado ao encontrado neste trabalho.

Muitos trabalhos já foram feitos com o objetivo de selecionar fungos entomopatogênicos virulentos à broca-do-café. Em todos os trabalhos encontrados, os isolados que apresentaram maior mortalidade ao inseto foram dos gêneros *Beauveria* e *Metarhizium*. Diversos outros trabalhos foram realizados associando esses dois fungos à mortalidade de outros insetos, como *Mahanarva fimbriolata*, *Coralimela brunnea*, *Conotrachelus humeropictus* e *Plutella xylostella* (BAPTISTUSSI, 2010; CUNHA *et al.*, 2008; MENDES *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2003).

Nos experimentos de Lecuona *et al.* (1986), o fungo *Metarhizium anisopliae* mostrou-se patogênico para a broca-do-café em laboratório, apresentando mortalidade corrigida acima de 60% na concentração $1,5 \times 10^8$ após quatro dias de incubação. Já Neves e Hirose (2005), em trabalho visando à mortalidade da broca-do-café, selecionaram 11

isolados de *B. bassiana* com mortalidade confirmada acima de 60% na concentração de $2,5 \times 10^7$ conídios/mL seis dias após inoculação.

Para prosseguir com o teste de conidiogênese, foram selecionados os isolados que apresentaram mortalidade confirmada acima de 75%. Esses isolados foram os que se diferenciaram dos demais tratamentos de acordo com a análise estatística.

3.2 TESTE DE CONIDIOGÊNESE

A avaliação de conidiogênese foi realizada com os isolados selecionados no teste de seleção. Observou-se que quatro isolados de *Beauveria* (NCTB 05, NCTB 08, NCTB 11, NCTB 12) demonstraram maiores níveis de conídio por inseto, havendo diferença estatística quanto aos demais tratamentos (Tabela 4). Além disso, foi possível observar também que todos os isolados que apresentaram menores níveis de conidiogênese são do gênero *Metarhizium*, em exceção ao isolado NCTB 08, de *Beauveria*. De certa forma, esse resultado pode estar relacionado com a diferença de tamanho entre os conídios dos dois gêneros. Segundo Saldanha *et al.* (2022), os conídios de *Beauveria bassiana* apresentam largura e comprimento médio de $2,5 \mu\text{m} \times 2,5 \mu\text{m}$, respectivamente. Já para os conídios de *Metarhizium anisopliae* foi encontrada largura média de $2,5 \mu\text{m}$, e, em relação ao comprimento, os conídios apresentaram média de $6,39 \mu\text{m}$ (SALDANHA *et al.*, 2022; BORGES, 1985; GARCÍA *et al.*, 2014). Baseando-se nessas informações, há uma diferença de 255,6% no tamanho, sendo assim, os isolados de *Metarhizium* precisam de mais volume ou maior massa de conídios para chegar à mesma concentração dos isolados de *Beauveria*.

Tabela 4: Valores médios de conidiogênese dos isolados de fungos entomopatogênicos, Patos de Minas (MG)

Tratamento	Conidiogênese		Tratamento	Conidiogênese	
	Conídio/inseto			Conídio/inseto	
UFU 01	8825000	a	NCTB 05	4690000	b
NCTB 09	7490000	a	NCTB 10	4235000	c
NCTB 06	7327500	a	NCTB 14	4122500	c
NCTB 12	6710000	a	IBCB 348	2427500	d
NCTB 04	6165000	b	NCTB 08	2223750	d
NCTB 07	6102500	b	IBCB 364	2182500	d
NCTB 13	5447500	b	IBCB 391	1722500	d
UFU 03	5392500	b	IBCB 353	1355000	d
NCTB 11	4875000	b			
CV (%) =	25,1				

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

A conidiogênese está diretamente relacionada com a dispersão dos propágulos infectivos viáveis (conídios) para um novo hospedeiro. Representa a fase mais importante na relação entre patógeno e hospedeiro devido à ação de alguns fatores abióticos que podem reduzir ou anular a viabilidade dos conídios, como temperatura, umidade e radiação. Em estudo realizado por Edginton *et al.* (2000), observando a relação

entre viabilidade de conídios e exposição à luz solar, chegaram à conclusão de que conídios de *B. bassiana* são completamente desativados após 1h de exposição. Desse modo, quando se tem maior número de conídios produzidos por cadáver, compensaria, parcialmente, a elevada possibilidade de a maioria não sobreviver para colonizar um novo hospedeiro, em caso de microclima não favorável.

Os isolados UFU 01, NCTB 09, NCTB 06 e NCTB 12 tiveram o maior desempenho na conidiogênese sobre a broca-do-café, superando os demais tratamentos. Observa-se que a virulência não está diretamente relacionada com a produção de conídios, visto que a maior produção não foi a dos isolados mais eficientes na mortalidade. Esses resultados são compatíveis com os de Neves e Hirose (2005), que também observaram que o isolado mais eficiente em produção de conídios não é o mais virulento entre os isolados testados. Dalvi (2008), testando quatro isolados de *Beauveria* para o controle da broca-do-café, obteve resultados inversamente proporcionais entre a mortalidade de isolados e a produção de conídios. Desse modo, é possível afirmar que, no presente estudo, não houve relação entre a produção de conídios e a virulência dos isolados à *H. hampei*.

4 CONCLUSÃO

Dos 31 isolados testados, 13 isolados de *Beauveria* e 4 isolados de *Metarhizium* causaram mortalidade acima de 75% da broca-do-café, em laboratório, demonstrando potencial de controle dessa praga. Não há relação entre produção de conídios no cadáver da broca-do-café e a virulência desses isolados.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.

BAPTISTUSSI, R. C. **Efeitos de inseticidas biológicos (óleo de nim, *Azadirachta indica*, e entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*) sobre a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar sob cultivo orgânico, em relação à mortalidade natural**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2010.

BORGES, V. E. **Estudo de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, 1883 para controle de cigarrinhas-das-pastagens**. 1985. 99 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1985.

CARVALHO, A. M. X. *et al.* SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. e327420312, 2020.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Arlington, v. 42, p. 225-226, 1939.

CUNHA, F. *et al.* Patogenicidade dos fungos *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill. (cg 432) e *Metarhizium anisopliae* (metsch.) Sorok (uel50) em larvas de *Coralimela brunnea* Thumb. (coleoptera: chrysomelidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 3, p. 293-300, set. 2008.

DALVI, L. P. **Coleta, caracterização molecular e seleção de isolados de *Beauveria bassiana* visando ao controle da broca-do-café no Espírito Santo**. 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia; Recursos Florestais), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

EDGINTON, S. *et al.* Photoprotection of *Beauveria bassiana*: testing simple formulations for control of the coffee berry borer. **International Journal of Pest Management**, [S. l.], v. 45, n. 3, p. 169-176, 2000.

FATORETTO, J. C. *et al.* Associação de bioensaios e caracterização molecular para seleção de novos isolados de *Bacillus thuringiensis* efetivos contra *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 737-745, out. 2007.

FERREIRA, J. S. **Criação massal da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), e potencial de controle com fungos entomopatogênicos**. 2022. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

GARCÍA, M. A. G. *et al.* Aislamiento y caracterización morfológica de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. **Horizonte Sanitário**, Villahermosa, v. 10, n. 2, p. 21-28, ago. 2014.

GOMES, J. M. *et al.* Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) por bactérias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 2, p. 156-162, abr. 2018.

LA ROSA, W. *et al.* Virulence of *Beauveria bassiana* (Deuteromycetes) Strains Against the Coffee Berry Borer (Coleoptera: Scolytidae). **Journal of Economic Entomology**, [S. l.], v. 90, n. 6, p. 1534-1538, dez. 1997.

LECUONA, R. E. *et al.* Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., à broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, São Paulo, v. 15, p. 21-27, dez. 1986.

LOPES, B. R. Produção e comercialização de *Beauveria bassiana* para o controle da broca-do-café no Brasil. In: MANEJO DA BROCA-DO-CAFÉ, 2004, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Manejo da Broca-do-café, 2004. p. 249-254.

MATIELLO, J. D. **Perdas no rendimento e qualidade de *Coffea canephora* devido a *Hypothenemus hampei***. 2008. 48 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MENDES, S. M. *et al.* Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 239-244, mar. 2011.

MENDES, A. C. B. *et al.* Infecção de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (Coleoptera:Curculionidae) por *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no solo. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 31, n. 4, p. 531-531, dez. 2001.

MOTA, L. H. C. **Estratégias de utilização de *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Cordycipitaceae) para o manejo de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae)**. 2017. 116 f. Tese (Doutorado em Entomologia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

NEVES, P. M. O. J.; HIROSE, E. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle biológico da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Neotropical Entomology**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 77-82, fev. 2005.

ORLANDELLI, R. C.; PAMPHILE, J. A. Fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* como agente de controle biológico de insetos pragas. **Revista de Saúde e Biologia**, Maringá, v. 6, n. 2, p. 79-82, maio 2011.

PEREIRA, R. M. C. **Tecnologia de aplicação de *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Cordycipitaceae) no controle de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae)**. 2020. 112 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Instituto Biológico, São Paulo, 2020.

POLANCZYK, R. A. **Estudos de *Bacillus thuringiensis* Berliner visando ao controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. 2004. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SALDANHA, M. A. *et al.* Caracterização morfofisiológica de fungos entomopatogênicos para o controle biológico de *Oncideres impluviata*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 776-792, jun. 2022.

SILVA, V. C. A. *et al.* Suscetibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Neotropical Entomology**, Recife, v. 32, n. 4, p. 653-658, dez. 2003.

SOUZA, R. A. de. **Métodos de manejo para Broca-do-café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)**. 2019. 66 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2019.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2. ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 633 p.

Efeito do fertilizante fosfatado revestido no crescimento radicular inicial de milho

Effect of coated phosphate fertilizer on initial corn root growth

LAYS CRISTINA OLIVEIRA FONSECA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: laysfonseca@unipam.edu.br

KARLA VILAÇA MARTINS

Professora orientadora (UNIPAM)

E-mail: karlavm@unipam.edu.br

Resumo: Este trabalho teve por intuito avaliar diferentes revestimentos no fertilizante MAP no crescimento radicular inicial de milho. O experimento foi realizado entre maio e junho de 2022, no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) e em casa de vegetação da empresa NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola, ambos localizados em Patos de Minas (MG). Foi utilizado delineamento em blocos casualizados constituído por sete tratamentos (controle, MAP convencional, MAP revestido por substância húmica, MAP revestido por polímero, MAP revestido por microrganismo A, MAP revestido por microrganismo N e MAP revestido por microrganismo B) e cinco repetições. Cada vaso foi dividido por uma placa de isopor; o fertilizante foi aplicado em volume total na dosagem de 300 mg dm⁻¹ de P₂O₅; em uma divisória, foi aplicado MAP convencional e na outra o MAP revestido. As sementes de milho foram germinadas em areia e transplantadas para os vasos 11 dias após a semeadura. Foram realizadas avaliações de comprimento de raízes, massa de matéria seca de parte aérea e raiz. Foi realizada a análise estatística utilizando o teste Tukey e o teste Fisher. Nos parâmetros avaliativos comprimento de raízes e massa de matéria seca de parte aérea, o tratamento MAP revestido com microrganismo B se mostrou superior aos demais; já para massa seca de raiz, os tratamentos MAP revestido por microrganismo A, MAP revestido por microrganismo N e MAP revestido por microrganismo B foram mais eficientes. Concluiu-se que adubação utilizando fertilizante revestido com microrganismo B aumentou o crescimento inicial de raízes, bem como o de plantas de milho.

Palavras-chaves: biofertilizantes; fósforo; microrganismos.

Abstract: This work aimed to evaluate different coatings on MAP fertilizer in the initial root growth of corn. The experiment was carried out between May and June 2022, at the University Center of Patos de Minas and in a greenhouse of the company NOAA Science and Agricultural Technology, both located in Patos de Minas (MG). A randomized block design was used, consisting of seven treatments (control, conventional MAP, humic substance coated MAP, polymer coated MAP, microorganism A coated MAP, microorganism N coated MAP, and microorganism B coated MAP) and five replications. Each pot was divided by a polystyrene plate; the fertilizer was applied in a total volume of 300 mg dm⁻¹ of P₂O₅; conventional MAP was applied in one partition, and coated MAP was applied in the other. Corn seeds were germinated in sand and transplanted to the pots 11 days after sowing. Evaluations of root length, shoot dry matter,

and root dry matter were performed. Statistical analysis was performed using Tukey and Fisher tests. In the evaluative parameters of root length and shoot dry matter, the microorganism B coated MAP treatment showed superiority over the others; for root dry matter, the microorganism A, microorganism N, and microorganism B coated MAP treatments were more efficient. It was concluded that fertilization using microorganism B coated MAP increased initial root growth, as well as that of corn plants.

Keywords: biofertilizers; phosphorus; microorganisms.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*. É um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos em todo o mundo. Isso se deve ao seu alto potencial produtivo, à sua adaptabilidade a diferentes climas, à sua composição química e ao seu valor nutricional (SOARES, 2010).

O Brasil é o terceiro maior produtor do grão no mundo, com uma produção de 116 milhões de toneladas na safra 2021/2022, ficando atrás somente da China, com uma produção de 272,6 milhões de toneladas e dos Estados Unidos com 383,9 milhões de toneladas produzidas (FIESP, 2022). O estado brasileiro que mais se destaca na produção de milho é o Mato Grosso (MT). A sua produção é superior, inclusive, à das demais regiões do país, se consideradas isoladamente (COÊLHO, 2022).

Para que patamares produtivos altos como os citados anteriormente sejam atingidos, é necessário entendimento sobre a nutrição de plantas e o manejo dos nutrientes. Por meio da adubação, oferecem-se às plantas os nutrientes necessários para seu desenvolvimento, seu estabelecimento e sua produtividade.

Um dos nutrientes requeridos pela cultura do milho é o fósforo. Normalmente é aplicado em grandes quantidades devido às particularidades de sua dinâmica, principalmente em solos de regiões tropicais, como o Brasil. Genericamente, o P pode ser dividido em duas frações no solo: lábil (disponível) e o não lábil. Em condições tropicais, a quantidade do P-não lábil é notoriamente maior (BATISTA *et al.*, 2018).

A tecnologia de revestimento de fertilizantes com liberação gradual vem se mostrando como uma alternativa promissora contra a questão da adsorção do fósforo. O revestimento de fertilizantes pode ser feito com polímeros, que tem por intenção a liberação gradual de nutrientes para a planta, podendo ser controlada pela umidade e temperatura do solo, por exemplo.

A crescente demanda por alta produtividade exige desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de manejo utilizadas nas lavouras, por exemplo, o uso de fertilizantes revestidos. O presente trabalho teve por intenção avaliar a influência de diferentes revestimentos no fertilizante fosfato monoamônico (MAP) no crescimento radicular inicial de milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A semeadura do milho híbrido foi realizada em casa de vegetação localizada nas dependências do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). As sementes

foram semeadas em bandejas de plástico retangular (442 x 280 x 75 mm), sendo o substrato areia lavada.

No décimo primeiro dia da semeadura, as plântulas de milho foram transferidas para vasos de polietileno com volume de 5 L. Os vasos haviam sido anteriormente divididos ao meio por uma folha de isopor. Cada uma das partes dos vasos foi preenchida com 2 kg de solo. O solo utilizado é classificado como latossolo vermelho argiloso. Foi coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade na Fazenda Sapis, no município de Patos de Minas (MG). Antes da implantação do experimento, foi realizada a amostragem desse solo e, em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de solos da Terrena Agronegócios para análise química (Tabela 1).

Tabela 1: Características químicas do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, Patos de Minas (MG), 2022

pH	P-rem	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	
água	mg L ⁻¹	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³							
5,59	4,46	2,30	1,49	37	1,13	0,37	0,04	3,05	1,59	1,63	4,66	
V	M	Cu	Fe	Mn	Zn	S						
%		mg dm ⁻³										
31,24	2,45	2,00	33,2	9,60	0,80	9,83						

Fonte: Terrena Agronegócios Ltda.

No mesmo dia do transplântio das plântulas de milho, foi realizada a adubação referente aos tratamentos a serem avaliados. A adubação foi realizada em todo o volume de solo na dose de 300 mg dm⁻³ de P₂O₅. Em uma das partes de todos os vasos, utilizou-se o fertilizante fosfatado convencional. Na outra metade do vaso, a adubação foi realizada de acordo com os tratamentos, descritos na Tabela 2.

Em seguida, realizou-se o transplântio das plântulas de milho, e as raízes foram divididas igualmente entre cada uma das partes do vaso. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação da empresa NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola, localizada na rodovia BR 365 - km 428, Zona Rural do município de Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), composto por sete tratamentos com cinco repetições cada, totalizando 35 parcelas. Os tratamentos estão descritos na Tabela 2. Cada parcela experimental foi composta por um vaso de polietileno com volume de 5 L.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, Patos de Minas (MG), 2022

Tratamentos	Descrição
T ₁	Controle
T ₂	MAP convencional
T ₃	MAP revestido com substância húmica
T ₄	MAP revestido com polímero
T ₅	MAP revestido com microrganismo A
T ₆	MAP revestido com microrganismo N
T ₇	MAP revestido com microrganismo B

MAP = Monoamônio fosfato, 10% de nitrogênio e 46 a 50% de pentóxido de difósforo (P₂O₅).

Aos 33 dias após o transplântio, avaliou-se a massa de matéria seca de parte aérea e raiz, sendo avaliada separadamente a raiz de cada parte dos vasos. As raízes foram lavadas com água corrente e secas com papel-toalha. O material vegetal foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante. Após a secagem, foram realizadas avaliações de massa de matéria seca de parte aérea e raízes, utilizando-se de uma balança de precisão de 0,001 g.

Foram analisados os resultados referentes a parte do vaso onde foi aplicado o fertilizante revestido. Foram realizados o teste de Fisher para massa de matéria seca de parte aérea e comprimento de raízes e o teste de Tukey para massa de matéria seca de raízes, utilizando o software Statistica™.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

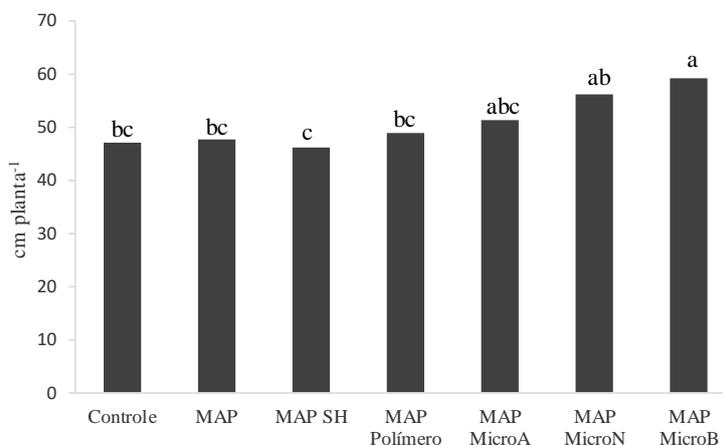
Para o parâmetro avaliativo comprimento de raízes, o tratamento 7, onde o fertilizante MAP foi revestido com microrganismo B, mostrou-se com médias superiores aos demais tratamentos, como mostrado no Gráfico 1.

Conforme Malavolta (1980), o fósforo é um elemento primordial ao metabolismo das plantas, pois desempenha funções estruturais, como armazenamento e transferência de energia nas células, e participa ativamente nos processos de respiração e fotossíntese.

Segundo Vilela e Anghinoni (1984), a grande concentração de P induz a formação de um sistema radicular mais longo e com raízes mais finas, as quais seriam mais eficazes na absorção de nutrientes do solo. O contato do maior volume radicular possível com fósforo é uma premissa para maior crescimento do milho, como afirma Novais *et al.* (1985).

De acordo com Abhilash *et al.* (2016), o uso de microrganismos associados às plantas podem trazer diversos benefícios para o crescimento e o desenvolvimento. Na literatura, esses microrganismos são referidos como promotores de crescimento. O fertilizante com revestimento à base de microrganismos demonstrou melhor desempenho nos três parâmetros avaliativos deste trabalho.

