

PERQUIRERE

Engenharias, Ciências Exatas e da Terra

Revista do Centro Universitário de Patos de Minas
vol. 19, n. 2 - mai./ago. de 2022



Revista Perquirere

Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

ISSN 1806-6399

Volume 19, número 2, mai./ago. 2022

Patos de Minas: Perquirere, UNIPAM, v. 19, n. 2, mai./ago. 2022: 1-163



Centro Universitário de Patos de Minas



Núcleo de Editoria e Publicações

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 **Perquirere** é uma publicação do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), de acesso gratuito, destinada, primordialmente, a divulgar a produção oriunda do programa de iniciação científica (PIBIC) mantido pela instituição.

Nota da Edição: do início da publicação da Perquirere, com exceção das edições de 2018, até o ano de 2021, houve uma inversão ao se indicarem o número do volume e o número da revista, o que foi corrigido a partir de 2022.

P447 Perquirere [recurso eletrônico] / Centro Universitário de Patos de Minas.
– Dados eletrônicos. – N. 1 (2004)-. – Patos de Minas : UNIPAM,
2004-

Annual: 2004-2009. Semestral: 2010-2016. Trimestral: 2017-
Disponível em: <<https://revistas.unipam.edu.br>>
ISSN 1806-6399

1. Periódicos – interdisciplinar. 2. Ciências biológicas. 3. Saúde.
4. Engenharia. 5. Letras – artes. I. Centro Universitário de Patos Minas.
II. Título.

CDD 056.9

Centro Universitário de Patos de Minas

Rua Major Gote, 808 – Caiçaras
38702-054, Patos de Minas - MG, Brasil

NEP | Núcleo de Editoria e Publicações

Telefone: (34) 3823-0341
<http://nep.unipam.edu.br>

EDITORA

Gisele Carvalho Araújo Caixeta

CONSELHO EDITORIAL

Ciências Biológicas e da Saúde

Adriana Cristina de Santana (UNIPAM)
Bethânia Cristhine de Araújo (UNIPAM)
Célio Marcos dos Reis Ferreira (UFVJM)
Daniela Resende de Moraes Salles (UNIPAC – Araguari)
Franciele Maria Caixeta (UNIPAM)
Gilson Caixeta Borges (UNIPAM)
Isa Ribeiro de Oliveira Dantas (UNIPAM)
José Alfredo Dixini (UNIPAM)
Juliana Ribeiro Gouveia Reis (UNIPAM)
Karyna Maria de Mello Locatelli (UNIPAM)
Luciana de Almeida França (UNIPAM)
Luiz Henrique dos Santos (UNIPAM)
Marilene Rivany Nunes (UNIPAM)
Maura Regina Guimarães Rabelo (UNIPAM)
Milce Burgos Ferreira (UNIPAM)
Nádia Camila Rodrigues Costa Caixeta (UNIPAM)
Natália de Fátima Gonçalves Amâncio (UNIPAM)
Norma Aparecida Borges Bittar (UNIPAM)
Odilene Gonçalves (UNIPAM)
Priscila Capelari Orsolin (UNIPAM)
Roane Caetano de Faria (UNIPAM)
Rosiane Gomes Silva Oliveira (UNIPAM)
Rosiane Soares Saturnino (UNIPAM)
Rossana Pierangeli Godinho Silva (UNIPAM)
Sandra Soares (UNIPAM)
Talita Marques da Silva (UNIPAM)

Engenharias, Ciências Exatas e Ciências da Terra

Alice Pratas Glycério de Freitas (UNIPAM)
Bruno Batista Gonçalves (UNIPAM)
Bruno Sérgio Vieira (UFU)
Carlos Henrique Eiterer de Souza (UNIPAM)
Eduardo Pains de Moraes (UNIPAM)
Everaldo Antonio Lopes (UFV – Campus Rio Paranaíba)
Fábio de Brito Gontijo (UNIPAM)
Fernando Correa de Mello Junior (UNIPAM)
Fernando Dias da Silva (UNIPAM)
Guilherme Nascimento Cunha (UNIPAM)

Janaina Aparecida Pereira (UNIPAM)
Lucas Mendes da Silva (UNIPAM)
Mariana Assunção de Souza (UNIPAM)
Paulo Eduardo Silva Martins (UNIT)
Renata Nepomuceno da Cunha (UNIPAM)
Renato Ianhez (UNIPAM)
Sady Alexis Chavauty Valdes (UNIPAM)
Sandro de Paula Matias (UNIPAM)
Vinicius de Moraes Machado (UNIPAM)
Walter Vieira da Cunha (UNIPAM)

Ciências Humanas, Ciências Sociais, Letras e Artes

Consuelo Nepomuceno (UNIPAM)
Elizete Maria da Silva Moreira (UNIPAM)
Frederico de Sousa Silva (UFU)
Gabriel Gomes Canedo Vieira de Magalhães (UNIPAM)
Guilherme Caixeta Borges (UNIPAM)
Helen Corrêa Solis Neves (UNIPAM)
Jarbas Menezes (UNIPAM)
Joana Darc dos Santos (UNIPAM)
João Paulo Alves de Faria (UNIPAM)
Laércio José Vida (UNIPAM)
Luís André Nepomuceno (UFV)
Marcos Antônio Caixeta Rassi (UNIPAM)
Maria Marta do Couto Pereira Rodrigues (UNIPAM)
Mônica Soares de Araújo Guimarães (UNIPAM)
Morisa Martins Jajah (UNIPAM)
Pedro Henrique de Sousa Ferreira (UNIPAM)
Sandro Ângelo de Andrade (UNIPAM)
Sueli Maria Coelho (UFMG)
Thiago Henrique Ferreira Vasconcelos (UNIPAM)
Valério Nepomuceno (UNIPAM)
Vidigal Fernandes Martins (UFU)

REVISÃO

Geovane Fernandes Caixeta
Gisele Carvalho Araújo Caixeta
Rejane Maria Magalhães Melo

DIAGRAMAÇÃO E FORMATAÇÃO

Lorrany Lima Silva

SUMÁRIO

Análise de tolerância de cultivares de <i>Coffea arábica</i> ao <i>Meloidogyne exigua</i>.....	08
Lourenço Antônio Melo Gontijo Lucas da Silva Mendes	
Avaliação de compatibilidade de herbicida.....	16
Larissa Pereira da Cunha Karla Vilaça Martins	
Comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes.....	36
Maria Luiza de Oliveira Vasconcelos Evandro Binotto Fagan	
Desenvolvimento do cafeeiro sob diferentes fontes de nutrientes e épocas de aplicação.....	51
Maria Eduarda Sousa Caixeta Diego Henrique da Mota	
Efeito de cepas de <i>Bacillus</i> sp. sobre a mortalidade de <i>Spodoptera frugiperda</i> em condições de laboratório.....	58
Thaigoru Soares de Sousa Walter Vieira da Cunha	
Efeito residual de macronutrientes na produtividade do cafeeiro submetido a diferentes doses e fontes de adubação.....	65
Flávia Marina Sousa Corrêa Diego Henrique da Mota	
Fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja.....	74
Pedro Paulo Andrade de Souza Melo Carlos Henrique Eiterer de Souza	
Influência da adubação com fertilizante fosfatado revestido, na produtividade da cultura de soja.....	87
Adenir Antônio Martins Júnior Mauricio Antônio de Oliveira Coelho	
<i>Trichoderma</i> spp. para controle de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> e promoção de crescimento em feijoeiro.....	95
Luis Carlos Ferreira Rodrigues Karla Vilaça Martins	

Uso de microrganismos entomopatogênicos no controle populacional de <i>Euschistus heros</i> (Hemiptera: Pentatomidae).....	104
Nathália Silva Porto Elisa Queiroz Garcia	
Volatilização de amônia em fertilizantes nitrogenados com tecnologia e eficiência aumentada.....	114
Lincoln Gustavo Caixeta Vanessa Júnia Machado	
A implantação do controle estatístico de processos em uma empresa de laticínios.....	122
Lília Eduarda Corrêa Braga Renata Nepomuceno da Cunha	
Avaliação da qualidade microbiológica de silagem de milho da região de Lagoa Formosa - MG.....	138
Fernanda Maria Gonçalves Deusa Helena Gonçalves Machado	
Qualidade microbiológica de silagem de milho produzida na região de Patos de Minas - MG.....	151
Giovana Gabriela Soares Ribeiro Deusa Helena Gonçalves Machado	

Análise de tolerância de cultivares de *Coffea arábica* ao *Meloidogyne exigua*

Tolerance analysis of coffea arabica cultivar ao Meloidogyne exigua

LOURENÇO ANTÔNIO MELO GONTIJO

Graduando em Agronomia - UNIPAM
E-mail: ourencogontijo45@unipam.edu.br

LUCAS DA SILVA MENDES

Professor de Agronomia - UNIPAM
E-mail: lucassm@unipam.edu.br

Resumo: A resistência genética de plantas aos nematoides tem-se mostrado eficiente, evitando perdas ocasionadas por esses microrganismos. O uso de variedades antagônicas para controlar nematoides ganha destaque, mantendo as populações abaixo do limiar de dano econômico. Assim, objetivou-se, neste trabalho, destacar algumas variedades de café que sejam resistentes ou que se adaptem melhor à presença do *Meloidogyne exigua* em mudas do cafeeiro. Esse experimento foi conduzido no município de Carmo do Paranaíba, utilizando-se 17 cultivares de café, com quatro repetições cada uma, em delineamento com blocos casualizados. Foram inoculados 1000 ovos por planta. Com $FR < 1,0$, as cultivares foram consideradas tolerantes e, com $FR \geq 1,0$, as cultivares foram consideradas susceptíveis. Foram consideradas tolerantes as variedades IPR 106, ARAÇARI e IPR 108 e todas as demais susceptíveis. Após a desmontagem e a análise dos dados, concluiu-se que as variedades resistentes são IPR 106, ARAÇARI e IPR 108.

Palavras-chave: Resistência Genética Nematoides. Fator de reprodução.

Abstract: The genetic resistance of plants to nematodes has proven to be efficient, avoiding losses caused by these microorganisms. The antagonistic varieties used to control nematodes have gained importance, keeping populations below the economic damage. Thus, the objective of this study was to highlight some coffee varieties that are resistant or better adapted to the presence of *Meloidogyne exigua* in coffee tree seedlings. This experiment was conducted in Carmo do Paranaíba, using 17 coffee cultivars, with four repetitions each, and in a randomized block design. A total of 1000 eggs were inoculated per plant. With $FR < 1.0$, the cultivars were considered tolerant, and with $FR \geq 1.0$, the cultivars were considered susceptible. The varieties IPR 106, ARAÇARI, and IPR 108 were considered resistant, and all others were susceptible. After disassembly and data analysis, it was concluded that the resistant varieties are IPR 106, ARAÇARI and IPR 108.

Keywords: Genetic Resistance Nematodes. Reproduction factor.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura, importante atividade do setor agropecuário, desempenha função de muita importância para o desenvolvimento social e econômico do Brasil,

garantindo empregos, tributos e contribuindo de grande forma para receita brasileira. O café é um dos produtos básicos mais negociados no mundo todo, sendo produzido em mais de 60 países, proporcionando o sustento para mais de 125 milhões de pessoas e é particularmente importante para os pequenos cafeicultores, que são os responsáveis pela maior parte da produção (FASSIO, 2020).

A área destinada à cafeicultura nacional sofre novo ajuste, chegando a 2,24 milhões de hectares, o que representa aumento de 1,9% em comparação à safra passada, sendo 1,84 milhão de hectares destinado à produção de café em 2022 e 401 mil hectares em condição de formação, que contemplam plantios novos e áreas esqueletadas ou recepadas. A produção média está por volta das 29 sacas/hectar, valor 10% maior que a safra de 2021 (CONAB, 2022).

Os nematoides são responsáveis pela redução do crescimento das plantas, amarelecimento e até mesmo a falência destas, além de facilitar a entrada de patógenos. As plantas atacadas apresentam menor absorção de água e nutrientes, o que leva a uma diminuição de produtividade potencial (TEIXEIRA, 2017).

Os nematoides das galhas, *Meloidogyne spp.*, ocorrem em diversas regiões produtoras de café no Brasil, constituindo-se em ameaça à produtividade das lavouras (ROSSO *et al.*, 2011). O *Meloidogyne exigua* apresenta-se com destaque também devido a sua ampla distribuição geográfica no Brasil, disseminado em cafezais das principais regiões produtoras, com destaque para o estado de Minas Gerais (GONÇALVES *et al.*, 2004).

O uso de variedades antagônicas para o controle do nematoide tem-se mostrado eficiente, mantendo as populações abaixo do limiar de dano econômico, não oferecendo riscos ao ambiente nem à cultura (FERRAZ; VALLE, 2007). Esse método, aplicado de forma eficiente, é importante, uma vez que os nematicidas químicos têm seu uso cada vez mais restrito devido à sua alta toxicidade e à baixa eficácia de controle, depois de terem sido feito de maneira repetitiva na mesma área (DONG; ZHANG, 2006).

A resistência genética de plantas aos nematoides é um dos métodos mais eficientes e econômicos para se evitarem as perdas ocasionadas por esses microrganismos (ROBERTS, 2002). A partir do conhecimento prévio da população de nematoides presentes na área de cultivo, o agricultor deve escolher e realizar o plantio de genótipos resistentes. É importante lembrar que apenas a utilização de cultivares e híbridos com baixo fator de reprodução (FR) de nematoides não é suficiente para assegurar resultados satisfatórios da lavoura. Em relação a essa prática, devem ser adotadas medidas complementares. No entanto, antes de se posicionar uma cultivar com baixo FR, é importante que se identifique qual a espécie predominante na área. Isso porque, na maioria das vezes, têm-se cultivares com FR específico para cada espécie de nematoides. Assim, caso seja plantada uma cultivar com resistência a cisto, em uma área com galha, o problema irá permanecer, podendo até se agravar. (ROBERTS, 2002). Neste contexto, é de grande importância destacarem-se algumas variedades de café que sejam resistentes ou se adaptem melhor à presença do *Meloidogyne exigua*.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Associação dos Cafeicultores da Região de Carmo do Paranaíba - MG (ASSOCAFÉ), sendo as coordenadas geográficas 18°59'93" latitude Sul, 46°18'12" longitude Oeste e uma altitude de 1113 metros. As mudas utilizadas no trabalho foram fornecidas pela PROCAFÉ e dispostas no viveiro Toca, em Carmo do Paranaíba, de coordenadas 19°00'68" latitude Sul, 46°18'41" longitude Oeste e uma altitude de 1103 metros. Foi conduzido de agosto de 2021 a fevereiro de 2022. O clima predominante é o tropical de altitude, com temperatura média anual de 21 °C.

Os tubetes foram transplantados no dia 15/01/2022 para copos plásticos, com volume de 945 ml, e tiveram, como substrato, misto com 25% solo de barranco e 75% areia mista, esterilizados a 160 graus. Após o transplante, as mudas foram aclimatadas durante 20 dias antes da inoculação. O experimento foi conduzido em delineamento com blocos casualizados (DBC), com 17 cultivares diferentes de café e quatro repetições, totalizando 68 unidades experimentais (Tabela 1). As mudas foram dispostas em estaleiros de metal de 2,0 x 2,4 m, e cada muda foi espaçada em 2 cm entre si.

Tabela 1: Descrição de variedades de café utilizadas para avaliação de resistência ao nematoide *Meloidogyne exigua*

Tratamentos	Variedades
T 1	ARAÇARI
T 2	CATIGUÁ MG2
T 3	CATUAÍ VERMELHO IAC 144
T 4	CATUCAÍ VERMELHO 20-15
T 5	IAC 125 RN
T 6	IPR 100
T 7	IPR 103
T 8	IPR 105
T 9	IPR 106
T 10	IPR 107 (3N/5-36)
T 11	IPR 108
T 12	MGS CATIGUÁ 3
T 13	MGS PARAÍSO 2
T 14	ROUXINOL
T 15	SAIRA
T 16	MGS ARANÃS
T 17	GUARÁ

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

A adubação das mudas foi realizada no dia 20/01/2022 com fertilizante formulado 16-08-12, com o total de 03 gramas por muda. Além disso, foram todas irrigadas durante 1 hora por dia, no período da tarde, via mangueira manual. Pragas e doenças foram controladas de acordo com avaliação visual e seguindo as melhores práticas agrônômicas da região. Para tal controle, foi utilizada uma bomba costal.

A inoculação foi realizada no dia 01/02/2022, com ajuda de um copo plástico e pipeta descartável, utilizando-se 1000 ovos de *Meloidogyne exigua* por muda. O inóculo foi extraído com base na metodologia de Boneti e Ferraz (1981).

Sessenta dias após a inoculação, o experimento foi desmontado, e foi feita a extração e quantificação de ovos das raízes e do solo, para posteriormente ser calculado o fator de reprodução (FR). A extração das raízes foi realizada segundo a metodologia de Boneti e Ferraz (1981), que consiste em triturar as raízes por 20 segundos, em um liquidificador a baixa rotação, com uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5% de concentração.

Em seguida, a solução foi passada por uma peneira de 500 mesh e foi lavada com água corrente. A solução lavada foi transferida para tubos falcon com água destilada para ser centrifugada, com o auxílio de uma centrífuga, por 4 minutos, a 1800 RPM. Após os 4 minutos, descartou-se o líquido sobrenadante dos tubos falcon, completando a solução restante no fundo dos tubos com solução de sacarose na proporção de 454 g de açúcar refinado para 1L de água, encaminhando-a novamente para centrifuga, por 1 minuto a 1800 RPM. Completando 1 minuto, a solução sobrenadante foi despejada novamente sobre a peneira de 500 mesh, sendo lavada em seguida com água destilada para a retirada da sacarose. A solução da peneira foi encaminhada para um Becker com o auxílio de uma pisseta.

Para realizar a extração do solo, foi utilizada a metodologia de Jenkins (1964). Foram coletados cem centímetros cúbicos de solo por cada vaso e, posteriormente, misturados em 2L de água corrente, com o auxílio de um balde. Após a solução homogeneizar-se, esperou-se 1 minuto para ser decantada. Após a decantação, despejou-se a solução sobrenadante sobre uma peneira de 20 mesh acoplada a outra de 400 mesh, lavando a solução da segunda peneira com água corrente. O restante do processo foi o mesmo utilizado para a extração das raízes. Após a extração dos ovos de cada tratamento, foi contabilizado o número de ovos/sistema radicular e do solo, com o auxílio de microscópio e lâmina de peters. Em seguida, foi feito o cálculo fator de reprodução (FR), variável analisada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 FATOR DE REPRODUÇÃO

Observou-se que, em todas as repetições, houve a reprodução do *M. exigua*, exceto nas variedades IPR 106, ARAÇARI e IPR 108, destacando-se como tolerantes, mostrando que seu fator de reprodução foi inferior a 1. Já as demais variedades se mostraram susceptíveis, pois tiveram o fator de reprodução maior que 1, destacando-se algumas variedades que tiveram um valor elevado do fator de reprodução, mostrando-se muito susceptíveis à presença de nematoides, que são as variedades IAC 125 RN, GUARÁ, ROUXINOL, IPR 107 (3N/536), MGS ARANÃS. Como mostra a tabela 3.

Tabela 2: Valores de fator de reprodução (FR), quantidade de ovos constatados nas raízes, quantidade de ovos e eventuais juvenis constatados no substrato, obtidos após a avaliação dos tratamentos. Carmo do Paranaíba 2022

Tratamentos	Variedades	Fator de reprodução
T 9	IPR 106	0,28 a
T 11	IPR 108	0,37 a
T 1	ARAÇARI	0,55 a
T 12	MGS CATIGUÁ 3	1,49 b
T 2	CATIGUÁ MG2	1,54 b
T 13	MGS PARAÍSO 2	1,59 b
T 6	IPR 100	1,63 b
T 7	IPR 103	1,70 b
T 8	IPR 105	2,18 b
T 15	SAIRA	2,40 b
T 3	CATUAÍ VERMELHO IAC 144	2,43 b
T 4	CATUCAÍ VERMELHO 20-15	2,91 b
T 5	IAC 125 RN	3,30 c
T 17	GUARA	3,40 c
T 14	ROUXINOL	3,51 c
T 10	IPR 107 (3N/5-36)	4,45 c
T 16	MGS ARANÃS	4,55 c

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

As cultivares IPR 106, ARAÇARI e IPR 108 foram tolerantes, assim como mostram alguns estudos (SERA *et al.*, 2002), (ITO *et al.*, 2008). A tolerância dessas cultivares explica-se pelos fatores genéticos de cada uma delas, que se adaptam melhor à presença de nematoides, criando uma determinada resistência, o que é comprovado neste trabalho, em que as mudas foram submetidas à presença dos nematoides, tornando-se resistentes e tendo o fator de reprodução menor que o considerado para a variedade ser suscetível.

A variedade IAC 125 RN, considerada resistente em alguns trabalhos como o de Vasconcelos *et al.* (2019), mostrou-se suscetível neste trabalho. Um dos fatores para a explicação da não resistência ao *M. exigua* é a variação genética da população desse nematoide (PEREIRA *et al.*, 2012). Além disso, houve uma alta pressão de inóculo (inoculação de 5000 ovos por repetição). Segundo Sera *et al.*, (2006), a inoculação ideal seria de 2000 ovos por planta, ou seja, menor pressão, explicando a suscetibilidade da variedade. Outro fator que explica o ocorrido é que a resistência a esse nematoide em certos cafeeiros é monogênica e dominante, porém, pode haver genes modificados menores, o que torna a seleção das variedades suscetível (SERA *et al.*, 2006).

Já as variedades CATUAÍ VERMELHO, IAC 144 (SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2005) e SAIRA (TORLADO, 2018) foram utilizadas em trabalhos com nematoides, e sua suscetibilidade destacou-se, o que foi confirmado também neste trabalho, havendo a reprodução dos nematoides. A variedade MGS Paraíso 2 mostrou-

se suscetível à presença dos nematoides, assim como ocorreu no trabalho de Santos (2017).

As cultivares consideradas tolerantes, IPR 108, IPR 106 e ARAÇARI, apresentaram ovos e juvenis em seus sistemas radiculares em algumas das repetições, o que mostra que essas cultivares passam por processo de segregação ao nematoide. A tolerância não demonstra uma total proteção contra a penetração dos nematoides, porém afeta a reprodução e o desenvolvimento deles, pela produção de substâncias das células vegetais (MARQUES, 2018).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que as cultivares ARAÇARI, IPR 108 e IPR 106 são tolerantes ao *Meloidogyne exigua*.

REFERÊNCIAS

BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* no cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileiro – CAFÉ: nono levantamento, maio 2022: safra 2021/2022**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2022.

DONG, L. Q.; ZHANG, K. Q. Microbial control of plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. **Plant and Soil**, v. 288, n. 1, p. 31-45, maio 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-006-9009-3>.

FASSIO, L. H.; SILVA, A. E. S. Importância econômica e social do café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de (Ed.). **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007. p. 38-40.

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. Utilização de plantas antagonicas no controle de fitonematóides. CONGRESSO NACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 4., 2007, Rio Quente. **Anais [...]** Rio Quente: SBN/ONTA, p. 257-276, 2007.

FILGUEIRA, B. M. Nematoides no sistema radicular. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 223, 2017.

GONÇALVES, W. *et al.* Manejo de nematoides na cultura do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO-CAFÉ, 10., 2004, Mococa. **Anais [...]** São Paulo: Instituto Biológico, p. 48-66, 2004.

- GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. Nematoides parasitos do cafeeiro. *In*: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. cap. 7, p. 199-268.
- ITO, D. S. *et al.* Progênes de café com resistência aos nematóides *Meloidogyne paranaenses* e raça 2 de *Meloidogyne incognita*. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 156-163, jul./dez. 2008.
- JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating namatodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.
- MARQUES, L. S. **Levantamento das espécies de *Meloidogyne ssp* em cafeeiro no município de Monte Carmelo - MG**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.fucamp.com.br/jspui/handle/FUCAMP/316>.
- PEREIRA, T. B.; SALGADO, S. M. D. L.; CARVALHO, G. R.; PEREIRA, A. A.; FERREIRA, A. D.; OLIVEIRA, L. P. V. Reação de genótipos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a *Meloidogyne exigua* população Sul de Minas. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 84-90, jan./abr. 2012.
- ROBERTS, K. Q. **Viabilidade agro-econômica de variedades cafeeiras**. 2002. 98 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2002.
- ROSSO, M. N. *et al.* Proteins secreted by root-knot nematodes accumulate in the extracellular compartment during root infection. **Plant Signaling & Behavior**, Edinburgh, v. 6, p. 1232-1234, 2011.
- SALGADO, S. M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS, V. P. Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cultivares de cafeeiros resistentes e susceptíveis. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p.413-415, 2005.
- SANTOS, H. F. **Características agronômicas e seleção de progênes de cafeeiro resistentes a *Meloidogyne paranaensis* em área infestada**. 2017. 35 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2017.
- SERA, G. H. *et al.* Porta-enxertos de café robusta resistentes aos nematóides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 2. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, p. 171-184, 2006.
- SERA, T. *et al.* Novas cultivares para o modelo IAPAR de café adensado para o Paraná. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, Caxambu, 2002. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, p. 432-434, 2002.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017.

TORLADO, A. L. **Controle biológico e genético de *Meloidogyne exigua* em duas cultivares de café**. 2018. 27 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Proteção de Plantas) — Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2018.

VASCONCELOS, L. D. B. C. *et al.* Resistência de genótipos de *Coffea arabica* a *Meloidogyne* spp. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. **Anais [...]** Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2019.

Avaliação de compatibilidade de herbicida

Herbicide compatibility assessment

LARISSA PEREIRA DA CUNHA
Graduanda em Agronomia - UNIPAM
E-mail: larissapc@unipam.edu.br

KARLA VILAÇA MARTINS
Professor do curso Agronomia - UNIPAM
E-mail: karlavm@unipam.edu.br

Resumo: As misturas em tanque são muito utilizadas no controle de plantas daninhas, com o intuito de se aumentar o espectro de controle. Entretanto, pouco se conhece das interações que podem ocorrer devido aos diferentes tipos de formulações e produtos utilizados. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar as interações físico-químicas entre os diferentes mecanismos de ação: Inibidor PSII, Mimetizadores de Auxina, Inibidor EPSPS, Inibidor PROTOX, Inibidor ALS e Inibidor ACCase. As análises foram conduzidas em laboratório, avaliando-se os herbicidas de forma isolada e em mistura, analisando-se possíveis interações na calda. A agitação foi realizada com auxílio de um agitador magnético. As avaliações foram realizadas nas caldas após 0, 2, 12 e 24 horas. Os parâmetros de avaliação utilizados foram: pH, homogeneidade, floculação, sedimentação, separação de fases, separação óleo, formação de cristais, creme e espuma. A avaliação consistiu em observar a presença ou a ausência dos fatores e em utilizar peagâmetro para leitura de pH. Em relação aos parâmetros, foi observado, logo após o preparo de algumas misturas, a presença de sedimento, formação de cristal, cremosidade e espuma. Concluiu-se que misturas de 2.4D com imazetapir e com cletodim, logo após o preparo, e 2.4D com diurom e com Flumioxazina, 12 horas após o preparo, não são recomendáveis. Misturas de diurom com glifosato, logo após o preparo, de Imazetapir com 2.4-D e com cletodim, logo após o preparo, e com glifosato, 2 horas após o preparo, não são recomendáveis. Misturas de glifosato com diurom, imediatamente após o preparo, com imazetapir, 2 horas após o preparo, e com flumioxazina, 12 horas após o preparo, não são recomendáveis devido à formação de sedimentos.