Gráfico 1: Comprimento radicular de milho adubado com fertilizante MAP em diferentes revestimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher ($p>0,05$), Patos de Minas (MG), 2022



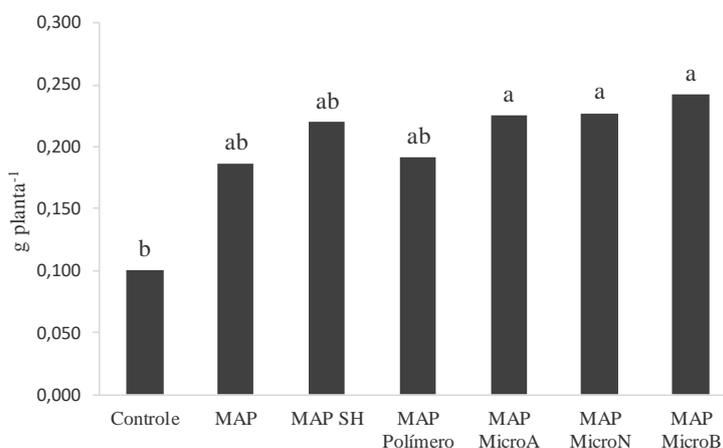
Para massa de matéria seca de raiz (MSR), as médias superiores foram observadas nos tratamentos 5, 6 e 7, nos quais o fertilizante MAP foi revestido com produtos de origem biológica (Gráfico 2).

Segundo Lima *et al.* (2011), o fósforo favorece o aumento na capacidade fotossintética e a absorção de água e nutrientes. A adição do fertilizante fosfatado ao solo acarretou maior desenvolvimento nos parâmetros comprimento de raízes, MSR e MSPA.

Segundo Vejan *et al.* (2016), os microrganismos multifuncionais podem viabilizar o crescimento das plantas direta ou indiretamente. De maneira direta, elevando a absorção e o acúmulo de nutrientes cruciais nas plantas (SCHLAEPPI; BULGARELLI, 2015) e na produção de fitormônios (GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

Araújo *et al.* (2010) observaram efeito significativo na altura, na massa seca de parte aérea e no sistema radicular em mudas de bananeira micropropagadas, tratadas com microrganismos multifuncionais.

Figura 2: Massa seca de raiz de milho adubado com fertilizante MAP em diferentes revestimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$), Patos de Minas (MG), 2022

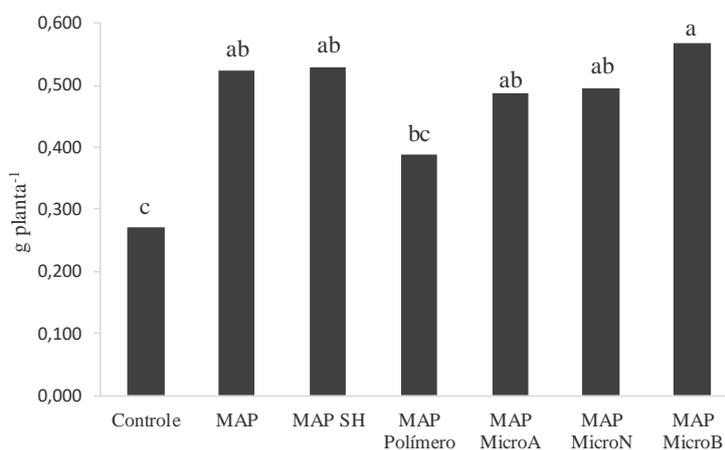


No critério avaliativo de massa de matéria seca de parte aérea, o tratamento 7 (MAP revestido com microrganismo B) apresentou médias superiores aos demais tratamentos, como exposto no Gráfico 3.

Segundo Yamada e Abdalla (2004), devido ao fato de o P estar associado a variados processos metabólicos, é um elemento móvel na planta e se concentra em áreas mais ativas de crescimento.

De acordo com trabalho desenvolvido por Almeida *et al.* (2016), o uso de fertilizantes fosfatados revestidos demonstrou melhores resultados em comparação ao uso de fertilizantes convencionais em relação à matéria seca de milho e à produtividade de grãos. Já segundo Silva *et al.* (2012), o uso de MAP com ou sem revestimento se mostrou eficaz no crescimento inicial da cultura do milho, não havendo diferença estatística no parâmetro MSPA.

Figura 3: Massa seca de parte aérea de milho adubado com fertilizante MAP em diferentes revestimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher ($p>0,05$), Patos de Minas (MG), 2022



4 CONCLUSÃO

A adubação utilizando o fertilizante revestido com microrganismo B aumentou o crescimento inicial de raízes, bem como o de plantas de milho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, toda honra e glória a Ele. Aos meus pais Wandelcy e Carla; aos meus avós Waldir e Maria (*in memoriam*); aos meus familiares pelo apoio e aos meus amigos, especialmente Lucas e Marina, por estarem presentes em toda a trajetória. À empresa NOOA Ciência e Tecnologia Agrícola pela disponibilidade. Aos colegas de graduação Gustavo e Rafael pela colaboração. A minha orientadora Karla pelo incentivo e aos membros da banca avaliadora.

REFERÊNCIAS

- ABHILASH, P. C.; SINGH, H. B.; DUBEY, R. K.; GUPTA, V. K.; TRIPATHI, V. Plant growth-promoting microorganisms for environmental sustainability. **Trends in Biotechnology**, [S. l.], v. 34, n. 11, p. 847-850, 2016.
- ALMEIDA, T.; NESI, C. N.; POCOJESKI, E.; OLIVEIRA, J. P. M.; SILVA, L. S. Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 29-35, 2016.
- ARAUJO, K. S.; CARDOSO, K. G. V.; PEIXOTO, C. C.; RAMOS, E.; SILVA, H. S. A.; TRINDADE, A. V. Promoção do crescimento em mudas micropropagadas de bananeira por rizobactérias. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais**. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.
- BATISTA, M. A.; INOUE, T. T.; NETO, M. E.; MUNIZ, A. S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. *In*: BRANDÃO-FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, p. 113-161, 2018.
- COÊLHO, J. D. **Milho: produção e mercados**. Fortaleza: BNB, ano 7, n. 220, abr. 2022. (Caderno Setorial Etene).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, v. 9, safra 2021/22, n. 11, décimo primeiro levantamento, ago. 2022.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Safra Mundial de Milho 2022/23**. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20220516182757-boletimmilhomai2022/>.
- GONZÁLEZ, R. C.; AGUILAR, L. M.; TRUJILLO, A, R.; SANTOS, P. E.; MELLADO, J. C. High diversity of culturable Burkholderia species associated with sugarcane. **Plant and Soil**, [S. l.], v. 345, n. 1, p. 155-169, 2011.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; GHEYI, H. R.; SOFIATTI, V.; ARRIEL, N. H. C. Efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento e teor de macronutrientes de mudas de pinhão manso. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 950-956, 2011.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 215 p.

NOVAIS, R. F.; FERREIRA, R. P.; LIMA NEVES, J. C.; DE BARROS, N. F. Absorção de fósforo e crescimento do milho com sistema radicular parcialmente exposto a fonte de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 749-754, 1985.

SCHLAEPPI, K.; BULGARELLI, D. The plant microbiome at work. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 212-217, 2015.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Influência da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 240-250, 2012.

SOARES, F. C. **Análise de viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

VEJAN, P.; ABDULLAH, R.; KHADIRAN, T.; ISMAIL, S.; BOYCE, A. N. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability: a review. **Molecules**, [S. l.], v. 21, n. 5, p. 573, 2016.

VILELA, L.; ANGHINONI, I. Morfologia do sistema radicular e cinética da absorção de fósforo em cultivares de soja afetados pela interação alumínio-fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 91-96, 1984.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004.

Velocidade do autopropelido na distribuição de calda sobre *Zea mays* (L.)

Self-propelled sprayer speed in the distribution on Zea mays (L.)

LUCAS DUARTE SOUSA FRANÇA
Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: lucasduartesousa@hotmail.com

LUCAS DA SILVA MENDES
Professor orientador (UNIPAM)
E-mail: lucassm@unipam.edu.br

Resumo: A regulação e a calibração dos pulverizadores exercem grande importância no sucesso da prática, sendo a velocidade de pulverização um dos parâmetros de maior peso para a prática, afetando demais parâmetros. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar a velocidade do pulverizador autopropelido na distribuição de calda na cultura do milho no estágio de pleno florescimento. O trabalho foi conduzido na Fazenda Retiro, Patos de Minas (MG). Os tratamentos consistiram em cinco velocidades de pulverização 5; 10; 15; 20 e 25 km h⁻¹ com cinco blocos. Os tratamentos foram aplicados com auxílio de pulverizador autopropelido BS3120 Valtra®, adaptado com bico cônico (MGA 025 – Magnojet®) e vazão estimada de 100 L ha⁻¹. As avaliações foram realizadas com auxílio do papel hidrossensível instalados no terço médio das plantas. Depois da aplicação dos tratamentos, eles foram analisados usando o software Dropscope®. Os tratamentos foram aplicados no estágio de desenvolvimento de pleno florescimento (R1). Foram realizadas avaliações de volume total aplicado, densidade de gotas, diâmetro mediano volumétrico, área coberta, potencial de deriva e diâmetro médio de gota. As médias dos tratamentos foram submetidas ao teste F ($p < 0,05$) e, quando significativas, foram ajustadas ao modelo de regressão cúbico. A partir da derivação das curvas de regressão, foram obtidos os pontos de máxima das equações e determinação da melhor velocidade a ser utilizada. A velocidade de pulverização a 8 km h⁻¹ proporcionou maior volume aplicado, sendo que a maior densidade de gotas foi obtida pela velocidade de 9,2 km h⁻¹ e 8,7 km h⁻¹ para avaliação de área coberta, sendo a faixa de velocidade entre 8 e 9,2 km h⁻¹ mais indicada para a cultura do milho no estágio R1. O aumento da velocidade possivelmente promoveu redução do tamanho das gotas e perda por deriva, impedindo que as gotas provenientes das velocidades de 15; 20 e 25 km h⁻¹ atingissem o dossel, porém o potencial de deriva no terço superior não foi quantificado neste experimento. A classificação do tamanho de gota foi “média” para as velocidades de 5 e 10 km h⁻¹ e “fina” para os demais tratamentos – 15; 20 e 25 km h⁻¹ – corroborando a hipótese de que houve potencial deriva nestes tratamentos antes das gotas serem quantificadas no papel hidrossensível. Em conclusão, a velocidade de pulverização entre 8 e 9,2 km h⁻¹ promoveu maior cobertura de pulverização no terço médio das plantas de milho, sendo o mais indicado para esta prática.

Palavras-chave: manejo fitossanitário; pulverização; sanidade; máquinas agrícolas.

Abstract: The adjustment and calibration of sprayers are of great importance for the success of the practice, with the spraying speed being one of the most important parameters, affecting other

parameters. Therefore, this study aims to evaluate the self-propelled sprayer speed in distribution of solution in corn crops at the full flowering stage. The study was conducted at Fazenda Retiro, Patos de Minas (MG). The treatments consisted of five spraying speeds: 5, 10, 15, 20, and 25 km h⁻¹, with five blocks. The treatments were applied using the self-propelled sprayer BS3120 Valtra®, fitted with a conical nozzle (MGA 025 – Magnojet®) and an estimated flow rate of 100 L ha⁻¹. Evaluations were performed using hydrosensitive paper installed in the middle third of the plants. After the treatments were applied, they were analyzed using the Drop Scope® software. The treatments were applied at the full flowering stage (R1). Evaluations were made of the total applied volume, droplet density, volumetric median diameter, coverage area, drift potential, and median droplet diameter. The treatment means were subjected to the F-test (p<0.05) and, when significant, were adjusted to the cubic regression model. From the derivation of the regression curves, the maximum points of the equations were obtained and the best speed to be used was determined. The spraying speed of 8 km h⁻¹ provided the highest applied volume, and the highest droplet density was obtained at a speed of 9.2 km h⁻¹ and 8.7 km h⁻¹ being the optimal speed for coverage area evaluation, making the speed range between 8 and 9.2 km h⁻¹ most suitable for corn crops at the R1 stage. The increase in speed possibly promoted a reduction in droplet size and loss due to drift, preventing the droplets from the speeds of 15, 20, and 25 km h⁻¹ from reaching the canopy, but the drift potential in the upper third was not quantified in this experiment. The droplet size classification was "medium" for speeds of 5 and 10 km h⁻¹ and "fine" for the other treatments - 15, 20, and 25 km h⁻¹ - supporting the hypothesis that there was potential drift in these treatments before the droplets were quantified on the hydrosensitive paper. In conclusion, the spraying speed between 8 and 9.2 km h⁻¹ provided the greatest coverage of spray on the middle third of the corn plants, making it the most suitable for this practice.

Keywords: phytosanitary management; spraying; plant health; agricultural machinery.

1 INTRODUÇÃO

Os cereais possuem grande importância na alimentação humana e animal. De acordo com Regitano-d'Arce, Spoto e Castellucci (2015), cerca de 50% da população mundial possuem os cereais como principal fonte de calorias, proteínas e nutrientes, valor que pode chegar até 80% em países menos desenvolvidos. A alta aceitação de cereais é devido à variedade de espécies, à alta produtividade, à fácil estocagem e à maior adaptabilidade de crescimento, o que faz com que elas estejam aptas para cultivo em todos os continentes. Entre essas espécies, o milho (*Zea mays* L.) se destaca como *commodity* no cenário mundial, principalmente pela versatilidade de consumo e considerável rusticidade de cultivo (BARROS; CALADO, 2014; CAMARGO; CAIVANO; DOMENE, 2021; CARVALHO *et al.*, 2020).

Embora a cultura do milho apresente inegável importância para a balança comercial nacional, condições adversas durante o desenvolvimento da lavoura promovem redução da produtividade, impedindo que as plantas atinjam seu máximo potencial produtivo (BARROS; CALADO, 2014). Alguns dos fatores externos podem ser manejados pela pulverização de insumos agrícolas, como a nutrição mineral e o controle de pragas e de patógenos. As principais formas de manejo são pela pulverização de fertilizantes e produtos fitossanitários.

A pulverização pode ser adotada como técnica de manejo para melhorar a nutrição de plantas e controlar pragas e patógenos. A técnica consiste na quebra física

de soluções químicas em partículas menores, que apresentem tamanho suficiente para que as gotas atinjam o alvo da forma mais uniforme possível. O alvo de interesse pode ser a planta cultivada, o solo, os insetos ou mesmo as plantas invasoras. Esse processo ocorre devido ao líquido ser submetido à alta pressão e ao passar pelo bico de pulverização com tamanho diminuto forma-se o jato de pulverização (ALVARENGA; CUNHA, 2010; ANTUNIASSI; BAIIO, 2006).

A regulagem e a calibração dos equipamentos são fatores de grande importância para o sucesso da pulverização, sendo que ambos estão interligados. A regulagem é composta pelo ajuste dos componentes do maquinário, como velocidade, tipos de bicos, espaçamento entre bicos, altura da barra, entre outros. Já a calibração inclui a verificação de bicos, volume de aplicação e quantidade de produto a ser aplicado. Embora esses parâmetros estejam em classificações diferentes, eles são dependentes um do outro (CUNHA *et al.*, 2011). Entre eles, a velocidade de aplicação se destaca como parâmetro de grande importância, porém, muitas vezes, é negligenciada.

Uma vez que a velocidade de aplicação afeta vários parâmetros da pulverização, como tamanho de gota, densidade de gotas, perda por deriva, entre outros, ela desencadeia reflexos em todo o manejo. Com o aumento da velocidade de pulverização, há necessidade de aumentar a pressão de pulverização, o que promove menor tamanho de gota, enquanto velocidades mais baixas necessitam de menor pressão de pulverização, fazendo que as gotas apresentem maior tamanho (ANDEF, 2004).

Gotas menores são mais leves e se depositam melhor e mais eficientemente nos alvos e/ou superfícies, penetrando melhor nas culturas, porém, esse tipo de gotas apresenta maior risco de perda por deriva. Nesse caso, a deriva pode ser agravada quando a aplicação é realizada em condições de velocidade do vento acima de 10 km/h, velocidade na qual não se recomenda pulverização (ANTUNIASSI; BAIIO, 2006). Gotas finas ou mais leves se depositam melhor e mais facilmente nos alvos ou superfícies de deposição verticais e estreitas. Penetram melhor nas culturas e atingem melhor os alvos dentro do dossel.

Por outro lado, velocidades mais baixas necessitam de menor pressão de pulverização, fazendo que as gotas apresentem maior tamanho, sendo sujeitas à escorrimento superficial quando elas atingem as folhas (CUNHA *et al.*, 2011). Apesar desse tipo de gota apresentar maior eficiência em superfícies horizontais, pode haver grande perda de eficiência por escorrimento nas folhas, podendo proporcionar contaminação de recursos d'água, uma vez que pode haver escorrimento superficial do solo e carreamento de partículas contaminadas com produtos fitossanitários (ANTUNIASSI; BAIIO, 2006).

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a velocidade do pulverizador autopropelido na distribuição de calda na cultura do milho no estágio de pleno florescimento.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado na Fazenda Retiro, localizada na BR365 km 428, município de Patos de Minas (MG), sob coordenadas 18°43'51.8"S 46°40'58.6"O. O talhão

possui 30 hectares e têm sido utilizado no consórcio entre soja e milho nas últimas cinco safras. O relevo da área é plano com predominância de latossolo (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), e os tratamentos consistiram na aplicação de água + adjuvante (Temporal® 0,05% v/v) em cinco velocidades – 5; 10; 15; 20 e 25 km h⁻¹ com cinco repetições. Cada unidade experimental continha 200 metros de comprimento x 28 metros (largura do autopropelido), sendo o papel hidrossensível instalado a 150m do início da linha de plantio. Os tratamentos foram aplicados com auxílio de pulverizador autopropelido BS3120 Valtra®, adaptado com bico cônico (MGA 025 – Magnojet®). A vazão estimada foi regulada para 100 L ha⁻¹, e a pressão foi monitorada para garantir a homogeneidade da aplicação em função dos tratamentos aplicados.

Durante a aplicação dos tratamentos, foram utilizadas 5 estacas instaladas no meio da lavoura correspondente às cinco repetições, sendo que a aplicação dos tratamentos foi sorteada de modo a respeitar o delineamento utilizado – DBC. A cada pulverização, foi sorteado um único tratamento e, então, o autopropelido foi calibrado para a velocidade requerida. Os primeiros 150 metros da parcela foram utilizados para estabilização da vazão antes de iniciar a coleta de dados. A aplicação foi realizada sob condições climáticas ideais – ausência de precipitação, temperatura menor que 30 °C, umidade relativa maior que 55% e velocidade do vento entre 4 e 6 km h⁻¹ (CUNHA *et al.*, 2010).

Tabela 1: Velocidades testadas de autopropelido na aplicação de calda sobre *Zea mays*, UNIPAM, Patos de Minas (MG), 2022

Tratamentos	Velocidade de aplicação (km h ⁻¹)
T1	5
T2	10
T3	15
T4	20
T5	25

A cultura utilizada foi a do milho (*Zea mays* L.), híbrido Forseed FS575. A semeadura do milho foi realizada em março/2022 com população estimada de 60.000 plantas ha⁻¹. O plantio foi realizado com 350 kg ha⁻¹ de fertilizante 16-16-16 (NPK) no sulco de plantio. A aplicação dos tratamentos e as avaliações foram realizadas no mês de maio/2022 quando cerca de 80% das plantas atingiram o estágio de desenvolvimento de florescimento e polinização (R1).

As avaliações foram realizadas com auxílio de papel hidrossensível (Water Sensitive Paper®, Syngenta, 26 x 76 mm) (CHAIM *et al.*, 1999). Foram instalados dois papéis hidrossensíveis por parcela no terço médio das plantas. Os papéis hidrossensíveis foram coletados depois da pulverização dos tratamentos e analisados pelo software Dropscope® (SprayX). Os papéis hidrossensíveis foram instalados no topo de estacas com altura média de 1,5m no meio da área respectiva ao seu tratamento. As estacas respectivas a cada tratamento foram posicionadas a 3 metros de distância entre elas. Durante a aplicação dos tratamentos, o pulverizador autopropelido realizou uma aplicação por vez, dirigindo-se até o final da linha de plantio. Posteriormente, ele

retornava em outra repetição/parcela alterando as regulagens quando necessárias. As avaliações realizadas foram volume aplicado ($L ha^{-1}$), densidade de gotas (gotas/cm²), diâmetro mediano volumétrico (DMV), densidade, área coberta (%), potencial de deriva, diâmetro médio de gota, classificação de tamanho de gota e avaliação visual dos papéis hidrossensíveis.

Os dados coletados de volume aplicado ($L ha^{-1}$), densidade de gotas (gotas/cm²), diâmetro mediano volumétrico (DMV), densidade, área coberta (%), potencial de deriva e diâmetro médio de gota foram submetidos à análise de variância e, quando significativos pelo teste F (0,05), foram ajustados à modelo de regressão cúbico. Enquanto isso, os resultados das avaliações de classificação de tamanho de gota e avaliação visual dos papéis hidrossensíveis foram discutidos de forma descritiva.

3 RESULTADOS

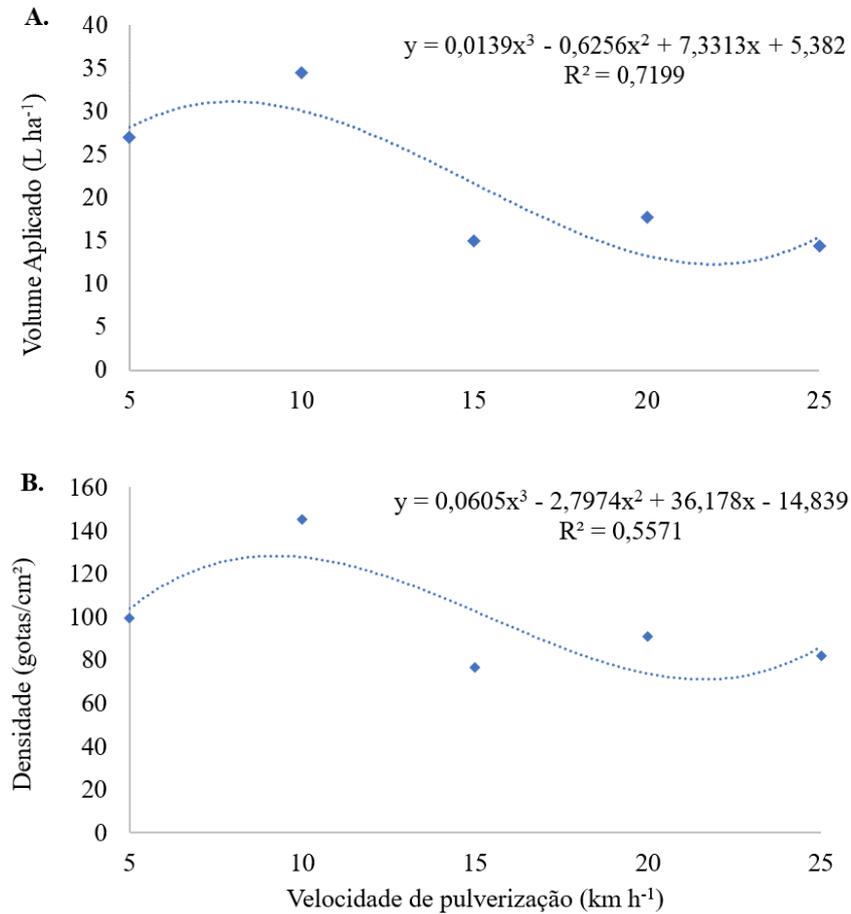
Depois da análise dos dados, foi observada diferença significativa para as variáveis volume aplicado no papel, área coberta e densidade de gotas de acordo com o teste de F a 0,05 de probabilidade, sendo os dados ajustados ao modelo de regressão cúbico. A partir da derivação da equação de regressão cúbica, foi possível determinar a velocidade que proporcionou maior valor dos parâmetros de volume aplicado, área coberta e densidade de gotas. Enquanto isso, as variáveis de diâmetro médio volumétrico (DMV), potencial de deriva e diâmetro médio de gota não apresentaram diferença estatística de acordo com o teste F ($p > 0,05$).

Para a avaliação de volume aplicado, o maior valor foi obtido pela velocidade de 8 km h⁻¹. O volume aplicado no papel indica o total de calda que é depositado no papel hidrossensível ($L ha^{-1}$), ou seja, esse parâmetro indica a cobertura total que atinge determinada superfície, seja ela o papel hidrossensível ou mesmo as folhas. O tratamento com velocidade de 8 km h⁻¹ proporcionou o maior volume de calda depositado (31,11 $L ha^{-1}$); a partir dessa velocidade, houve redução no volume aplicado (Figura 1A), indicando menor deposição de calda nas folhas.

A menor deposição observada nos tratamentos de 15; 20 e 25 km h⁻¹ indica que o aumento da velocidade reduziu o contato da calda de pulverização com o terço médio das folhas, podendo esta calda ter sido depositada no terço superior da planta de milho ou mesmo ter sido perdida pela deriva. Apesar de ser um indicativo da qualidade da aplicação, esse parâmetro não deve ser avaliado de forma isolada, pois todo o conjunto de parâmetros deve ser observado para garantir a qualidade da prática de pulverização (BETTINI, 2005).

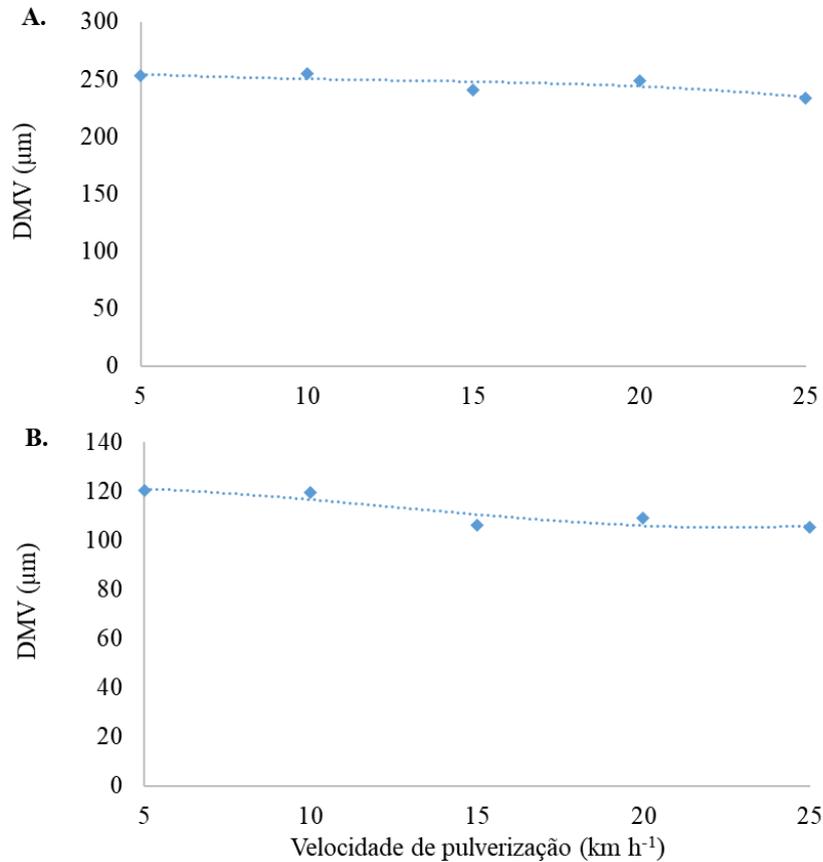
A densidade de gotas também foi afetada de forma significativa pela velocidade de pulverização ($p < 0,05$) (Figura 1B). A maior densidade de gotas foi obtida na velocidade 9,2 km h⁻¹, atingindo uma densidade de 158 gotas/cm². Um maior volume de aplicação, associado a uma maior densidade de gotas, indica boa distribuição das gotas no papel hidrossensível, característica crucial para o sucesso da pulverização. De acordo com Cunha *et al.* (2004), o aumento da pressão de pulverização, num mesmo volume de calda, promove a redução do tamanho de gotas e conseqüentemente maior densidade. Porém, neste trabalho, o aumento da densidade de gotas não foi observado com o aumento das velocidades de pulverização.

Figura 1: Volume aplicado no papel e quantidade de gotas em função das velocidades de pulverização na cultura do milho, Patos de Minas (MG), 2022



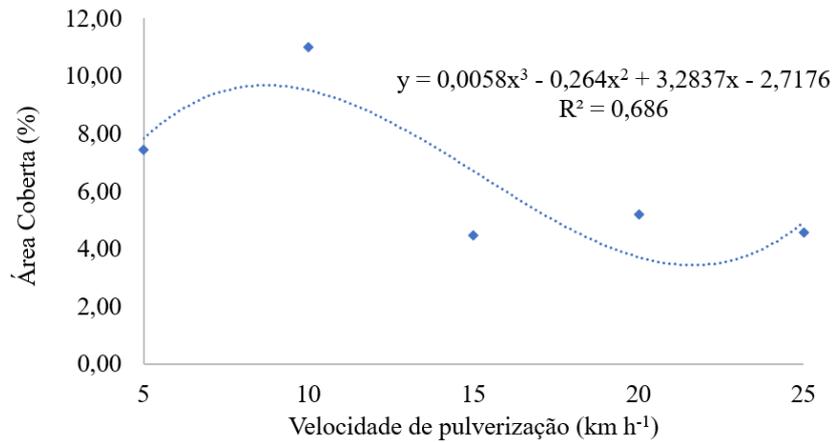
As velocidades de aplicação não afetaram de forma significativa o DMV e o tamanho médio de gota ($p < 0,05$) (Figura 2), indicando que todas apresentaram tamanho médio de gotas semelhantes. O DMV indica o tamanho da gota (μm) que divide a massa de gotas de uma pulverização em duas partes, de modo que a soma das gotas maiores seja igual à soma das gotas menores. Esse resultado não corrobora o que é reportado na literatura, no qual o aumento da velocidade de pulverização, – mantendo-se o mesmo volume de calda, faz com que seja necessário aumento da pressão de trabalho, proporcionando menor tamanho de gota e conseqüentemente a redução do DMV (VIANA *et al.*, 2010).

Figura 2: Diâmetro médio volumétrico (DMV) em função das velocidades de pulverização na cultura do milho, Patos de Minas (MG), 2022



A partir da derivação equação cúbica de regressão obtida pelo ajuste dos dados, encontrou-se que a velocidade de 8,7 km h⁻¹ promoveu maior área de cobertura (Figura 3). A cobertura proporcionada por este tratamento foi de 15,12%, valor este superior aos demais tratamentos. O esperado seria que o aumento da velocidade proporcionasse aumento linear do número de gotas e consequentemente, aumento da cobertura (JULIATTI; NASCIMENTO; REZENDE, 2010). Esse resultado possivelmente foi obtido pela perda das gotas por evaporação ou deriva ocorrida nos tratamentos com maior velocidade, dificultando que as gotas atingissem o alvo no terço médio das plantas de milho.

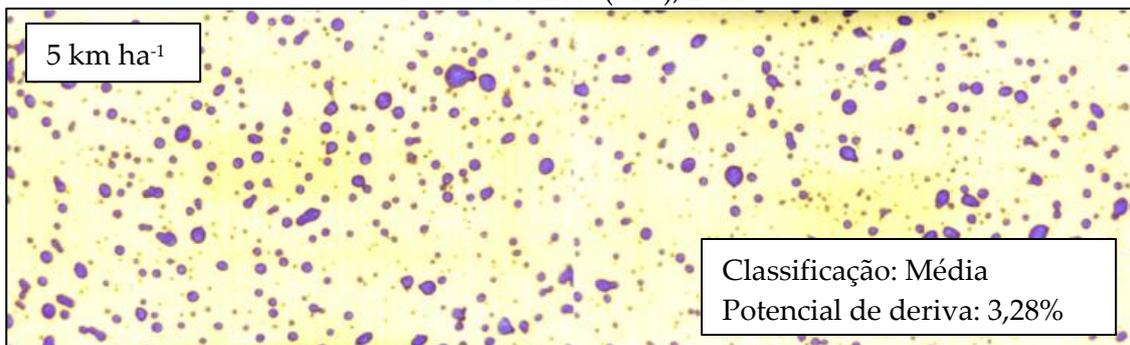
Figura 3: Área coberta pela calda (%) em função das velocidades de pulverização na cultura do milho, Patos de Minas (MG), 2022

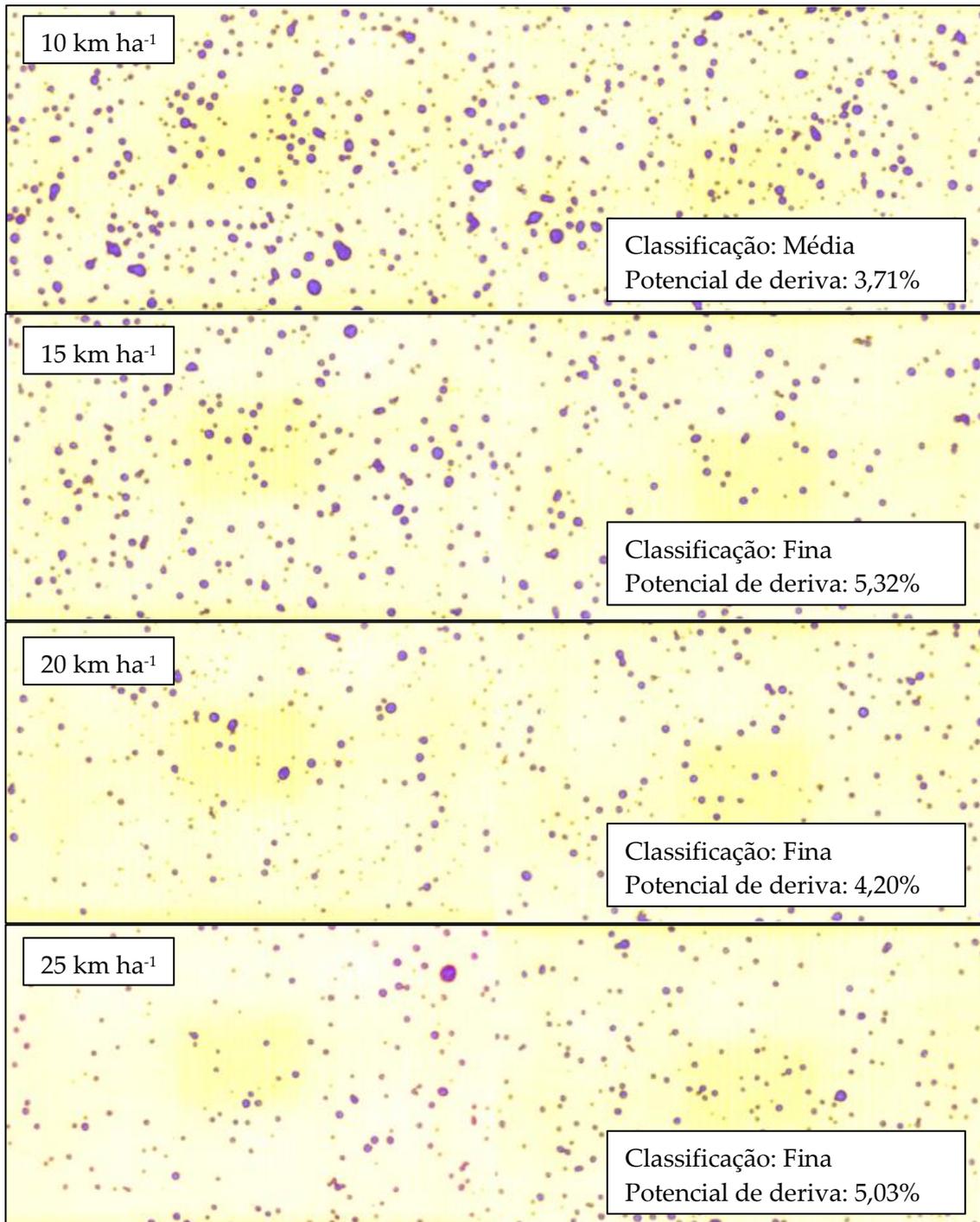


Os dados obtidos pelas avaliações de volume aplicado, densidade de gotas e área coberta podem ser confirmados através da avaliação visual dos papéis hidrossensíveis (Figura 4). A avaliação visual mostra que os tratamentos com velocidade de pulverização de 15; 20 e 25 km h⁻¹ apresentaram redução do número de gotas e também de cobertura, se comparado ao tratamento com velocidade de aplicação de 5 e 10 km h⁻¹, sendo essa diferença mais notada quando comparada ao segundo. Além disso, as gotas obtidas pelas velocidades de aplicação 5 e 10 km h⁻¹ foram classificadas como tamanho “médio”, enquanto os demais tratamentos produziram gotas de tamanho “fina”.

De acordo com Silva *et al.* (2014), a parte superior das plantas de milho conseguem interceptar a maior quantidade de calda aplicada, afetando a quantidade de calda que atinge o terço mediano e inferior. Esse fato, associado ao aumento de velocidade e pressão, pode ter afetado a deposição das gotas no terço médio das plantas. Gotas mais finas são mais propícias aos processos de evaporação e perdas por deriva, o que corrobora os dados de volume aplicado, no qual as velocidades de pulverização de 5; 15; 20 e 25 km ha⁻¹ apresentaram menor volume depositado em relação aos demais tratamentos.

Figura 4: Distribuição da calda de aplicação em papéis hidrossensíveis em função da velocidade de aplicação de pulverizador autopropelido na cultura do milho, Patos de Minas (MG), 2022





O sucesso da aplicação de defensivos por meio da pulverização depende de vários fatores – das características dos equipamentos utilizados, das condições ambientais, da cultura que se almeja cultivar e do alvo. Neste trabalho, a velocidade de pulverização compreendida entre 8 e 9,2 km h⁻¹ proporcionou melhores parâmetros de volume aplicado. Porém, sugere-se associar a avaliação de qualidade de pulverização com coletas no terço superior e inferior das plantas de milho, visto que o resultado da pulverização deve ser analisado por completo na arquitetura das plantas.

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que o trabalho foi conduzido, a velocidade entre 8 e 9,2 teve melhor volume aplicado, melhor densidade de gotas e área coberta.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C. B. DE; CUNHA, J. P. A. R. da. Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p. 555-562, jun. 2010.

ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. Campinas: Linea Creativa, 2004. 52 p. Disponível em: <http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Leitura%20-%20Manual%20Tecnologia%20de%20Aplicacao.pdf>.

ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Embrapa Agroindústria Tropical - Documentos 102, p. 145-184, 2006.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. 2005. 53 p. Departamento de Fitotecnia, Universidade de Évora, Portugal, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10174/10804>.

BETTINI, P.C. **Eficácia da penetração de gotas de pulverização no algodoeiro em diferentes alturas de plantas**. 2005. 64 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CAMARGO, R. G. M.; CAIVANO, S. D. A.; DOMENE, S. M. Á. Avaliação qualitativa de cardápios escolares oferecidos em municípios brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 6, p. 2207-2213, 2021.

CARVALHO, S. D. L. *et al.* Qualidade da dieta segundo a autoavaliação de adolescentes: resultados do ISACamp-Nutri. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 11, p. 4451-4461, 2020.

CHAIM, A.; MAIA, A. H. N.; PESSOA, M. C. P. Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 962-969, jun. 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Série históricas das safras**. 2022a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>.

CUNHA, J. P. A. R. da, TEIXEIRA, M. M., VIEIRA, R. F., FERNANDES, H. C., COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 977-985, out. 2004.

CUNHA, J. P. A. R. da *et al.* Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 366-372, jul. 2010.

CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 343-351, abr. 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa - SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

JULIATTI, F. C., NASCIMENTO, C. E REZENDE, A. A. Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 3, p. 216-221, jul. 2010.

REGITANO-D'ARCE, A. M. B.; SPOTO, H. M. F.; CASTELLUCCI, A. C. L. Processamento e industrialização do milho para alimentação humana. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 13, p. 138-140, 2015.

SILVA, B. M. *et al.* Deposição da calda de pulverização aplicada com pontas de jato plano em diferentes partes da planta de soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*). **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 17-24, 2014.

VIANA, R. G., FERREIRA, L. R., FERREIRA, M. C., TEIXEIRA, M. M., ROSELL, J. R., TUFFI, S. L. D., MACHADO, A. F. L. Volumetric distribution and droplet spectrum by low drift spray nozzles. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, abr. 2010.

Volatilização de amônia em fertilizantes nitrogenados com tecnologia e eficiência aumentada

Ammonia volatilization in nitrogen fertilizers with technology and increased efficiency

LINCOLN GUSTAVO CAIXETA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: lincolngc@unipam.edu.br

VANESSA JÚNIA MACHADO

Docente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: vanessajm@unipam.edu.br

CARLOS HENRIQUE EITERER DE SOUZA

Docente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: carloshenrique@unipam.edu.br

MATEUS GONÇALVES DE BORBA

Engenheiro Agrônomo

E-mail: borbak9@gmail.com

Resumo: O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas, e sua principal fonte é a ureia. Diferentes trabalhos vêm apresentando que ocorrem diferentes perdas desse fertilizante devido à falta de qualidade ou às formas de aplicação indevidas. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo quantificar e comparar as perdas de amônia por volatilização em diferentes polímeros com tecnologia empregada. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Solo (CEFERT), localizado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), localizado no município de Patos de Minas (MG). O delineamento utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos e quatro repetições. As análises foram feitas por Destilador de Nitrogênio. Constatou-se que o NBPT 4 teve menor perda do fertilizante em relação aos demais fertilizantes nos dias 4 a 12 depois da aplicação do fertilizante, tendo uma redução de volatilização de 37,58% de amônia volatilizada no 8º dia. Concluiu-se que a utilização de fertilizantes com tecnologia empregada pode reduzir a volatilização de amônia.