Palavras-chave: pH. Espécie. Mecanismos. Interações.

Abstract: Tank mixtures are widely used in weed control to increase the control spectrum. However, the interactions that may occur due to the different formulations and products used are little known. In this regard, the objective of this work was to evaluate the physical-chemical interactions between the mechanisms of action: Auxin mimetics, PSII inhibitor, EPSPS inhibitor, PROTOX inhibitor, ALS inhibitor, and ACCase inhibitor. The analyses were conducted in the laboratory, evaluating the herbicides separately and mixture and analyzing possible interactions in the solution. Agitation was performed with the aid of a magnetic stirrer. The evaluations were performed on the grouts after 0, 2, 12, and 24 hours. The evaluation parameters used were: pH, homogeneity, flocculation, sedimentation, phase separation, oil separation, crystal formation, cream, and foam. The evaluation consisted in observing the presence or absence of these parameters and using a pH meter. Regarding the parameters, the presence of sediment, crystal formation, creaminess, and foam was observed soon after the preparation of some mixtures. It

was concluded that mixtures of 2,4D with imazethapyr and clethodim, soon after preparation; and mixtures of 2,4D with diuron and Flumioxazine, 12 hours after preparation, are not recommended. Mixtures of diuron with glyphosate immediately after preparation, of Imazetapyr with 2,4-D and Clethodim immediately after preparation, and with glyphosate 2 hours after preparation, are not recommended. Mixtures of glyphosate with diuron immediately after preparation, with imazetapyr 2 hours after preparation, and with flumioxazine 12 hours after preparation, are not recommended because of sediment formation.

Keywords: pH. Species. Mechanisms. Interactions.

1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas provocam perdas significativas na produtividade devido à competição por água, luz e nutrientes, além de dificultarem a colheita (NEPOMUCENO *et al.*, 2007). Com o aumento da população mundial, foram adotados novos métodos de controles a fim de se maximizar a produção das culturas, sendo utilizado o controle químico de plantas daninhas. O manejo com herbicidas proporciona certo ambiente propício para que as culturas se estabeleçam e tenham alto vigor e poder competitivo, dificultando o surgimento e desenvolvimento das plantas daninhas, que possuem dificuldades em estabelecer e competir com culturas que já ocupam determinado ambiente (CONSTANTIN, 2011).

Já se têm relatos de inúmeras plantas daninhas resistentes aos mecanismos de ação dos herbicidas nas últimas décadas, devido ao uso intensivo e incorreto do mesmo ingrediente ativo (MONQUERO, 2000). Outro tipo de planta resistente aos herbicidas são as de culturas transgênicas, que tornam plantas daninhas de difícil controle quando são indesejadas na área de cultivo (MONQUERO, 2005).

O controle das plantas daninhas se torna difícil devido à resistência, levando à adoção de novas técnicas para manejo eficiente, entre elas a mistura de herbicidas com diferentes mecanismos de ação (GOMES JUNIOR; CHRISTOFFOLETI, 2008). Uma mistura muito utilizada é a dos ingredientes ativos Glifosato com 2,4-D, por possuir grande controle dos biótipos de plantas daninhas que já são resistentes ao Glifosato (GANDOLFO *et al.*, 2012). O uso das misturas na calda está baseado no fato de que os ingredientes ativos controlam eficientemente os dois biótipos da mesma espécie, ou seja, o biótipo resistente a um dos herbicidas é controlado pelo outro ingrediente ativo da mistura (MONQUERO, 2000).

Misturas de tanque são associações de agroquímicos e similares realizadas no tanque do equipamento de pulverização minutos antes da aplicação da calda. Em uma mistura, o efeito dos produtos fitossanitários pode sofrer alterações de antagonismo e sinergismo, em que algum produto pode aumentar ou diminuir a eficiência de outro. A mistura ideal é aquela na qual a combinação de herbicidas promove o controle eficiente das plantas daninhas, com baixa toxicidade para as próximas culturas (RAKES, 2016).

A mistura entre produtos fitossanitários é uma prática muito desejada pelos produtores, para a diminuição de gastos e para o aumento da eficiência em aplicações (SILVA *et al.*, 2005). Estudos já realizados por Gazziero (2015) revelam que 97% dos produtores praticam a mistura de tanque, e destes, 95% fazem mistura de dois até cinco

produtos em uma mesma calda. Outro dado importante é que 72% dos produtores não recebem informações adequadas sobre mistura de tanque, e destes, 99% demonstram interesse no estudo. Para prescrever uma recomendação que tenha mistura de diferentes mecanismos, cabe por lei ao responsável técnico estar sempre atento à bula e rotulagem dos produtos (BRESSAN, 2019). A mistura de produtos em tanque é uma realidade no campo, que carece de informações em relação aos procedimentos de preparo, à sequência de adição dos produtos, aos riscos de incompatibilidades físicas e químicas e à interferência no controle fitossanitário (OLIVEIRA, 2019).

O objetivo do trabalho foi avaliar as interações físico-químicas entre os diferentes mecanismos de ação, como Inibidor PSII, Mimetizadores de Auxina, Inibidor EPSPS, Inibidor PROTOX, Inibidor ALS e Inibidor ACCase, os quais são utilizados para controle das principais plantas resistentes.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Pesquisa em Sementes e Plantas Daninhas – CESP, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas – MG. Foi constituído de 26 tratamentos com 3 repetições, utilizando-se os mecanismos inibidor PSII (Diurom), mimetizadores de auxina (2.4 – D), inibidor EPSPS (Glifosato), inibidor PROTOX (Flumioxazina), inibidor ALS (Imazetapir), inibidor ACCase (Cletodim) e isolados (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos, UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2021

	Ingrediente ativo (i.a)	Dose (i.a kg ha ⁻¹)	Dose (L ou Kg ha ⁻¹)
T1	2. 4-D	1,209 + 1,005	1,5
T2	Diurom	1,6	3,2
T3	Imazetapir	0,1	1
T4	Glifosato	0,667 + 0,555	1,5
T5	Flumioxazina	0,04	0,08
T6	Cletodim	0,096	0,4
T7	+ Diurom	1,209 + 1,005 + 1,6	1,50 + 3,20
T8	+ Imazetapir	1,209 + 1,005 + 0,1	1,50 + 1,00
T9	2.4-D + Glifosato	1,209 + 1,005 + 0,667 + 0,555	1,50 + 1,50
T10	+ Flumioxazina	1,209 + 1,005 + 0,04	1,50 + 0,08
T11	+ Cletodim	1,209 + 1,005 + 0,096	1,50 + 0,40
T12	+ 2.4-D	1,6 + 1,209 + 1,005	3,20 + 1,50
T13	+ Imazetapir	1,6 + 0,1	3,20 + 1,00
T14	Diuron + Glifosato	1,6 + 0,667 + 0,555	3,20 + 1,50
T15	+ Flumioxazina	1,6 + 0,04	3,20 + 0,08
T16	+ Cletodim	1,6 + 0,096	3,20 + 0,40
T17	+ Diurom	0,1 + 1,6	1,00 + 3,20
T18	Imazetapir + 2.4-D	0,1 + 1,209 + 1,005	1,00 + 1,50
T19	+ Flumioxazina	0,1 + 0,04	1,00 + 1,50
T20	+ Glifosato	0,1 + 0,667 + 0,555	1,00 + 1,50

T21		+ Cletodim	0,1 + 0,096	1,00 + 0,40
T22		+ 2.4-D	0,667 + 0,555 + 1,209 + 1,005	1,50 + 1,50
T23		+ Diurom	0,667 + 0,555 + 1,6	1,50 + 3,20
T24	Glifosato	+ Imazetapir	0,667 + 0,555 + 0,1	1,00 + 1,50
T25		+ Flumioxazina	0,667 + 0,555 + 0,04	1,50 + 0,08
T26		+ Cletodim	0,667 + 0,555 + 0,096	1,50 + 0,40

Fonte: dados da pesquisa.

2.2 COMPATIBILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CALDA

As análises de compatibilidade físico-química partiram da metodologia descrita na NBR 13875 e na NBR 13074 (ABNT, 2014). Foram utilizados três béqueres de 250 mL, para cada tratamento, empregando-se água no preparo das caldas. De acordo com as doses utilizadas, a concentração dos produtos na calda foi equivalente ao volume de aplicação de 200 L ha⁻¹. As doses dos produtos foram medidas com pipetas graduadas e balança de precisão em quantidades ajustadas para o volume de 250 mL do béquer.

Os béqueres foram previamente preparados com 100 mL de água. Em seguida, os respectivos herbicidas foram adicionados, agitando-se por 2 min, com agitador magnético para homogeneização. As misturas dos produtos na calda foram feitas, considerando-se a seguinte ordem de adição para formulações líquidas: SC (suspensão concentrada), SL (concentrado solúvel) e EC (concentrado emulsionável). Posteriormente, foi completado o volume do béquer com água até a marca de 250 mL, com auxílio de uma proveta, agitando-se por mais 2min.

Em temperatura ambiente, as caldas foram submetidas a avaliações visuais e de pH, obtendo-se dados que foram disponibilizados em tabelas descritivas quanto aos aspectos de homogeneidade/heterogeneidade. Quanto à avaliação visual da mistura, os aspectos de homogeneidade/heterogeneidade foram os seguintes: floculação; sedimentação; separação de fases; formação de grumos; separação de óleo; formação de cristais; creme. As caldas foram avaliadas em quatro momentos: 1. Imediatamente após o preparo; 2. Após 2 horas em repouso; 3. Após 12 horas em repouso; 4. Após 24 horas em repouso.

Foi medido o potencial hidrogeniônico imediatamente após o preparo de cada calda e após o repouso nos demais momentos de avaliação. Para isso, foi utilizado parâmetro portátil, o qual foi previamente calibrado por meio de soluções padrão. Foram elaboradas tabelas descritivas quanto à compatibilidade físico-química (aspectos de homogeneidade/heterogeneidade) e quanto ao potencial hidrogeniônico das associações de produtos, nos quatro momentos de avaliação.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de pH foram submetidos ao teste F da análise de variância. Constatando-se significância entre eles, foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2014). Para as análises visuais, foram elaboradas tabelas descritivas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH da calda é um parâmetro indicador de compatibilidade ou incompatibilidade entre produtos. Em casos de incompatibilidade, pode-se diminuir a eficiência da pulverização. De acordo com Ribeiro *et al.*, (2021), da mesma forma que caldas muito alcalinas podem ser prejudiciais, as caldas com acidez excessiva também podem ser danosas. Neste estudo, em todos os tempos de avaliação, não houve interação significativa, porém, ao se avaliarem os resultados matemáticos de cada um, verificaram-se dados considerados relevantes (Tabela 2).

Tabela 2: Valores das médias do potencial hidrogeniônico (pH) das misturas de herbicidas obtidos nos quatro tempos de avaliação, UNIPAM, Patos de Minas, 2021

Tratamentos		Potencial Hidrogeniônico (pH)			
		0 horas	2 horas	12 horas	24 horas
T1	2. 4-D	4,66	4,55	4,56	4,67
T2	Diuron	3,57	3,56	3,48	3,47
T3	Imazetapir	6,32	6,29	6,25	6,20
T4	Glifosato	4,54	4,55	4,49	4,38
T5	Flumioxazina	4,64	4,57	4,49	4,42
T6	Cletodim	3,02	2,98	2,97	2,86
T7	+ Diuron	4,66	4,55	4,56	4,67
T8	+ Imazetapir	3,57	3,56	3,48	3,47
T9	2.4-D + Glifosato	6,32	6,29	6,25	6,20
T10	+ Flumioxazina	4,54	4,55	4,49	4,38
T11	+ Cletodim	4,64	4,57	4,49	4,42
T12	+ 2.4-D	4,66	4,55	4,56	4,67
T13	+ Imazetapir	3,02	2,98	2,97	2,86
T14	Diuron + Glifosato	6,53	6,55	6,45	6,38
T15	+ Flumioxazina	6,64	6,55	6,52	6,46
T16	+ Cletodim	4,92	5,01	4,83	4,93
T17	+ Diuron	3,02	2,98	2,97	2,86
T18	+ 2.4-D	3,57	3,56	3,48	3,47
T19	Imazetapir + Flumioxazina	2,93	2,97	2,81	2,88
T20	+ Glifosato	5,10	5,23	5,04	5,11
T21	+ Cletodim	2,89	3,03	2,78	2,90
T22	+ 2.4-D	6,32	6,29	6,25	6,20
T23	+ Diuron	6,53	6,55	6,45	6,38
T24	Glifosato + Imazetapir	5,10	5,23	5,04	5,11
T25	+ Flumioxazina	6,53	6,71	6,45	6,48
T26	+ Cletodim	6,46	6,61	6,50	6,42

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Para Mendonça (2000), o conhecimento da calda de aplicação torna-se fundamental para o sucesso da pulverização agrícola, especialmente no caso da utilização de herbicidas. É importante o estudo de alguns fatores da molécula que será utilizada na calda de pulverização, assim como das características de solubilidade em água 20 °C, Kow, Pka e pressão de vapor (tabela 3). Kow indica o quanto o herbicida é

solúvel em água, Pka expressa a facilidade do herbicida com substância lipídicas/graxas e a pressão de vapor indica a volatilização de um herbicida.

Tabela 3: Propriedades dos herbicidas, UNIPAM, Patos de Minas, 2021

Herbicidas	Solubilidade em água 20°C	K _{ow}	Pka	Pressão de vapor
2,4-D	24300	1,51 × 10 ⁻⁰¹	3,4	0,009
Diuron	35,6	7,41 × 10 ⁰²	Não aplicável	1,15 × 10 ⁻⁰³
Imazetapir	1400	3,09 × 10 ⁰¹	2,1	1,33 × 10 ⁻⁰²
Glifosato (sal de isopropilamina)	11600	*	*	*
Flumioxazina	0,786	3,55 × 10 ⁰²	Não aplicável	0,32
Clethodim	5450	1,38 × 10 ⁰⁴	4,47	2,08 × 10 ⁻⁰³

Fonte: banco de dados de propriedades de pesticidas, 2021.

De acordo com Costa *et al.* (2020), pH já próximo à neutralidade possui uma maior quantidade de cátions dispersos que podem conseqüentemente se ligarem aos ativos presentes na mistura. Quando isso ocorre, pode-se levar à precipitação e acelerar a degradação do produto, diminuindo-se a quantidade de ingrediente ativo disponível e a eficácia da pulverização. Segundo Petter *et al.* (2012), pH baixo diminui a incidência de incompatibilidade das moléculas na calda, principalmente para herbicidas que requerem pH inferior, como o Glifosato.

Herbicidas ácidos, quando em solução de pH ácido, tendem a se dissociar menos, em função da predominância de neutralidade de cargas (PETTER *et al.*, 2012). Isso condiz com tratamentos em que houve a presença de imazetapir, em que o isolado obteve pH mais alcalino, mas, quando misturado com outros herbicidas de pH ácido, ele não dissociou, tornando a mistura mais ácida; entretanto, contradiz quando observamos as misturas de glifosato em relação ao isolado, em que o pH das misturas elevou-se.

Ademais, as influências intrínsecas da própria planta devem levar em consideração também as extrínsecas, como as características físicas da calda de pulverização, destacando-se a floculação, a sedimentação, a separação de fases, a formação de grumos, a separação de óleo, a formação de cristal, a consistência creme da solução e a formação de espuma (Tabela 3).

Tabela 4: Parâmetros visuais avaliados no estudo de compatibilidade das misturas de herbicidas, UNIPAM, Patos de Minas, 2021

		Imediatamente após o preparo							
Isolados		Floc*	Sed*	Sep*. Fases	Grumos	Sep*. Óleo	Form. Cristal	Creme	Espuma
T1	2,4-D	*	*	*	*	*	*	*	P
T2	Diuron	*	*	*	*	*	*	P	P
T3	Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	P
T4	Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	P
T5	Clethodim	*	*	*	*	*	*	*	P
T6	Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	P
Mistura 2,4-D									

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE HERBICIDA

T7	2.4-D + Diurom	*	*	*	*	*	*	*	P
T8	2.4-D + Imazetapir	*	P	P	*	*	*	*	P
T9	2.4-D + Glifosato	*	*	*	*	*	*	*	P
T10	2.4-D + Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	P
T11	2.4-D + Cletodim	*	P	*	*	*	P	*	P
Diurom									
T12	Diurom + 2.4-D	*	*	*	*	*	*	*	P
T13	Diurom + Imazetapir	*	*	*	*	*	*	P	P
T14	Diurom + Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	P
T15	Diurom + Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	P	P
T16	Diurom + Cletodim	*	*	*	*	*	*	P	P
Imazetapir									
T17	Imazetapir + 2.4-D	*	P	P	*	*	*	*	P
T18	Imazetapir + Diurom	*	*	*	*	*	*	P	P
T19	Imazetapir+Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	P
T20	Imazetapir + Glifosato	*	*	*	*	*	*	*	P
T21	Imazetapir + Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	P
Glifosato									
T22	Glifosato + 2.4-D	*	*	*	*	*	*	*	P
T23	Glifosato + Diurom	*	P	*	*	*	*	*	P
T24	Glifosato + Imazetapir	*	*	*	*	*	*	*	P
T25	Glifosato + Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	P
T26	Glifosato + Cletodim	*	*	*	*	*	*	*	P
2 horas após o preparo									
	Isolados	Floc*	Sed*	Sep*. Fases	Grumos	Sep*. Óleo	Form. Cristal	Creme	Espuma
T1	2,4-D	*	*	*	*	*	*	*	*
T2	Diurom	*	P	*	*	*	*	P	*
T3	Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*
T4	Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	*
T5	Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*
T6	Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	P
Mistura 2.4-D									
T7	2.4-D + Diurom	*	*	*	*	*	*	*	*
T8	2.4-D + Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*
T9	2.4-D + Glifosato	*	*	*	*	*	*	*	*
T10	2.4-D + Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	*
T11	2.4-D + Cletodim	*	P	*	*	*	P	*	*
Diurom									
T12	Diurom + 2.4-D	*	*	*	*	*	*	*	*
T13	Diurom + Imazetapir	*	*	*	*	*	*	P	*
T14	Diurom + Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*
T15	Diurom + Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	P
T16	Diurom + Cletodim	*	*	*	*	*	*	*	P
Imazetapir									
T17	Imazetapir + 2.4-D	*	P	*	*	*	*	*	*
T18	Imazetapir + Diurom	*	*	*	*	*	*	P	*
T19	Imazetapir+Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	*
T20	Imazetapir + Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*

T21	Imazetapir + Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	P
Glifosato									
T22	Glifosato + 2.4-D	*	*	*	*	*	*	*	*
T23	Glifosato + Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T24	Glifosato + Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*
T25	Glifosato + Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	P
T26	Glifosato + Cletodim	*	*	*	*	*	*	*	P

12 horas após o preparo

	Isolados	Floc*	Sed*	Sep*. Fases	Grumos	Sep*. Óleo	Form. Cristal	Creme	Espuma
T1	2,4-D	*	*	*	*	*	*	*	*
T2	Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T3	Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*
T4	Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	*
T5	Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*
T6	Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*

Mistura 2.4-D

T7	2.4-D + Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T8	2.4-D + Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*
T9	2.4-D + Glifosato	*	*	*	*	*	*	*	*
T10	2.4-D + Flumioxazina	*	P	*	*	*	*	*	*
T11	2.4-D + Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*

Diurom

T12	Diurom + 2.4-D	*	P	*	*	*	*	*	*
T13	Diurom + Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*
T14	Diurom + Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*
T15	Diurom + Flumioxazina	*	P	*	*	*	*	*	*
T16	Diurom + Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*

Imazetapir

T17	Imazetapir + 2.4-D	*	P	*	*	*	*	*	*
T18	Imazetapir + Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T19	Imazetapir+Flumioxazina	*	P	*	*	*	*	*	*
T20	Imazetapir + Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*
T21	Imazetapir + Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*

Glifosato

T22	Glifosato + 2.4-D	*	*	*	*	*	*	*	*
T23	Glifosato + Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T24	Glifosato + Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*
T25	Glifosato + Flumioxazina	*	P	*	*	*	*	*	*
T26	Glifosato + Cletodim	*	*	*	*	*	*	*	*

24 horas após o preparo

	Isolados	Floc*	Sed*	Sep*. Fases	Grumos	Sep*. Óleo	Form. Cristal	Creme	Espuma
T1	2,4-D	*	*	*	*	*	*	*	*
T2	Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T3	Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*
T4	Flumioxazina	*	*	*	*	*	*	*	*
T5	Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*
T6	Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE HERBICIDA

Mistura 2.4-D									
T7	2.4-D + Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T8	2.4-D + Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*
T9	2.4-D + Glifosato	*	*	*	*	*	*	*	*
T10	2.4-D + Flumioxazina	*	P	*	*	*	*	*	*
T11	2.4-D + Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*
Diurom									
T12	Diurom + 2.4-D	*	P	*	*	*	*	*	*
T13	Diurom + Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*
T14	Diurom + Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*
T15	Diurom + Flumioxazina	*	P	*	*	*	*	*	*
T16	Diurom + Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*
Imazetapir									
T17	Imazetapir + 2.4-D	*	P	*	*	*	*	*	*
T18	Imazetapir + Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T19	Imazetapir+Flumioxazina	*	P	*	*	*	*	*	*
T20	Imazetapir + Glifosato	*	P	*	*	*	*	*	*
T21	Imazetapir + Cletodim	*	P	*	*	*	*	*	*
Glifosato									
T22	Glifosato + 2.4-D	*	*	*	*	*	*	*	*
T23	Glifosato + Diurom	*	P	*	*	*	*	*	*
T24	Glifosato + Imazetapir	*	P	*	*	*	*	*	*
T25	Glifosato + Flumioxazina	*	P	*	*	*	*	*	*
T26	Glifosato + Cletodim	*	*	*	*	*	*	*	*

¹ Floc = Floculação; ² Sed = Sedimentação; ³ Sep Fase = Separação de Fases; ⁴ Sep. Óleo = separação de óleo; ⁵ Form.

Crista = formação de cristal; * = Não Houve; P = Presença do parâmetro avaliado.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Após o preparo, foi possível observar sedimentação nos isolados de glifosato (figura 1) e imazetapir (figura 2) e nos tratamentos que se obteve a mistura de 2,4-D + imazetapir (figura 3), 2,4-D + cletodim (figura 4), diurom + glifosato (figura 5) e imazetapir + cletodim (figura 6). Nas duas horas seguintes, os isolados de diurom (figura 7) e cletodim (figura 8) e a mistura imazetapir + glifosato (figura 9) apresentaram sedimentação. Em 12 horas após o preparo, todas as misturas com diurom e imazetapir, glifosato + flumioxazina (figura 10) e 2,4-D + flumioxazina (figura 11) apresentaram sedimentação, permanecendo assim até a última avaliação.

O processo de sedimentação é um fenômeno natural em líquidos que são submetidos a repouso, o que torna essencial o agitação da calda no tanque antes da pulverização, especialmente nos tratamentos que apresentaram sedimentação logo após o preparo. Segundo Petter *et al.* (2013), a existência de sedimentos no fundo do tanque do pulverizador pode resultar em menor eficácia no controle das plantas daninhas, devido à concentração desuniforme do produto na aplicação.

Houve formação de cristal na mistura 2.4-D + cletodim em duas avaliações, imediatamente (figura 4) e duas horas após a mistura (figura 12). Nas avaliações seguintes, não houve mais esse aspecto. Esse fator pode influenciar diretamente na eficiência da pulverização, uma vez que pode ocorrer o entupimento de filtros e pontas

de pulverização, rompimento de mangueiras em virtude do aumento da pressão e desuniformidade na aplicação (KISSMANN, 1998).

Na avaliação do parâmetro de cremosidade da calda, diurom + flumioxazina (figura 13) e diurom + cletodim (figura 14) apresentaram consistência creme somente logo após o preparo. O isolado diurom (figura 15) e a mistura de diurom + imazetapir (figura 16) mantiveram cremosidade até 2 horas após a mistura. Nas demais análises, tanto das misturas quanto dos isolados, não houve a presença desse parâmetro. Esse fator é importante devido aos ingredientes ativos estarem dispersos no tanque, aumentando a eficácia da pulverização. Portanto, faz-se necessário o uso de um sistema de agitação no tanque que mantenha a formulação dos produtos espalhada na calda, de forma homogênea (COSTA *et al.*, 2020).

Logo após o preparo das caldas, todos os isolados e misturas apresentaram o fator espuma; já nas 2 horas seguintes, apenas o isolado de imazetapir (figura 17) e as misturas diurom+ flumioxazina (figura 18), diurom + cletodim (figura 19), imazetapir + cletodim (figura 20), glifosato + flumioxazina (figura 21) e glifosato + cletodim (figura 22). Nas avaliações de 12 horas e 24 horas após a mistura, não ocorreu espuma. Esta é indesejada, uma vez que pode provocar extravasamento do tanque, reduzindo sua capacidade, além de desperdiçar produto e alterar a dose que foi recomendada pelo agrônomo (LOPES, 2019).

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se, com esse estudo, que não podem ser utilizadas as misturas de 2.4D com imazetapir e cletodim logo após o preparo devido à formação de sedimentos e cristais; 12 horas após o preparo, as misturas de 2.4D com diurom e Flumioxazina também não são recomendadas devido à sedimentação. As demais misturas com o 2.4D podem ser utilizadas normalmente, em todos os tempos, sem danos nas barras de pulverização.

A mistura feita de diurom com glifosato não é recomendável logo após o preparo; 12 horas, nenhuma mistura com diurom é recomendável, devido à formação de sedimentos. Já as misturas de diurom com imazetapir, flumioxazina e cletodim são mais viáveis logo após o preparo, devido à consistência creme que elas apresentam. As demais misturas são viáveis em qualquer momento de aplicação.