Palavras-chave: eficiência; quantificar; análise.

Abstract: Nitrogen is an essential element for plants, and its main source is urea. Different studies have shown that there are different losses of this fertilizer due to lack of quality or improper application methods. Therefore, this study aimed to quantify and compare ammonia losses by volatilization in different polymers with employed technology. The experiment was carried out at the Soil Analysis Laboratory (CEFERT), located at the University Center of Patos de Minas (UNIPAM), in the city of Patos de Minas (MG). The experimental design used was a completely randomized design, with seven treatments and four replications. The analyzes were performed

using a Nitrogen Distiller. It was found that NBPT 4 had lower loss compared to the other fertilizers on days 4 to 12 after fertilizer application, with a reduction of 37.58% of volatilized ammonia on the 8th day. It was concluded that the use of fertilizers with employed technology can reduce ammonia volatilization.

Keywords: efficiency; quantify; analysis.

1 INTRODUÇÃO

A fonte primária de nitrogênio (N) para o solo é a atmosfera, pois cerca de 78% do gás atmosférico é formado por esse elemento. No entanto, para as plantas cultivadas, não fixadoras de nitrogênio, a sua principal fonte de N é o solo. Nele, em torno de 95% estão na forma orgânica e somente 5% na forma mineral, a qual é diretamente disponibilizada para as plantas (AMADO, 1997).

O N é considerado elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das principais biomoléculas, como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN; LEA, 1976; HARPER, 1994). As formas de N disponíveis para as plantas são amônia (NH_3) e nitrato (NO_3), as quais representam menos de 2% do N total da solução do solo, considerando-se que grande parte desse elemento do solo se faz presente na forma orgânica (STEVENSON *et al.*, 1986).

Os principais fertilizantes nitrogenados produzidos no mundo são fundidos a partir do N_2 atmosférico, produzindo o NH_3 . O fertilizante nitrogenado mais utilizado no mundo é a ureia, que é produzida através da reação entre a amônia e o CO_2 (CANTARELLA, 2007). Das vantagens no uso da ureia em relação às outras fontes nitrogenadas, destaca-se principalmente a alta concentração de N (44 a 46%), resultando consequentemente em um menor custo no transporte e na aplicação (KIEHL, 1989).

Esse fertilizante apresenta, no entanto, limitações relacionadas às perdas de N, que podem comprometer a sua capacidade. A principal forma de perda de N ocorre pela hidrólise da ureia, resultando na formação de amônia e sua eventual volatilização (OLIVEIRA, 2014). Essas perdas ocorrem pelo motivo de a ureia ser hidrolisada rapidamente (aproximadamente três dias) por meio da ação da enzima urease, que é produzida por microrganismos do solo e por restos de vegetais e animais (REYNOLDS; WOLF, 1987).

O acréscimo de água tem influência direta sobre a hidrólise e promove o aumento da difusão da ureia e, como resultado, maior contato com a urease no solo (SAVANT *et al.*, 1987). A ureia aplicada é rapidamente hidrolisada, e a taxa de hidrólise depende da temperatura do solo, umidade, quantidade e forma pela qual a ureia é aplicada (BYRNES, 2000). A quantidade de N volatilizada posterior à aplicação superficial de ureia no solo é inconstante e depende de diversos fatores, incluindo condições climáticas e atributos relacionados com o solo (SANGOI *et al.*, 2003).

Nos últimos anos, novas tecnologias têm sido desenvolvidas com o intuito de reduzir as perdas de amônia por volatilização. A principal delas é o uso de ureia correlacionada com inibidores da urease (principalmente NBPT) e a incorporação e/ou revestimento da ureia com micronutrientes (STAFANATO *et al.*, 2013).

De acordo com Cantarella e Marcelino (2007), outra forma de evitar perdas de N é através da utilização de fertilizantes de liberação lenta ou controlada. Estes são formados por dois grupos principais: os compostos de condensação da ureia e ureia formaldeído, portanto, liberação lenta de N; produtos encapsulados, recobertos ou de liberação controlada.

Na literatura, é descrito que as principais vantagens dos fertilizantes revestidos por polímeros seria a distribuição regular de nutrientes para as plantas, menor divisão de aplicações, eliminação da salinização promovida pelos fertilizantes convencionais, redução da poluição causada pelo NO_3^- , redução de gastos para o produtor rural e maior praticidade no manuseio.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar e comparar as perdas de amônia por volatilização a partir da aplicação de ureia com aditivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Solo (CEFERT), localizado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas (MG), na região do Alto Paranaíba, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 18° 34' Sul, Longitude 46° 31' 6" Oeste e altitude de 842m.

O solo utilizado no experimento foi classificado como latossolo vermelho eutrófico argiloso. Foi coletada uma camada de 0-20 cm de profundidade na Escola Agrotécnica Afonso Queiroz, apresentando 565,2 g kg^{-1} de argila, 185,3 g kg^{-1} de silte e 249,5 g kg^{-1} de areia. Antes da instalação do experimento, foi realizada análise do solo para caracterização química, seguindo metodologia referida pela Embrapa (2009). A análise foi realizada no mesmo local da condução do experimento (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização do solo do experimento de volatilização de amônia em fertilizantes nitrogenados com tecnologia e eficiência aumentada, Patos de Minas (MG)

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P	P-rem	CTC	V	MO
H ₂ O	mmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³		mg L ⁻¹	mmolc dm ⁻³	%	g dm ⁻³
5,62	29,0	0,00	25,0	29,0	176,4	18,41	9,36	87,5	66,86	1,53

Extratores: pH em água, K e P-assimilável por Mehlich1, P-remanescente por solução equilíbrio ($\text{CaCl}_2 + \text{KH}_2\text{PO}_4$), teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial por Acetato de Cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titulometria.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados (DBC) em parcelas subdivididas. Como tratamentos, foram utilizados 6 fertilizantes (parcela): ureia convencional; ureia NBPT Coxilha; ureia NBPT Adfer; ureia NBPT Piratini; ureia Super N Pro; controle sem aplicação de N. Foram utilizados 8 tempos de coleta de NH_3 (subparcela): 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 32 dias depois da aplicação.

Como câmara de volatilização, foram utilizados potes de plástico com 14 cm de diâmetro e 14 cm de altura, com volume máximo de 1800 mL. Na instalação do experimento, foram adicionados 800 g de solo e 200 mL de água para acionar a atividade

biológica no solo. No interior dos potes, foram fixados frascos de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura, com um volume de 80 mL, contendo 10 mL de solução de H₂SO₄ 1 mol L⁻¹, colocados sobre o solo.

Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados na superfície do solo com dose equivalente a 100 kg ha⁻¹ de N. A amônia volatilizada é captada pelo H₂SO₄ e posteriormente submetida à análise no laboratório, sendo o ácido trocado após cada coleta.

Após a coleta dos frascos, as soluções foram transferidas para tubos de ensaio para posterior destilação em destilador de N tipo Kjeldahl, com hidróxido de sódio 40% e com ácido bórico, e sua titulação foi feita com auxílio de uma bureta de 25 mL com ácido sulfúrico 0,01 mol L⁻¹ (EMBRAPA, 2009).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de volatilização foram nos dias 4 e 8 depois da aplicação. O fertilizante CONV apresentou os maiores picos de NH₃ volatilizados, por ser um fertilizante sem tecnologia empregada e pela rápida hidrólise da ureia após o contato com o solo úmido.

Cantarella *et al.* (2008) afirmaram que o pico de perda de NH₃ se concentra na primeira semana depois da aplicação do fertilizante sobre a superfície do solo. Alves *et al.* (2011) também relataram pico de volatilização para ureia no sexto dia, com as perdas mais expressivas entre o quarto e o décimo dia.

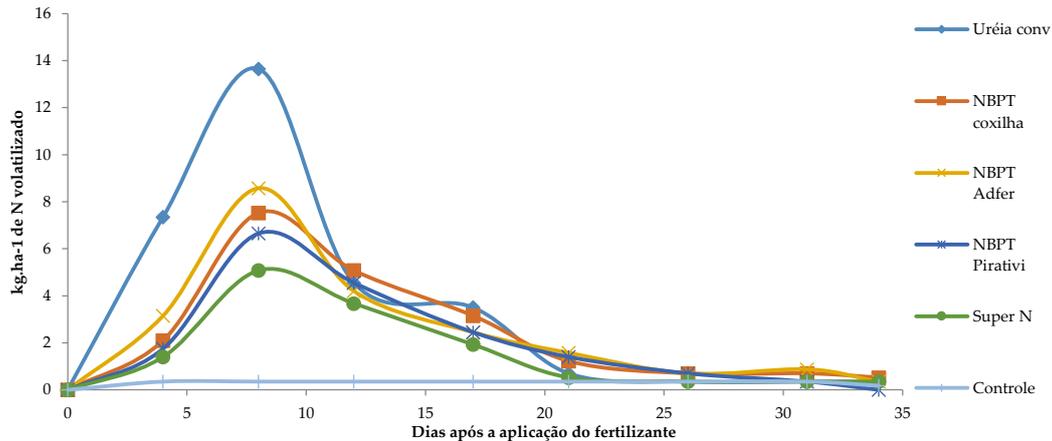
Tabela 2: Valores obtidos de volatilização de nitrogênio na forma de NH₃ em kg.ha⁻¹ de N-NH₃, Patos de Minas (MG)

Tratamento	Dias após aplicação do fertilizante								N-NH ₃ Total
	4	8	12	17	21	26	31	34	
	kg.ha ⁻¹ de N-NH ₃								
1	7,4 Cd	13,7 Df	4,6 Bcd	3,5 Bd	0,7 Aab	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	30,80
2	2,1 Bbc	7,5 Dd	5,1 Cd	3,2 Bcd	1,2 Aab	0,7 Aa	0,7 Aa	0,5 Aa	20,48
3	3,2 Cc	8,6 Ee	4,2 Dcd	2,5 Cbc	1,6 Bb	0,7 ABa	0,9 ABa	0,4 Aa	21,53
4	1,8 BCb	6,7 Ec	4,6 Dd	2,5 Cbc	1,4 ABab	0,7 ABa	0,4 Aa	0,0 Aa	17,85
5	1,4 Bb	5,1 Db	3,7 Cb	1,9 Bb	0,5 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	13,30
6	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	2,45

* Letras maiúsculas iguais nas linhas e letras minúsculas iguais nas colunas não se diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA EM FERTILIZANTES NITROGENADOS COM TECNOLOGIA E EFICIÊNCIA AUMENTADA

Gráfico 1: kg.ha⁻¹ de nitrogênio volatilizado depois da aplicação do fertilizante



O fertilizante com tecnologia empregada Super N retardou a perda em relação ao fertilizante convencional no 4º e 8º dia depois da aplicação da ureia. No 4º dia, a diferença foi de 18,68% e no 8º dia de 37,58% em relação ao fertilizante convencional, sem tecnologia empregada. As perdas depois desse período se mantiveram homogêneas, mas ainda assim se observa que os fertilizantes NBPT tiveram diferença até o 17º dia (Tabela 2, Gráfico 1).

Diversos estudos têm relatado a eficácia do NBPT adicionado à ureia em reduzir e retardar as perdas por volatilização de amônia (ZAMAN *et al.*, 2009; DAWAR *et al.*, 2011; SANZ-COBENA *et al.*, 2011). Em ambiente controlado, observou-se retardamento e redução das perdas por volatilização, variando de sete a nove dias depois da aplicação da ureia com tecnologia (SOARES *et al.*, 2012).

A redução da hidrólise da ureia em virtude da adição de NBPT mantém o fertilizante na forma amídica por mais tempo, devido à redução da atividade da enzima urease. Assim, o inibidor evita a alta concentração da forma amoniacal, e o pH elevado na zona de aplicação do fertilizante, diminuindo a volatilização de NH₃ (ZAMAN *et al.*, 2009; DAWAR *et al.*, 2011; GROHS *et al.*, 2011; STAFANATO *et al.*, 2013).

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que, nas condições dispostas para este experimento, o fertilizante Super N apresentou as menores perdas de amônia em relação aos outros fertilizantes, com pico de volatilização de NH₃ inferior entre os dias 4 e 12 após a aplicação da ureia.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.C. *et al.* New methods to quantify NH₃ volatilization from fertilized surface soil with urea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 133-140, jan. 2011.

AMADO, T. J. C. **Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo**. 1997. 218 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. **Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas**. 2000. 8 f. Monografia (Especialização em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BYRNES, B. H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. *In*: INTERNATIONAL FERTILIZER DEVELOPMENT CENTER. **Fertilizer manual**. Alabama: Kluwer Academic, 2000.

CANTARELLA, H. *et al.* Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. *In*: NOVAIS, R. F. *et al.* (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375-470.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Uso de inibidor da urease para aumentar a eficiência da ureia. *In*: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Informações agrônômicas**, n. 117. Piracicaba, SP: IPNI, 2007.

DAWAR, K. *et al.* Urea hydrolysis and lateral and vertical movement in the soil: effects of urease inhibitor and irrigation. **Biology and Fertility of Soils**, [S. l.], v. 47, p. 139-46, 2011.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas dos solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2009. 627 p.

FACRE, W. R. Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro. **Informações Agrônômicas**, [S. l.], v. 120, p. 5-6, 2007.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA, 2010.

GROHS, M. *et al.* Resposta do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease em plantio convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 336-345, mar. 2011.

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. *In*: BOOTE, K. J., BENNETT, J. M., SINCLAIR, T. R. **Physiology and determination of crop yield**. Madison: ASA/CSSA/SSSA. Cap. 11A, p. 285-302. 1994.

KIEHL, J. C. Distribuição e retenção da amônia no solo após a aplicação de ureia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, p. 75-80, 1989.

LARA-CABEZAS, W. A. R. *et al.* Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no Triângulo Mineiro.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 24, p. 363-476, 2000.

MIFLIN, B. J.; LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, Nova Iorque, v. 15, n. 6, p. 873-885, 1976.

OLIVEIRA, J. A. **Volatilização de amônia proveniente de ureia compactada com enxofre e bentonita, em ambiente controlado**. 2014. 7 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

REYNOLDS, C. M.; WOLF, D. C. Effects of soil moisture and air relative humidity on ammonia volatilization from surfaces-applied urea. **Soil Science**, [S. l.], v. 143, n. 2, p. 144-152, 1987.

ROCHETTE, P. *et al.* Reducing ammonia volatilization in a no-till soil by incorporating urea and pig slurry in shallow bands. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 84, p. 71-80, 2009.

SANGOI, L. *et al.* Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 687-692, jul. 2003.

SANZ-COBENA, A. *et al.* An inhibitor of urease activity effectively reduces ammonia emissions from soil treated with urea under Mediterranean conditions. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S. l.], v. 126, n. 3-4, p. 243-249, 2008.

SANZ-COBENA, A. *et al.* Effect of water addition and the urease inhibitor NBPT on the abatement of ammonia emission from surface applied urea. **Atmospheric Environment**, [S. l.], v. 45, n. 8, p. 1517-1524, 2011.

SAVANT, N. K.; JAMES, A. F.; McCLEAN, G. H. Effect of amounts and sequence of additions of urea and water on hydrolysis of surface-applied granular urea in unsaturated soils. **Fertilizer Research**, [S. l.], v. 11, p. 231-234, 1987.

SOARES, J. R. *et al.* Ammonia volatilization losses from surface-applied urea with urease and nitrification inhibitors. **Soil Biology and Biochemistry**, [S. l.], v. 52, p. 82-89. 2012.

STAFANATO, J. B. *et al.* Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 726-732, maio 2013.

STEVENSON, F. J. **Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients**. New York: Wiley-Hoboken. 1986. 380 p.

VOLK, M. G. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf of bare soils. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 12, p. 746-749, 1959.

ZAMAN, M. *et al.* Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system. **Soil Biology and Biochemistry**, [S. l.], v. 41, n. 6, p. 1270-1280, 2009.

Uso de micorrizas no crescimento do tomateiro cereja

Use of mycorrhizas in the growth of cherry tomatoes

MARINA JUSTINA DA ROSA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: marinarosa1@unipam.edu.br

JANAINE MYRNA RODRIGUES REIS

Professora orientadora (UNIPAM)

E-mail: janaine@unipam.edu.br

Resumo: O grupo cereja faz parte dos tomates de mesa, cuja cultura foi introduzida no início da década de 90. Atualmente, está em crescente expansão no mercado, principalmente nos grandes centros urbanos, além de possuir boa adequação aos sistemas orgânicos de produção. Diante disso, é de suma importância pensar em estratégias que visem diminuir os custos, sem perdas de produção e qualidade. As micorrizas são associações entre determinados fungos com as raízes das plantas. A utilização de micorrizas surge como uma alternativa viável na produção do tomate, buscando um menor custo de produção. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do fungo micorrízico *Glomus intraradices* no desenvolvimento da cultura do tomateiro, grupo cereja, cultivar Lili. O experimento foi realizado no período de 20/08/2021 a 29/10/2021, no município de Patos de Minas (MG). Utilizou-se do delineamento em blocos casualizados. Os tratamentos foram compostos por cinco doses do fungo *Glomus intraradices* contendo 2080 propágulos/grama (0, 5, 10, 15, 20 g/vaso) e quatro blocos, totalizando 20 parcelas, compostas por um vaso cada de 10L de substrato. Depois de 70 dias do transplante das mudas, foram avaliados produção por planta (g); altura da parte aérea (cm); comprimento das raízes (cm); massa seca de raiz (g) e parte aérea (g). Para as análises dos dados, foi utilizado o software estatístico SISVAR, submetidos à análise de variância a 5% de significância e as médias ajustadas aos modelos de regressão. Para as variáveis produção por planta e massa seca de parte aérea, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entre os parâmetros analisados, somente a altura de parte aérea se ajustou ao modelo cúbico. Concluiu-se que a utilização de *Glomus intraradices* no tomateiro cereja cv. Lili, incorporado no substrato das mudas, teve ganhos em altura de parte aérea nas condições em que o trabalho foi conduzido.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*; fungo micorrízico; *Glomus intraradices*; produção.

Abstract: The cherry group is part of table tomatoes, whose culture was introduced in the early 90s. Currently, it is growing in the market, especially in large urban centers, besides being well-suited to organic production systems. Therefore, it is of utmost importance to think about strategies that aim to reduce costs without loss of production and quality. Mycorrhizae are associations between certain fungi and plant roots. The use of mycorrhizae emerges as a viable alternative in tomato production, seeking lower production costs. The objective of this study was to evaluate the efficiency of the mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* in the development of cherry tomato culture, cultivar Lili. The experiment was carried out from 08/20/2021 to 10/29/2021, in the municipality of Patos de Minas (MG). A randomized block design was used.

The treatments consisted of five doses of the *Glomus intraradices* fungus containing 2080 propagules/gram (0, 5, 10, 15, 20 g/pot) and four blocks, totaling 20 plots, composed of one 10L substrate pot each. After 70 days of transplanting the seedlings, production per plant (g); shoot height (cm); root length (cm); dry mass of roots (g) and shoot (g) were evaluated. For data analysis, the statistical software SISVAR was used, submitted to analysis of variance at 5% significance and the means adjusted to regression models. For the variables production per plant and dry mass of shoot, there was no significant difference between treatments. Among the analyzed parameters, only shoot height was adjusted to the cubic model. It was concluded that the use of *Glomus intraradices* in cherry tomato cv. Lili, incorporated into the substrate of the seedlings, had gains in shoot height under the conditions in which the work was conducted.

Keywords: *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*; mycorrhizal fungus; *Glomus intraradices*; production.

1 INTRODUÇÃO

A olericultura é uma das atividades que mais gera renda no campo a cada hectare cultivado. É grande também o uso de mão de obra para as diversas etapas do processo de produção, desde o plantio até à comercialização. Estima-se que cada hectare gere entre três a seis empregos diretos, empregando em torno de 10% da população nacional (TREICHEL *et al.*, 2016).

No Brasil, o tomateiro é uma das principais olerícolas cultivadas, sendo cultivado em praticamente todos os Estados. Os principais tomates comercializados no país, para consumo *in natura*, são o Salada Longa Vida, o Italiano e os minitomates (cereja).

As variedades no grupo cereja apresentam frutos pequenos, com pencas de 12 a 18 frutos/cachos, formato periforme e coloração vermelha a amarela, com elevados teores de sólidos solúveis (EMBRAPA, 2018). Podem ser utilizados de diversas formas, como em empratamentos, buffets, saladas ou em lanches rápidos. Por serem extremamente gratos, chamam bastante atenção dos consumidores, aumentando a demanda a cada dia.