As misturas de imazetapir com 2.4-D e cletodim logo após o preparo e com glifosato 2 horas após o preparo tornam-se inviáveis devido à formação de sedimentos; 12 horas após, todas apresentaram sedimentação, tornando-as inviáveis. Já a mistura de imazetapir com diurom são mais viáveis imediatamente após o preparo e 2 horas após o preparo, devido à consistência creme. As demais misturas não apresentaram problemas em nenhum dos tempos de avaliações.

Já as misturas de glifosato com diurom imediatamente após o preparo, com imazetapir 2 horas após o preparo, e com flumioxazina 12 horas após o preparo são impraticáveis devido à formação de sedimentos. Sendo as demais misturas viáveis, por não apresentarem nenhum fator que possa prejudicar o processo de pulverização.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13875**. Agrotóxico: avaliação de compatibilidade físico-química. Rio de Janeiro, 2014.
- BRESSAN, M. Misturas em tanque: aspectos legais. CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 5., 2019, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba, 2019.
Disponível em:
<http://fitossanidade.fcav.unesp.br/seer/index.php/anaisconbraf/article/view/818/248>.
- CONSTANTIN, J. Métodos e manejos. *In*: OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. 22. ed. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-348.
- COSTA, L. L.; SANTOS, T. C. de M.; ALMEIDA, D. P.; FERREIRA, M. da C.; LEÃO-ARAÚJO, E. F.; TIMOSSI, P. C. Compatibilidade físico-química de diferentes doses e misturas de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 3, p. 713, 10 set. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v19i3.713>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparison. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- GANDOLFO, M. A.; MORAES, E. D.; GANDOLFO, U. D.; OSIPE, J. B.; RODRIGUES, E. B.; OSIPE, R. Potencial de deriva da mistura de 2,4-D com glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 3, p. 332, 10 dez. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v11i3.192>.
- GOMES JUNIOR, F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582008000400010>.
- GAZZIERO, D. L. P. **Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil**. 2014. 10 f. TCC (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
- KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. *In*: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.
- LOPES, A. F. **Uso de antiespumantes na pulverização**. 2019. Maissoja.com.br. Disponível em: <https://maissoja.com.br/uso-de-antiespumantes-na-pulverizacao/>.

MENDONÇA, C. G. **Algumas características da superfície foliar de diversas plantas daninhas monocotiledôneas**. 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2000.

MONQUERO *et al.* Manejo de populações de plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase. **Plantas Daninhas**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 67-74, 24 mar. 2000.

MONQUERO, P. A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Bragantia**, v. 64, n. 4, p. 517-531, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052005000400002>.

NEPOMUCENO, M.; ALVES, P. L. C. A.; DIAS, T. C.s.; PAVANI, M. C. M. D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 43-50, mar. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582007000100005>.

OLIVEIRA, R. B. Misturas em tanque: aspectos agronômicos. CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 5., 2019, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba, 2019. Disponível em: <http://fitossanidade.fcav.unesp.br/ser/index.php/anaisconbraf/article/view/817>.

PETTER, A. F.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; NETO, F. A.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.

PETTER, A. F.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; NETO, F. A.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 2, p. 129-138, 2013.

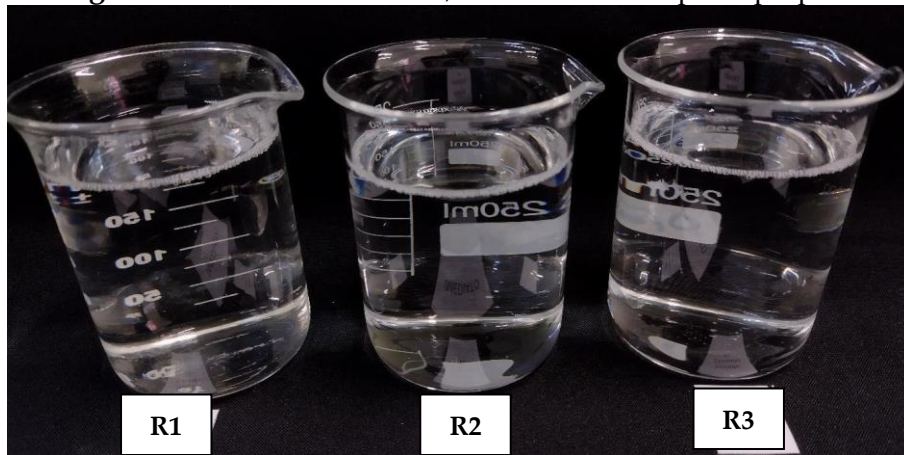
RAKES, M. *et al.* Physicochemical compatibility of agrochemical mixtures in spray tanks for paddy field rice crops. **Planta Daninha**, v. 35, p. 2017.

RIBEIRO, R. P. M. *et al.* Compatibilidade físico-química de caldas fungicidas e adjuvantes: a review. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 5, p. 1-11, 30 abr. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36560/14520211339>.

SILVA, A. A.; FREITAS, F. M.; FERREIRA, L. R.; JAKELAITIS, A. Efeitos de mistura de herbicida com inseticida sobre a cultura do milho, as plantas daninhas e a lagarta-do-cartucho. **Planta Daninha**, v. 23, p. 517-525, 2005.

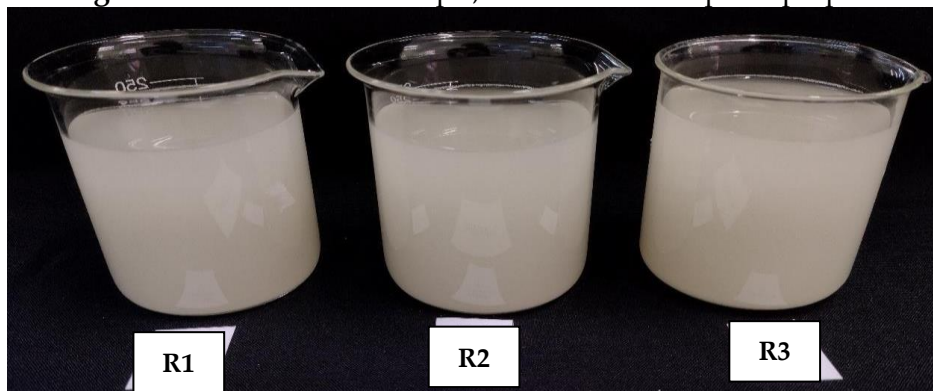
APêNDICE

Figura 1: Isolado de Glifosato, imediatamente após o preparo



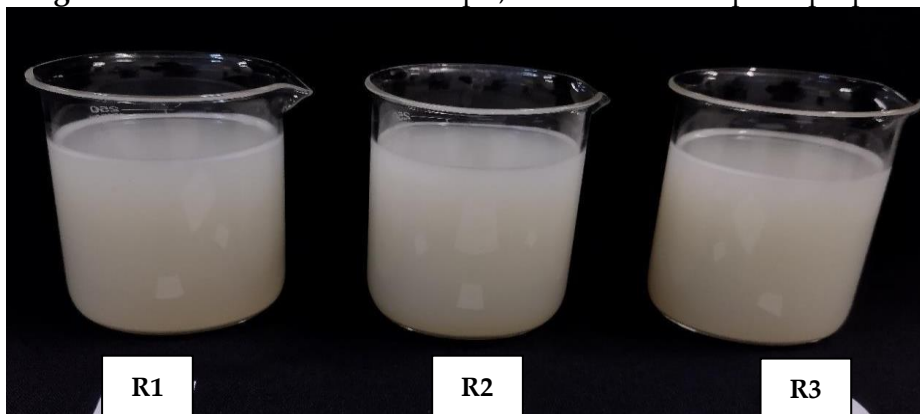
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 2: Isolado de Imazetapir, imediatamente após o preparo



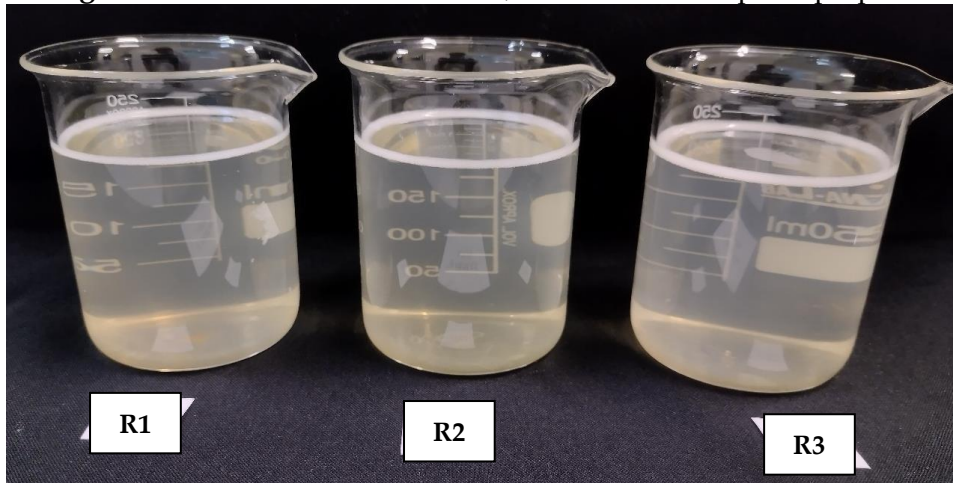
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 3: Mistura 2.4-D + Imazetapir, imediatamente após o preparo



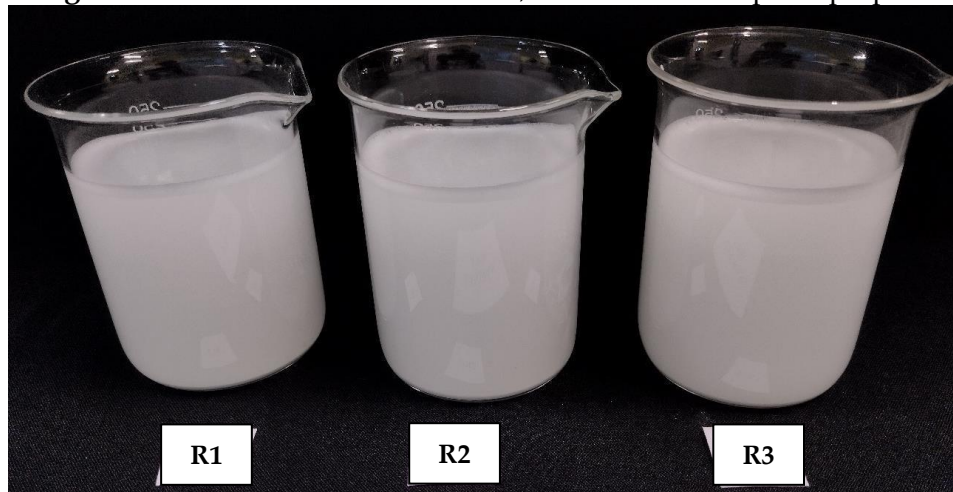
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 4: Mistura 2.4-D + Cletodim, imediatamente após o preparo



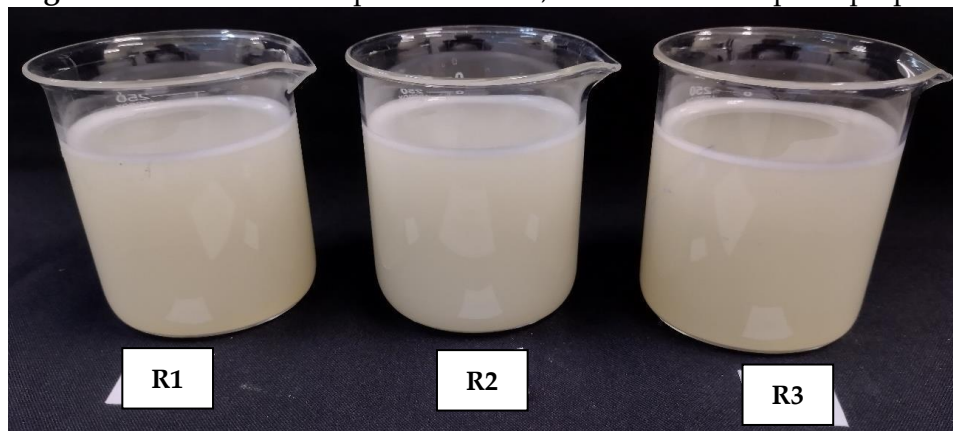
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 5: Mistura Diurom + Glifosato, imediatamente após o preparo



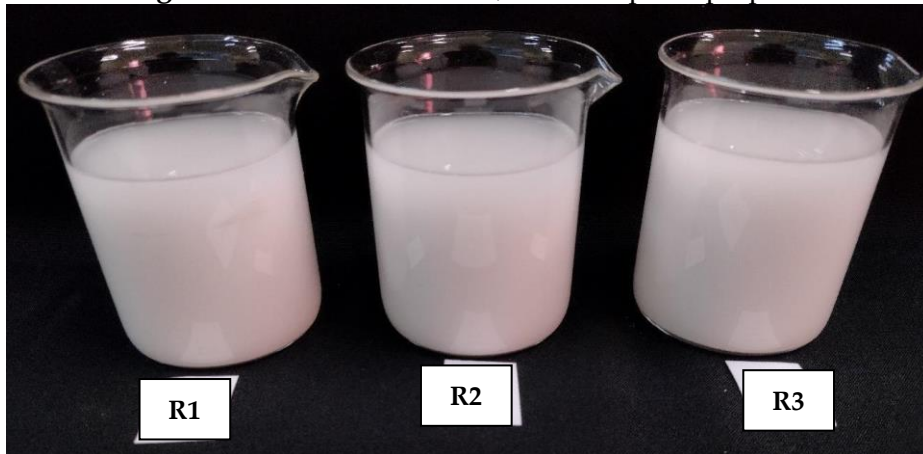
Fonte: arquivo dos autores.

Figura 6: Mistura Imazetapir + Cletodim, imediatamente após o preparo



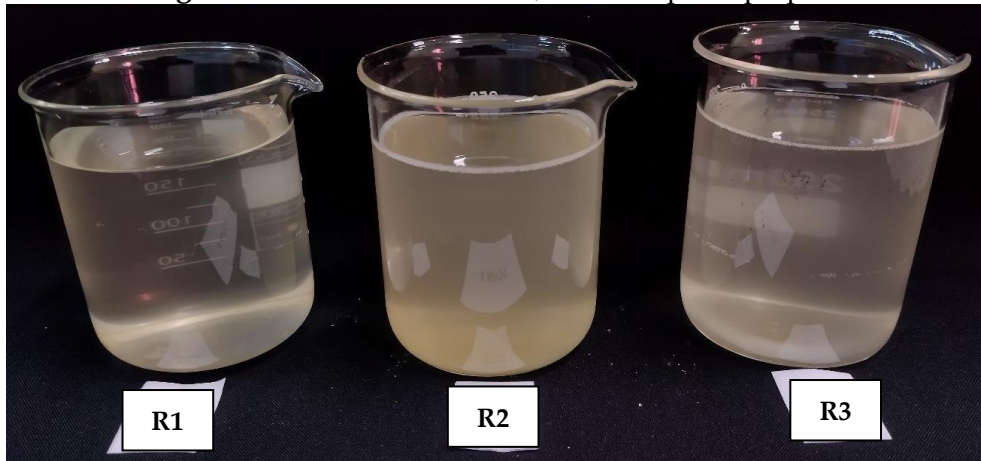
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 7: Isolado de Diurom, 2 horas após o preparo



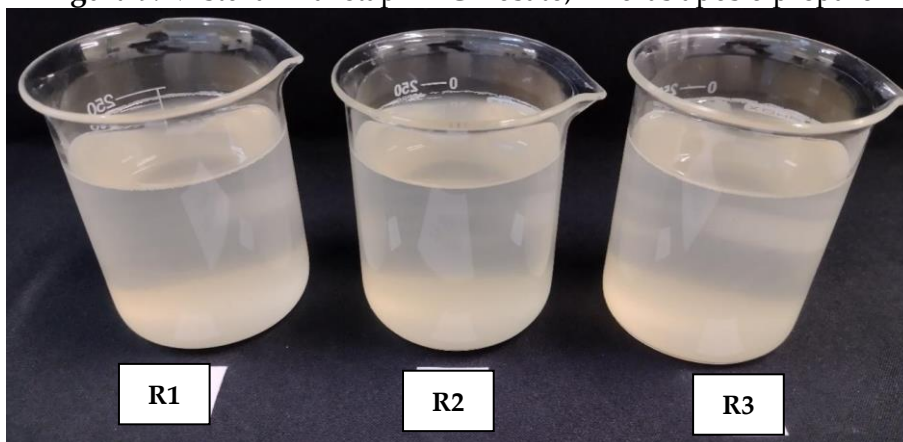
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 8: Isolado de Cletodim, 2 horas após o preparo



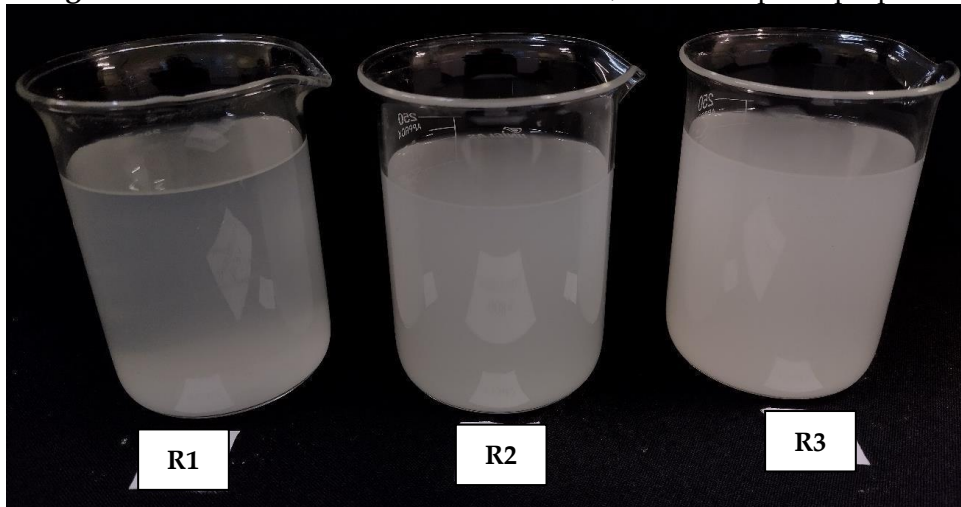
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 9: Mistura Imazetapir + Glifosato, 2 horas após o preparo



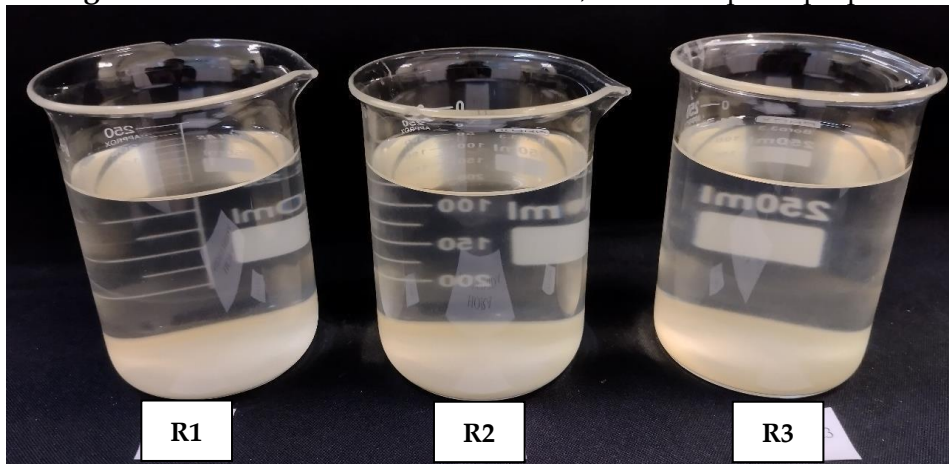
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 10: Mistura Glifosato + Flumioxazina, 12 horas após o preparo



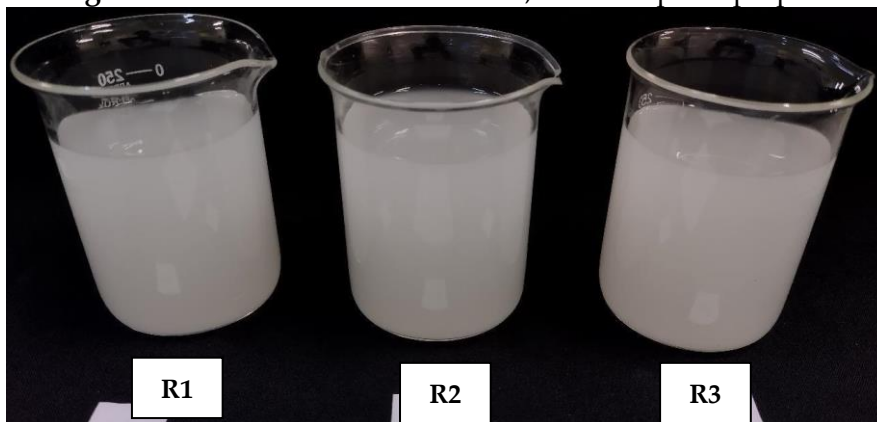
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 11: Mistura 2.4-D + Flumioxazina, 12 horas após o preparo



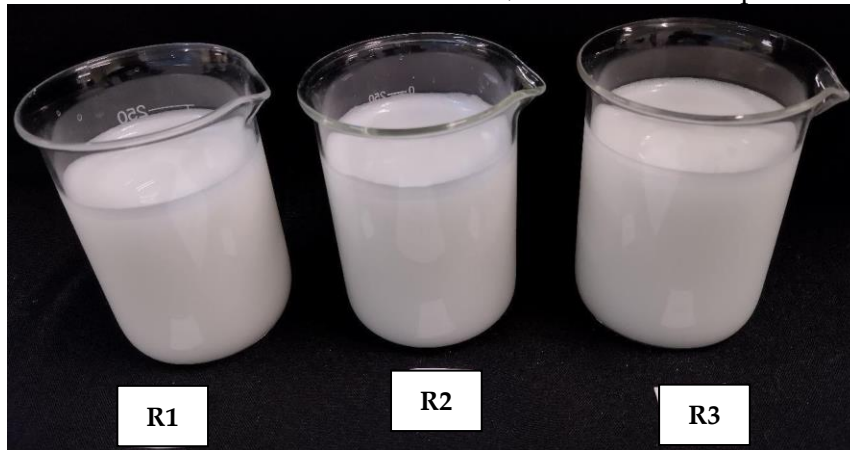
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 12: Mistura 2.4-D + Cletodim, 2 horas após o preparo



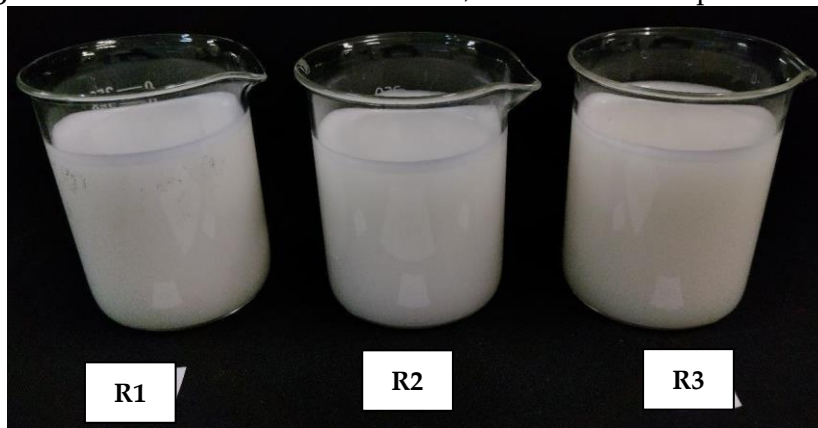
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 13: Mistura Diurom + Flumioxazina, imediatamente após a mistura



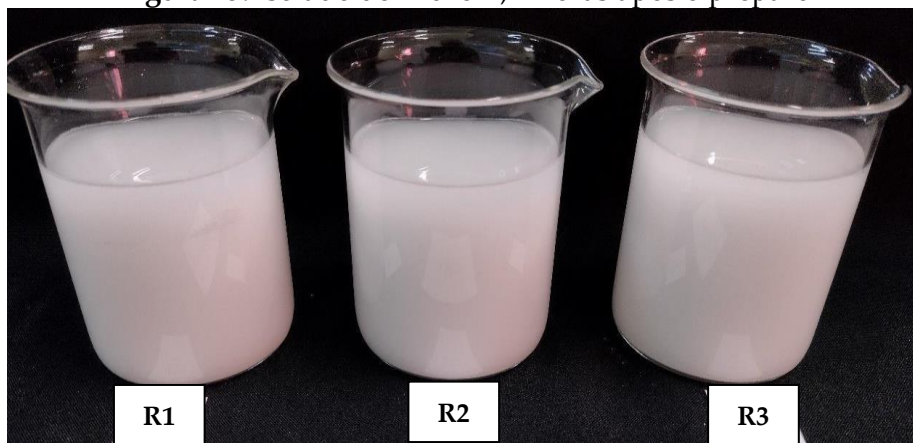
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 14: Mistura Diurom + Cletodim, imediatamente após a mistura



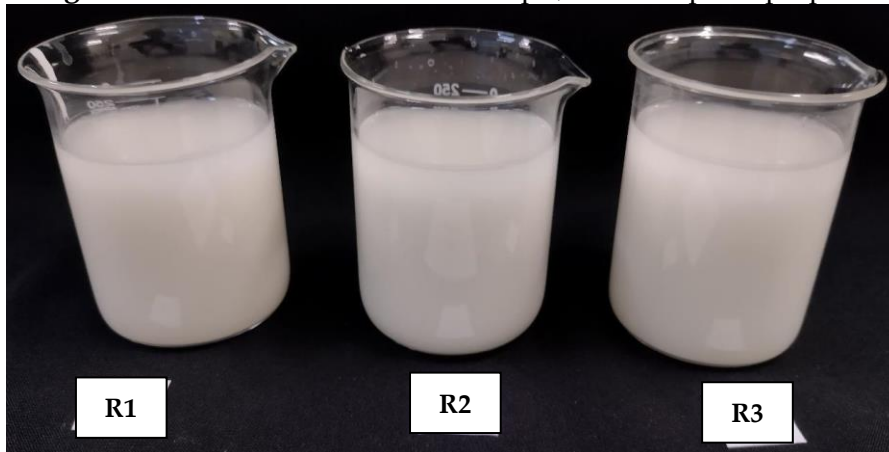
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 15: Isolado de Diurom, 2 horas após o preparo