Para vencer a demanda do tomate cereja, é necessário encontrar e/ou aperfeiçoar maneiras de diminuir os gastos com a sua condução e produção. Quanto à receita, o tomate é uma das olerícolas com maior custo de produção, pois há vários fatores que impactam a cadeia produtiva até chegar ao consumidor.

Nesse cenário, uma prática viável seria a utilização de produtos biológicos, que são componentes importantes na evolução da agricultura e que têm crescido consideravelmente nos últimos anos. Esses produtos possuem origem bacteriana ou fúngica e apresentam várias vantagens, possibilitando aos agricultores uma melhoria na rentabilidade da atividade agrícola.

Entre os produtos biológicos que vem se destacando como alternativa para a produção mais sustentável estão as micorrizas. Elas são associações entre determinados fungos com as raízes das plantas. Essas micorrizas auxiliam na absorção de nutrientes, principalmente os menos solúveis, sendo um dos resultados favoráveis e marcantes dessa associação, o que resulta em plantas viçosas e nutridas e ainda resistentes às condições edafoclimáticas (CHU, 2005).

Diante disso, é importante desenvolver trabalhos que visam contribuir para novas informações que possam vir a esclarecer sobre a utilização de diferentes doses e fontes de inoculantes micorrízicos para a cultura do tomateiro. Além disso, podem-se obter resultados que visem diminuir os custos, sem perdas de produção e qualidade.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do fungo micorrízico *Glomus intraradices* no crescimento da cultura do tomateiro, grupo cereja, cultivar Lili.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado no período de 20/08/2021 a 29/10/2021, em Patos de Minas (MG). A localização geográfica da área experimental é definida pelas seguintes coordenadas: 18°33'17.4"S 46°31'34.8"W.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC). Os tratamentos foram compostos por cinco doses do fungo *Glomus intraradices* contendo 2080 propágulos/grama (0, 5, 10, 15, 20 g/vaso) e quatro blocos, totalizando 20 parcelas compostas por um vaso cada, conforme descrito na Tabela 1.

Cada parcela foi constituída de duas mudas (híbrido Lili), por vaso de 10L. Cada vaso foi preenchido por uma mistura de solo e areia na proporção 2:1 (v/v), juntamente com o inoculante misturado direto no substrato.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados no ensaio “Uso de micorrizas no desenvolvimento do tomateiro cereja”, Patos de Minas (MG), 2022

Tratamentos	<i>Glomus intraradices</i> (2.080 propágulos/grama)
T1	0g (Controle)
T2	5g
T3	10g
T4	15g
T5	20g

2.2 MANEJO CULTURAL

Antes da instalação do experimento, foi realizada uma coleta de amostra do solo, na profundidade de 0-20 cm para subsequente análise química feita no Laboratório Água e Terra, localizado em Patos de Minas (MG). O resultado dessa análise está descrito na Tabela 2. Com base na análise de solo não foi feita a prática da adubação.

A implantação ocorreu no dia 20 de agosto de 2021. As mudas foram obtidas de um viveiro comercial. Utilizou-se a cultivar híbrida Lili, de ciclo precoce, com plantas de crescimento indeterminado.

A irrigação foi manual, uma vez ao dia em seu estágio inicial. Ao decorrer dos dias, a irrigação foi realizada duas vezes ao dia, considerada suficiente para manter a umidade do substrato e conveniente para a necessidade do tomateiro.

Vinte dias após o transplante das mudas para o vaso, foi realizado o desbaste e o tutoramento de uma planta, sendo conduzida uma planta por vaso. O tutoramento foi feito com fitilho e estacas-tutor de bambu com 80cm x 6,0mm.

Tabela 2: Características químicas do solo da área da área experimental na profundidade 0-20 cm

pH		M.O.	P Meh.	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T
CaCl ₂	H ₂ O	dagkg ⁻¹	mgdm ⁻³	cmolcdm ⁻³						
5,3	5,8	4	40	0,3	3,1	2,4	0	3,6	5,7	9,3
S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Na	V			
mgdm ⁻³							%			
6,0	2,2	34,0	7,4	0,7	0,5	2,0	61,5			

Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em Laboratório Água e Terra.

2.3 PARÂMETROS AVALIADOS

Depois de 70 dias do transplante das mudas, foram avaliados os seguintes parâmetros: produção por planta (g); altura da parte aérea (cm); comprimento das raízes (cm); massa seca de raiz e parte aérea (g).

A avaliação da produção/planta ocorreu através da colheita manual de todos os frutos maduros no decorrer do experimento, que foram identificados por planta e/ou parcela e pesados com o auxílio de uma balança digital de precisão.

Realizou-se a medição de parte aérea e parte radicular com o auxílio de uma trena graduada; para a altura da planta, foi feita a medida do colo da planta até o início da gema apical e da raiz da base até sua extremidade (REIS; LAURINDO, 2018).

Para determinar a massa seca, as raízes e a parte aérea foram separadas, colocadas em sacos de papéis devidamente identificados e levados para a estufa de secagem, onde permaneceram a 60°C por 72 horas. Logo depois da secagem, foram pesadas com o auxílio de uma balança de precisão.

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e as médias ajustadas aos modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis, produção por planta e massa seca de parte aérea, verificou-se que não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, indicando também que as médias não se ajustaram aos modelos de regressão a 5% de significância.

Conforme resultados obtidos (Tabela 3), pôde-se verificar que, para as variáveis comprimento radicular (CR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de parte

radicular (MSR) e produção por planta, as médias não se ajustaram aos modelos de regressão.

Tabela 3: Médias observadas para comprimento radicular (CR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de parte radicular (MSR) e produção por planta, em função de doses de *Glomus Intraradices* aplicadas em tomate cereja cv. Lili, Patos de Minas (MG)

	Parâmetros avaliados			
	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)	Produção (g)
1 (0g)	17,37	7,37	1,07	150,55
2 (5g)	14,95	7,22	0,7	165,67
3 (10g)	21,12	8,62	1,45	207,9
4 (15g)	15,25	8,03	0,8	185,17
5 (20g)	16,32	7,02	0,7	171,05

Como a interação planta-fungos micorrízicos é um processo biológico e evolutivo, é de se esperar que a resposta de plantas às micorrizas possa variar entre diferentes plantas e fungos micorrízicos (CHU *et al.*, 2004). Essa interação pode ser influenciada pela sujeição da planta aos fungos micorrízicos, pela eficiência do fungo em aumentar o crescimento da planta e pelas condições edafoclimáticas (SMITH; GIANINAZZI-PEARSON, 1988).

No que diz respeito à produção por planta, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Esse parâmetro avaliado não ajustou ao modelo de regressão, ou seja, a produção do tomateiro cereja cv. Lili não foi influenciada positivamente pela utilização de doses do fungo micorrízico *Glomus intraradices*.

Esse resultado de produção pode estar relacionado à alta fertilidade do solo que foi utilizado no experimento, conforme descrito na análise química do solo (Tabela 2). A prática de inoculação não é bem-sucedida em solos muito férteis ou naqueles submetidos à elevada adubação, pois a alta disponibilidade de nutrientes tende a inibir o estabelecimento da simbiose e, mesmo que esta se estabeleça, os benefícios para a planta são reduzidos ou inexistentes, pois os fungos micorrízicos arbusculares podem agir como parasitas (HODGE, 2004; SIQUEIRA, 1994).

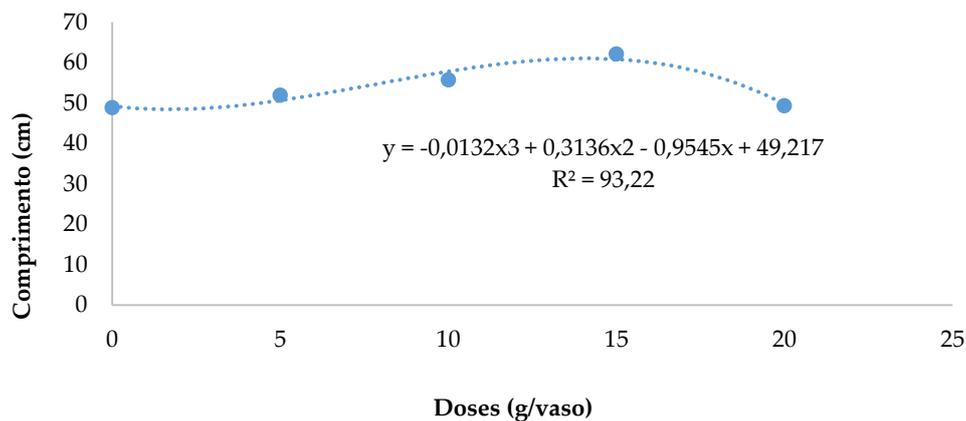
Em relação à altura da parte aérea, conforme mostrado na Figura 1, o modelo foi significativo, e as médias se ajustaram ao modelo cúbico. A altura mínima da parte aérea das plantas foi verificada na dose de 5g/vaso, sendo que o comprimento médio foi de 52,0 cm; e a maior altura foi encontrada na dose de 15g/vaso com comprimento médio de 62,1 cm.

Verificou-se que a dose de 15g/vaso (Tratamento 4) proporcionou um maior acréscimo da parte aérea, sendo que, acima dessa dose, ocorreu um menor desenvolvimento das plantas.

Balota *et al.* (2010) utilizaram fungos micorrízicos arbusculares nas culturas de girassol e amendoim e observaram que as micorrizas foram eficazes em proporcionar benefícios em relação à altura das plantas. Os resultados encontrados neste experimento são semelhantes aos de Reis e Laurindo (2018), que também observaram um aumento significativo na altura do tomateiro em associação com os fungos.

No experimento de Ramakrishnan e Selvakumar (2012), foram obtidos incrementos tanto em altura, quanto em área foliar de tomateiros cultivados em associação com as micorrizas *Glomus fasciculatum* e *Glomus intraradices*, sendo este último o mesmo fungo utilizado no desenvolver deste experimento.

Figura 1: Altura da parte aérea do tomateiro cereja em função de diferentes doses de micorrizas inoculada no substrato, Patos de Minas (MG), 2022



No que se refere ao comprimento radicular, as médias não se ajustaram aos modelos de regressão a 5% de significância. Devido ao experimento ter sido instalado em vaso, a raiz pode ter ficado limitada à capacidade do vaso utilizado e, por isso, não ter apresentado um crescimento diferenciado, em relação aos demais tratamentos utilizados. No entanto, verificou-se que o tratamento 3 se destacou quando comparado aos demais, apresentando um valor médio de 21,13 cm. Cavalcante *et al.* (2009) enfatizam que o desenvolvimento de plantas micorrizadas depende da interação fungo-planta-ambiente e, nesse caso, deve ser melhor explorado, em pesquisas futuras.

Em relação à massa seca de parte aérea, não houve diferença significativa. Ou seja, o parâmetro avaliado não se ajustou ao modelo de regressão, então não se pode falar sobre comportamento da massa seca de parte aérea em relação às doses aplicadas de fungos micorrízicos.

Esse resultado discorda do de Maia (2006), que evidenciou a eficiência da inoculação de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA), resultando em um aumento da produção de matéria seca da parte aérea de melão cultivado por 35 dias. Em videiras, Zemkle *et al.* (2003) afirmam que as micorrizas podem causar aumento de crescimento na produção de massa seca da parte aérea da planta. Em um estudo referente à cultura da soja realizado, Nogueira e Cardoso (2000) observaram, aos 90 dias, que a massa seca da parte aérea aumentou em até 33%, quando as plantas foram inoculadas com *G. intraradices*.

A massa seca da parte aérea tem grande relevância de determinação pelo fato de as folhas constituírem-se numa das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes necessários para o suprimento das necessidades da planta no primeiro mês de plantio (BELLOTE; SILVA, 2000).

Quanto à massa seca de parte radicular, o modelo foi significativo, mas não se ajustou. Mesmo não se ajustando, o tratamento 3 se destacou quando comparado aos demais tratamentos, com um valor médio de 1,45g.

A massa seca de raízes é uma importante característica para se estimar a taxa de sobrevivência e o crescimento inicial de mudas no campo (GOMES, 2001). Os autores Gomes e Paiva (2006) reforçam que a sobrevivência de mudas é considerada maior, quanto mais abundante o sistema radical, independentemente da altura da parte aérea.

A resposta das plantas à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares observada difere dos resultados obtidos por Al-Karaki (2006), que observou um bom resultado com a inoculação, com um aumento de 42% na matéria seca das raízes do tomateiro da variedade cereja, em comparação ao tratamento não micorrizado.

Estudos com diferentes espécies de FMA demonstram efeitos benéficos da simbiose entre fungo e plantas de tomateiros, sendo que *G. intraradices* e *G. mosseae* aumentaram a massa seca radicular de plantas com 49 dias de idade (ABDULKAREEM; ATEKA; TUROOP, 2018).

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que este trabalho foi realizado, concluiu-se que a utilização de 15g de fungos micorrízicos arbusculares *Glomus intraradices*, incorporado no substrato, influenciou no crescimento do tomateiro cereja cv.Lili.

REFERÊNCIAS

- ABDULKAREEM, T.; ATEKA, E.; TUROOP, L. *Arbuscular mycorrhiza* fungi promotes growth of tomato seedlings in the absence of phosphate in nutrient solution. **Asian Journal of Natural & Applied Services**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 1-9, mar. 2018.
- AL-KARAKI, G. N. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 109, n. 1, p. 1-7, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.019>.
- BALOTA, E. L. *et al.* Efeito dos fungos micorrízicos arbusculares sob diferentes doses de fósforo no girassol e amendoim. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-8, 2010. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4352>.
- BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, p. 106-129.
- CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da simbiose micorrízica arbuscular. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 5, p. 180-208, 2009.

CHU, E. Y. **Sistema de Produção da Pimenteira-do-reino**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/mi>.

CHU, E. Y.; YARED, J. A. G.; MAKI, H. J. I. O. Efeitos da inoculação micorrízica e da adubação fosfatada em mudas de *Vochysia maxima* Ducke. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 157-165, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura do tomate**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalias/tomate-de-mesa/cultivares2>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-PK**. 2001. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006.

HODGE, A. The plastic plant: root responses to heterogeneous supplies of nutrients. **New Phytologist**, [S. l.], v. 162, n. 1, p. 9-24, 2004.

MAIA, A. M. **Atividade da microbiota do solo associada ao melão cultivado com o composto orgânico bokashi**. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

NOGUEIRA, M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Produção de micélio externo por fungos micorrízicos arbusculares e crescimento da soja em função de doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 329-338, abr. 2000.

RAMAKRISHNAN, K.; SELVAKUMAR, G. Influence of AM fungi on plant growth and nutrient content of Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). **International Journal of Research in Botany**, Ernakulam, v. 4, n. 2, p. 24-26, out. 2012.

REIS, F. A.; LAURINDO, M.C.O. **Aplicação de fungos micorrízicos arbusculares no tomateiro (*Solanum lycopersicum*)**. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: CONTECC, 2018. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/21_adfmantsl.pdf.

SIQUEIRA, J. O. Micorriza arbusculares. *In*: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Eds.). **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa - CNPAF, p. 151-194, 1994.

SMITH, S. E.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Physiological interactions between symbiots in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. **Annual Review of Plant Physiology, Plant Molecular Biology**, [S. l.], v. 99, n. 3, p. 221-224, 1988.

TREICHEL, M. *et al.* **Anuário Brasileiro do Tomate 2016**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-tomate2016/files/assets/common/downloads/publication.pdf>.

ZEMKLE, J. M.; PEREIRA, F.; LOVATO, P. E.; SILVA, A. L. Avaliação de substratos para inoculação micorrízica e aclimatização de dois porta-enxertos de videira micropropagados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1309-1315, nov. 2003.

Avaliação da qualidade fisiológica de semente de soja durante o processo de beneficiamento

Assessment of the physiological quality of soybean seed during the beneficiation processing

MARCOS DOS REIS CRUZ

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: marcosrcruz@unipam.edu.br

JÉRSSICA NOGUEIRA SOARES

Engenheira Agrônoma (KWS Sementes)
E-mail: jerssica.soares@kws.com

LUIS HENRIQUE SOARES

Professor orientador (UNIPAM)
E-mail: luishs@unipam.edu.br

Resumo: O processo de beneficiamento de sementes de uma espécie permite que a melhor parte do material possa ser aproveitada, descartando materiais indesejáveis. Para atestar a eficiência desse processo, existem testes que avaliam a germinação e o vigor do lote da semente. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica (germinação e vigor) das sementes de soja em determinados pontos do beneficiamento. O trabalho foi conduzido na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Sagra Seeds em Patos de Minas (MG) com a coleta de 24 amostras de 500 gramas da cultivar NS6601IPRO em seis pontos ao longo do processo de beneficiamento, e as análises realizadas no Laboratório Analisar Sementes Ltda. Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando-se um esquema com seis tratamentos (equipamentos) e quatro repetições; para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Pela interpretação dos resultados, concluiu-se que a germinação ficou acima do padrão mínimo exigido para comercialização, 80%, tendo sido encontrado valor de 13,75% maior que este, na caixa de ensaque P2. No teste de dano mecânico (hipoclorito de sódio) após a passagem pelos equipamentos de beneficiamento, os valores não se diferiram estatisticamente, ficando entre 1,75 e 3,00%. No teste de tetrazólio, as sementes apresentaram classificação de vigor como muito alto, diferenciando nas etapas de beneficiamento, apresentando melhor resultado a densimétrica de entrada.

Palavras-chave: soja; sementes; germinação; vigor.

Abstract: The process of seed conditioning of a species allows the best part of the material to be utilized, discarding undesirable materials. In order to attest the efficiency of this process, there are tests that evaluate the germination and vigor of the seed lot. Thus, the objective of this work was to evaluate the physiological quality (germination and vigor) of soybean seeds at certain points of the conditioning process. The work was conducted at the Seed Conditioning Unit of Sagra Seeds in Patos de Minas (MG), with the collection of 24 samples of 500 grams of the cultivar NS6601IPRO at six points along the conditioning process, and the analyses were carried out at the Analisar Sementes Ltda Laboratory. The data were submitted to analysis of variance,

considering a scheme with six treatments (equipment) and four repetitions; Tukey's test at 0.05 probability was used for mean comparison. From the interpretation of the results, it was concluded that germination was above the minimum standard required for commercialization, 80%, with a value of 13.75% higher than this being found in the P2 bagging box. In the mechanical damage test (sodium hypochlorite) after passage through the conditioning equipment, the values did not differ statistically, ranging from 1.75 to 3.00%. In the tetrazolium test, the seeds presented a vigor classification as very high, differing in the conditioning stages, with the entry densimetric showing the best result.

Keywords: soybean; seeds; germination; vigor.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é uma das principais cadeias de produção do agronegócio em território nacional. Segundo a CONAB (2022), foram plantadas aproximadamente 41 milhões de hectares na safra vigente, 2021/2022, com expectativa de produção por volta de 124 milhões de toneladas.

Devido à sua grande importância, o plantio de uma lavoura de soja deve levar em consideração vários aspectos para desenvolvimento satisfatório da cultura. Um deles é a qualidade fisiológica da semente para que ela possa expressar o seu máximo de produtividade e conseguir ser conduzida diante de alguma adversidade do ambiente, como estresse hídrico, profundidade excessiva de semeadura, compactação superficial do solo, assoreamento dos sulcos de semeadura em consequência de excesso de chuva após a instalação da cultura, semeadura em condições de solo com baixas temperaturas, ataque de fungos de solo à semente e estiagem prolongada após o plantio.

Os principais fatores limitantes para a produção de sementes de soja de alta qualidade é o dano mecânico oriundo das máquinas e equipamentos, de umidade pela colheita fora do período (chuva) e/ou por microrganismos e insetos. A semente de soja é muito sensível ao dano mecânico, uma vez que as partes vitais do eixo embrionário (radícula, hipocótilo e plúmula) estão situadas sob um tegumento pouco espesso, ficando praticamente desprotegidas (FRANÇA-NETO; HENNING, 1984).

A colheita é considerada a fase mais crítica de todo o ciclo de produção, pois os fortes impactos causados pelos mecanismos de trilha da máquina colhedora durante o processo são a maior fonte de danos mecânicos à semente. Além da colheita, o beneficiamento também pode causar danos mecânicos, devido à utilização de equipamentos inapropriados, desajustados, desregulados ou usados de maneira inadequada (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016), podendo comprometer a qualidade da semente, influenciando na sua viabilidade e vigor.