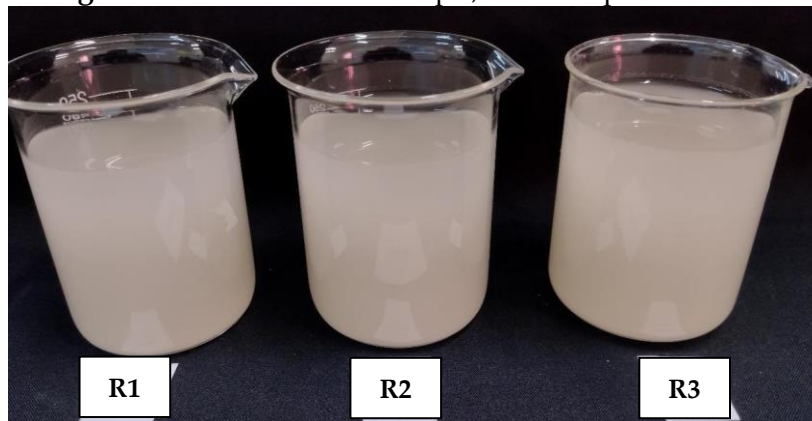
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 16: Mistura Diurom + Imazetapir, 2 horas após o preparo



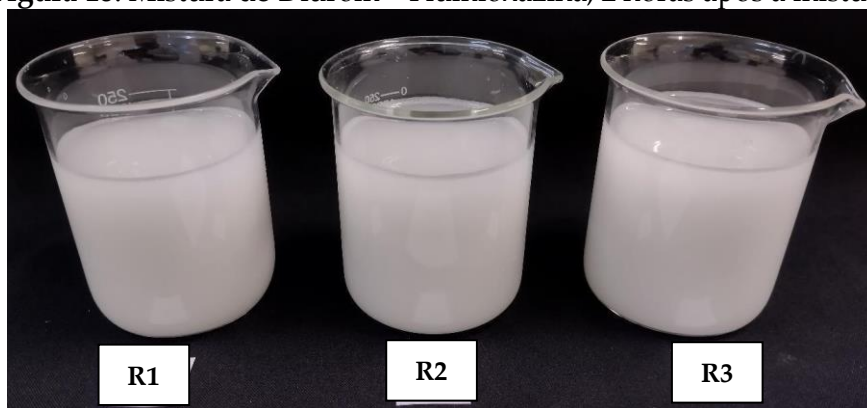
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 17: Isolado de Imazetapir, 2 horas após a mistura



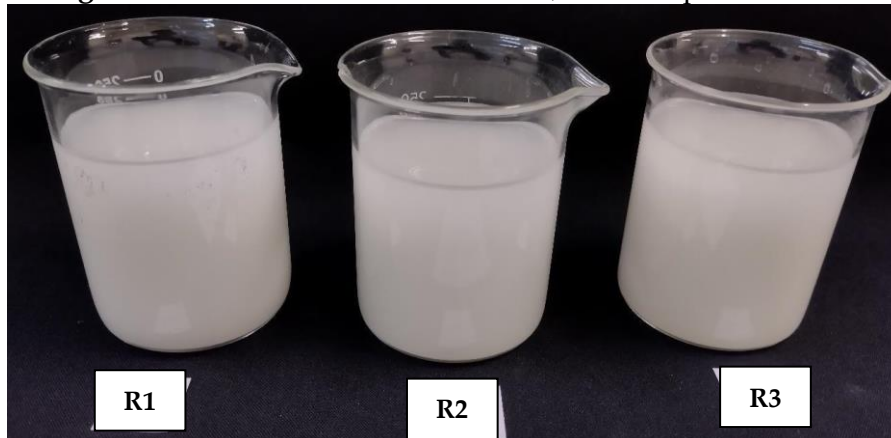
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 18: Mistura de Diurom + Flumioxazina, 2 horas após a mistura



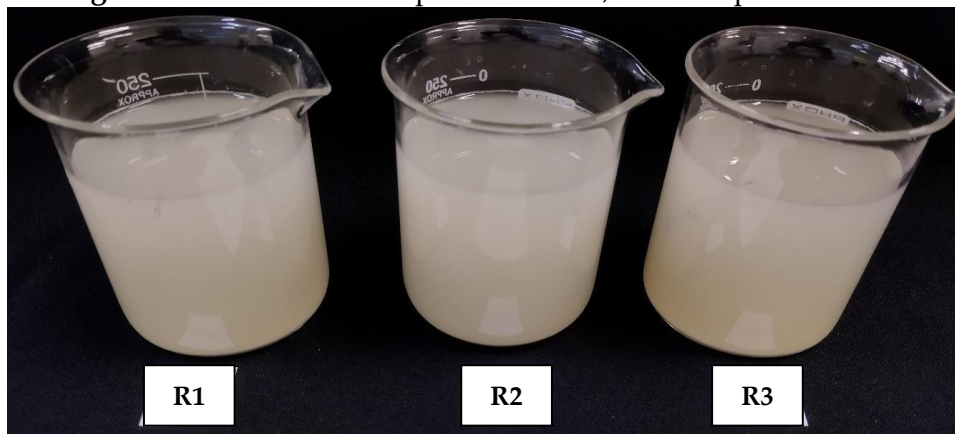
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 19: Mistura Diurom + Cletodim, 2 horas após a mistura



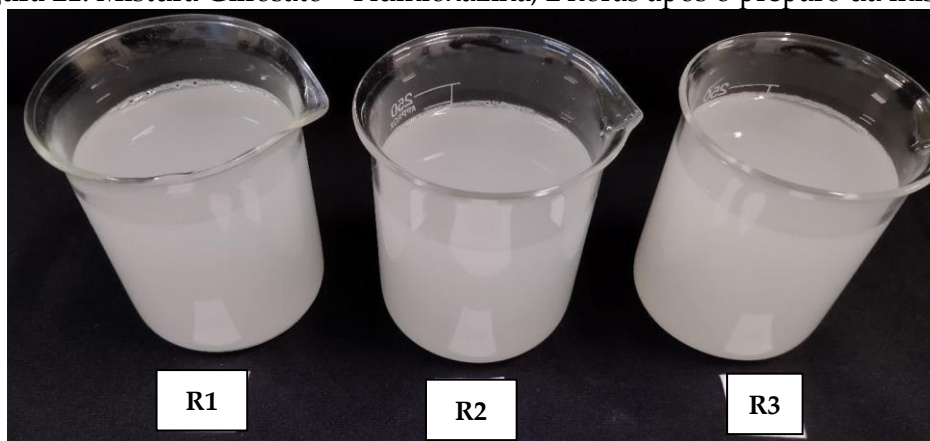
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 20: Mistura Imazetapir + Cletodim, 2 horas após a mistura



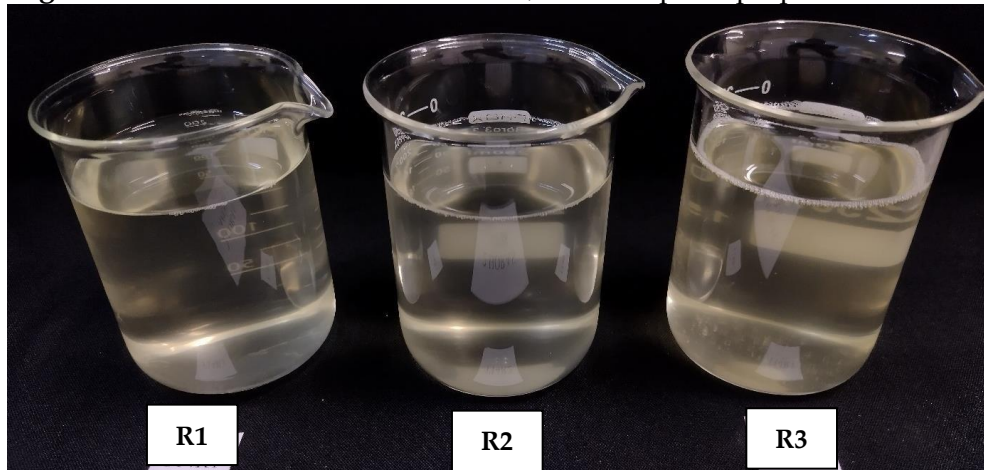
Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 21: Mistura Glifosato + Flumioxazina, 2 horas após o preparo da mistura



Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Figura 22: Mistura Glifosato + Cletodim, 2 horas após o preparo da mistura



Fonte: arquivo dos autores, 2021.

Comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes

Physiological behavior of soybean plants from high and low vigor seeds submitted to biostimulants

MARIA LUIZA DE OLIVEIRA VASCONCELOS

Discente do curso de Agronomia - UNIPAM

E-mail: marialov@unipam.edu.br

EVANDRO BINOTTO FAGAN

Professor orientador - UNIPAM

E-mail: evbinotto@unipam.edu.br

Resumo: A cultura da soja depende de vários fatores para um desenvolvimento uniforme em campo, dos quais destaca-se a nutrição, sendo assim a planta precisa ter suas necessidades nutricionais atendidas com nutrientes. Este trabalho tem como objetivo observar o comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes. Este estudo foi implantado e conduzido na empresa de pesquisa agropecuária de Minas Gerais – Epamig de Patos de Minas, em novembro de 2020. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, constituídos por oito tratamentos e cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Avaliaram-se peroxidase, catalase, peroxidação lipídica e crescimento/desenvolvimento das plantas. Os resultados foram significativos: o Alga+ apresentou melhores resultados para produtividade em sementes de baixo vigor; em sementes de alto vigor, o Alga+ também se destacou em massa de mil grãos e massa seca de vagens.

Palavras-chave: Nutrientes. Produtividade. Catalase. Peroxidase.

Abstract: The soybean crop depends on several factors for consistent development in the field, of which nutrition stands out, so the plant needs to have its nutritional needs met with nutrients. This work aimed to observe the physiological behavior of soybean plants from seeds of high and low vigor submitted to biostimulants. This study was implemented and conducted in the Minas Gerais Agricultural Research Company - Epamig of Patos de Minas - in November 2020. The design used was a randomized block consisting of eight treatments and five replications, totaling 40 experimental units. Evaluated peroxidase, catalase, lipid peroxidation, and plant growth/development. The results were significant, where the Alga+ presented better results for productivity in seeds of low vigor, but in seeds of high vigor, the Alga+ also stood out in the mass of thousand grains and dry mass of pods.

Keywords: Nutrients. Productivity. Catalase. Peroxidase.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente ocupa o primeiro lugar no ranking de produção mundial da cultura de soja. Para a safra 2020/21, espera-se um incremento de 10,6 milhões de toneladas em relação à safra passada (CONAB, 2021). A cultura da soja encontrou, no Brasil, um ambiente bastante favorável ao seu desenvolvimento e, com o auxílio do melhoramento genético que proporcionou a adaptabilidade desta cultura a diferentes regiões do país, foi possível alavancar o seu cultivo, alcançando elevados patamares de produtividade, principalmente na região do cerrado.

Um dos fatores para alcançar elevados níveis de produtividade é o potencial genético da semente, entretanto, pelas condições de cultivo, pelo fotoperíodo, pelo regime hídrico, pela competição por água, luz e nutrientes, pela temperatura ou até mesmo pela forma de armazenamento da semente, têm-se médias de produtividades baixas (SOARES, 2013).

Para o bom estabelecimento no campo, as sementes precisam apresentar um alto vigor. Conforme definido pela ISTA, o vigor determina o grau de deterioração fisiológico da semente e sua capacidade de se estabelecer em condições de campo. Quanto maior for o grau de deterioração, menor será o vigor da semente (WENDT *et al.*, 2017).

Uma das alternativas para atenuar o efeito de uma semente de baixo vigor é o uso de bioestimulantes, que são substâncias compostas por extratos de algas, hormônios sintéticos e subprodutos de fermentação e que podem conter, em sua composição, aminoácidos e nutrientes (SOARES, 2013). O uso de bioestimulantes pode ocorrer tanto no tratamento de sementes quanto em aplicações foliares.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO

O experimento foi instalado e conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), campo experimental de Sertãozinho, localizado no município de Patos de Minas – MG, em novembro de 2020. Para a adubação de correção, foram aplicados 270 Kg.ha⁻¹ das seguintes concentrações e seus respectivos nutrientes: 07 N; 34 P₂O₅; 08 Ca; 08 S. Posteriormente, foi realizada a cobertura com 100 kg de KCl.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, constituídos por tratamentos foliares (Tabela 1), totalizando oito tratamentos com cinco repetições e dois tipos de sementes (40 unidades experimentais). As aplicações foliares foram realizadas com pulverizador costal propelido a CO₂ com pressão de 2 bar. Para todas as aplicações, foi utilizado volume de calda de 200 L ha⁻¹. Para induzir o estresse do herbicida, foi aplicado o glifosato, Roudup Ultra, na dose de 2 kg p.c. ha⁻¹. Ambos, o glifosato e os tratamentos, foram misturados na mesma solução de aplicação.

Cada unidade experimental foi composta por cinco linhas de sete metros, com espaçamento de 0,5 metros entre linhas, compreendendo uma área de 17,5m². A área útil da parcela foi composta pelas linhas centrais, descartando-se 1 m nas extremidades. A

cultivar utilizada foi a BMX FOCO IPRO, e as aplicações foram feitas quando as plantas atingiram o estágio fenológico V_{3/4}.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados na cultura de soja no experimento: “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes” Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas,

MG, Safra 2020/21

Tratamento	Descrição	Semente
T ₁	Controle	
T ₂	Energy	Baixo vigor
T ₃	Alga+	
T ₄	Turbo Organ	
T ₁	Controle	
T ₂	Energy	Alto vigor
T ₃	Alga+	
T ₄	Turbo Organ	

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

2.2 AVALIAÇÕES

As avaliações foram feitas no estágio R_{5.5} e R₄, no Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP), localizado no Campus I do Centro Universitário de Patos de Minas - Unipam.

2.3 MASSA DE MATÉRIA SECA DE CAULE, FOLHA E VAGENS

Foi realizada a coleta de quatro plantas em cada repetição para as avaliações de massa seca aos 21 dias após a aplicação.

No momento da coleta das plantas, foi realizada a separação de folhas e caule. Posteriormente, esses órgãos foram colocados em sacos de papel individualizados, identificados e levados à estufa de secagem de ventilação forçada de ar a 65 °C, até a massa constante para a determinação da massa de matéria seca. O somatório de todos os órgãos resultou na massa de matéria seca total das plantas. As pesagens foram realizadas em balança digital com precisão de 0,01 grama.

2.4 NÚMERO DE NÓS TOTAIS, RAMIFICAÇÕES E NÚMERO DE VAGENS

Nas mesmas plantas utilizadas para a análise de massa seca, foi realizada a contabilização do número de nós totais, número de ramificações e número de vagens por planta.

2.5 ANÁLISES DO METABOLISMO OXIDATIVO

A determinação da atividade dos sensores do metabolismo oxidativo foi efetuada aos 15 dias após a aplicação.

2.6 ATIVIDADE DE ENZIMAS ANTIOXIDANTES

Para estas análises, as amostras de folhas foram coletadas entre oito e dez da manhã, horário em que as enzimas expressam maior atividade. Essas amostras foram colocadas em sacos plásticos e embrulhadas em papel alumínio. Em seguida, foram congeladas em nitrogênio líquido, a fim de paralisar todas as reações imediatamente.

As folhas foram maceradas utilizando-se nitrogênio líquido; depois foram adicionados 4 mL de tampão de fosfato de potássio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ pH 6,8 para a diluição do extrato. As amostras foram, então, transferidas para eppendorfs e centrifugadas a 10.000 rpm (6.000 g) por 30 min a $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Ao final, as amostras foram armazenadas a $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ para posterior determinação.

2.7 CONTEÚDO DE PROTEÍNA NA FOLHA

Para determinação do teor de proteína na folha, foi utilizada a metodologia descrita por Bradford (1976). Foram adicionados $20 \mu\text{L}$ de amostras e 1 mL do reagente de Bradford. Após 10 minutos, realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 595nm. Para obtenção da curva padrão de caseína, 100 mg de caseína foram adicionados a 5 mL de água. Posteriormente, foi adicionada solução de NaOH $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ até a completa dissolução da caseína. Quando dissolvido, o volume foi completado para 100 mL com água destilada. A partir dessa solução, foi obtida a curva padrão de caseína com base nas concentrações de 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e $1 \mu\text{g}$ de caseína mL^{-1} e 1 mL do reativo de Bradford.

2.8 ATIVIDADE DA PEROXIDASE

A atividade da POD foi determinada de acordo com Teisseire e Guy (2000). Para isso, foram adicionados a um tubo de ensaio $500 \mu\text{L}$ de tampão fosfato de potássio (50 mmol L^{-1} pH 6,5), $30 \mu\text{L}$ de extrato enzimático, $250 \mu\text{L}$ de pirogalol (1,2,3-benzenotriol) (20 mmol L^{-1}) e $220 \mu\text{L}$ de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (5 mmol L^{-1}), totalizando um volume de 1 mL. Posteriormente, os tubos de ensaio foram deixados por 5 minutos à temperatura em torno de $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Após esse período, a formação de purpurogalina foi determinada em espectrofotômetro UV-visível, a 430 nm. Para o cálculo da atividade da enzima, foi utilizado o coeficiente de extinção molar de $2,5 \text{ mmol L}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, sendo a atividade expressa em μmol de purpurogalina $\text{min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ de proteína.

2.9 ATIVIDADE DA CATALASE

Para a determinação da atividade da CAT, as amostras foram colocadas em um tubo de ensaio $1900 \mu\text{L}$ de tampão fosfato de sódio 50 mmol L^{-1} pH 7,0 + H_2O_2 $12,5 \text{ mmol}$

L⁻¹ e 100 µL de extrato enzimático, resultando em um volume final de 2 mL. As leituras de absorvância foram realizadas a 240 nm e foram avaliadas durante 50 segundos, para que ocorresse a estabilização da leitura. As leituras foram realizadas com luz ultravioleta e com a luz visível apagada. Além disso, foram utilizadas cubetas de quartzo, pois estas permitem uma melhor leitura nestas condições de avaliação. Para os cálculos da atividade da enzima, foi utilizado o coeficiente de extinção molar do H₂O₂ de 39,4 mmol L⁻¹ cm⁻¹. A atividade da catalase foi expressa em nmol de H₂O₂ consumido min⁻¹ mg⁻¹ proteína (PEIXOTO *et al.*, 1999).

2.10 PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA

Foi determinada de acordo com a técnica de Heath e Packer (1968), citados por Rama Devi e Prasad (1998). Para isso, foram pesados 200 mg do material vegetal moído, que foi homogeneizado em 4 mL de solução contendo ácido tiobarbitúrico (TBA) a 0,25% e ácido tricloroacético (TCA) a 10%. Em seguida, o conteúdo foi transferido para tubos de ensaio com rosca e papel filme e incubado em banho maria a 90 °C por 1 h. Após resfriamento, o homogeneizado foi centrifugado a 10.000 x g por 15 minutos à temperatura ambiente. O sobrenadante coletado de cada amostra foi submetido a leituras de absorvância em espectrofotômetro UV-visível a 560 e 600 nm.

2.11 PRODUTIVIDADE

As plantas foram colhidas no estágio R_{8/9} e trilhadas. Os grãos colhidos de cada parcela útil (duas linhas de quatro metros de comprimento) foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01 grama. O teor de água foi determinado, e foi efetuado o cálculo da produtividade (produção por unidade de área), com o teor de água corrigido para 13%.

2.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

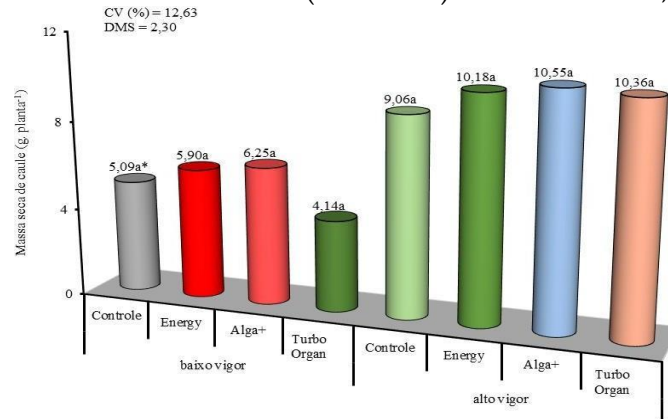
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelos testes de Tukey a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MASSA DE MATÉRIA SECA DE CAULE

Os dados de massa seca de caule não apresentaram diferença estatística, no entanto o maior incremento foi verificado nos tratamentos T₃ e T₇ (Alga+), que receberam o mesmo tratamento, porém em semente de baixo vigor e em sementes de alto vigor, respectivamente, com acréscimo de 22,78% e 16,44% em relação ao controle, respectivamente (Figura 1). O aumento na formação de estrutura de hastes pode definir vários componentes de produção, como o número de nós produtivos e folhas fontes que vão alimentar os órgãos produzidos.

Figura 1: Massa seca de caule de plantas de soja, no ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



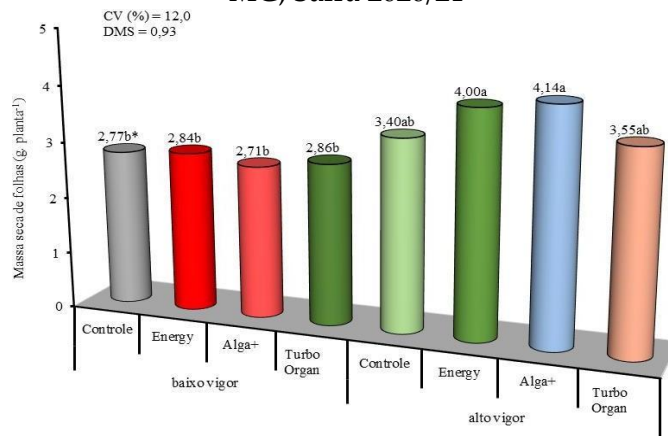
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

3.2 MASSA DE MATÉRIA SECA DE FOLHA

Os dados de massa seca de folha apresentaram diferenças estatísticas, com destaque para o tratamento T₂ (Energy) para sementes de baixo vigor com incremento de 3,24% em relação ao controle; para sementes de alto vigor, o tratamento T₇ (Alga+) apresentou um acréscimo de 21,76% em relação ao controle (figura 2). O aumento de massa seca de folha torna-se importante até o momento em que a planta atinge o IAF ótimo. Antes disso, o aumento da emissão de folhas potencializa a fotossíntese líquida de plantas. Acima desse valor, ocorre um aumento da respiração da planta, causando assim um decréscimo da fotossíntese líquida e, conseqüentemente, da produtividade.

Figura 2: Massa seca de folhas de plantas de soja no estágio no ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes” Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



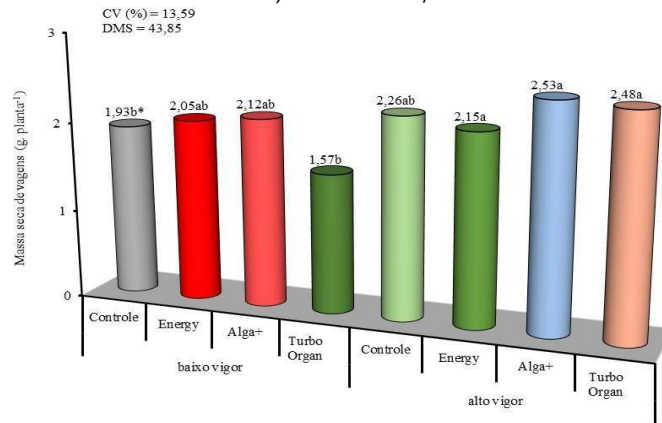
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

3.3 MASSA DE MATÉRIA SECA DE VAGENS

Os dados de massa seca de vagem apresentaram diferenças. O maior incremento foi verificado nos tratamentos T₃ e T₇ (Alga+) que receberam o mesmo tratamento, porém em sementes de baixo vigor e em sementes de alto vigor, respectivamente, com acréscimo de 9,84% e de 11,94% em relação ao controle, respectivamente (Figura 3). Isso representa que o potencial produtivo produzido desde o desenvolvimento inicial proporcionou acréscimo na fixação de vagens.

Figura 3: Massa seca de vagens de plantas de soja no ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



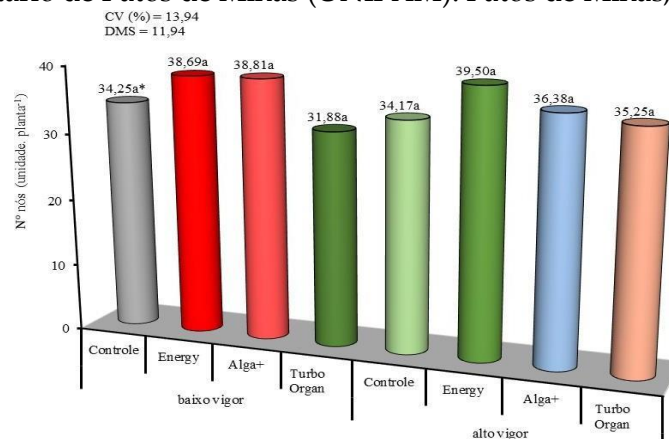
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021

3.4 NÚMERO DE NÓS TOTAIS

O número de nós não apresentou diferença estatística, mas o tratamento T₃ (Alga+) se destacou em sementes de baixo vigor, com um acréscimo de 13,31% no número de nós em relação ao controle. Já em sementes de alto vigor, o tratamento T₆ (Energy) apresentou um acréscimo de 15,59%, em relação ao controle (Figura 4).

Figura 4: Número de nós de plantas de soja no ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



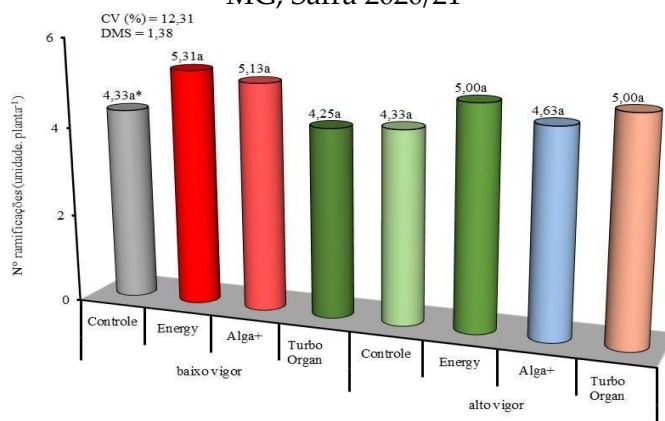
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021

3.5 NÚMERO DE RAMIFICAÇÕES

Os dados de número de ramificações não apresentaram diferença estatística, mas os maiores incrementos foram verificados nos tratamentos T₂ e T₆ (Energy), que receberam o mesmo tratamento, porém em semente de baixo vigor e em sementes de alto vigor, respectivamente, com acréscimo de 22,63% e 15,47% em relação ao controle, respectivamente (Figura 5). A formação de ramificações é um reflexo do desenvolvimento das raízes, pois o aumento de pontos de crescimentos radiculares ocasiona a formação de citocinina, responsáveis pela formação da diferenciação de gemas axilares em ramificações.