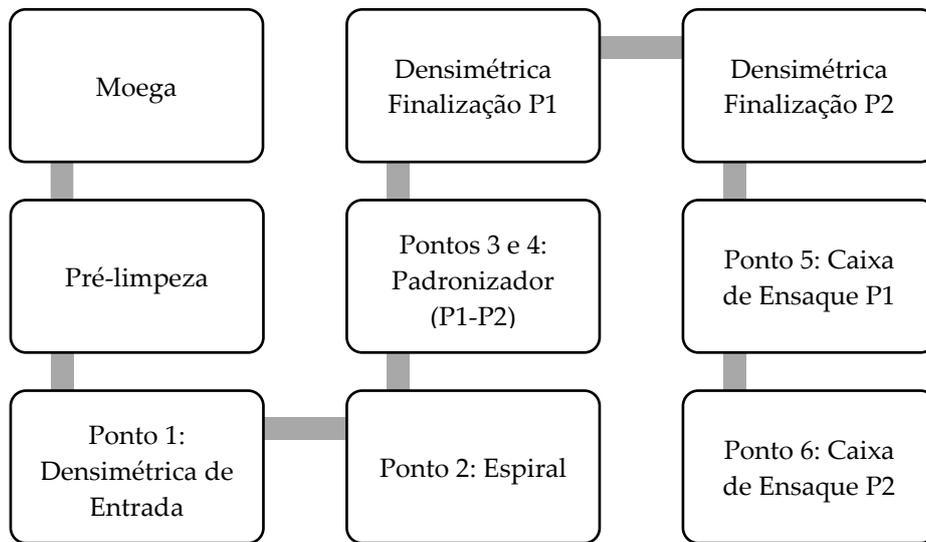
Com o surgimento de novas tecnologias que visam ajudar o produtor na diminuição de custos, maior produtividade, facilidade de manejo, faz-se necessária a manutenção da qualidade fisiológica das sementes de soja vindas do campo e após passarem pela etapa de beneficiamento, visando a uma boa uniformidade no campo com plântulas saudáveis e vigorosas.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade fisiológica (germinação e vigor) das sementes de soja em determinados pontos do beneficiamento.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Sagra Seeds em Patos de Minas (MG), iniciando-se com a coleta de 24 amostras de 500 gramas da cultivar NS6601IPRO, sendo quatro por equipamento da linha do processo, conforme Figura 1: ponto 1 - densimétrica de entrada (DE); ponto 2 - espiral (ES); ponto 3 - padronizador peneira 1 (PA P1); ponto 4 - padronizador peneira 2 (PA P2); ponto 5 - caixa de ensaue peneira 1 (CE P1); ponto 6 - caixa de ensaue peneira 2 (CE P2).

Figura 1: Esquemática dos processos de uma Unidade Beneficiamento de Sementes - UBS e indicação dos pontos de amostragem do trabalho



Após a coleta, as amostras foram enviadas para o Laboratório Analisar Sementes Ltda. em Patos de Minas (MG), para a realização das análises de qualidade fisiológica por meio do teste de dano mecânico (hipoclorito de sódio), teste de tetrazólio e teste de germinação padrão.

Para o teste de dano mecânico (DM), foram separadas 4 repetições de 100 sementes para cada etapa do processo do beneficiamento. Estas foram imersas em uma solução oriunda da mistura de 25 mL da solução de hipoclorito de sódio a 5,25% (solução estoque) e completada com 975 mL de água por um período de 10 minutos. Decorrido o tempo, foi feita a avaliação das sementes. Aquelas que se apresentaram embebidas (entumecidas) foram separadas e contabilizadas para verificar se a porcentagem de dano por tratamento se encontra dentro do limite aceitável de 10% (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2004).

O teste de tetrazólio avalia a viabilidade celular e dos tecidos das sementes por conta da aferição da atividade respiratória. O sal de tetrazólio, ao reagir com a enzima desidrogenase, forma o trifetilformazan, indicando atividade, atestando que a semente possui viabilidade (FRANÇA-NETO, 1999).

Foram utilizadas 100 sementes (2 subamostras de 50 sementes cada uma) para cada etapa do processo de beneficiamento. Preparou-se, inicialmente, a Solução Estoque

a 1,0%, misturando 10 g do sal de tetrazólio em 1000 mL de água destilada. A solução de trabalho a 0,075% = 75 mL Solução Estoque (1,0%) + 925 mL de água destilada ou deionizada = 1000 mL.

Para o pré-condicionamento, as sementes foram embaladas em papel de germinação umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco e mantidas nessas condições por um período de 16 horas. Para evitar a perda de umidade, as embalagens devem permanecer em saco plástico.

Após o pré-condicionamento, as sementes foram colocadas em copinhos de plástico, para coloração, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio (0,075%). As sementes permaneceram assim a uma temperatura de 35 °C a 40 °C por aproximadamente 150 a 180 minutos. Essa temperatura foi obtida utilizando-se de uma estufa.

Alcançada a coloração ideal, as sementes foram lavadas com água corrente e mantidas submersas em água até o momento da avaliação, para evitar desidratação. Foram avaliadas uma a uma, partindo-as longitudinalmente através do centro do eixo embrionário com o auxílio de uma lâmina de barbear. Após o seccionamento da semente, as suas metades foram abertas, sendo o tegumento removido para que a superfície externa dos cotilédones viesse a ser exposta. O analista observou as superfícies externa e interna dos cotilédones, procurando por todos os tipos de danos, focando em dano mecânico. Os resultados foram expressos em porcentagem de ocorrência do dano.

O teste de germinação tem como objetivo determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado para estimar o valor para semeadura em campo. Germinação de sementes em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. O teste foi realizado seguindo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com a utilização de 200 sementes, para cada repetição, divididas em 4 subamostras de 50 sementes, dispostas sobre papel de germinação umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco.

Foram feitos os rolos para acondicionamento em germinador regulado à temperatura de 25 °C, e as contagens foram realizadas no 6º dia. Os resultados foram expressos em percentagens de plântulas normais.

Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando-se um esquema com seis tratamentos (equipamentos) e quatro repetições. Para comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se do software estatístico Sisvar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As partes embrionárias da semente de soja são compostas de um tegumento pouco espesso, o qual lhe confere baixa proteção contra choques e abrasões que se verificam durante a colheita mecânica, comprometendo, na maioria das vezes, a qualidade fisiológica da semente (FRANÇA-NETO e HENNING, 1984). Os resultados do teste de dano mecânico (Gráfico 1), durante todas as etapas de beneficiamento, apresentaram-se abaixo do percentual máximo aceito de 10% (KRZYZANOWSKI *et al.*,

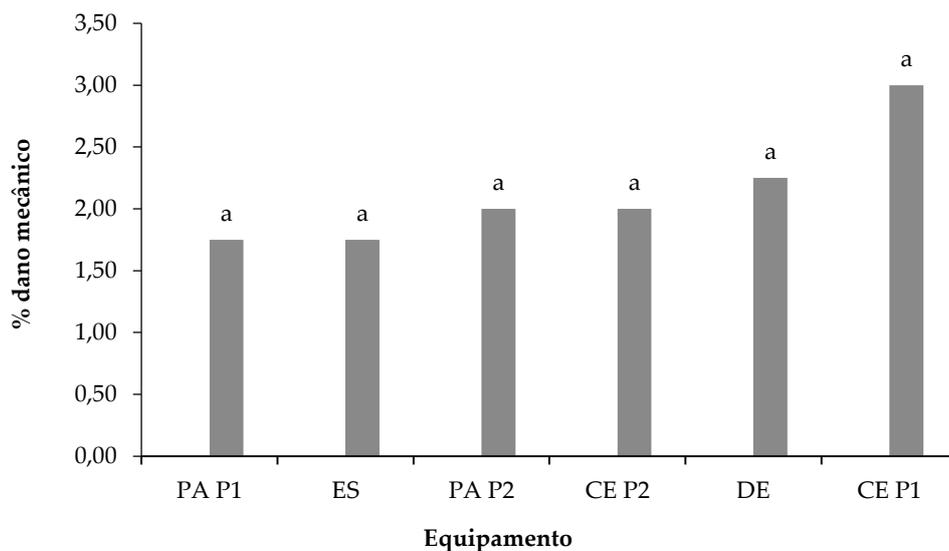
2004), evidenciando que todas as etapas do beneficiamento foram susceptíveis ao dano mecânico.

No trabalho de Zagui e Neres (2018) com sementes de soja durante beneficiamento, as médias obtidas para dano mecânico também se mantiveram abaixo do mínimo exigido durante 11 etapas do processo de beneficiamento, indicando que houve danos, mas estes se encontraram dentro do aceitável. Porém, no trabalho de Amaral *et al.* (2018) com sementes de soja, os danos foram superiores ao mínimo aceito em todas as etapas de beneficiamento.

Paiva, Medeiros Filho e Fraga (2000) verificaram elevados níveis de danos após as fases do beneficiamento, e as sementes, independentemente de seu tamanho, tornaram-se susceptíveis às injúrias físicas.

Segundo Kirchner *et al.* (2014), ao sofrerem impactos durante o processo, as sementes rompem o tegumento, que, ao realizar o processo de embebição da solução de hipoclorito, evidenciam danos muitas vezes não perceptíveis “a olho nu” e que podem diminuir a qualidade fisiológica da semente que, caso não avaliado antes da semeadura, poderá acarretar danos no campo e diminuir o potencial produtivo da lavoura.

Gráfico 1: Percentual de dano mecânico em semente de soja após teste de hipoclorito de sódio



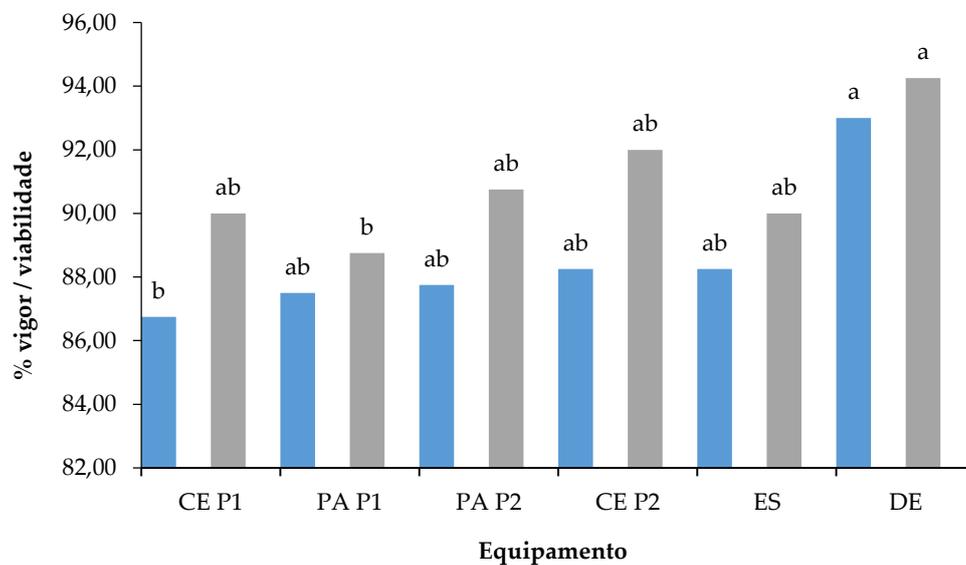
Com relação ao teste de tetrazólio (Gráfico 2), os resultados obtidos apresentaram diferença significativa entre as médias ao longo do beneficiamento. As sementes podem ser classificadas como de vigor muito alto ($\geq 85\%$) de acordo com França-Neto *et al.* (1998). Resultados que corroboram foram obtidos por Zagui e Neres (2018), que conseguiram determinar, em seu trabalho, apenas uma etapa com sementes de vigor alto, enquanto nas demais etapas as sementes puderam ser classificadas como de vigor muito alto.

A viabilidade e o vigor foram afetados pelos danos mecânicos, sendo que ocorreu diminuição na qualidade das sementes verificadas na caixa de ensaio P1 e no

padronizador P1. Segundo Carvalho e Nakagawa (2010), os danos mecânicos resultam em uma redução no vigor das sementes.

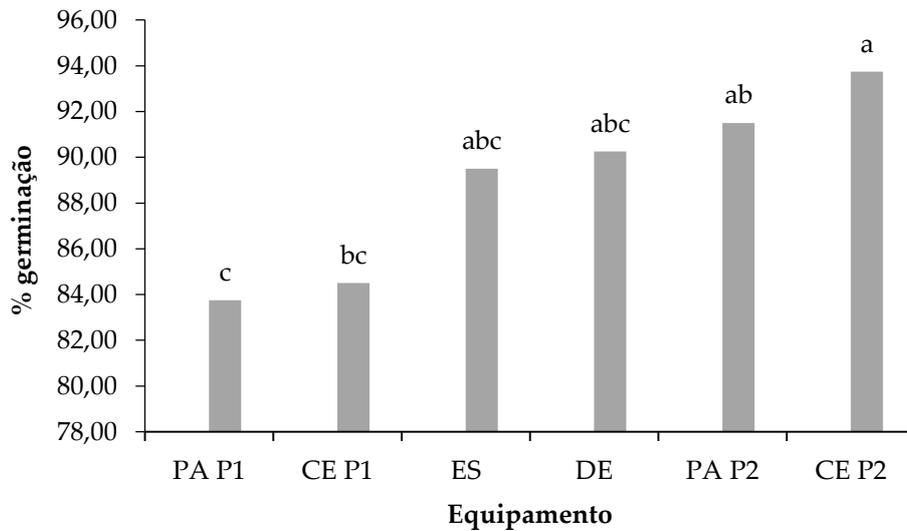
Conforme a Gráfico 2, para a variável vigor, não houve diferença significativa entre os equipamentos padronizador P1, espiral, padronizador P2 e caixa de ensaque P2, porém houve diferença significativa de até 5,5 % entre a densimétrica de entrada e os demais equipamentos. Para a variável viabilidade para os equipamentos espiral, caixa de ensaque P1, caixa de ensaque P2 e padronizador P2, não houve diferença significativa, contudo a densimétrica de entrada apresentou valor maior, tendo diferença significativa para os demais em até 5,5 %. Esses danos provavelmente estão ligados aos impactos sofridos com quedas e/ou má regulagens das máquinas e equipamentos.

Gráfico 2: Percentual de vigor e viabilidade em semente de soja após teste de tetrazólio



Observando-se a Gráfico 3, as médias no teste de germinação apresentaram diferenças significativas, mostrando que a qualidade fisiológica das sementes foi alterada entre as etapas do beneficiamento. As etapas que apresentaram maiores valores de porcentagens de germinação foram provenientes da caixa de ensaque peneira 2, seguido do padronizador peneira 2 e densimétrica de entrada. Considerando-se o padrão mínimo de germinação para a comercialização de 80% (BRASIL, 2013), todas as amostras coletadas nas etapas do beneficiamento estão dentro do padrão.

Costa *et al.* (2005) afirmam que os danos mecânicos muito pequenos podem reduzir de 1 a 2% a germinação de sementes. Segundo Mason *et al.* (1982), a cada dano mecânico que afeta a semente, por menor que ele seja, é acumulativo e parte integral do dano da semente, podendo reduzir o seu poder germinativo, o vigor inicial e o futuro rendimento de produção (CARVALHO *et al.*, 1999).

Gráfico 3: Percentual de germinação em semente de soja após teste de germinação padrão

4 CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo, pôde-se concluir que, independente das etapas de beneficiamento, todas foram susceptíveis ao dano mecânico e este contribuiu para a redução mais acentuada da qualidade fisiológica de sementes.

No teste de tetrazólio, as sementes apresentaram classificação de vigor como muito alto, diferindo nas etapas de beneficiamento, com os melhores índices na densimétrica de entrada (DE).

Na germinação, os valores ficaram acima do padrão mínimo para comercialização. Esses resultados podem servir de parâmetro para produtores e beneficiadores de sementes de soja, que buscam redução das perdas e um melhor rendimento no processo de beneficiamento, produzindo sementes com melhor qualidade física e fisiológica e garantindo um melhor estabelecimento de lavouras com melhores padrões de populações de plantas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela sabedoria e saúde. A toda minha família (pais, irmãs, sobrinhos, cunhado, padastro), pelo apoio e amor incondicional. Aos meus amigos, que me ajudaram nessa caminhada. Ao professor Dr. Luís Henrique Soares pelas orientações, paciência e conhecimentos transmitidos. À Sagra Seeds pela disponibilidade, pela oportunidade de realização do trabalho. Ao Laboratório Analisar pela parceria.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D. R; DOBIS, F. S; CARVALHO, T. C. de. Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o beneficiamento. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 11, n. 2, p. 43-52, 2018.

BRASIL. **Instrução normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013**: padrão para produção e comercialização de sementes de soja. Brasília: Diário Oficial da União, 2013. 38 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. p. 395.

CARVALHO, M. L. M.; AELST, A. C. van; ECK, J. W. van; HOEKSTRA, F. A. Pre-harvest stress cracks in maize (*Zea mays* L.) kernels as characterized by visual, x-ray and low temperature scanning electron microscopical analysis: effect on kernel quality. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 3, p. 227-235, 1999.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, p. 588, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos**. Boletim de grãos completo. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos>.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; FRANÇA-NETO, J. P.; MAURINA, A. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A. Validação do zoneamento ecológico do estado do Paraná para a produção de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 37-44, 2005.

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica da semente**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, p. 5-24, 1984. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P. de; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de soja de alta qualidade**. Londrina: EMBRAPA, 2016. (Documento, 380).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. **Suscetibilidade das principais cultivares de soja utilizadas no Brasil ao dano de embebição no teste de germinação**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 10 p. (EMBRAPA-CNPSo. Comunicado Técnico, 60).

FRANÇA-NETO, J. B. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 8.5, p. 1-28, 1999.

KIRCHNER, J. H.; MATTIONI, N. M.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; BARZOTTO, F.; MIZZOMO, W. Qualidade física, fisiológica e danos mecânicos nas etapas do beneficiamento de sementes de soja. **Tecnologia e Ciências Agropecuária**, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 15-20, 2014.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. F.; COSTA, N. P. **Teste do hipoclorito de sódio para sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPQ, 2004. 4 p. (Circular Técnica, 37).

MASON, S. C.; VORST, J. J.; HANKINS, B. J.; HOLT, D. A. Standard, cold and tetrazolium germination tests as estimators of field emergence of mechanical damage soybeans seed. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 3, p. 546-550, 1982.

MEDEIROS FILHO, S.; PAIVA, L. E.; FRAGA, A. C. Efeito da colheita mecânica, beneficiamento e condições de armazenamento sobre o desempenho de sementes de milho no campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 45-51, 2002.

PAIVA, L. E.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 846-856, out./dez. 2000.

ZAGUI, G.; NERES, D. C. de C. Danos mecânicos e qualidade fisiológica no beneficiamento de sementes de soja TMG 1180 RR. **Revista Eletrônica do UNIVAG**, n. 18, p. 118-132, 2018.

Influência de doses e fonte de fertilizantes na produtividade do cafeeiro

Influence of fertilizer doses and sources on coffee tree productivity

JOÃO VITOR FONSECA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: joaovf.jf@gmail.com

MARIA EDUARDA SOUSA CAIXETA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: mariasousa1@unipam.edu.br

NATHÁLIA SILVA PORTO

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: nathaliaporto@unipam.edu.br

MARCELO FAGIOLI

Engenheiro Agrônomo
E-mail: mfagioli@unb.br

DIEGO HENRIQUE DA MOTA

Professor orientador (UNIPAM)
E-mail: diegoh@unipam.edu.br

Resumo: Atualmente, fatores como economia de insumos, produtividade e qualidade do café têm tido grande relevância, tendo em vista a obtenção de menores custos de produção e maior valor agregado no produto final. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de doses e fontes de fertilizantes na produtividade do cafeeiro. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Canavial – UNIPAM Campus II. A variedade de café escolhida foi a Catuaí Vermelho, com espaçamento adensado. O delineamento do experimento se fez em blocos casualizados (DBC), sendo um fatorial $3 \times 4 + 1$, com 4 blocos. Desse modo, o primeiro fator foi tipo de fertilizantes (fertilizantes organomineral, mineral com polímero e mineral convencional); o segundo foram dosagens diferentes (50, 75, 100, 125%, da dose de N e K recomendada), com acréscimo do controle sem a adição de fertilizantes. A adubação foi feita a partir da análise de solo e posteriormente foram feitas avaliações de produtividade e maturação de grãos. Foram coletadas as 4 plantas centrais da parcela; em seguida, feita a limpeza da amostra, foram retirados galhos, folhas e outras impurezas. Transferida para um recipiente para ser pesada, posteriormente foi feita a homogeneização e retirada uma sub amostra de 0,3 litros, para ser feita a contagem dos grãos. A partir dos resultados estatísticos, concluiu-se que a aplicação dos fertilizantes proporcionou maior produtividade comparado ao controle. A dose de 125% obteve melhor desempenho para a maioria das fontes usadas, com exceção do tratamento com fertilizante polimerizado que atingiu maior produção com a dose de 100%. Em geral, os

fertilizantes organomineral e polimerizado tiveram maiores resultados de produtividade em relação ao fertilizante mineral convencional.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; nutrição mineral; organomineral; polímero.