Figura 5: Número de ramificações de plantas de soja no ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



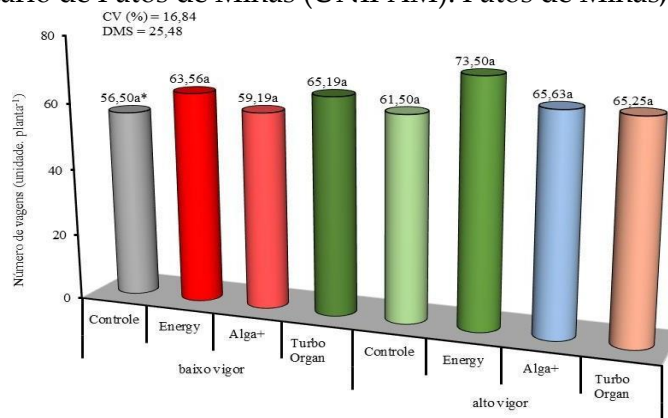
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021

3.6 NÚMERO DE NÚMERO DE VAGENS

Os dados de número de vagens não apresentaram diferença, porém houve um incremento no tratamento T₄ (Turbo Organ), nas sementes de baixo vigor, com acréscimo de 15,38%, em relação ao controle. Já nas sementes de alto vigor, o tratamento T₆ (Energy) se destacou, com acréscimo de 19,51%, em relação ao controle (Figura 6).

Figura 6: Número de vagens de plantas de soja no ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

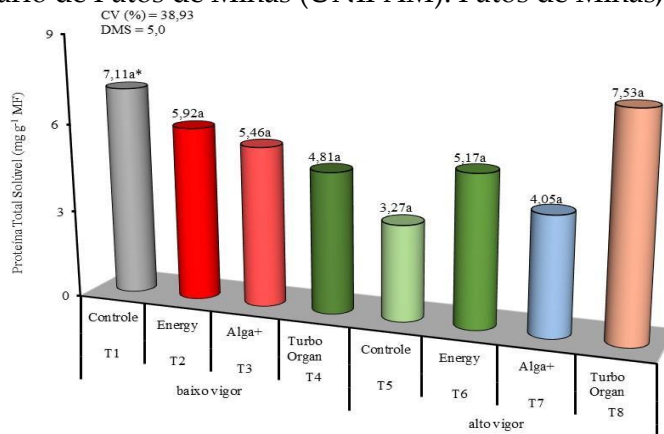
Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021

3.7 ANÁLISES DO METABOLISMO OXIDATIVE

3.7.1 Conteúdo de proteína foliar

Os dados de proteína solúvel total na folha não apresentaram diferença estatística. Todos os tratamentos foram superiores ao controle nas sementes de baixo vigor, mas, nas sementes de alto vigor, o tratamento T₈ (Turbo Organ) apresentou um acréscimo de 130,27% (Figura 7). O acréscimo no teor de proteína de folhas propicia a formação de maior quantidade de estruturas fotossintéticas e enzimas do metabolismo do carbono, nitrogênio e antioxidantes. Nas folhas de soja, a enzima RuBiSCO perfaz 50% do total de proteína solúvel (FELLER; ANDERS; MAE, 2008). Existe uma relação entre a velocidade de crescimento de grãos e enchimento deles. Segundo os autores, a disponibilidade de nitrogênio em órgãos vegetativos é decisiva para o prolongamento do período de enchimento de grãos.

Figura 7: Teor de proteína solúvel total para o ensaio intitulado: “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



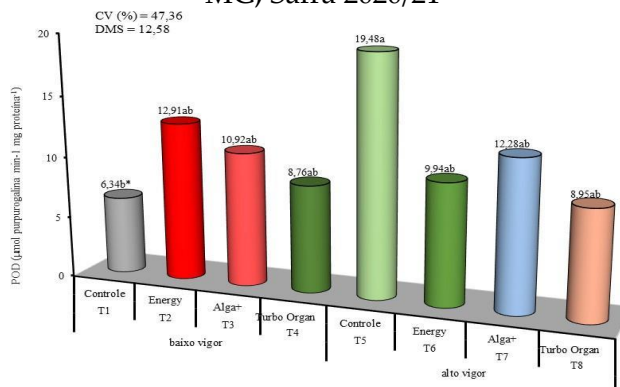
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

3.7.2 Atividade peroxidase

Quanto à atividade da POD, os tratamentos apresentaram diferença estatística. O tratamento T₂ (Energy) em sementes de baixo vigor destacou-se com incremento de 103,62% em relação ao controle. Em sementes de alto vigor, todos os tratamentos foram superiores ao controle. (Figura 8). Os tratamentos T₅ e T₇ também foram eficientes no aumento da atividade dessa enzima. As peroxidases são responsáveis pela catalisação do H₂O₂ e, por tal motivo, são importantes na desintoxicação celular.

Figura 8: Atividade da enzima peroxidase (POD) para o ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



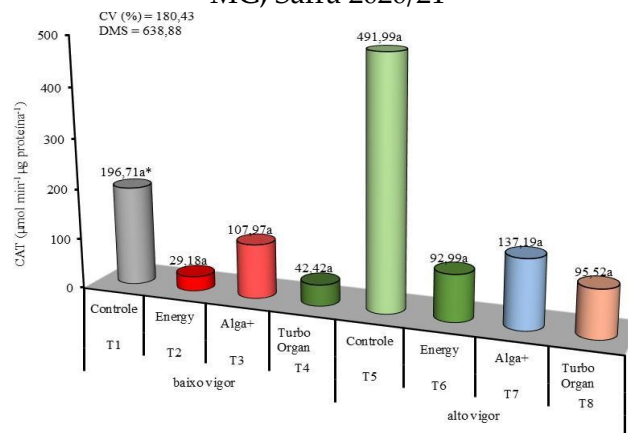
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

3.7.3 Atividade catalase

Analisando-se os resultados da enzima catalase, os tratamentos não apresentaram diferença estatística; o controle foi superior a todos os tratamentos, em sementes de baixo vigor e de alto vigor (Figura 9).

Figura 9: Atividade da enzima catalase (CAT) para o ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



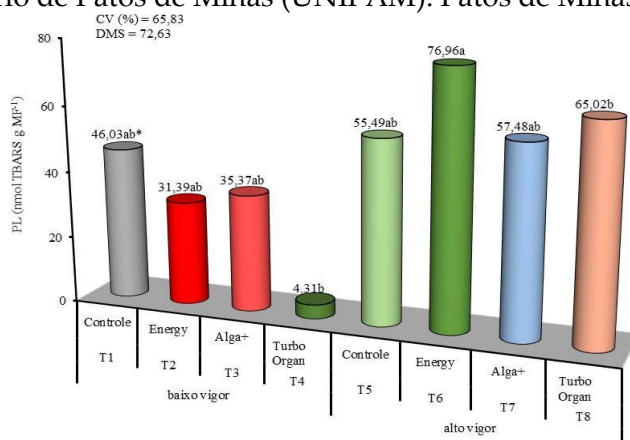
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

3.7.4 Peroxidação lipídica

Para a análise de peroxidação lipídica, os tratamentos apresentaram diferença estatística, porém o controle foi superior a todos os tratamentos, em sementes de baixo vigor e em sementes de alto vigor (Figura 10). Valores elevados de peroxidação lipídica significam uma alta taxa de lipoperoxidação, que podem induzir efeitos deletérios para as células vegetais. Isso porque as espécies reativas que induzem esse processo atuam em ácidos graxos de membrana, resultando na perda de rigidez, integridade e permeabilidade. Esse processo produz compostos carbonílicos como o malondialdeído.

Figura 10: Quantificação peroxidação lipídica para o ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



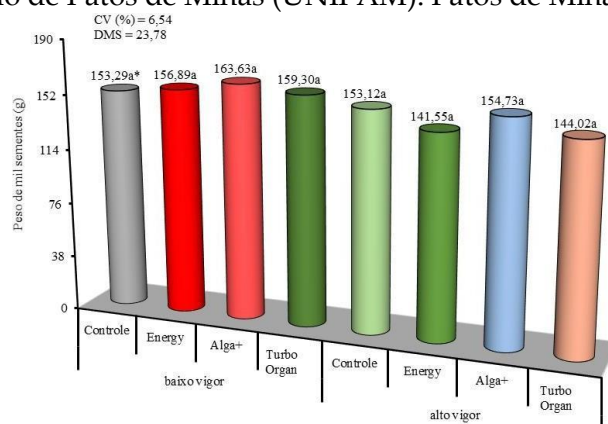
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

3.7.5 Massa de mil grãos

A massa de mil grãos não apresentou diferença estatística, mas, em sementes de baixo vigor, o tratamento T₃ (Alga+) destacou-se, com acréscimo de 6,74%, em relação ao controle. Em sementes de alto vigor, o tratamento T₇ (Alga+) destacou-se, com um pequeno acréscimo de 1,05%, em relação ao controle (Figura 11). O aumento da massa de grãos é uma consequência do fluxo de carboidratos. Nem sempre o aumento de produtividade é uma consequência do incremento da massa de grãos.

Figura 11: Peso de mil grãos de plantas de soja no ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



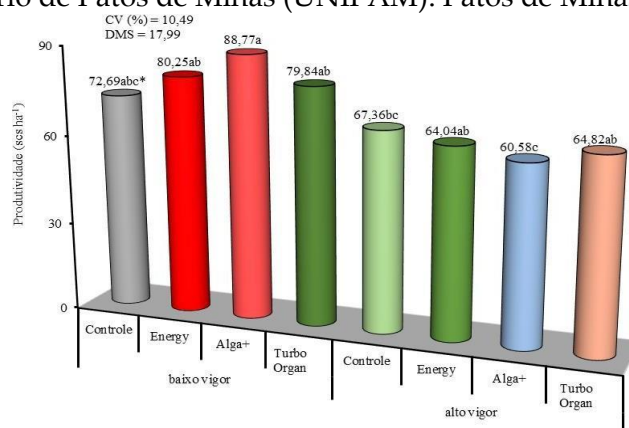
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

3.7.6 Produtividade

Os dados de produtividade apresentaram diferença estatística, com destaque para o tratamento T₃ (Alga+) em sementes de baixo vigor, com incremento de 22,12%. Já para sementes de alto vigor, o controle foi superior a todos os tratamentos (imagem 12). Nesse caso, a aplicação de Alga+ no florescimento em plantas de sementes de baixo vigor foi o que proporcionou maior destaque. Aparentemente, duas aplicações ocasionaram uma redução energética na planta. Em alguns casos, isso pode ser explicado pelo excesso de estímulo para indução de resistência, que causa uma restrição de energia para o crescimento.

Figura 12: Peso de mil grãos de plantas de soja no ensaio intitulado “comportamento fisiológico de plantas de soja oriundas de sementes de alto e baixo vigor submetidas a bioestimulantes”. Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP). Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG, Safra 2020/21



* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2020/2021.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que a aplicação de Alga+ em sementes de baixo vigor apresentou maior produtividade, neste experimento. Porém, nas outras análises, como massa de mil grãos e massa de vagens, Alga+ destacou-se em sementes de alto vigor.

REFERÊNCIAS

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 7, sétimo levantamento, abr. 2021.

FELLER, U.; ANDERS, I.; MAE, T. Rubiscolytics: fate of Rubisco after its enzymatic function in a cell is terminated. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 59, n. 7, p.1615-1624, 2008.

PEIXOTO, H. P. P.; CAMBRAIB, J.; SANT'ANA, R.; MOSQUIM, P. R.; MOREIRA, A. M. Aluminum effects on lipid peroxidation and the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 137-143, 1999.

RAMA DEVI, S.; PRASAD, M. N. V. Copper toxicity in *Ceratophyllum demersum* L. (Coontail), a free floating macrophyte: response of antioxidant enzymes and antioxidants. **Plant Science**, Amsterdam, v. 138, p. 157-165, 1998.

SOARES, L. H. **Manejo Fisiológico com base em tratamento de sementes e aplicação de organominerais via foliar para sistemas de alto potencial produtivo de soja**. 2013. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2013.

TEISSEIRE, H.; GUY, V. Copper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of duckweed (*Lemna minor*). **Plant Science**, Amsterdam, v.153, p.65-72, 2000.

WENDT, L.; MALAVASI, M. M.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; GOMES JÚNIOR, F. G. Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 166-171, 2017.

Desenvolvimento do cafeeiro sob diferentes fontes de nutrientes e épocas de aplicação

Coffee development under different sources of nutrients and times of application

MARIA EDUARDA SOUSA CAIXETA

Discente do curso de Agronomia - UNIPAM

E-mail: mariasousa1@unipam.edu.br

DIEGO HENRIQUE DA MOTA

Professor orientador - UNIPAM

E-mail: diegoh@unipam.edu.br

Resumo: São vários os agentes que interferem no desenvolvimento e na produtividade do cafeeiro. Dessa maneira, uma forma imprescindível para fornecer a demanda nutricional dessa planta é a adubação. Devido a isso, o objetivo deste trabalho é avaliar o desenvolvimento de uma lavoura de café submetida a diferentes fontes de nutrientes e a diferentes épocas de aplicação. O experimento foi instalado em uma lavoura de café Tupi, localizada na Fazenda Experimental Canavial – UNIPAM. O delineamento experimental foi com blocos casualizados, contendo 16 plantas por parcela, no esquema fatorial 3x3 com 4 repetições, com três tipos de fertilizantes (convencional, polimerizado e organomineral) e com três épocas de aplicação (novembro, novembro-janeiro, novembro-janeiro-fevereiro). Foram escolhidas 4 plantas centrais por parcela para serem feitas as avaliações de diâmetro e altura de planta, número de nós e comprimento de ramos. Foi avaliada também a produtividade média de grãos. Após as análises estatísticas, concluiu-se que, nos parâmetros de altura, diâmetro de planta, número de nós e comprimento de ramo, não houve diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, em relação à produtividade, a primeira época de adubação obteve incremento com as adubações convencional e organomineral comparadas com a adubação com fertilizante polimerizado.

Palavras-chave: Produtividade. Fertilizante. Incremento.

Abstract: Several agents interfere in the development and productivity of the coffee tree. Thus, fertilization is essential to supply the nutritional demand of this plant. Due to this, this study aimed to evaluate the development of a coffee crop subjected to different sources of nutrients and times of application. The experiment was installed in a Tupi coffee plantation located at Fazenda Experimental Canavial – UNIPAM. The experimental design was in randomized blocks, containing 16 plants per plot, in a 3x3 factorial scheme with four replications, three types of fertilizers (conventional, polymerized, and organomineral), and three application times (November, November-January, November-January-February). Four central plants were chosen per plot to evaluate plant diameter and height, number of nodes, and length of branches. The experiment also measured the average grain yield. After the statistical analyses, it was concluded that - for the parameters of height, plant diameter, number of nodes, and branch length - there occurred no statistical difference between the treatments. However, concerning productivity, the first fertilization season obtained an increase with conventional and organomineral fertilization compared with fertilization with polymerized fertilizer.

Keywords: Productivity. Fertilizer. Incremente.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma planta pertencente ao gênero *Coffea*. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. Espera-se, para a produção no ano de 2021, um volume total de cerca de 48.800 sacas do grão, apresentando uma área estimada em 1.824,7 mil hectares.

A cafeicultura é o setor brasileiro que gera maior empregabilidade no ramo do agronegócio. São mais de 7 milhões de empregos no país, trazendo uma fundamental importância para o progresso da comunidade (EMBRAPA, 2005).

De acordo com Viana *et al.* (2019), vários agentes interferem no desenvolvimento e na produtividade do cafeeiro, sendo assim, o controle da adubação na planta é imprescindível para fornecer sua demanda nutricional, já que, quando os nutrientes não são fornecidos de maneira adequada, há interferência no metabolismo das plantas, resultando em um atraso no seu crescimento (VIANA *et al.*, 2019). Nesse sentido, altos investimentos são feitos todos os anos com a finalidade de nutrir, de forma adequada, as plantas de café. Desse modo, vem sendo acarretada a criação e o desenvolvimento de diversas linhas de pesquisas em que se destaca a utilização de fontes que maximizem o aproveitamento das adubações, tornando-as mais eficientes (SANDY *et al.*, 2018).

Vários autores têm examinado a avaliação do potencial produtivo de café de forma indireta, tendo como objetivo aumentar a eficiência na seleção. Algumas analogias positivas com produtividade foram verificadas, como diâmetro da copa (DHALIWAL, 1968; SILVAROLLA *et al.*, 1997) e altura da copa (WALYARO; VOSSEN, 1979).

Outro fator importante para a produtividade de uma lavoura de café é a composição mineral do grão, que pode variar com o estado nutricional e com a quantidade de compostos orgânicos e compostos nitrogenados. Outros coeficientes significativos são o local de cultivo, a variedade do café, as adubações, entre outros (MALTA *et al.*, 2003).

Assim, para garantir o uso eficiente das principais fontes de nutrientes, destaca-se a combinação entre fertilizantes orgânicos e minerais. Dessa maneira, é possível obter maior rentabilidade com o aumento da fertilidade do solo (CAVALCANTE *et al.*, 2020).

Mediante as novas tecnologias de adubação e a sua importância no crescimento das plantas, é necessário que estudos sejam desenvolvidos para avaliar o efeito que elas causam em diferentes épocas de aplicação no cafeeiro, o que poderá determinar qual será a melhor adubação a ser utilizada e em que período será mais eficaz. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o desenvolvimento de uma lavoura de café submetida a diferentes fontes de nutrientes e a diferentes épocas de aplicação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi feito em uma lavoura de café localizada na Fazenda Experimental Canavial do Centro Universitário de Patos de Minas, possuindo a seguinte

coordenada geográfica: 18°36'34"S 46°29'16"W e uma altitude de 891 metros em relação ao nível do mar. Nessa lavoura, a cultivar utilizada foi a Tupi, que conta com uma área total de 1,2 ha e com idade de 10 anos. O clima da região é tropical, com inverno seco e verão chuvoso, chegando a precipitações superiores a 750 mm anuais, alcançando até 1800 mm.

O delineamento experimental utilizado foi de 16 plantas por parcela com espaçamento entre plantas de 0,5 metros e com espaçamento entre linhas de 2,7 metros, totalizando uma população de 7400 plantas por hectare. Dessa forma, o experimento foi disposto em delineamento com blocos casualizados, no esquema fatorial 3x3 com 4 repetições, sendo o primeiro fator os três tipos de fertilizantes (mineral convencional, mineral com polímero e Organomineral AgroCp) e o segundo fator as três épocas de aplicação (novembro, novembro-janeiro e novembro-janeiro-fevereiro), como descrito na Tabela 1. Assim, para evitar que o adubo fosse volatilizado, ele foi pesado e, em seguida, armazenado em sacos plásticos.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados

Fertilizante	Aplicação
Mineral convencional	Nov
	Nov-Jan
	Nov-Jan-Fev
Mineral com polímero	Nov
	Nov-Jan
	Nov-Jan-Fev
Organomineral AgroCp	Nov
	Nov-Jan
	Nov-Jan-Fev

Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Para as avaliações, foram escolhidas 4 plantas centrais dentro de cada parcela. Nesse sentido, foram feitas análises da altura e diâmetro das plantas. Além disso, também foi acompanhado o desenvolvimento de dois ramos na região do terço médio do cafeeiro, marcados com fita de cor rosa para facilitar a identificação, nos quais foi efetuada a medida do comprimento. Ademais, foi quantificado o número de nós marcados. Logo, todas as avaliações descritas acima foram retiradas da literatura de Rodrigues (2009) e Freitas *et al.* (2007).

Depois da realização das avaliações, foi executada a colheita dos grãos manualmente, por meio de derrça; em seguida, foi avaliada a produção de café beneficiado, na qual primeiramente foi feita a produtividade de grãos em quilogramas de café cereja por parcela e, sucessivamente, a conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare (CARVALHO, 2010).

Posteriormente, foi avaliado o quanto as plantas se desenvolveram de acordo com cada tratamento que foi efetuado e como isso afetou na produtividade através da análise de variância e dos testes estatísticos de F e Tukey.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Ao se observar o efeito dos diferentes tipos de fertilizantes (mineral convencional, mineral com polímero e organomineral AgroCp) e o parcelamento de adubação (novembro, novembro-janeiro e novembro-janeiro-fevereiro) em plantas de café, verificou-se, nas condições deste experimento, que os tratamentos não obtiveram resultados estatísticos distintos nas avaliações de altura, número de nós, diâmetro de planta e comprimento de ramo (Tabela 2).

Em trabalho similar, Neiva Júnior *et al.* (2018) evidenciaram ganhos superiores com o uso de diferentes tipos de fertilizantes organominerais, quando comparado ao uso da adubação com fertilizante mineral, diferindo dos resultados apresentados neste trabalho. Isso pode estar relacionado a características edafoclimáticas e ao tempo, uma vez que são parâmetros que influenciam o processo de liberação de nutrientes e ganhos em estrutura do solo (SANTOS *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2015).

Tabela 2: Médias de altura (cm), número de nós, diâmetro de planta (cm) e comprimento de ramo de cafeeiros em função de tipos de fertilizantes e parcelamentos de adubação

Altura (cm)				Nº de Nós			
Época	Mineral	MineralP	AgroCP	Época	Mineral	MineralP	AgroCP
Nov	236,25 aA	233,31 aA	226,37 aA	Nov	5,78 aA	7,06 aA	5,72 aA
Nov-Jan	247,81 aA	233,50 aA	244,68 aA	Nov-Jan	6,69 aA	6,31 aA	5,50 aA
Nov-Jan-Fev	240,38 aA	234,0 aA	242,81 aA	Nov-Jan-Fev	5,88 aA	6,00 aA	6,03 aA

Diâmetro de Planta (cm)				Comprimento de ramo			
Época	Mineral	MineralP	AgroCP	Época	Mineral	MineralP	AgroCP
Nov	205,06 aA	179,94 aA	181,31 aA	Nov	10,50 aA	11,91 aA	10,73 aA
Nov-Jan	185,69 aA	182,19 aA	180,56 aA	Nov-Jan	13,22 aA	10,34 aA	11,03 aA
Nov-Jan-Fev	186,25 aA	187,13 aA	197,43 aA	Nov-Jan-Fev	9,14 aA	10,19 aA	12,33 aA

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo Teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Outro fator verificado no estudo foi a produtividade do cafeeiro, constatando-se que, na primeira época de aplicação, o tratamento com fertilizante mineral convencional e o tratamento com fertilizante organomineral AgroCp obtiveram incremento na produtividade comparado ao tratamento com fertilizante mineral com polímero. No entanto, nas outras duas épocas de aplicação, todos os tratamentos alcançaram produtividade estatisticamente semelhante (Tabela 3).

Viviane *et al.* (2017) mostram em sua literatura que o tratamento com fertilizante organomineral obteve incremento de produtividade somente com uma aplicação, quando correlacionado ao parcelamento de três aplicações do fertilizante convencional. Sendo assim, quando aplicado três vezes, o fertilizante organomineral não demonstra diferença comparado com somente uma aplicação. Tal estudo mostra a eficiência do uso do organomineral em uma única aplicação para o cafeeiro, o que corrobora os resultados estatísticos deste trabalho.

Tabela 3: Médias dos valores de produtividade em função de tipos das fontes de fertilizantes e épocas de parcelamento na cultivar Tupi

Fontes	Época		
	1	2	3
Convencional	204.46aA	141.76aA	176.49aA
Polimerizado	122.48bA	175.53aA	165.88aA
Organomineral	151.42abA	184.21aA	116.69aA
CV (%): 28.03			
DMS: 79.17			

* Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Conforme as condições desse experimento, o aspecto que possivelmente contribuiu para que a maioria dos resultados não obtivesse distinção estatística foi o fato de ser o primeiro ano de estudo na área, uma vez que com um ano talvez não seja possível alcançar diferenças entre os tratamentos e o parcelamento utilizados. Outro agente que pode ter interferido nos resultados do trabalho foi a época em que as aplicações foram feitas, em que o primeiro parcelamento foi em novembro de 2020, e a capacidade de produção do cafeeiro em 2021 foi definida na florada de 2020, ocorrida antes das adubações. Nessa perspectiva, como a florada e o crescimento já haviam sido estabelecidos, os tratamentos não obtiveram diferenças estatísticas.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do cafeeiro sob diferentes fontes de nutrientes e épocas de aplicação não mostrou resultados similares estatisticamente entre os dois fatores: fonte e época, nas condições deste experimento. Concluiu-se que os fertilizantes (mineral convencional, mineral com polímero e organomineral AgroCp) e o parcelamento de adubação (novembro, novembro-janeiro e novembro-janeiro-fevereiro) não interferiram na altura, número de nós, diâmetro de planta e comprimento de ramo na cultura do café. Já em relação à produtividade, o fertilizante mineral convencional e o fertilizante organomineral obtiveram incremento na primeira época de aplicação em relação ao fertilizante mineral com polímero.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. de *et al.* Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 45, n. 3, p. 269-275, março 2010.

CAVALCANTE, V. S. *et al.* Adubação organomineral na nutrição e produtividade de café arábica. SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: AGROECOLOGIA E A

COMPREENSÃO DO SOLO COMO FONTE E BASE PARA A VIDA, 5., 2019, Viçosa.
Anais[...] Viçosa: Cadernos de Agroecologia, v. 15, 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**, v. 8, Safra 2021, n. 2, maio 2021 – Segundo Levantamento, 2021.

DHALIWAL, T. S. Correlations between yield morphological characters in Puerto Rican and Columnaris varieties of *Coffea arabica* L. **Journal of the Agricultural University of Porto Rico**, Puerto Rico, v. 52, p. 29-37, 1968.

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: 30 maio 2021.

FREITAS, Z. M. T. S. de *et al.* Avaliação de caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo entre cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 267-275, 2007.

MALTA, M. R. *et al.* Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1246-1252, 2003.

NEIVA JÚNIOR, F. *et al.* Fertilizante organomineral no crescimento de mudas e plantas jovens de café arábica. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais[...]** Brasília, DF: Embrapa Café, 2018. (1 CD-ROM), 2 p.