Abstract: Currently, factors such as input economy, coffee productivity and quality have been of great relevance, aiming at obtaining lower production costs and higher added value in the final product. The objective of this study was to evaluate the influence of fertilizer doses and sources on coffee productivity. The experiment was conducted at the Canavial Experimental Farm - UNIPAM Campus II. The coffee variety chosen was Red Catuaí, with dense spacing. The experimental design was in randomized blocks (DBC), with a 3 x 4 + 1 factorial, with 4 blocks. Thus, the first factor was type of fertilizer (organomineral fertilizer, mineral with polymer, and conventional mineral); the second was different dosages (50, 75, 100, 125% of the recommended N and K dose), with the addition of the control without the addition of fertilizers. Fertilization was based on soil analysis, and subsequently, productivity and grain maturation evaluations were performed. The 4 central plants of the plot were collected; then, the sample was cleaned, removing branches, leaves, and other impurities. Transferred to a container to be weighed, homogenization was subsequently performed, and a subsample of 0.3 liters was removed for grain counting. From the statistical results, it was concluded that the application of fertilizers provided higher productivity compared to the control. The 125% dose had the best performance for most of the sources used, except for the polymerized fertilizer treatment that achieved higher production with the 100% dose. In general, organomineral and polymerized fertilizers had higher productivity results than conventional mineral fertilizer.

Keywords: *Coffea arabica*; mineral nutrition; organomineral; polymer.

1 INTRODUÇÃO

A cultura de café ocupa posição de destaque desde sua chegada ao Brasil, apresentando grande relevância no âmbito socioeconômico, uma vez que é uma das bebidas mais consumidas do mundo (MAPA, 2017). Além disso, a cafeicultura é o setor do agronegócio que mais emprega pessoas, tendo elevada importância na fixação do homem no campo, na arrecadação de impostos e na geração de renda para os trabalhadores (EMBRAPA, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial de café, e o estado de Minas Gerais é responsável pela maior produção nacional. Segundo dados do Ministério da Economia, no início do mês de maio de 2021, houve a indicação de uma exportação diária média de 143,6 mil sacas de 60 kg de café, correspondendo a uma redução de 23,4% comparado com o mesmo período do ano anterior (CONAB, 2021).

Por ser uma cultura sensível, fatores como a deficiência nutricional, o ciclo bienal e os estresses bióticos e abióticos podem interferir negativamente nos valores de produtividade (FIALHO *et al.*, 2010). Diante disso, os nutrientes exercem funções no metabolismo vegetal, na anatomia e na composição química, atuando desde os processos fotossintéticos até a resistência contra patógenos. Por isso, a nutrição mineral adequada é um elemento muito importante para o desenvolvimento das plantas (POZZA, 2001). Nesse contexto, novas tecnologias relacionadas ao uso e ao manejo de fertilizantes estão sendo adotadas com intuito de maximizar a produção diante da baixa fertilidade dos

solos brasileiros, obtendo destaque nesse processo os fertilizantes especiais devido à sua alta eficiência de aplicação (LEMOS, 2017).

A adubação química interfere diretamente na produtividade das culturas. Entretanto, sucessivas aplicações de fertilizante são necessárias no manejo, devido ao rápido esgotamento de nutrientes disponíveis para as plantas. Esses fertilizantes provocam gastos excessivos, desgaste no solo e limitação do potencial produtivo nas culturas (RABELO, 2015). Durante os últimos anos, o uso de adubos com tecnologia de liberação lenta ou controlada aumentou significativamente, como os organominerais e os polimerizados que apresentam alta eficiência em relação aos fertilizantes convencionais no cultivo do café (SILVA, 2017).

O uso de novas tecnologias de fertilizantes podem ser uma alternativa para a aplicação de doses menores, de maneira a diminuir os custos de produção. Além disso, a nutrição mineral pode favorecer a uniformidade de maturação dos frutos, levando em consideração a qualidade da bebida. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar a influência de doses e fontes de fertilizantes na produtividade do cafeeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Canavial - UNIPAM Campus II, que está localizado na zona rural do município de Patos de Minas (MG), cujas coordenadas geográficas são 18°36'34"S 46°29'16"W e com altitude de 890 metros. O clima presente no local é o tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco).

A variedade de café escolhida foi a Catuaí Vermelho, com espaçamento superadensado de 2,7 metros entre fileiras e 0,5 metros entre plantas. Não se têm dados precisos referente à idade da lavoura; no entanto, conversando com alguns colaboradores da fazenda, foi relatado que a lavoura está com aproximadamente 18 anos de implantação. A parcela experimental contou com 8 metros contendo 16 plantas; foram descartados 2 metros (4 plantas) nas extremidades, ficando assim com 4 metros, 8 plantas de área útil da parcela.

Foi realizada, antes da instalação do experimento em campo, uma amostragem de solo com 0-20 cm de profundidade e, conforme os resultados, verificou-se a necessidade de uma aplicação em área total de boro, magnésio e calcário, para correção das deficiências do solo para esses nutrientes, da seguinte forma:

- 40 Kg ha⁻¹ de ulexita, como fonte de boro;
- 1,5 toneladas ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 85%).

Tabela 1: Amostra de solo 0-20, coletadas na cultura do cafeeiro, no experimento "Influência de doses e fontes de fertilizantes na produtividade do cafeeiro". UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2022

pH	P-res	M.O,	P	K	Ca	Mg	Al
	mg L ⁻¹	dag Kg ⁻¹	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³	
5,40	10,05	3,21	89,24	128,00	3,19	0,87	0,15
H + Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	m	V	B	Cu

cmolc dm ⁻³				%		mg dm ⁻³	
5,40	4,39	4,54	9,78	3,31	44,84	0,23	20,60
Fe	Mn	Zn	S	Argila	Silte	Areia	COT
mg dm ⁻³				g Kg ⁻¹		dag Kg ⁻¹	
59,60	68,40	17,00	30,87	370,00	352,00	278,00	1,86

O delineamento do experimento foi feito por meio de blocos casualizados (DBC), sendo um fatorial 3 x 4 + 1, com 4 blocos. O primeiro fator foi tipo de fertilizantes (fertilizantes organomineral, mineral com polímero e mineral convencional); o segundo foi dosagens diferentes (50, 75, 100, 125%, da dose de N e K recomendada), com acréscimo do controle, que foi sem a adição de fertilizantes. Em cada parcela, foi realizada a aplicação do fertilizante de forma manual na saia do cafeeiro dos dois lados da planta.

Tabela 2: Descrição das parcelas experimentais utilizadas na cultura do cafeeiro, no experimento “Influência de doses e fontes de fertilizantes na produtividade do cafeeiro”. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2022

	Tratamento	Dosagens (%)	Fertilizante	Dose (kg ha ⁻¹)	Dose N (kg ha ⁻¹)	Dose K (kg ha ⁻¹)	Dose (kg parcela ⁻¹)
T1	Controle	-	-	-	-	-	-
T2	Organomineral	125	Formulado 14.02.14	3.571,2	500	500	7,71
T3	Organomineral	100	Formulado 14.02.14	2.857	400	400	6,17
T4	Organomineral	75	Formulado 14.02.14	2.142	300	300	4,63
T5	Organomineral	50	Formulado 14.02.14	1.428	200	200	3,09
T6	Mineral Polímero	125	Formulado 16.02.16	3.125	500	500	6,75
T7	Mineral Polímero	100	Formulado 16.02.16	2.500	400	400	5,40
T8	Mineral Polímero	75	Formulado 16.02.16	1.875	300	300	4,05
T9	Mineral Polímero	50	Formulado 16.02.16	1.250	200	200	2,70
T10	Mineral Convencional	125	Formulado 20.02.20	2.500	500	500	5,40
T11	Mineral Convencional	100	Formulado 20.02.20	2.000	400	400	4,32
T12	Mineral Convencional	75	Formulado 20.02.20	1.500,0	300,0	300,0	3,24
T13	Mineral Convencional	50	Formulado 20.02.20	1.000,0	200,0	200,0	2,16

Foi realizada a colheita manual das 4 plantas centrais da parcela; foram coletadas as amostras de cafés para serem limpas com a retirada de folhas, galhos e

outras impurezas. Logo depois foram pesadas e, posteriormente, foram realizados os cálculos de proporção para um hectare de lavoura para a determinação da produção.

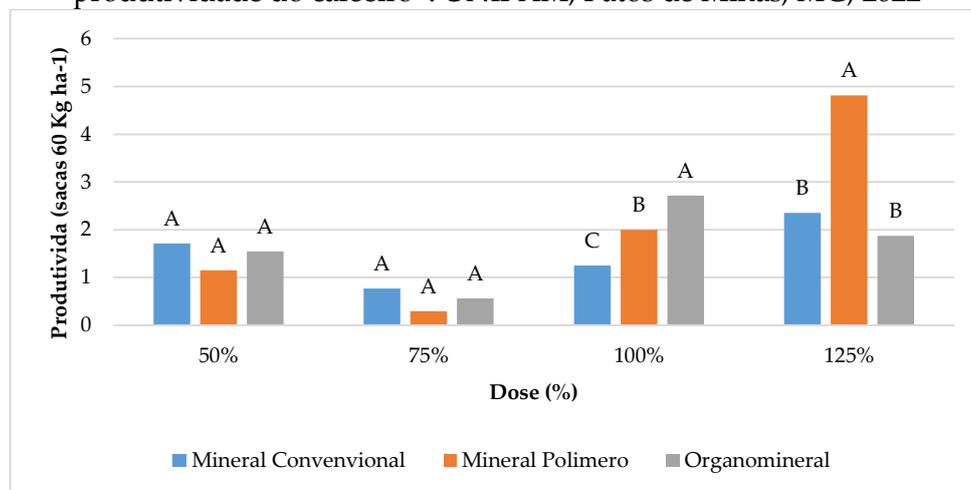
Depois foi transferida a amostra para um balde e, em seguida, homogeneizada; foi retirada uma pequena subamostra de 0,3 litros. Em seguida, foi feita a contagem das quantidades de café: chumbinho, verde, verde cana, cereja, passa e seco. Depois dessa contagem de grãos, foi somada a quantidade de grãos. Para ser realizada a porcentagem de maturação após a contagem e tabulação dos dados, utilizou-se o Software Microsoft Excel, por meio do qual foi realizada a porcentagem de maturação, indicando o número de grãos coletados em cada estágio de maturação e dividindo pela quantidade total de grãos contados dos 0,3 litros da amostra.

Posteriormente, os dados foram levados ao Software SISVAR e foi feita análise de variância; se os resultados foram significativos, realizou-se o teste de Scott-Knott.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de produtividade em função das diferentes doses seguem apresentados na Figura 3.

Figura 3: Médias de produtividade em função de diferentes doses de adubação na cultura do cafeeiro, no experimento “Influência de doses e fontes de fertilizantes na produtividade do cafeeiro”. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2022



Médias seguidas de mesma letra não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5%.

Conforme os dados apresentados na Figura 3, pode-se observar a baixa produtividade do cafeeiro na presente realização do experimento. Um dos motivos que possivelmente contribuiu para tal resultado é que a lavoura se encontra em um ano de baixa produção. Isto se deve à bianalidade do cafeeiro, visto que, no histórico da safra passada (2021/2022), a lavoura teve uma produtividade de 60 sacas de 60 kg ha-1.

Nacif (1997), avaliando a fenologia e produtividade do cafeeiro, sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizante, relatou em seu estudo que, em uma primeira safra, houve uma produção muito elevada, o que propiciou na safra seguinte uma bianalidade muito acentuada com valor de apenas 14,6% da primeira produção.

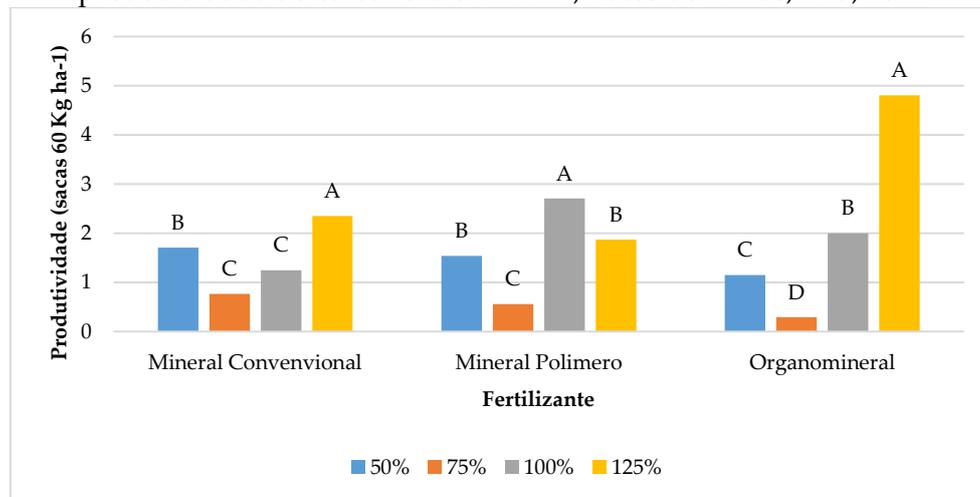
Nesse mesmo trabalho, foi concluído que a produção de café beneficiado não foi influenciada pelas doses de fertilizantes aplicadas, quando se considera a produção por área ou por planta.

Contudo, verificou-se que, nas dosagens de 50% e 75%, não houve diferença estatística entre os fertilizantes. Já na dosagem de 100% obteve-se diferença estatística, observando que o fertilizante organomineral contribuiu para maior produtividade. Na dosagem de 125%, também houve diferença estatística, tendo destaque o fertilizante mineral com polímero. Em geral, é possível inferir que o fertilizante mineral convencional teve maior desvantagem na produtividade do cafeeiro, comparando com as outras fontes utilizadas, principalmente nas dosagens de 100% e 125% (Figura 3).

Esses resultados condizem com os de Lima *et al.* (2016), que, observando o crescimento e a produtividade do cafeeiro irrigado em função de diferentes fontes de nitrogênio, constataram que a maior dosagem usada de 300 kg ha⁻¹ propiciou maiores produtividades com as fontes testadas, sendo elas a ureia convencional, ureia polimerizada e nitrato de amônio.

Os resultados das análises de produtividade em função dos diferentes fertilizantes seguem apresentados na Figura 4.

Figura 4: Médias de produtividade em função de diferentes fontes de adubação na cultura do cafeeiro, no experimento “Influência de doses e fontes de fertilizantes na produtividade do cafeeiro”. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2022



Médias seguidas de mesma letra não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5%.

Foi observado que, nos tratamentos que tiveram como fonte o fertilizante mineral convencional e o fertilizante organomineral, a dosagem de 125% obteve maior produtividade estatisticamente. Ademais, o tratamento com fertilizante mineral com polímero obteve maior destaque entre as fontes, pois alcançou uma produtividade em uma menor dosagem de 100% (Figura 4).

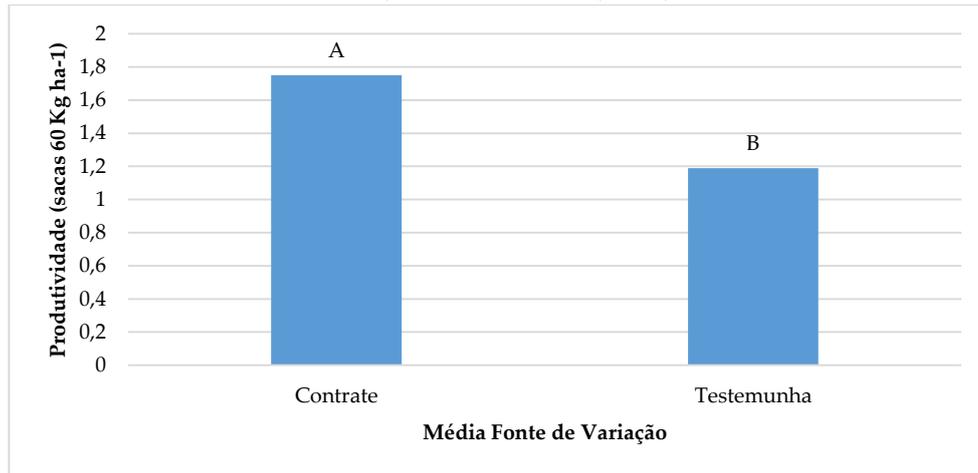
Em contrapartida, Vitória *et al.* (2019), avaliando diferentes doses de fertilizante fosfatado revestido com polímero e fertilizante convencional na produtividade do café conilon, evidenciaram que o fertilizante potássico revestido por polímeros não influenciou significativamente a produtividade do cafeeiro conilon, e o fornecimento de

doses superiores a 104 g planta⁻¹ de KCl propiciou resultados negativos na produtividade.

Os resultados das análises de produtividade em função das médias contrastante e testemunha seguem apresentados na Figura 5.

Figura 5: Médias de produtividade comparando a média contrastante e testemunha na adubação na cultura do cafeeiro pelo teste de Scott-Knott, no experimento “Influência de doses e fontes de fertilizantes na produtividade do cafeeiro”.

UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2022



Conforme a Figura 5, é possível verificar, nas condições deste experimento, que a aplicação de qualquer uma das fontes e dosagens dos tratamentos proporcionou melhor desempenho estatisticamente em relação à produtividade do que o apresentado pela testemunha.

Fernandes *et al.* (2009), avaliando fontes convencionais e alternativas de nitrogênio na produtividade do café arábica, concluíram que o uso da ureia polimerizada atingiu resultados mais satisfatórios do que o uso da ureia convencional de acordo com a dose utilizada. Nesse sentido, Silva (2017), não encontrou efeitos distintos entre as características avaliadas quando estudava a influência de fontes de fertilizantes organominerais e de liberação lenta na qualidade e produção do cafeeiro. Neste mesmo trabalho, foi concluído que a escolha da fonte de adubação dependerá do nível de fertilidade do solo, da disponibilidade operacional e do custo.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que a aplicação dos fertilizantes proporcionou maior produtividade se comparada ao controle. A dose de 125% obteve melhor desempenho para a maioria das fontes usadas, com exceção do tratamento com fertilizante polimerizado, que atingiu maior produção com a dose de 100%. Em geral, os fertilizantes organomineral e polimerizado tiveram maiores resultados de produtividade em relação ao fertilizante mineral convencional.

REFERÊNCIAS

- CONAB. **Conjuntura Semanal 10/05 a 14/05/2021. Café**. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-cafe/item/15741-cafe-conjuntura-semanal-10-05-a-14-05-2021>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- EMBRAPA. **A importância do café nos nossos dias**. 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17987068/a-importancia-do-cafe-nosso-de-todos-os-dias>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- FERNANDES, A. L. T. *et al.* Uso de adubo polimerizado comparado a uréia em diferentes doses na adubação do cafeeiro irrigado pelo sistema de aspersão em malha. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. Anais [...]*. Brasília: Sbicafé, 2011.
- FIALHO, C.M.T *et al.* Competição de plantas daninhas com a cultura do café em duas épocas de infestação. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, p. 969-978, 2010.
- LEMOS, L. B. Milho: a utilização de produtos com liberação controlada e fertilizantes organominerais tem aumentado significante, reduzindo perdas e melhorando o solo. *In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TECNOLOGIA EM NUTRIÇÃO VEGETAL. Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal*. São Paulo: Abisolo, 2017.
- LIMA, L. C. de *et al.* Crescimento e produtividade do cafeeiro irrigado, em função de diferentes fontes de nitrogênio. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 97-107, jan./mar. 2016.
- MAPA. **Café no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- NACIF, A. P. **Fenologia e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí, sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizante, no cerrado de Patrocínio-MG**. 1997. 171 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- POZZA, A. A. Al. *et al.* Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 53-60, jan. 2001.
- RABELO, K. C. C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial**. 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SILVA, E. C. C. **Influência de fontes de fertilizantes organominerais e de liberação lenta na qualidade do café.** 2017. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Agronomia), Centro Universitário do Cerrado Patrocínio, Patrocínio, 2017.

VITÓRIA, R. Z. da *et al.* Produtividade de cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) submetido a diferentes doses de fertilizantes fosfatados revestidos e não revestidos. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*, 10., 2019. Vitória. **Pesquisa, inovação e sustentabilidade dos cafés do Brasil: anais.** Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2019.