OLIVAS, D. B. L. **Cultivos consorciados de cafeeiro arábica**: caracterização morfológica, fisiológica e nutricional. 2018. 84 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. 2018.

RODRIGUES, V. G. S. **Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros arborizados e a pleno sol**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, Circular técnica, n. 112. 2009. 4 p.

SANDY, E. C. *et al.* Avaliação dos resultados do uso de fertilizantes organominerais Fertium NKS na cultura do café, durante 2 safras na região da Alta Mogiana – SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais[...]** Brasília: Embrapa Café, 2018. (1 CD-ROM), 2 p.

SANTOS, D. H. *et al.* Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida 18 com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 443-449, 2011.

SILVAROLLA, M. B. *et al.* Avaliação de progênies derivadas do híbrido timor com resistência ao agente da ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 47-58, 1997.

SMITH, G. H. *et al.* (2015) The Effect of OrganoMineral Fertilizer Applications on the Yield of Winter Wheat, Spring Barley, Forage Maize and Grass Cut for Silage. **Journal of Environmental Protection**, v. 6, p. 103-109.

TEIXEIRA, W. G. *et al.* Produção de matéria seca, teor e acúmulo de nutrientes em plantas de milho submetidas à adubação mineral e organomineral. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011. Uberlândia. **Anais[...]** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

VIANA, M. J. N. *et al.* Morfologia de cafeeiros cultivados com diferentes fontes de adubos fosfatados. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., Vitória. **Anais[...]** Brasília: Embrapa Café, 2019, 4 p.

VIVIANE, R. M. *et al.* **Incremento de produtividade e eficiência do uso do organomineral terra de cultivo em comparação com adubação mineral no cafeeiro.** 2017. Disponível em:
http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9392/213_43-CBPC-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 30 maio 2021.

WALYARO, D. J.; VOSSEN, H. A. M. van der. Early determination of yield potential in arabic coffee by applying index selection. **Euphytica**, Dordrecht, v. 28, p. 465-472, 1979.

Efeito de cepas de *Bacillus* sp. sobre a mortalidade de *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório

Effect of strains of Bacillus sp. on the mortality of Spodoptera frugiperda under laboratory conditions

THAIGORU SOARES DE SOUSA

Discente do curso de Agronomia - UNIPAM

E-mail: thaigoruss@unipam.edu.br

WALTER VIEIRA DA CUNHA

Professor orientador - UNIPAM

E-mail: walter@unipam.edu.br

Resumo: O trabalho objetivou avaliar, em laboratório, o efeito de diferentes cepas de *Bacillus* sobre a mortalidade de *S. frugiperda*. O experimento foi realizado no laboratório de Genética e Biotecnologia do UNIPAM, em Patos de Minas, utilizando lagartas e bactérias do acervo do laboratório. Os tratamentos foram os seguintes: testemunha, produto comercial e dez cepas aleatórias; com dez repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Inicialmente fizeram-se meio de cultura para desenvolvimento das bactérias e dieta para as lagartas. Posteriormente montou-se o bioensaio de patogenicidade, sendo a mortalidade verificada após sete dias. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (0,05% de significância). A testemunha, a cepa 1 e a cepa 8 não causaram a morte de lagartas, enquanto os demais tratamentos apresentaram diferentes níveis de mortalidade (entre 84 e 12%). Concluiu-se que algumas cepas de bactérias do gênero *Bacillus* podem promover a mortalidade de *S. frugiperda*.

Palavras-chave: Patogenicidade. Controle biológico. Lagarta do cartucho.

Abstract: This work aimed to evaluate, in a laboratory, the effect of different *Bacillus* on the mortality of *S. frugiperda*. The experiment was conducted in the laboratory of Genetics and Biotechnology of UNIPAM in Patos de Minas, using caterpillars and bacteria from the laboratory collection. The treatments were as follows: control, commercial product, and ten random strains, with ten repetitions, in an entirely randomized design. Initially, a culture medium for bacterial development and a diet for the caterpillars were prepared. Then, the pathogenicity bioassay was performed and mortality was checked after seven days. Data were subjected to analysis of variance and means were compared using Tukey's test (0.05% significance). The control, strain 1, and strain 8 did not result in caterpillar death, while the other treatments had varying levels of mortality (ranging from 84 to 12%) for *S. frugiperda*.

Keywords: Pathogenicity. Biological control. Fall armyworm.

1 INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é uma espécie que se destaca na agricultura brasileira, principalmente na cultura do milho, estendendo seus danos por todos os estádios de desenvolvimento da planta. Após a formação do cartucho, a lagarta se aloja em seu interior, dificultando as medidas de controle, principalmente o químico, mais utilizado pelos agricultores (BARCELOS; ANGELINI, 2018). 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 na diminuição da população (POLANCZYK, 2004). Dentro do segmento do controle biológico, surgiram os microrganismos entomopatogênicos, especialmente fungos, vírus e bactérias (FATORETTO *et al.*, 2007).

Um dos mais difundidos inseticidas biológicos, de natureza microbiana, é o gênero *Bacillus*. Essas bactérias gram-positivas, isoladas do solo, têm capacidade de produzir endotoxinas que afetam severamente o sistema digestivo das lagartas, levando-as à morte (HORTA *et al.*, 2017). Além disso, apesar de os produtos comerciais disponíveis serem limitados ao controle de lepidópteros, dípteros e coleópteros, estudos mostram que mais de 1000 espécies de insetos, pertencentes a várias ordens, são sensíveis a bactérias desse gênero (POLANCZYK, 2004). Outro fator importante é que essas bactérias não possuem efeito poluente, são inócuas aos mamíferos, a outros invertebrados e plantas (BERNARDES; THULER; THULER, 2018).

Como técnicas de controle de pragas pelo uso de *Bacillus*, podemos citar os bioensaios de patogenicidade, que são estudos realizados em laboratório, com a finalidade de selecionar cepas mais eficazes no controle dos insetos. A eficácia pode ser avaliada através dos testes de patogenicidade realizados contra algumas lagartas, entre elas, a *S. frugiperda* (BECHELENI *et al.*, 2017).

Assim, objetivou-se avaliar, em condições de laboratório, o efeito de diferentes cepas de *Bacillus* sobre a mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Laboratório de Genética e Biotecnologia (GENEB) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

2.1 ORIGEM DOS INSETOS PRAGA (SPODOPTERA FRUGIPERDA)

Utilizaram-se insetos (*Spodoptera frugiperda*) em fase larval, originados da criação já estabelecida no Laboratório de Genética e Biotecnologia (GENEB) do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

2.2 SELEÇÃO E ORIGEM DAS CEPAS BACTERIANAS (*Bacillus* sp.)

Foram selecionadas ao acaso dez cepas de *Bacillus* sp. do acervo do Laboratório de Genética e Biotecnologia (GENEB) do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

Estas foram obtidas por meio de coletas feitas no município de Patos de Minas, em diversos substratos, de acordo com a metodologia descrita no protocolo do laboratório.

2.3 PREPARO DOS ISOLADOS BACTERIANOS

Inicialmente foi preparado o meio de cultura Luria Bertani (LB) acrescido de sais (líquido), para crescimento da bactéria, apresentando a seguinte composição: glicose (1g), caldo nutritivo (8g), extrato de levedura (5g), triptona (10g), NaCl (5g), MgSO₄(0,3g), FeSO₄(0,02g), ZnSO₄(0,02g) e MnSO₄(0,02g). Cada um dos reagentes foi pesado separadamente e colocado em um Becker contendo aproximadamente 800 mL de água destilada. Os reagentes foram diluídos com auxílio de agitador magnético e, em seguida, utilizou-se pHmetro para acertar o pH do meio a 7,5, sendo a correção feita com solução base (NaOH 3M). Por fim, o volume foi aferido até 1000 mL.

Desse meio, foram distribuídos 40 mL em 24 erlenmeyers. Posteriormente, cada erlenmeyer foi vedado com algodão e envolto em tecido e papel alumínio, sendo autoclavado durante 15/20 minutos. Durante esse período, a capela de fluxo laminar foi limpa e permaneceu ligada sob luz UV. Após a autoclavagem, os erlenmeyers contendo o meio de cultura foram levados à capela, onde se realizou a inoculação utilizando-se 100µL de cada cepa da bactéria (BECHELENI *et al.*, 2017).

2.4 PREPARO DA DIETA DOS INSETOS

Foi preparada a dieta artificial para a realização dos testes de bioensaios para a *Spodoptera frugiperda*, apresentando a seguinte composição: feijão carioca (111,0g), ágar puro (13,6g), gérmen de trigo (52,8g), levedura de cerveja (33,8g), ácido ascórbico 99% (3,4g), ácido sórbico 99% (1,1g), nipagin-metil-parahidroxibenzonato (2,1g), formaldeído 36% (2,76 mL), solução inibidora - ácido propiônico 41,8%, ácido fosfórico 4,2% e água 54% (2,76mL), sendo colocados em recipientes separados.

O feijão foi colocado em imersão com 1 litro de água, durante 12 horas, sendo autoclavado por 30 minutos, em temperatura mínima, e 10 minutos, em temperatura média, após atingir 120°C (1 atm de pressão). O ágar foi colocado em um erlenmeyer, adicionando-se água destilada até o volume de 433 mL, sendo levado ao microondas por 10 minutos e retirado em intervalos de 1 minuto para se agitar a solução, com o auxílio de uma colher, até levantar fervura. Após esse processo, foi desligado e mantido em estufa a +/-70°C até o momento do preparo da dieta.

No liquidificador, trituraram-se o germe de trigo, a levedura de cerveja, o ácido ascórbico e o nipagin, com 466 mL de água destilada, durante 5 minutos. Posteriormente, foi adicionado a essa mistura o ágar e, depois, o feijão quente, triturando-se por mais 5 minutos.

A dieta então foi vertida em uma forma quadrada, sendo mantida sob luz UV por 20 minutos, de acordo com a metodologia descrita por Becheleni *et al.* (2017).

2.5 BIOENSAIO DE PATOGENICIDADE

O bioensaio de patogenicidade foi feito de acordo com a metodologia descrita por Becheleni *et al.* (2017). Utilizaram-se suportes de isopor para colocar os potes plásticos de 50 mL, identificados pelos registros das bactérias. Para cada tipo de isolado bacteriano, foram feitas 10 repetições, adicionando-se 1cm³ da dieta artificial. Utilizou-se uma alíquota de 165 µL em cada tratamento, sendo uma testemunha, um produto comercial e dez cepas bacterianas diferentes, totalizando-se 12 tratamentos. Como Testemunha (T₁), utilizou-se água destilada autoclavada isenta do patógeno. Além disso, utilizou-se nas mesmas proporções um produto comercial à base de *Bacillus* sp. (Dipel WG[®]), com uso bastante difundido entre os produtores. Esse produto é indicado para algumas lagartas, porém ainda não há recomendações para a *S. frugiperda* (T₂). Já as cepas bacterianas foram escolhidas ao acaso, no acervo do laboratório.

Após a secagem da cultura bacteriana adicionada à dieta, uma lagarta de segundo ínstar de *S. frugiperda* foi colocada em cada copo, devidamente fechado com tampa de acrílico. Foram testadas 10 lagartas por repetição, com um total de 110 lagartas testadas, mediante protocolo do Laboratório de Genética e Biotecnologia (GENEB).

Os bioensaios foram acondicionados na sala de experimentos climatizada sob as mesmas condições da sala de criação dos insetos (26 +/-2°C e fotoperíodo de 12 horas). Após sete dias da montagem, realizaram-se as avaliações para constatação da mortalidade das lagartas. Verificou-se a eficiência de controle de cada um dos isolados bacterianos, com as médias e as porcentagens da mortalidade dos insetos calculadas em cada um dos tratamentos.

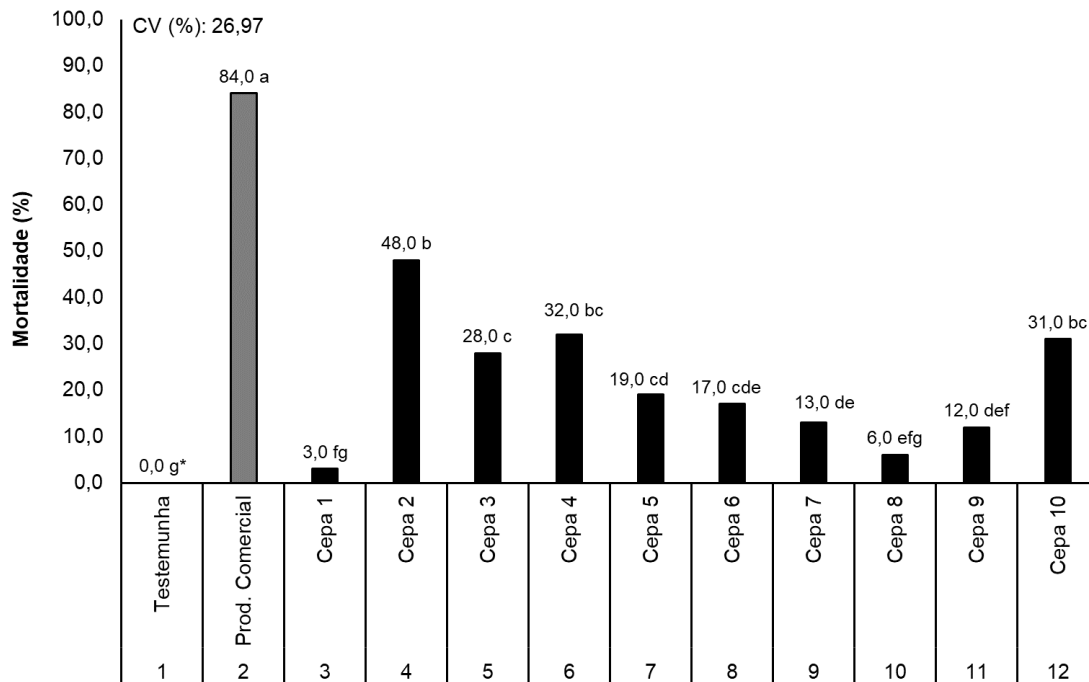
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram obtidos em porcentagem. Posteriormente foram transformados para realização dos testes estatísticos ($\arcsen * (\text{raiz de } x / 100)$). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A mortalidade das lagartas, verificada aos sete dias após a montagem do experimento, pode ser observada na Figura 1. A testemunha com água, a cepa 1 e a cepa 8 foram estatisticamente semelhantes, com média de 3% de mortalidade. Além disso, destacou-se o uso do produto comercial, com mortalidade de 84%. Entre as cepas oriundas do laboratório, as cepas 2, 4 e 10 apresentaram mortalidade acima de 30%; as demais foram entre 12 e 28%.

Figura 1: Mortalidade (%) de *S. frugiperda* no trabalho “Efeito de cepas de *Bacillus* sp. sobre a mortalidade de *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório”, Patos de Minas, MG. 2021



* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Esse resultado pode estar relacionado à presença ou não de proteínas específicas codificadas pelos genes *cry1Aa*, *cry1Ab* e *cry1Ac*, que são altamente tóxicos aos insetos da ordem dos lepidópteros. Para confirmar essa teoria, devem ser realizadas pesquisas futuras envolvendo a caracterização molecular das cepas testadas, determinando as proteínas envolvidas na atividade tóxica das cepas testadas (FATORETTO *et al.*; 2007; SILVEIRA *et al.*, 2011; BECHELENI *et al.*; 2017).

Outro fator a ser considerado, segundo Fatoretto *et al* (2007), é a quantidade de esporos viáveis em cada isolado, pois essa quantidade determina o nível de controle das lagartas. Isso pode explicar por que o produto comercial testado apresentou alto índice de controle, pois, segundo a bula, ele possui alto nível de esporos viáveis (mínimo de 27,5 bilhões por grama). Além disso, há os genes supracitados.

Ademais, é importante ressaltar que a manipulação das cepas no laboratório passa por diversas etapas, e qualquer alteração no seu manuseio pode alterar sua toxicidade: temperatura e umidade de cultivo, pH e quantidade de oxigênio dissolvido no meio de cultura (VALICENTE *et al.*, 2015).

Resultados semelhantes foram obtidos por Silveira *et al.* (2011), testando bactérias do gênero *Bacillus* no controle de Ácaro rajado (*Tetranychus urticae*). Becheleni *et al.* (2017) e Constanski *et al.* (2015) também encontraram diferentes níveis de mortalidade com diferentes cepas de *Bacillus*.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que bactérias do gênero *Bacillus* podem promover a mortalidade de lagartas *S. frugiperda*. Apesar disso, ainda devem ser realizados mais estudos para seleção e caracterização de cepas mais eficientes, não só nessa espécie de lagartas, mas também em outras.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, P. H. S.; ANGELINI, M. R. Controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) em diferentes tecnologias Bts (*Bacillus thuringiensis*) na cultura do milho. **Journal of Neotropical Agriculture**, Cassilândia, v. 5, n. 1, p. 35-40, 27 mar. 2018.

BECHELENI, F. R. C. *et al.* Aplicação Biotecnológica da bactéria *Bacillus thuringiensis* no controle biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda*. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 1-17, jul. 2017.

BERNARDES, J. V. A.; THULER, A. M. G.; THULER, R. T. Seleção de *Bacillus thuringiensis* isolados na região do triângulo mineiro para controle de *Spodoptera frugiperda*. SEMINÁRIO DE PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2018, Uberaba. **Anais [...]** Uberaba: Sepit, v. 2, p. 1-5, 2018.

CONSTANSKI, K. C. *et al.* Seleção e caracterização molecular de isolados de *Bacillus thuringiensis* para o controle de *Spodoptera* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 8, p. 730-733, ago. 2015.

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.

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, 1 abr. 2018.

HORTA, A. B. *et al.* Toxinas inseticidas de *Bacillus thuringiensis*. **Biotecnologia Aplicada à Agro & Indústria**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 737-774, 31 jan. 2017.

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.

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

EFEITO DE CEPAS DE *BACILLUS* SP. SOBRE A MORTALIDADE DE
SPODOPTERA FRUGIPERDA EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

SILVEIRA, L. F. V. *et al.* Seleção de isolados de *Bacillus thuringiensis* Berliner para *Tetranychus urticae* Koch. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p. 273-278, 2011.

VALICENTE, F. H. **Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2015. (Circular Técnica 208).

Efeito residual de macronutrientes na produtividade do cafeeiro submetido a diferentes doses e fontes de adubação

Residual effect of macronutrients on coffee productivity submitted to different doses and sources of fertilization

FLÁVIA MARINA SOUSA CORRÊIA

Discente do curso de Agronomia - UNIPAM

E-mail: flaviamarina@unipam.edu.br

DIEGO HENRIQUE DA MOTA

Professor orientador - UNIPAM

E-mail: diegoh@unipam.edu.br

Resumo: A nutrição mineral é um dos fatores mais limitantes para a produtividade do cafeeiro. Diante disso, novas tecnologias de fertilizantes podem proporcionar a diminuição de doses e maior aproveitamento dos nutrientes em maiores períodos de tempo, gerando assim menores custos de produção. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito residual de macronutrientes na produtividade do cafeeiro submetido a diferentes doses e fontes de adubação. No experimento, utilizou-se a cultivar de café Catuaí IAC 144. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), no esquema fatorial (3x4) +1, possuindo um total de 13 tratamentos e 4 blocos. Foram utilizados três tipos de fertilizantes (mineral convencional, mineral com polímero e organomineral) e 4 dosagens de aplicação (50, 75, 100 e 125% da dose de N e K recomendada), além do tratamento controle. Após a análise dos dados, concluiu-se que, em relação às doses de fertilizantes, não houve diferenças estatísticas significativas em relação tanto à produtividade quanto ao efeito residual de macronutrientes; no entanto, para o fertilizante organomineral, as doses de 100% e 125% não foram favoráveis ao incremento de matéria orgânica. O fertilizante polimerizado obteve resultados inferiores comparados aos de outras fontes na produtividade do cafeeiro, porém se destacou em relação ao efeito residual de enxofre disponível no solo.

Palavras-chave: Fertilizante. Cafeeiro. Produtividade.

Abstract: Mineral nutrition is one of the most limiting factors for coffee productivity. Because of this, new fertilizer technologies can provide reduced doses and greater utilization of nutrients over extended periods, thus generating lower production costs. The objective of this study was to evaluate the residual effect of macronutrients on the productivity of coffee trees submitted to different fertilizer doses and sources. The experiment used the coffee cultivar Catuaí IAC 144. The experimental design was randomized block design (BCT), in a factorial scheme (3x4) +1, with a total of thirteen treatments and four blocks. Three types of fertilizers were used (conventional mineral, mineral with polymer, and organo-mineral) and four application dosages (50, 75, 100, and 125% of the recommended doses of N and K), as well as a control treatment. After data analysis, it was concluded that, concerning the fertilizer doses, there were no statistically significant differences in both productivity and residual effect of macronutrients; however, for

the organomineral fertilizer, the dosages of 100% and 125% were not favorable for the increment of organic matter. The polymerized fertilizer obtained inferior results compared to the other sources in coffee yield but stood out in relation to the residual effect of sulfur available in the soil.

Keywords: Fertilizer. Coffee tree. Productivity.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do café ocupa posição de destaque desde sua chegada ao Brasil, apresentando vital relevância nos âmbitos social e econômico. É uma das bebidas mais consumidas do mundo e o quinto commodity agrícola mais exportado no país (MAPA, 2017). Além disso, a cafeicultura é o setor do agronegócio que mais emprega pessoas, devido à grande demanda de mão de obra, apresentando papel importante na fixação do homem no campo, na arrecadação de impostos e na geração de renda para os trabalhadores (EMBRAPA, 2005).

A produção de café no Brasil é a maior mundialmente; o Estado de Minas Gerais é o principal produtor. No entanto, por ser uma cultura sensível, fatores como a deficiência nutricional, o ciclo bienal e os estresses bióticos e abióticos podem prejudicar de forma significativa os índices de produtividade (FIALHO *et al.*, 2010). 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%, comparando-se com o mesmo período do ano anterior (CONAB, 2021).

Diante disso, a nutrição mineral adequada é um elemento fundamental para o desenvolvimento das plantas, tendo em vista que os nutrientes exercem funções no metabolismo vegetal, na anatomia e na composição química, atuando desde os processos fotossintéticos até a resistência contra patógenos (POZZA, 2001). Nesse contexto, novas tecnologias relacionadas ao uso e 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 pela sua alta eficiência de aplicação.

A adubação química proporciona a produtividade imediata das culturas, no entanto sucessivas aplicações de fertilizante são necessárias ao manejo, devido ao rápido esgotamento de nutrientes disponíveis para as plantas. Esses fertilizantes provocam gastos excessivos, desgastes no solo e limitações 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).

Desse modo, as diferentes dosagens e fontes de adubação interferem na dinâmica da solução do solo, refletindo na relação entre a planta e os nutrientes fornecidos. Diante disso, é de suma importância o monitoramento dos nutrientes na solução do solo, principalmente dos requeridos em maior quantidade e que desempenham processos fundamentais na planta como os macronutrientes. Para a realização da adubação, é muito importante identificar o efeito residual dos fertilizantes,

pois é possível escolher a dose e as épocas certas a serem aplicadas para um melhor aproveitamento da fonte de nutrientes utilizada (ANTONIO, 2018).

Nesse sentido, pesquisas vêm sendo aplicadas na diminuição e aproveitamento de fertilizantes e no efeito residual de nutrientes, no entanto são escassos os estudos em culturas perenes. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito residual de macronutrientes na produtividade do cafeeiro submetido a diferentes doses e fontes de adubação.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Canavial, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), cujas coordenadas geográficas são: 18°36'34"S e 46°29'16"W, a uma altitude de 891 metros em relação ao nível do mar. Segundo o método de Köppen, o clima da região é tropical, com estação seca e precipitação anual superior a 750 mm. A cultivar de café utilizada foi a Catuaí IAC 144, com idade de 15 anos, em um espaçamento de 2,7 por 0,5 metros e população total de 7400 plantas por hectare. O solo do local é identificado como um Latossolo Vermelho distrófico de textura média (LVm).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), no esquema fatorial (3x4) +1, com um total de 13 tratamentos e 4 blocos. Foram utilizados nos tratamentos três tipos de fertilizantes (mineral convencional, mineral com polímero e organomineral) e 4 dosagens de aplicação (50, 75, 100 e 125% da dose de N e K recomendada), além do tratamento controle que não houve adição de fertilizantes (Tabela 1). Foram usados os fertilizantes com as seguintes formulações de NPK: 20-02-20 para o mineral convencional, 16-02-16 para o mineral com polímero e 14-02-14 para organomineral.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, Patos de Minas (MG), 2021

Tratamentos	Descrição	Dose (Kg/parcela)
T1	Controle	-
T2	Mineral convencional 50%	2,16
T3	Mineral convencional 75%	3,24
T4	Mineral convencional 100%	4,32
T5	Mineral convencional 125%	6,48
T6	Mineral com polímero 50%	2,70
T7	Mineral com polímero 75%	4,05
T8	Mineral com polímero 100%	5,40
T9	Mineral com polímero 125%	8,10
T10	Organomineral farelado 50%	3,09
T11	Organomineral 75%	4,63
T12	Organomineral 100%	6,17
T13	Organomineral 125%	9,26

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

O experimento foi constituído por 16 plantas por parcela, sendo adotadas como plantas úteis as 10 centrais. Os adubos utilizados foram pesados em balança digital e armazenados em sacos plásticos. A aplicação dos fertilizantes foi feita de forma manual abaixo da saia do café do lado esquerdo dos pés das plantas, no mês de novembro.

A análise residual de macronutrientes avaliou os teores de cálcio, enxofre, fósforo mehlich, magnésio e potássio. Além disso, foi avaliado o valor de matéria orgânica referente às doses do fertilizante organomineral para verificar se a adubação com ele proporciona um incremento na quantidade de matéria orgânica no solo. Nesse sentido, após a colheita do café foi coletada aleatoriamente 1 amostra de solo por parcela, com profundidade de 0-20 centímetros com o auxílio de um trado sonda. Posteriormente, as amostras foram levadas ao Laboratório Central de Análise de Fertilidade do Solo (CEFERT), localizado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), onde foram analisadas segundo a metodologia Embrapa 2009 e foi emitido o laudo.

Já para análise de produtividade, foi feita a coleta manual do café, por meio do método de derriça nas plantas marcadas, as quais foram 4 plantas por parcela. Em seguida, os frutos de café colhidos foram armazenados em sacarias de fio de plástico trançado, separando-os por tratamento, e, posteriormente, foram pesados. Assim, obteve-se o volume em litros de cada parcela.

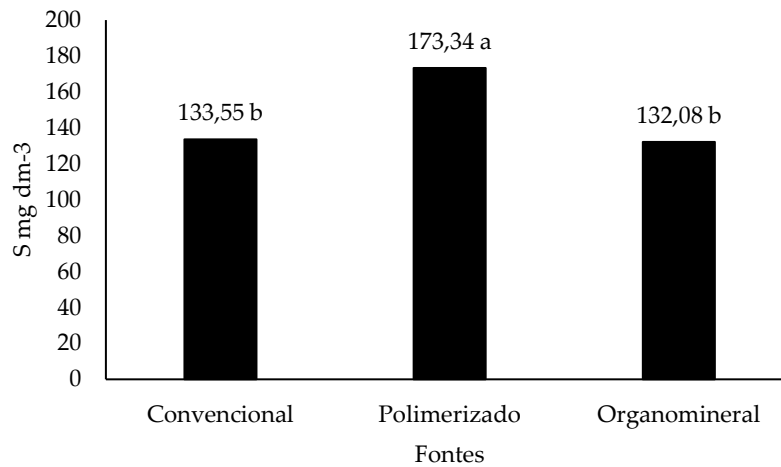
Finalmente, foram realizadas as médias dos tratamentos, e os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo software Sisvar e, quando significativos pelo teste F, foram avaliados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de efeito residual de macronutrientes disponíveis no solo para o cafeeiro submetido a diferentes fontes e doses de adubação evidenciaram que, nas condições deste experimento, os resultados estatísticos não tiveram distinção para os teores de cálcio, fósforo mehlich, magnésio e potássio. Em contrapartida, foi observada uma diferenciação nas médias dos valores de enxofre, em que o fertilizante polimerizado teve uma resposta mais favorável em comparação aos fertilizantes convencional e organomineral, apresentando 173,34 mg dm⁻³ (Figura 1).

No estudo de Chaves (2000), avaliando o efeito das adubações mineral, orgânica, organomineral e verde na fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro, foi observado que a adubação mineral proporcionou maior acidez no solo, no entanto elevou a produtividade. Nesse mesmo trabalho, ocorreram aumentos de Ca, Mg, K e CO com a utilização de adubo verde, concluindo, assim, que o adubo orgânico e verde apresentou uma melhora significativa na nutrição e na produção e da cultura, além de ter tido um melhor custo benefício.

Figura 1: Médias dos valores de enxofre encontrados no solo em função de tipos de fertilizantes na cultivar Catuaí



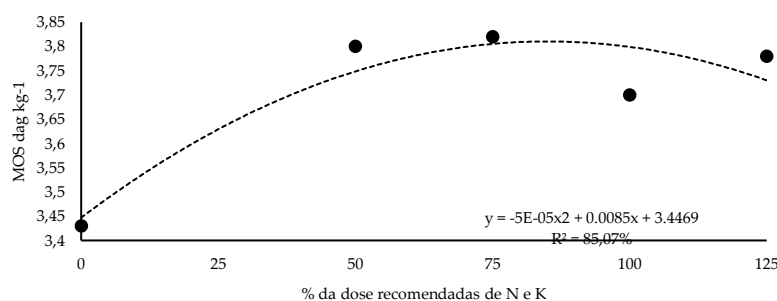
Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo Teste F, ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) 33,76; DMS: 37,96

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

De acordo com a Figura 2, é possível verificar pela regressão que as doses de 50% e 75% de N e K fornecidas pelo fertilizante organomineral tiveram resultados mais satisfatórios no acréscimo de matéria orgânica. Com efeito, pode-se destacar que o aumento de doses não foi favorável devido à diminuição significativa na disponibilidade de matéria orgânica.

Segunda a literatura, a dissolução de um adubo com baixa solubilidade é beneficiado de maneira especial pela presença de matéria orgânica, que auxilia na diminuição da adsorção de fósforo na solução do solo. Candido *et al.* (2013) verificaram, em pesquisa, que o fertilizante organomineral granulado apresentou melhores médias no desenvolvimento vegetativo do cafeeiro, devido ao maior aporte de nutrientes, tendo contribuído possivelmente em tais resultados o conteúdo de matéria orgânica na composição do fertilizante.

Figura 2: Médias dos valores de matéria orgânica no solo em função das doses adotadas do fertilizante organomineral na cultivar Catuaí



CV (%) 33,76; DMS: 37,96

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Diante dos dados de análise de produtividade apresentados na Tabela 2, pode-se observar que não houve discrepâncias estatísticas significativas no volume em litros das parcelas dos tratamentos em relação à diferença de doses. Entretanto, avaliando as fontes utilizadas, é possível perceber que, na adubação polimerizada, as doses de 50% e 75% obtiveram resultados inferiores comparadas com a mesma dosagem para os fertilizantes mineral e organomineral, evidenciando assim que o adubo com polímero teve mais desvantagem na produtividade do cafeeiro.

Esses resultados corroboram o trabalho de Lima *et al.* (2015), que, testando as fontes de ureia convencional, ureia polimerizada e nitrato de amônio em diferentes doses na produtividade e no crescimento de café irrigado, evidenciaram que a ureia polimerizada teve resultados positivos em relação ao controle, porém não foi o tratamento com melhor desempenho em produtividade. Silva (2017), ao testar a influência de fontes de fertilizantes organominerais e de liberação lenta na qualidade do café e na sua produção, não observou efeitos distintos entre as características avaliadas.

Tabela 2: Médias para volume de parcela (L) de cafeeiros em função de tipos de fertilizantes e doses de adubação

Dose	Volume da Parcela (L)		
	Mineral	Polimerizado	Organomineral
50%	39,50 Aa	31,00 Ab	40,00 Aa
75%	39,50 Aa	36,75 Ab	36,25 Aa
100%	47,00 Aa	53,75 Aa	43,00 Aa
150%	39,75 Aa	40,00 Aa	41,50 Aa

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo Teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Os resultados obtidos na condição do experimento possivelmente foram influenciados pelo período de tempo em que foram feitas as adubações, visto que, para melhores resultados analisando o nutriente residual, o estudo precisa ser repetido nos anos subsequentes, levando em conta que o cafeeiro é uma cultura perene. Além disso, a distinção de solubilização dos fertilizantes pode ter interferido no efeito residual de macronutrientes e na produtividade do café.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que, em relação às doses de fertilizantes, não houve diferenças estatísticas significativas tanto na produtividade quanto no efeito residual de macronutrientes. No entanto, para o fertilizante organomineral, as doses de 100% e 125% não foram favoráveis ao incremento de matéria orgânica, sendo os maiores valores encontrados para essa variável com a aplicação de 75% da dose recomendada. O fertilizante polimerizado obteve resultados inferiores comparados às outras fontes na produtividade do cafeeiro, porém se destacou em relação ao efeito residual de enxofre disponível no solo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. F. **Efeito da adubação na redução dos efeitos da bienalidade do café**. 2019. 25 f. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia, Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, Goiânia, 2019.
- ANTONIO, N. P. **Contribuição da mucuna-cinza no fornecimento de macronutrientes para a produção de brócolis**. 2018. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.
- BRASIL. Instrução normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizante destinados à agricultura. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 5, 2009.
- CANDIDO, A. O. *et al.* Fertilizantes organominerais no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Anais [...]** Brasília: Embrapa Café, 2013. 4 p.
- CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. *In*: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2010. cap. 1, p. 5-46.
- CHAVES, J. C. D. Efeito de adubações mineral, orgânica e verde sobre a fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos**. Brasília, DF: Embrapa Café, Belo Horizonte: Minasplan, 2000, v. 2, p. 1389-1392.
- 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. 2021.
- 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. 2021.
- EMBRAPA. **Consumo mundial de café atinge 167,5 milhões de sacas de 60kg no ano-cafeeiro 2019-2020**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57360815/consumo-mundial-de-cafe-atinge-1675-milhoes-de-sacas-de-60kg-no-ano-cafeeiro-2019-2020>. Acesso em: 02 jun. 2021.

FERNANDES, A. L. T.; FRAGA JÚNIOR, E. F. Doses nitrogenadas convencionais e nitrogênio polimerizado na produtividade e maturação do cafeeiro irrigado. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 7, p. 37-41, 2010.

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.

FRANCO, M. H. R. **Biochar e fertilizantes especiais no crescimento inicial da cultura do milho**. 2019. 100 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

GAZOLA, Rodolfo de Niro *et al.* Efeito residual da aplicação de fosfato monoamônio revestido por diferentes polímeros na cultura de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 876-884, nov./dez. 2013.

GUEDES, A. F. **Efeito residual de adubos verdes em cultivos de café e feijão**. 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

LIMA, L. C. *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. 2015.

MAPA. **Café no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 02 jun. 2021.

MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto *et al.* Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, suplemento, p. 838-848, nov./dez. 2014.

OLIVEIRA, D. P. **Fontes de matéria orgânica para a formulação de fertilizantes organominerais peletizados no desenvolvimento da cultura do sorgo**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

OLIVEIRA, P.; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. **Revista Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belos, v. 5, n. 4, p. 18-32, 2012.

POZZA, Adélia Aziz Alexandre *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.

SHAVIV, A. Advancer in controlled-release fertilizer. **Advances in Agronomy**, [S. l.], v. 71, p. 1-49, 2001.

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

TOMASZEWSKA, M.; JARPSOEWICZ, A.; KARAKKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. **Deslination**, Nottingham, v. 146, n. 3, p. 319-323, 2002.

ZAHRANI, S. Utilization of polyethylene and paraffin waxes as controlled delivery systems for different fertilizers. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, Washington, v. 39, n. 3, p. 367-371, 2000.

Fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja

Phosphate fertilizers with technology associated in soybean culture

PEDRO PAULO ANDRADE DE SOUZA MELO

Discente do curso de Agronomia - UNIPAM
E-mail: pedropasmelo@unipam.edu.br

CARLOS HENRIQUE EITERER DE SOUZA

Professor orientador - UNIPAM
E-mail: carloshenrique@unipam.edu.br

Resumo: O fósforo (P) é um dos macronutrientes mais importantes para a planta. Esse mineral, no solo, apresenta menor disponibilidade, por ter baixa mobilidade, porém é móvel na planta. Devido a esses fatores, uma das alternativas encontradas para se evitar esta perda é a utilização de fertilizantes com tecnologia associada. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar fontes fosfatadas com tecnologia associada no cultivo da soja, mostrando, dessa forma, se as fontes e doses se diferiam quanto à dinâmica de fornecimento do nutriente, de acordo com as análises avaliadas. O experimento foi conduzido na fazenda Leblon, localizada no município de Patos de Minas, MG. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial de 3x4+1 com quatro repetições. Foram três fontes fosfatadas: 09-26-16 (com NPK no mesmo grânulo) com tecnologia de polímero de liberação lenta, 04-30-10 (com NPK em grânulos separados) com tecnologia de revestimento de liberação lenta e 04-30-10 convencional. Utilizaram-se quatro doses: 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (70% da dose recomendada); 96 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (80% da dose recomendada); 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (100% da dose recomendada); 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (120% da dose recomendada), além do tratamento adicional sem aplicação de fertilizante fosfatado. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as fontes foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância, e as doses ajustadas ao modelo de regressão. Para avaliação de peso de 100 grãos, teor foliar de P, fósforo no grão e produtividade, houve ajuste de regressão linear. Para a avaliação de P residual, não se obtiveram resultados significativos. A utilização dos fertilizantes com tecnologia associada demonstrou aumento da eficiência agrônômica dos fertilizantes. Concluiu-se que a cultura da soja é responsiva a crescentes doses de fertilizantes fosfatados com e sem tecnologia associada.

Palavras-chave: Fósforo. Polímeros. Regressão e eficiência agrônômica.

Abstract: Phosphorus (P) is one of the most important macronutrients for the plant. This mineral is less available in the soil because it has low mobility but is mobile in the plant. Due to these factors, one of the alternatives found to avoid this loss is fertilizers with associated technology. Therefore, the objective of this work was to evaluate phosphate sources with associated technology in soybean cultivation, thus showing whether the sources and doses differed in terms of the dynamics of nutrient supply, according to the analyses evaluated. On the Leblon farm - located in the municipality of Patos de Minas, MG - the experiment was conducted. In a 3x4+1 factorial scheme with four repetitions was used a randomized block design (BCT). There were

three phosphate sources: 09-26-16 (with NPK in the same granule) with slow-release polymer technology, 04-30-10 (with NPK in separate granules) with slow-release coating technology, and conventional 04-30-10. With four doses; 84 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (70% of the recommended dose); 96 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (80% of the recommended dose); 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (100% of the recommended dose); 144 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (120% of the recommended dose) plus additional treatment without application of phosphate fertilizer. Data were subjected to analysis of variance, and when significant, sources were compared by Tukey test at 0.05 significance and doses adjusted to the regression model. There was a linear regression fit for the evaluation of 100 grain weight, foliar P content, grain phosphorus, and yield. For the evaluation of residual P, no significant results were obtained. The fertilizers used with associated technology demonstrated an increase in the agronomic efficiency of the fertilizers. It was concluded that soybean is responsive to increasing doses of phosphate fertilizers with and without associated technology.

Keywords: Phosphorus. Polymers. Regression and agronomic efficiency.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill), hoje cultivada em ampla escala mundial, é muito diferente dos seus ancestrais que lhe deram origem. Nos seus primórdios, a soja era caracterizada como uma planta rasteira e habitava a costa leste da Ásia, principalmente a região norte da China, de onde essa cultura é originada. Sua evolução ocorreu de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (DALL'AGNOL, 2007). No Brasil, foi introduzida por Gustavo Dutra, em 1882, no Estado da Bahia (D'UTRA, 1882).

A cultura é um dos principais cereais produzidos no mundo, e no Brasil ela se caracteriza como a principal cultura do agronegócio brasileiro. De acordo com o primeiro levantamento da safra de grãos 2020/21, divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a produção está estimada em 268,7 milhões de toneladas, superando em cerca de 11 milhões de toneladas o recorde de 257,7 milhões de toneladas da última safra, mantendo o Brasil como principal produtor da oleaginosa do mundo, na frente dos EUA. O estudo também aponta crescimento na área cultivada, na ordem de 1,3%. A expectativa é que, nessa safra, o plantio ocupe cerca de 66,8 milhões de hectares, o que corresponde a 879,5 mil hectares a mais (CONAB, 2021).

Para se atingir a produtividade desejada, a planta necessita de boa fertilidade do solo, com oferta de nutrientes nas dosagens corretas, para que não haja desequilíbrio nos sistemas internos da planta. Um dos nutrientes de suma importância é o fósforo (P), estando presente em componentes de estrutura das células e metabólicos móveis armazenadores de energia, como ATP (SOUZA, 2014).

O fósforo (P) atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e transferência de energia, na divisão e crescimento celular, entre outros processos que ocorrem na planta. O fósforo promove a rápida formação e crescimento do sistema radicular, melhora a qualidade dos frutos, hortaliças e grãos, sendo vital para a formação da semente (NOVAIS *et al.*, 2007).

Em relação ao fósforo no solo, além de se encontrar em baixas concentrações, sua disponibilidade para as plantas se torna baixa, em virtude das reações de adsorção

pelos óxidos e de precipitação com ferro e alumínio (BEDIN *et al.*, 2003). O fósforo se encontra na forma P não lábil em sua maior parte no solo, sendo necessário, dessa maneira, que se aumente a fração desse mineral disponível para plantas. Segundo Dobermann *et al.* (2002), foi observado grande aumento da proporção das frações mais lábeis de P inorgânico à medida que foi adicionado fósforo ao solo, por meio da aplicação de adubos minerais solúveis. Os mesmos autores observaram que a adição de fertilizantes pouco solúveis, como os fosfatos naturais, pouco contribuiu para que ocorresse o aumento das frações de P lábil.

Portanto, torna-se importante desenvolver e validar estratégias que têm como visão melhorar a eficiência da adubação fosfatada. Dentre as alternativas, uma que vem se destacando cada vez mais é o revestimento dos fertilizantes fosfatados com polímeros, que consiste em revestir os grânulos dos fertilizantes com camadas que combinem minerais e polímeros especiais que potencializam a eficiência dos fertilizantes, acarretando um melhor aproveitamento desse nutriente pelas plantas (SOUZA, 2014).

Pelo fato de se buscar cada vez mais tecnologias que visem ao aumento da produtividade, menores custos de produção, o presente trabalho teve como objetivo avaliar fontes fosfatadas com tecnologia associada no cultivo da soja, mostrando, dessa forma, se as fontes e doses se diferiam quanto à dinâmica de fornecimento do nutriente, verificando qual fonte e dose se sobressaiu em virtude da produtividade e das variáveis analisadas.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na fazenda Leblon, com as coordenadas 18°40'39.7"S 46°32'18.2"W, localizada no município de Patos de Minas, MG. O solo da área tem características de área de lavoura comercial sob Latossolo Vermelho Distrófico Argiloso. A área do experimento denota histórico plantio de cana de açúcar. Antes da implantação do experimento, foi coletado solo e, posteriormente, foram realizadas análises químicas. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial de 3x4+1 com quatro repetições.

Tabela 1: Análise química do solo sobre palhada de cana de açúcar na cultura da soja, em Patos de Minas, MG, 2021

pH	M.O.	P-rem	P-meh	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al	SB	t	T	V	m
águ a	dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹	mg dm ⁻³					cmol _c dm ⁻³					%
6,4	3,9	5,17	2,68	17,6 5	4,4	1,7	0,04	1,9	6,15	6,19	8,05	76,3 8	0,65

Extratores: pH em água, K e P-assimilável por Mehlich⁻¹, P-remanescente, teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial por Acetato de Cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titulometria, segundo metodologia da Embrapa (2009).

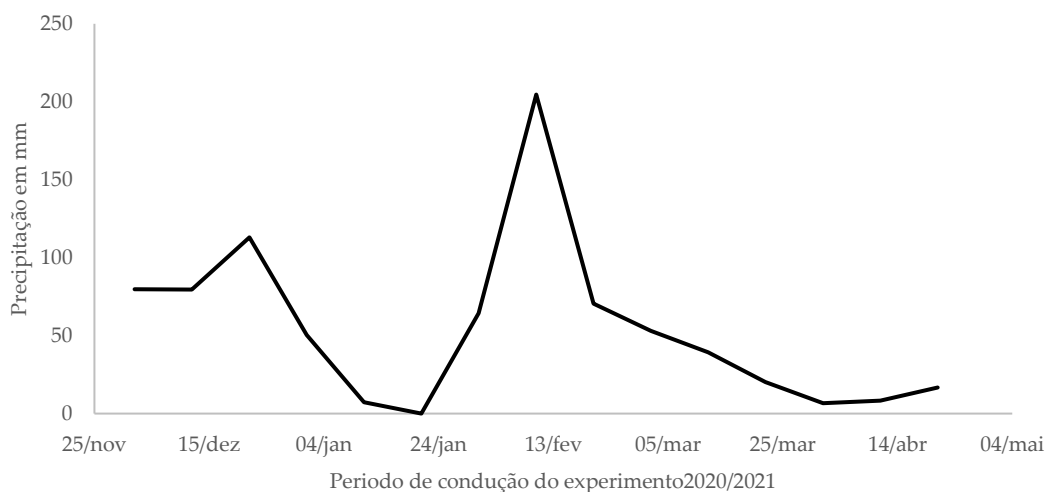
Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Foram utilizadas três fontes de fertilizantes fosfatados: 09-26-16 (com NPK no mesmo grânulo) com tecnologia de polímero de liberação lenta; 04-30-10 convencional sem nenhuma tecnologia associada; 04-30-10 (com NPK em grânulos separados) com tecnologia de revestimento de liberação lenta. Foram empregadas quatro doses — 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (70% da dose recomendada), 96 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (80% da dose recomendada), 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (100% da dose recomendada), 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (120% da dose recomendada) —, mais o tratamento adicional sem aplicação de fertilizante fosfatado.

A aplicação dos tratamentos foi realizada em sulcos de semeadura abertos de forma manual e realizada, posteriormente, a semeadura por meio de plantadeira mecânica. Foi utilizada a cultura da soja (*Glycine max*), com a cultivar BR MG 232, de ciclo precoce, com uma população de 300.000 plantas ha⁻¹. O experimento foi conduzido de acordo com as práticas usuais adotadas em lavoura comercial que propõe utilização de 15 sementes por metro linear da cultivar utilizada. As parcelas foram constituídas por cinco metros de comprimento, com cinco linhas com espaçamento de 0,5 m entre linhas, totalizando uma área de 12,5m².

Para adubação fosfatada, foram realizados apenas os tratamentos utilizados. Para adubação potássica na semeadura e na cobertura, aplicaram-se 50 kg ha⁻¹ de K₂O sob forma de fertilizante cloreto de potássio, respectivamente. Na figura 1, pode-se observar como foi o índice de chuva no local do experimento, em que os valores estão em mm, e foram somados de 10 em 10 dias.

Figura 1: Gráfico pluviométrico de chuvas na área onde foi instalado o experimento com início em 2020 e término em 2021, Patos de Minas, MG, 2021.



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Para a realização das avaliações, excluíram-se as duas linhas da bordadura (uma de cada lado da parcela) mais 0,5 metro no início e no final da parcela, totalizando uma área útil de 6 m². Para a análise de fósforo foliar, foi feita a coleta de 10 trifólios totalmente desenvolvidos, de forma aleatória dentro da área útil de cada parcela no estágio R5 da cultura. Foi feita a secagem do material obtido nas coletas, que foi moído

em moinho tipo Willey. Posteriormente realizou-se a metodologia de espectrometria com amarelo de vanadato, proposta pela Embrapa (2009).

Após as plantas atingirem a maturação fisiológica completa, realizou-se a coleta de todas as plantas da parcela útil, para realização das avaliações de produtividade final e eficiência agrônômica e comparou-se a produtividade dos tratamentos. Para isso, as vagens foram debulhadas, e todos os grãos pesados em balança digital de precisão 0,01g. Para a realização da estimativa de produtividade, os valores adquiridos foram extrapolados para a área de um hectare.

Para se realizar a análise de fósforo residual no solo, foi feita a coleta do solo após a colheita das plantas na linha de plantio dentro da área útil da parcela. Após essa coleta, o solo foi levado para laboratório e secado. Após esse processo, foi feito o peneiramento do solo. Em seguida, foi separada quantidade padrão de cada tratamento com auxílio de cachimbo e espátula. Seguiu-se metodologia proposta por Claessen (1997), em que foi feita a leitura das amostras com auxílio do espectrofotômetro.

Já para a análise de fósforo no grão, após a estimativa de produtividade, coletou-se quantidade determinada de amostra de cada tratamento. Amostras foram moídas em moinho tipo Willey. Seguiu-se metodologia de espectrometria com amarelo de vanadato (CARMO, 2000).

O Índice de Eficiência Agrônômica (IEA) foi calculado com base no diferencial de produção obtido entre as fontes comparadas com a mesma dose de P total aplicada. Calcular este índice é muito simples e tem a vantagem de se exigir apenas uma dose de P para a fonte de referência. Não há necessidade da curva de resposta (GOEDERT, 1986). Para se calcular o IEA, utiliza-se o cálculo abaixo:

$$IEA (\%) = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_3 - Y_1} \times 100$$

Y₁= produção obtida pela parcela onde não houve aplicação de fósforo;

Y₂= produção obtida pela fonte que está sendo testada, com a dose X₂;

Y₃= produção obtida pela fonte de referência (convencional) na mesma dose (X₂) de P total aplicado.

Após a coleta dos dados, estes foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 0,05, e as doses de P foram ajustadas pelo modelo de regressão utilizando-se software SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise estatística, não houve diferença significativa para a variável de fósforo residual no solo. Isso pode ser explicado pelo fato de a coleta do solo ter sido feita após a colheita do experimento. Houve pouco tempo para que os tratamentos pudessem ter sofrido diferenças significativas.

Resultado semelhante foi encontrado por Santini (2019): foram comparados superfosfato triplo com eficiência aumentada e superfosfato triplo convencional com diferentes doses. De acordo com as variáveis que eles analisaram em relação a P residual

no solo, não houve nenhuma diferença estatística tanto para as fontes quanto para as doses.

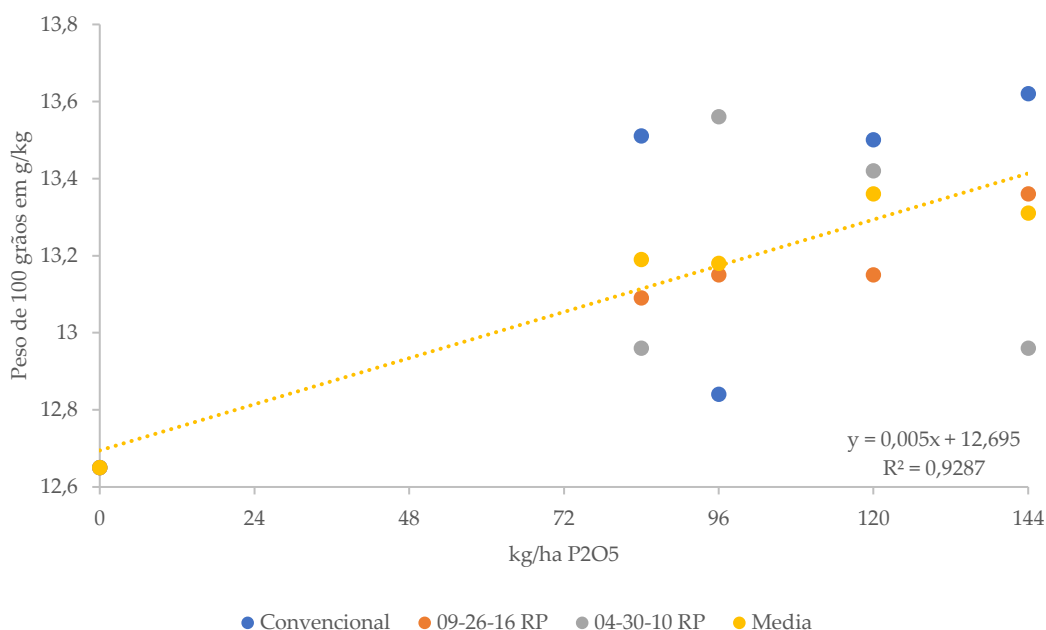
Tabela 2: Peso de 100 grãos de soja (g) diante da aplicação de fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja, Patos de Minas, MG, 2021

Fontes	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha)					Media
	0	84	96	120	144	
Convencional	12,65 a	13,51 a	12,84 a	13,5 a	13,62 a	13,22
09-26-16 RP	12,65 a	13,09 a	13,15 a	13,15 a	13,36 a	13,08
04-30-10 RP	12,65 a	12,96 a	13,56 a	13,42 a	12,96 a	13,11
Media	12,65	13,19	13,18	13,36	13,31	
CV (%)	3,6					
DMS	0,814					

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Figura 2: Peso de 100 grãos de soja (g) submetidos a doses de fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja, Patos de Minas, MG, 2021



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

O aumento das doses de P₂O₅ aplicadas nos tratamentos gerou efeito direto em relação ao peso de 100 grãos na cultura da soja (FIGURA 1), independentemente da fonte utilizada, como mostra a Tabela 2. O aumento apresentado foi significativo para o modelo ajustado de forma linear crescente, com aumento médio de 5%. Os valores observados variaram de 0,66 g a cada 100 grãos, nos tratamentos sem aplicação e com aplicação de 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Resultados diferentes foram encontrados por Araújo, Sampaio e Medeiros (2005), que observaram que não houve ajuste significativo de modelo relacionado ao

peso de 100 grãos em função das doses de fósforo. Os valores encontrados pelos autores foram acima da média nacional.