Efeito de doses do fungo *Beauveria bassiana* no controle populacional de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)

Effect of Beauveria bassiana fungal doses on the population control of Euschistus heros (Hemiptera: Pentatomidae)

NATHÁLIA SILVA PORTO

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: nathaliaporto@unipam.edu.br

ELISA QUEIROZ GARCIA

Professora orientadora (UNIPAM)

E-mail: elisaqg@unipam.edu.br

Resumo: O percevejo-sugador *Euschistus heros* é um inseto-praga de grande importância no sistema de produção, principalmente na cultura da soja. O controle dessa praga é realizado com o uso intenso de inseticidas químicos; entretanto, a má utilização desses inseticidas compromete a sua eficiência, causando a seleção de insetos alvo e a diminuição dos inimigos naturais. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de dosagens do fungo *Beauveria bassiana* no controle do percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*). O experimento foi conduzido em laboratório durante 10 dias e realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades amostrais com cinco insetos em cada. Os tratamentos foram constituídos de diferentes doses (0,00 g/L; 0,75 g/L; 1,5 g/L; 3,0 g/L; 6,0 g/L) do fungo *Beauveria bassiana*. Para inoculação do produto, foram aplicados 20 µL da solução no dorso dos percevejos por meio de pipeta. Posteriormente à aplicação dos tratamentos, os insetos foram colocados nos recipientes plásticos com alimento e mantidos na sala de criação com temperatura e fotoperíodo controlados. As avaliações de mortalidade foram realizadas diariamente durante 10 dias após a aplicação, no mesmo horário, quantificando o número de percevejos mortos. Realizou-se a avaliação do número de dias necessários para causar a mortalidade dos insetos. O resultado da avaliação foi submetido à análise de regressão linear para representar o quanto o incremento das doses interferiu na mortalidade dos insetos e também o crescimento da mortalidade média ao longo dos 10 dias de avaliação. Os resultados abordados indicam uma relação diretamente proporcional entre dose e mortalidade, portanto o incremento da dose do inseticida proporciona o aumento da porcentagem da mortalidade.

Palavras-chave: controle biológico; fungo entomopatogênico; percevejo-marrom da soja.

Abstract: The brown stink bug *Euschistus heros* is a major pest insect in crop production systems, especially in soybean culture. Control of this pest is typically achieved through the intensive use of chemical insecticides; however, improper use of these insecticides can compromise their efficiency, leading to the selection of target insects and a decrease in natural enemies. Thus, the objective of this study was to evaluate the efficiency of different doses of the fungus *Beauveria bassiana* in controlling the brown stink bug (*Euschistus heros*). The experiment was conducted in a

laboratory over ten days and carried out in a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments and five replicates, totaling 25 sample units with five insects each. The treatments consisted of different doses (0.00 g/L; 0.75 g/L; 1.5 g/L; 3.0 g/L; 6.0 g/L) of *Beauveria bassiana* fungus. To inoculate the product, 20 µL of the solution was applied to the backs of the stink bugs using a pipette. After the treatments were applied, the insects were placed in plastic containers with food and kept in a breeding room with controlled temperature and photoperiod. Mortality assessments were performed daily for ten days after application, at the same time each day, quantifying the number of dead stink bugs. The number of days necessary to cause insect mortality was also evaluated. The evaluation results were subjected to linear regression analysis to represent how much increasing doses affected insect mortality and the growth of average mortality over the ten day evaluation period. The results indicate a directly proportional relationship between dose and mortality, with increasing dose of the insecticide leading to a higher percentage of mortality.

Keywords: biological control; entomopathogenic fungus; soybean stink bug.

1 INTRODUÇÃO

Os percevejos fitópagos da família Pentatomidae têm se tornado uma das pragas causadoras de maior dano econômico na agricultura do Brasil. Entre o complexo de percevejos sugadores, o *Euschistus heros* é a espécie mais abundante e importante no sistema de produção. O ataque desse inseto é predominante na cultura da soja, causando danos irreversíveis devido ao fato de se alimentarem diretamente dos grãos e vagens. Os percevejos tornam as vagens chochas e enrugadas, reduzindo a produtividade e qualidade do grão (CORRÊA-FERREIRA, 2017).

O método de controle para manter a população desse inseto em densidades reduzidas é realizado predominantemente com o manejo de produtos químicos. Todavia, a eficiência desse controle tem apresentado redução devido à existência de poucos ingredientes ativos e à aplicação das mesmas moléculas de forma desmoderada e manipuladas de maneira incorreta, selecionando insetos alvo resistentes e diminuindo os inimigos naturais (NOGUEIRA, 2018).

Diante disso, estratégias alternativas para o controle e o manejo dessas pragas estão sendo analisadas para que os problemas advindos do uso excessivo e incorreto dos inseticidas sejam supridos. Uma dessas alternativas é a utilização do controle biológico, que consiste em regular a população de pragas por meio de inimigos naturais como predadores ou parasitoides ou microrganismos entomopatogênicos que abrangem fungos, bactérias e vírus que provocam doenças em insetos (SILVA, 2000).

Os microrganismos entomopatogênicos causam epizootias, desencadeando a morte do inseto e, assim, mantendo a população da praga reduzida. A utilização dos microrganismos apresenta, como principais benefícios, a facilidade de multiplicação, de dispersão e de produção em laboratório, a simplicidade de aplicação no campo e também um melhor custo-benefício a longo prazo. Entre os microrganismos entomopatogênicos, os fungos apresentam grande destaque devido à sua ampla utilização no Brasil.

Beauveria bassiana está entre os fungos mais utilizados e eficientes empregados no combate de diversas pragas agrícolas. Isso se deve à capacidade do fungo de infectar diversas espécies de artrópodes, de apresentar uma elevada taxa de crescimento e de

possuir uma alta produção de unidades infectivas (YOSHIDA, 2001). Para a contaminação do inseto por *B. bassiana*, não é necessária a ingestão, já que o fungo promove a infecção por meio do contato direto de seus conídios que penetram no tegumento até alcançar a hemolinfa, por onde começa a colonizar o interior do inseto que morre por escassez de nutrientes (DALZOTO; UHRY, 2009).

Desse modo, o controle biológico de pragas com a utilização do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* constitui uma alternativa eficaz para a diferenciação de ingredientes ativos. Além disso, apresenta diversos benefícios, principalmente a seleção de insetos alvo e a manutenção de inimigos naturais. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes dosagens do fungo *Beauveria bassiana* no controle do percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia, Zoologia e Entomologia e no Laboratório e Núcleo de Pesquisa e Análise de Sementes, ambos localizados no Bloco H do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), no município de Patos de Minas no noroeste do Estado de Minas Gerais.

2.1. CRIAÇÃO DE *Euschistus heros* EM LABORATÓRIO

Os percevejos-marrom da soja utilizados no experimento foram obtidos em empresas especializadas e acondicionados no Laboratório e Núcleo de Pesquisa e Análise de Sementes. Foram mantidos em quarentena na sala de criação do laboratório com temperatura média de 25°C por um período de 24 horas para evitar que, durante o experimento, os insetos morressem por estresse ou algum motivo adverso.

Os percevejos foram mantidos em potes plásticos (1000 mL) com tampas cortadas no centro e com tecido do tipo organza fixado na abertura para permitir a ventilação. O fundo do pote foi forrado com papel filtro e, na margem interna superior, passou-se vaselina para dificultar a saída dos insetos durante a manutenção da colônia.

Para a manutenção da criação de *E. heros*, foi oferecida dieta natural composta por grãos de soja e vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris*), além disso folhas de boldo também foram colocadas para servir como fonte de umidade do ambiente.

2.2. AQUISIÇÃO DOS PRODUTOS BIOLÓGICOS

O bioinseticida comercial na forma WP (pó molhável) com o ingrediente ativo a base de *Beauveria bassiana* isolado IBCBC 66 foi obtido em loja de insumo agrícola.

2.3. BIOENSAIOS DE SUSCETIBILIDADE DO PERCEVEJO-MARROM A *Beauveria bassiana*

O estudo foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades amostrais. Cada unidade amostral foi constituída por um recipiente de plástico de (1000mL) com cinco ninfas (4^o

ínstar), totalizando 125 ninfas utilizados. Cada recipiente de plástico, devidamente identificado por tratamento e repetição, foi forrado com papel, acrescentado duas vagens verdes de feijão e uma folha de boldo — previamente lavados e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio 0,5%.

Além disso, foram preparadas soluções de 1000mL para cada tratamento em diferentes dosagens conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados no controle do percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) pelo fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*

Tratamento	Doses de produto a base de <i>B. bassiana</i> em 1000mL de solução com água destilada
Tratamento 1 (Controle)	0 g/L*
Tratamento 2	0,75g/L
Tratamento 3	1,5g/L
Tratamento 4	3g/L
Tratamento 5	6g/L

* Neste tratamento, foi utilizada somente água destilada.

A inoculação do produto foi realizada por meio do método por contato dorsal, em que foram aplicados 20 µL da solução com auxílio de uma micropipeta sobre o dorso dos percevejos para ter contato direto do fungo com a cutícula do inseto. Posteriormente à aplicação dos tratamentos, os insetos foram acondicionados nos recipientes plásticos (1000 mL) com alimentação e mantidos na sala de criação do laboratório à temperatura de (25±1°C) e fotofase de 12 h. Durante a fase de avaliação, as vagens foram trocadas a cada dois dias.

2.4. AVALIAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Depois da implantação do experimento, as avaliações de mortalidade foram realizadas diariamente durante 10 dias após a aplicação, no mesmo horário, quantificando o número de percevejos mortos. Realizou-se a avaliação do número de dias necessários para causar a mortalidade dos insetos.

Para mensurar a mortalidade, foi obtida uma métrica que representasse o quanto o incremento das doses interferiu na mortalidade dos insetos. Para isso, foi usada uma regressão linear, tendo como variável preditora as doses do produto e como variável resposta os valores máximo, mínimo e médio da mortalidade em cada tratamento. Além disso, também foi usada uma regressão linear para representar o crescimento da mortalidade média ao longo dos 10 dias de avaliação. Nesse caso, a variável preditora foram os dias e a variável resposta foi a mortalidade dos insetos em cada tratamento.

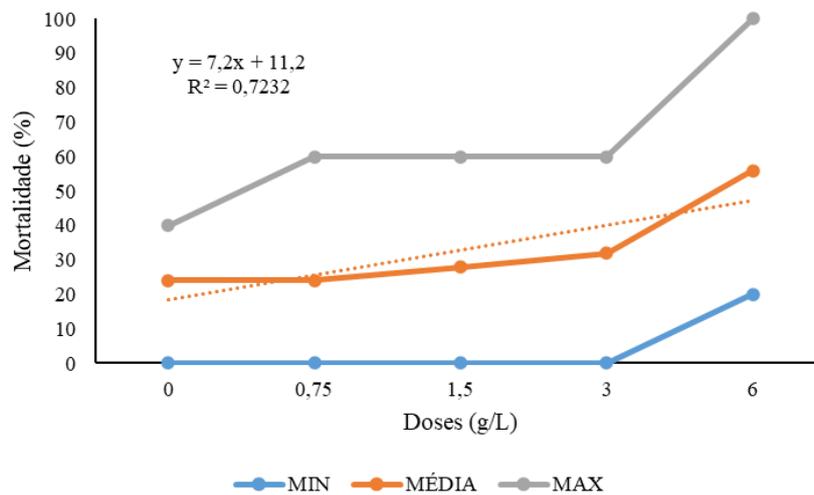
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, apresenta-se a mortalidade do percevejo-marrom da soja, submetido a doses de produto à base do fungo *Beauveria bassiana*. Nessa figura, observa-

se que o Controle (dose 0,0 g/L) apresentou mortalidade mínima de 0%, média de 24% e máxima de 40%; em contrapartida, o tratamento com a dose máxima de 6 g/L demonstrou mortalidade mínima de 20%, média de 56% e máxima de 100%. Já os tratamentos de 0,75 g/L, 1,5 g/L e 3 g/L apresentaram a mínima de 0% e a máxima de 60%, diferindo apenas a média: 24%, 28% e 32% respectivamente. Dessa maneira, verifica-se que o aumento da dose incrementou a porcentagem de mortalidade média.

Nesse sentido, verifica-se que a dose influencia positivamente na mortalidade de *E. heros*. A equação estimada é: mortalidade = $7,2 \times (\text{dose}) - 11,2$; mostrando que, a cada vez que se aumenta a dose do fungo, aumenta-se em média 11,2% de insetos mortos.

Figura 1: Mortalidade máxima, média e mínima (%) de percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) submetido a doses do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. Patos de Minas, MG



As linhas cinza, alaranjada e azul contínuas representam respectivamente as mortalidades máximas, médias e mínimas dos tratamentos. A linha alaranjada tracejada representa a linha de tendência de mortalidade média.

Em estudo semelhante, Oliveira (2017) avaliou a patogenicidade e virulência de diferentes dosagens de produtos comerciais à base *Beauveria bassiana* sobre *Euschistus heros* e verificou 60% de mortalidade com a dose de 500 g ha⁻¹, 73% da mortalidade com a dose de 1000 g ha⁻¹, 88% de mortalidade com a dose de 2000 g ha⁻¹ e, por fim, a mortalidade de 95% com a dose de 4.000 g ha⁻¹, sendo esta a mais virulenta para ninfas.

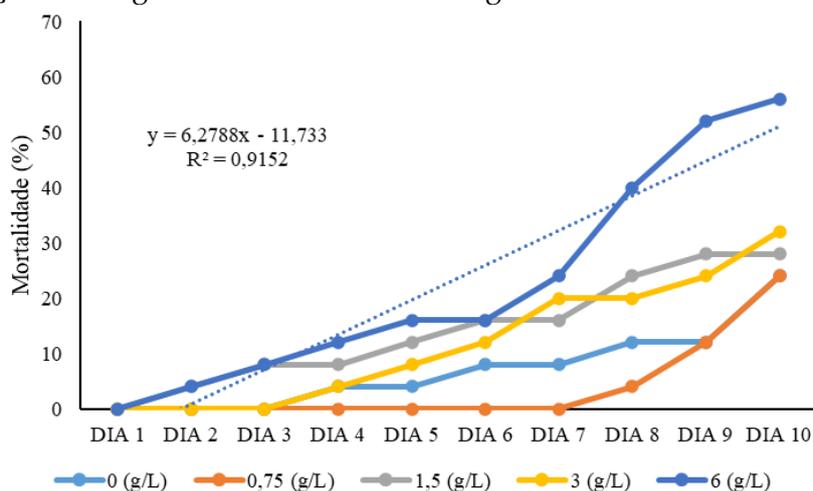
Além disso, respostas positivas foram encontradas no estudo realizado por Zambiazzi *et al.* (2011), no qual se obteve mortalidade de 100% de indivíduos de *Euschistus heros* utilizando a concentração de 1×10^8 conídios mL⁻¹ do fungo *Beauveria bassiana*, mortalidade de 95% na concentração de 5×10^6 conídios mL⁻¹ e mortalidade de 0% no tratamento Controle, em condições de laboratório.

Os resultados abordados evidenciam a eficiência do fungo *Beauveria bassiana* no controle do percevejo-marrom da soja e indicam uma relação diretamente proporcional entre dose e mortalidade, visto que o incremento da dose proporciona o aumento da porcentagem da mortalidade. Tais efeitos também foram observados no presente estudo,

cuja dose mais concentrada de 6g/L atingiu a maior porcentagem de mortalidade média. Entretanto, essa mortalidade não alcança nível de eficiência, visto que, para um inseticida ser considerado eficiente do ponto de vista agrônomo, é necessário apresentar no mínimo 80% de mortalidade conforme proposto por Abbott (1925).

A Figura 2 representa a mortalidade (%) de percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) por dia depois da exposição do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* ao longo de 10 dias. Observa-se que a dose de 6 g/L obteve a maior porcentagem de mortalidade média durante todo o período. A partir do sétimo dia, essa dose apresentou acréscimo em relação aos demais tratamentos, alcançando uma mortalidade média de 56% no décimo dia. Além disso, a dose de 1,5 g/L atingiu mortalidade superior a 20% no oitavo dia; a dose de 3 g/L obteve essa mesma mortalidade no nono dia; já o tratamento Controle e a dose de 0,75g/L apresentaram essa porcentagem apenas no décimo dia.

Figura 2: Mortalidade (%) de percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) por dia, após a exposição do fungo *Beauveria bassiana* ao longo de 10 dias. Patos de Minas, MG



As linhas contínuas azul claro, laranja, cinza, amarelo e azul escuro representam respectivamente as doses utilizadas nos tratamentos: 0,0 g/L; 0,75 g/L; 1,5 g/L; 3,0 g/L e 6,0 g/L. A linha azul escura tracejada representa a linha de tendência de mortalidade média da dosagem mais alta (6,0 g/L).

Stacke (2021), em seu trabalho sobre métodos de inoculação de dois isolados de *Beauveria bassiana* (UFSM 1 e UFSM 2) sob diferentes doses no controle de *Euschistus heros*, obteve mortalidade de 50% após 7,04 dias e 5,07 dias para os isolados UFSM 1 e UFSM 2, respectivamente, com uma concentração de 1×10^9 conídios mL^{-1} . Considerando-se a mesma porcentagem de mortalidade, para uma concentração de 1×10^1 conídios mL^{-1} , o tempo letal foi de 14,8 dias para o isolado UFSM 1 e 17,5 dias UFSM 2. Dessa maneira, observa-se que o aumento da concentração do fungo *Beauveria bassiana* reduz o tempo para causar a mortalidade.

Segundo o estudo de Alves *et al.* (1998), a germinação dos conídios de *Beauveria bassiana* ocorre geralmente depois de 12 horas da inoculação, e a colonização, depois de três dias, levando o inseto à morte. No entanto, outros autores têm revelado mortalidade somente a partir do quinto ou sexto dia para outros hemípteros como *Aelia rostrata*

(MUSTU; DEMIRCI; KOÇAK, 2011); esses dados se relacionam com o presente estudo – na dosagem mais alta (6,0 g/L), apresentou diferença de mortalidade a partir do sétimo dia de inoculação do fungo.

Ademais, Fidelis *et al.* (2021), em estudo testando diferentes concentrações do fungo *Beauveria bassiana* no controle de *Blissus pulchellus*, avaliaram os tempos letais de cada tratamento. O melhor tempo letal foi com a dose mais alta, na concentração de 10^7 conídios mL⁻¹ com mortalidade de 90% após 2,57 dias, evidenciando que o isolado testado por ele é altamente virulento e que a mortalidade do inseto está ligada diretamente a isso. Dessa maneira, no presente trabalho, a menor eficácia do fungo pode ser explicada pela baixa virulência do isolado, bem como pela baixa concentração de conídios mL⁻¹.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que as dosagens do produto à base de *Beauveria bassiana* influenciam positivamente na mortalidade de *Euschistus heros*, embora não tivessem apresentado eficiência no controle do inseto praga, nas condições deste experimento.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of on insecticide. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.
- ALVES, S. B. *et al.* Técnicas de Laboratório. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 637-712.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Percevejos e o sistema de produção soja-milho**. Londrina: Embrapa Soja, 2017.
- DALZOTO, P. R.; UHRY, K. F. Controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Biológico**, v. 71, n. 1, p. 37-41. 2009.
- FIDELIS, E. G. *et al.* Eficiência do fungo *Beauveria bassiana* para o controle do percevejo-das-gramíneas *Blissus pulchellus*. In: EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2021. 16 p.
- MUSTU, M.; DEMIRCI, F.; KOÇAK, E. Mortality effects of *Isaria farinosa* (Holm.) and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes: Hypocreales) on *Aelia rostrata* Boh. (Hemiptera: Pentatomidae). **Turkish Journal of Entomology**, Turkey, v. 35, p. 559-568, 2011.
- NOGUEIRA, K. de O. **Manejo do percevejo marrom (*Euschistus heros*) na cultura da soja**. 2018. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Produção de Grãos), Universidade Estadual de Goiás, Posse, 2018.

- OLIVEIRA, D. H. R. **Patogenicidade e virulência de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* a *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2017. 48 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.
- SILVA, C. A. D. Microorganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro. Campina Grande, 2000. 42p. **Embrapa Algodão**. Documentos, 77.
- STACKE, R. S. **Métodos de inoculação de *Beauveria bassiana* no percevejo *Euschistus heros* e compatibilidade com inseticidas químicos e adjuvantes**. 2021. 39p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021.
- YOSHIDA, L. **Atividade patogênica dos fungos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e *Paecilomyces fumosoroseus* para *Chrysomya putoria***. 2001. 84 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2001.
- ZAMBIAZZI, E. V. *et al.* Controle biológico *in-vitro* do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria bassiana*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Boa Vista, v. 5, n. 3, p. 43, 2011.