Já Costa Leite *et al.* (2017) relataram comportamento quadrático para a safra 13/14, redução linear na safra 14/15 e não ajuste de regressão para a safra 15/16. O maior peso de grãos foi obtido no primeiro ano de cultivo com a dose de 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅, obtendo-se 17,39 g, enquanto a dose zero de fertilizante fosfatado foi de 15,3 g, demonstrando resposta positiva desse nutriente para a variável analisada.

Souza (2014) obteve comportamento semelhante entre as fontes de MAP e MAP revestidos com polímeros, em que houve um ajuste de regressão quadrática com o ponto máximo na dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

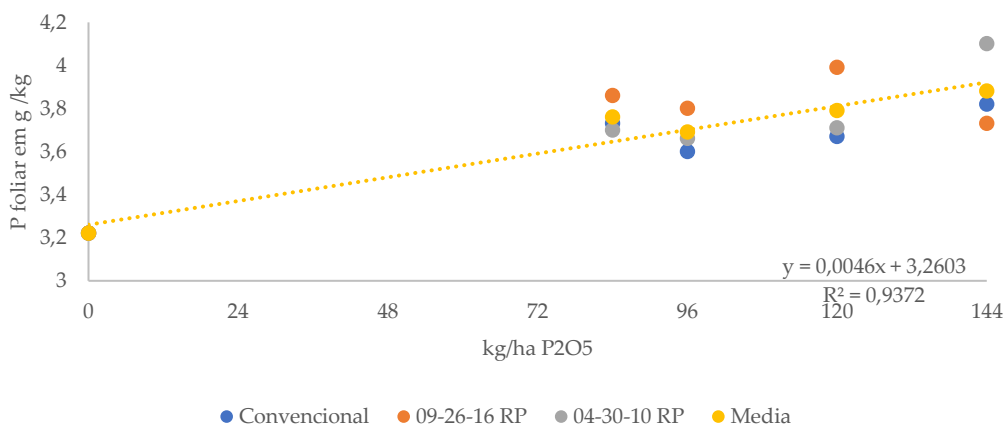
Tabela 3: Teores de fósforo foliar (g kg) e fósforo no grão (g kg), diante da aplicação de fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja, Patos de Minas, MG, 2021

Características avaliadas	Fontes	Doses de P ₂ O ₅ (kg há)					Media
		0	84	96	120	144	
P foliar	Convencional	3,22 a	3,73 a	3,60 a	3,67 a	3,82 a	3,61
	09-26-16 RP	3,22 a	3,86 a	3,80 a	3,99 a	3,73 a	3,72
	04-30-10 RP	3,22 a	3,70 a	3,66 a	3,71 a	4,10 a	3,68
	Media	3,22	3,76	3,69	3,79	3,88	
P grão	Convencional	4,36 a	4,31 a	4,27 a	4,31 a	4,55 a	4,36
	09-26-16 RP	4,36 a	4,52 a	4,31 a	4,73 b	4,97 b	4,58
	04-30-10 RP	4,36 a	4,35 a	4,58 a	4,32 a	4,45 a	4,41
	Media	4,36	4,39	4,39	4,45	4,66	
	CV (%)P foliar	8,31					
	CV (%)P grão	5,05					
	DMS P foliar	0,524					
	DMS P grão	0,386					

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Figura 3: Teores de fósforo foliar (g kg) submetidos a doses de fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja, Patos de Minas, MG, 2021



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

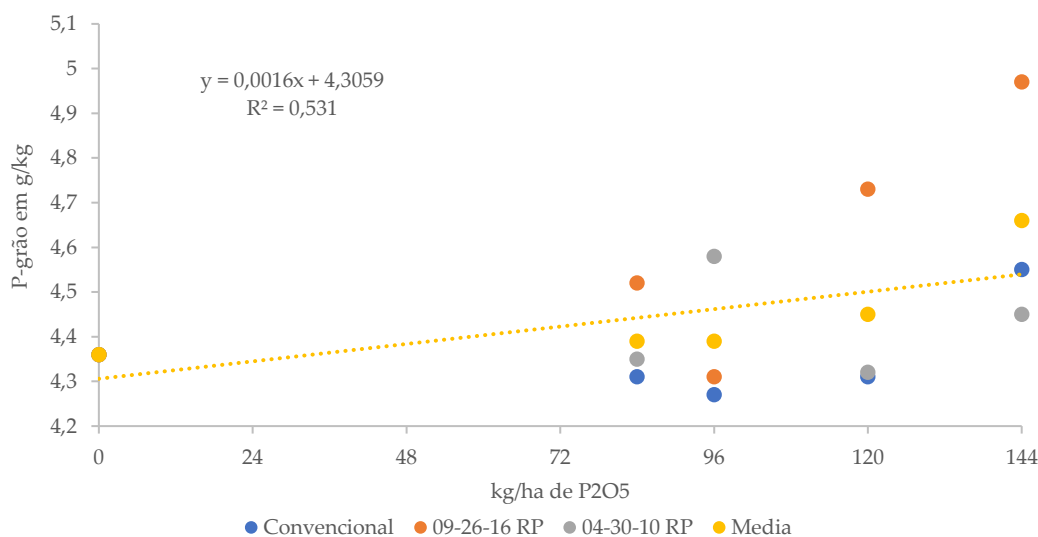
Para os valores de fósforo foliar, pode-se observar que estes somente foram influenciados pelas doses de P, não se diferenciando em relação às fontes de fertilizantes fosfatados (TABELA 3). Dessa forma, as doses tiveram ajuste de modelo de regressão linear, como pode ser observado na Figura 2. Verificou-se aumento médio de 13 % em relação à dose sem fertilizantes fosfatados, crescente em função das demais doses, com diferença de 0,66 g kg de P da dose zero com a dose de 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Os teores foliares de fósforo (P) na cultura da soja variaram de 3 a 3,8 g kg⁻¹. Essa variação se encontra dentro da faixa de adequada para a cultura da soja (KURIHARA *et al.*, 2013). Com esses valores dentro da faixa recomendada e com aumento crescente de forma linear, foi mostrado que, em relação aos teores foliares, a cultura da soja respondeu de forma crescente linear.

Resultado semelhante foi encontrado por Salgado (2017), que observaram aumento linear da análise foliar de P; com as crescentes doses, eles obtiveram resultados responsivos de forma linear, mostrando, dessa forma, que a cultura foi altamente responsiva à aplicação de crescentes doses de fertilizantes fosfatados.

As concentrações dos nutrientes nas folhas de soja se mantiveram dentro das classes de teores consideradas adequadas para o desenvolvimento dessas culturas (MALAVOLTA, 2006). Esse aumento nos teores de P nas folhas pode ter sido consequência do aumento nas concentrações desse nutriente no solo e devido ao maior crescimento radicular da planta respondendo a adubação fosfatada.

Figura 4: Teor de fósforo no grão (g kg) submetido a doses de fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja, Patos de Minas, MG, 2021



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Já para o teor de fósforo no grão, somente a fonte 09-26-16 com polímero mostrou resultados significativos. Somente nessa fonte houve significância para as doses em que houve ajuste de modelo de regressão linear. Nas demais fontes, não houve significância para as doses (TABELA 3; FIGURA 3). Pode ser observado que mesmo o valor de R² sendo, respectivamente, baixo, foi a equação que melhor se enquadrou na

variável analisada. Como esse fertilizante possui os nutrientes todos em mesmo grânulo e com o auxílio do polímero, isso pode ter acarretado um maior fornecimento de nutrientes para a planta, dessa forma tendo maior acúmulo de nutrientes no grão.

Segundo Prado (2008), a deficiência de P nas plantas afeta a distribuição de ATP, causando falta de energia, comprometendo os processos de biossíntese da planta, divisão celular, ocorrendo decréscimo acentuado na síntese de RNA, amido e lipídios, levando à deficiência proteica acentuada. Por esses motivos, ocorre a diminuição da concentração de P no grão e nas partes reprodutivas, acarretando peso menor nos grãos.

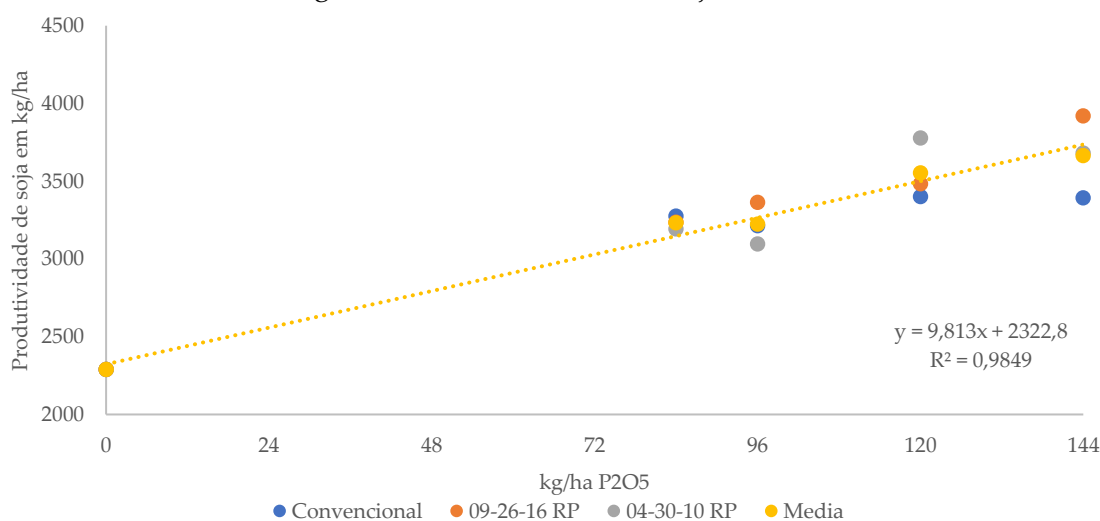
Tabela 4: Índice de produtividade (kg ha⁻¹) e Índice de Eficiência Agronômica (IEA) em porcentagem, diante da aplicação de fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja, Patos de Minas, MG, 2021

	Fontes	Doses de P ₂ O ₅ kg/ha					Media
		0	84	96	120	144	
Produtividade	Convencional	2291 a	327,07 a	3215,5 a	3403 a	3395 a	3116,3
	09-26-16 RP	2291 a	3237,0 a	3365,0 a	3484 a	3922 a	3318,6
	04-30-10 RP	2291 a	3183,5 a	3097,5 a	3778 a	3682 a	3147,6
	Media	2291	3232,5	3226	3555	3666,33	
IEA	IEA _{09-26-16 RP} (%)	****	96	116	107	148	
	IEA _{04-30-10 RP} (%)	****	91	87	134	125	
	CV (%)	10,26					
	DMS	562,96					

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Figura 5: Índice de produtividade (kg ha⁻¹) submetidos a doses de fertilizantes fosfatados com tecnologia associada na cultura da soja, Patos de Minas, MG, 2021



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Para o índice de produtividade, foi constatado aumento de forma linear de acordo com as crescentes doses de fósforo, mas entre as fontes não houve diferença significativa (TABELA 4, FIGURA 4). O acréscimo médio na produtividade foi de 9,8 kg

ha⁻¹ de soja para cada kg ha de P₂O₅ aplicado, independentemente da fonte utilizada. Isso pode ser explicado por a área ser de cana de açúcar e primeiro ano de cultivo de soja, assim ela foi muito responsiva às crescentes doses de fósforo. Já Alcantara Neto (2010) observou que o rendimento de grãos de soja apresentou uma resposta quadrática às doses de fósforo aplicadas. A partir do modelo de regressão adotado, verificou-se que o rendimento máximo foi de 2.614 kg ha⁻¹, obtido na dose de 94,8 kg ha de P₂O₅.

Sch lindwein e Giannello (2005) também encontraram resposta quadrática quanto ao rendimento de grãos de soja à aplicação de doses de P, em solos de Cerrado. Respostas a doses muito altas de P são comuns em solos com baixos teores de fósforo disponível. Esses valores podem ser explicados pelo fato de a resposta da cultura ao uso de fertilizantes depender do estado de fertilidade do solo. Logicamente, solos de baixa fertilidade apresentam alta probabilidade de resposta ao uso de nutrientes.

Alguns trabalhos realizados com fertilizantes revestidos com polímeros demonstraram que, de maneira geral, um dos fatores que confere melhor desempenho das plantas à aplicação desses fertilizantes é o fornecimento regular e contínuo de nutrientes às plantas, reduzindo as perdas como por lixiviação (N e K) e adsorção, como o caso do P (SHAVIV, 2001; MENDONÇA *et al.*, 2007).

Mesmo sendo constatada uma diferença de 8,7 sacos a mais por hectare entre os fertilizantes convencionais e 09-26-16 com polímero na dose de maior fornecimento de fósforo, estatisticamente não houve diferença entre as fontes. Dessa forma, foi constatado somente um ajuste de modelo de regressão linear para as doses de P.

Segundo Bastos *et al.* (2010), o aumento de doses de P no solo acarreta aumento do coeficiente de difusão do elemento devido à saturação progressiva da superfície da adsorção, o que resulta no aumento da concentração de P na parte aérea, disponibilizando, assim, mais nutriente para a planta e fazendo com que ela possa oferecer maior resposta em função da adubação fosfatada. O fósforo é um nutriente essencial para que ocorra a fotossíntese, respiração, ATP, divisão celular e em processos de transferência de energia (STAUFFER; SULEWSKI, 2003).

Para o índice de Eficiência Agronômica (IEA), a utilização desses fertilizantes na área apresentou índice não muito significativo em comparação com as fontes com tecnologia associada em relação à fonte convencional. O maior índice foi observado na dose de 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com a fonte de 09-26-16 RP, que apresentou percentual de 148%. Em média, o IEA das fontes foi de 117 % e 109 % nas respectivas fontes 09-26-16 RP e 04-30-10 RP, independentemente da dose utilizada. Mesmo com esses valores encontrados, a utilização dos fertilizantes com tecnologia associada demonstrou aumento da eficiência agronômica dos fertilizantes.

De acordo com Raij (2011), o uso de forma eficiente de fertilizantes, além de proporcionar maior produtividade, pode reduzir os custos de produção, refletindo uma margem de forma positiva para a safra. Verificando-se os fertilizantes e comparando-se as fontes e doses testadas, foi observado que a diferença do índice de eficiência agronômica que houve entre os fertilizantes não foi significativa, desta forma os fertilizantes se mostraram equivalentes.

Devido a todos esses fatores, o manejo da fertilidade do solo em relação ao uso de P deve ser planejado com perspectiva a longo prazo, pois os valores de custo de adubação variam muito por safra, dessa forma o produtor deve avaliar bem qual melhor

manejo a ser utilizado, buscando sempre maximizar a produção com o intuito de aumentar a lucratividade. Desta forma, o produtor deve avaliar bem o custo e benefício dos fertilizantes fosfatados de acordo com a produção e características da área com histórico e clima que são fatores de suma importância para se tomar as decisões de manejo (RESENDE *et al.*, 2006).

4 CONCLUSÃO

A cultura da soja é responsiva a crescentes doses de fertilizantes fosfatados com e sem tecnologia associada, em relação à produtividade e às variáveis analisadas. A utilização dos fertilizantes com tecnologia associada demonstrou aumento da eficiência agrônômica dos fertilizantes. A recomendação de fertilizantes para a área deve ser com a dose mais alta devido à baixa concentração de P no solo. Em relação ao fertilizante a ser recomendado, deve-se avaliar o custo/benefício.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA NETO, F. *et al.* Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, p. 266-271, 2010.
- ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 36, n. 2, p. 129-134, 2005.
- BASTOS, A. L. *et al.* Respostas do milho a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 285-491, 2010.
- BEDIN, I. *et al.* Fertilizantes fosfatados e produção de soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 639-646, 2003.
- CARMO, C. A. F. de S. *et al.* **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.
- CLAESSEN, Marie ELISABETH Christine. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997.
- CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Estimativa de área cultivada com soja na safra 2020/2021**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. 08 out. 2021.
- COSTA LEITE, R. *et al.* Adubação fosfatada na soja durante três safras consecutivas na nova fronteira agrícola brasileira. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 4, p. 28-35, 2017.
- DALL'AGNOL, A. *et al.* **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

DOBERMANN, A.; GEORGE, T.; THEVS, N. Phosphorus fertilizer effects on soil phosphorus pools in acid upland soils. **Soil Science Society American Journal**, v. 66, n. 02, p. 652-660, 2002.

D'UTRA, G. Soja. **Jornal do Agricultor**, v. 4, n. 168, p. 185-6, 1882.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília- DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, v. 45, n. 2000, p. 235, 2000.

GOEDERT, W. J., SOUSA, D. M. G. de, LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Brasília: Embrapa CPAC, 1986. p. 129-166.

KURIHARA, C. H.; VENEGAS, V. H. A.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; STAUT, L. A. Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e em soja, definidas em função de índices DRIS. **Revista Ceres**, v. 60, p. 412-419, 2013.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

MENDONÇA, V. *et al.* Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 344-348, 2007.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

RESENDE, A. V. *et al.* Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 453-466, 2006.

SALGADO, A. A. B. B. **Efeito residual da aplicação de gesso na eficiência da adubação fosfatada para a sucessão trigo-soja em sistema plantio direto.** 2017, 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.

SANTINI, J. M. K. *et al.* Dinâmica do fósforo em solos de alta fertilidade: fontes e doses fosfatadas em cultivo da cultura de soja no Cerrado. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 6, n. 2, p. 14-23, 2019.

SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Doses de Máxima Eficiência Econômica de fósforo e potássio para culturas cultivadas no sistema de Plantio Direto. **Revista Plantio Direto**, n. 85, p. 20-25, 2005.

SHAVIV, A. Advances in controlled release fertilizers. **Advances in Agronomy**, New York, v. 71, p. 1-49, 2001.

SOUZA, J. R. *et al.* Eficiência do fósforo revestido com polímeros na cultura da soja. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 3, n. 4, p. 1-9, 2014.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. Fósforo: nutriente essencial para a vida. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 102, p. 1-2, 2003.

Influência da adubação com fertilizante fosfatado revestido, na produtividade da cultura de soja

Influence of fertilization with coated phosphate fertilizer on soybean culture productivity

ADENIR ANTÔNIO MARTINS JÚNIOR

Discente do curso de Agronomia - UNIPAM

E-mail: adeniramj@unipam.edu.br

MAURICIO ANTÔNIO DE OLIVEIRA COELHO

Professor orientador - UNIPAM

E-mail: mauricioac@unipam.edu.br

Resumo: Os solos brasileiros são caracterizados por alta imobilização de fósforo, sendo considerado o principal fator limitante para a produção agrícola no Brasil. Fertilizantes fosfatados revestidos têm-se apresentado como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de P para as plantas, entretanto pouco se sabe sobre sua influência na produtividade das culturas. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adubação com fertilizante fosfatado revestido na produtividade da cultura de soja. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da empresa Terrena Agronegócios, localizada em Patos de Minas, MG. Utilizou-se a cultivar de soja CZ 26B77 IPRO. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 10 tratamentos e seis repetições. A fonte fosfatada utilizada na pesquisa foi o MAP revestido com substâncias húmicas, polímeros e microrganismos, aplicado na dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Avaliou-se a porcentagem de cobertura verde, a massa de matéria seca no estágio vegetativo e reprodutivo e a produtividade da cultura. Conclui-se que revestir o fertilizante não aumentou a massa de matéria seca de plantas de soja. Mas a adubação com o fertilizante revestido com microrganismo aumentou a produtividade da cultura da soja.

Palavras-chaves: Adsorção de fósforo. Microrganismos. Substâncias húmicas.

Abstract: High phosphorus immobilization characterized Brazilian soils, considered the principal limiting factor for agricultural production in Brazil. Coated phosphate fertilizers are an alternative to increasing P availability for plants. However, it knows little about its influence on crop productivity. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of fertilization with coated phosphate fertilizer on soybean yield. The experiment was conducted on the Experimental Farm of Terrena Agronegócios in Patos de Minas, MG. The soybean cultivar CZ 26B77 IPRO was used. The experimental design was a randomized block design with ten treatments and six repetitions. The phosphate source used in the research was MAP coated with humic substances, polymers, and microorganisms, applied at a dose of 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅. The percentage of green cover, the mass of dry matter in the vegetative and reproductive stages, and the productivity of the crop were evaluated. It was concluded that coating fertilizer did not increase the dry matter mass of soybean plants. But fertilization with the microorganism-coated fertilizer increased soybean crop yield.

Keywords: Phosphorus adsorption, Microorganisms, Humic substances.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a maior parte dos solos pertence às classes dos Latossolos e Argissolos, representando, aproximadamente, 58% de área territorial do país, sendo caracterizados como solos intemperizados, ácidos, de baixa a média fertilidade natural e, em vários sítios, saturados por alumínio (EMBRAPA, 2018).

Neste ambiente edáfico, há forte interação do fosfato com o solo, resultando na formação de compostos de baixa solubilidade ligados a diferentes combinações com ferro (Fe), alumínio (Al) e cálcio (Ca) ou adsorvidos quimicamente na superfície dos colóides minerais; processos que, genericamente e de forma indistinta, são denominados de fixação de fósforo (MARQUES, 2016).

Nas adubações, o fósforo (P) é geralmente fornecido às plantas na forma de fertilizantes fosfatados solúveis por ocasião da semeadura, sendo necessárias altas doses para se obterem produções comerciais (SOUZA *et al.*, 2016).

Existem inúmeras fontes fosfatadas no mercado. As mais usadas são os fosfatos acidulados, por apresentarem maior solubilidade de P, aumentando a disponibilidade do elemento às plantas. No entanto, essa característica apresenta-se como uma desvantagem em solos tropicais, pois, aumentando-se o teor de P na solução do solo, aumenta-se, conseqüentemente, a adsorção, reduzindo-se as concentrações do elemento (RODRIGUES *et al.*, 2015).

A principal estratégia das indústrias para aumentar a eficiência dos fertilizantes é o advento de novas tecnologias, como os fertilizantes de eficiência aumentada ou os fertilizantes “inteligentes”, que podem ser divididos em fertilizantes com inibidores de reações bioquímicas (inibidores de enzimas de reações químicas-biológicas) e fertilizantes de liberação lenta ou controlada, que são caracterizados por grânulos revestidos com substâncias orgânicas (resinas, borracha) ou inorgânicas (polímeros sintéticos, enxofre ou minerais) (EMBRAPA, 2016).

Os fertilizantes de eficiência aumentada têm o objetivo de aumentar a eficiência de uso dos nutrientes, por reduzir perdas por lixiviação, volatilização, fixação e emissão de óxido nitroso ou por aumentar a absorção pelas plantas por meio do fornecimento gradual, de acordo com a demanda da planta (ALMEIDA, 2014).

Além disso, o uso de microrganismos que apresentam a capacidade de solubilizar P inorgânico e mineralizar P orgânico, deixando-o disponível para as plantas, consiste numa importante estratégia para melhorar a eficiência no aproveitamento desse nutriente no solo (EMBRAPA, 2016).

Os microrganismos podem interagir de diferentes formas com as plantas. O papel benéfico da comunidade microbiana na promoção do crescimento das plantas pode ocorrer de inúmeras formas: mobilização e transporte de nutrientes para a planta pela fixação de nitrogênio e solubilização/mineralização de fósforo, aumento da área de absorção das raízes, produção de fito-hormônios e de compostos orgânicos voláteis que estimulam o desenvolvimento vegetal e proteção das plantas contra patógenos (EMBRAPA, 2016).

O aumento da disponibilidade de P para as plantas, por meio da adubação com fontes alternativas de P e da inoculação com microrganismos, é complexo e exige um esforço concentrado de pesquisas. O ponto mais crítico será o estabelecimento destes microrganismos na rizosfera com as mais variadas situações edafoclimáticas (EMBRAPA, 2003).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adubação com fertilizante fosfatado revestido, na produtividade da cultura de soja.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da empresa Terrena Agronegócios, localizada no município de Patos de Minas, em Minas Gerais. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 18°40'22.3" de latitude Sul e 46°32'30.6" de longitude Oeste e 883 m de altitude.

Antes da implantação do experimento, foi realizada a amostragem de solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade (Tabela 1). A correção do solo e as adubações foram realizadas com base nos resultados da análise química do solo. O manejo de pragas, doenças e plantas daninhas da cultura foi realizado de acordo com padrão seguido pela fazenda.

Tabela 1: Características químicas do solo, na profundidade de 0 a 20 cm

pH	P-rem	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	V	m
água	mg L ⁻¹	dag kg ₁ ⁻¹	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³						%		
5,91	6,23	2,87	3,31	128	2,3 7	1,34	0,0 4	3,1	4,0 4	4,08	7,13	56,59	0,9 8

Fonte: Terrena Agronegócios LTDA.

Utilizou-se a cultivar de soja CZ 26B77 IPRO. A semeadura foi realizada no dia 30 de novembro de 2021, no espaçamento de 0,5 m entrelinhas, com densidade populacional de 72.000 plantas por hectare.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos e seis repetições (Tabela 2), totalizando 60 parcelas. As parcelas experimentais foram constituídas de cinco linhas de seis metros de comprimento e espaçadas 0,5 m. A área útil de cada parcela foi composta por três linhas centrais, descartando-se 0,5 m de cada extremidade inicial e final da parcela. As fontes fosfatadas, de acordo com cada tratamento, estão descritas na Tabela 2 e foram aplicadas na dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos utilizados para avaliar a eficiência da adubação com fertilizante fosfatado revestido, na produtividade da cultura de soja. UNIPAM, Patos de Minas, MG

Tratamentos	Descrição
T1	MAP convencional
T2	MAP substância húmica
T3	MAP substância húmica + microrganismo A
T4	MAP microrganismo A
T5	MAP polímero
T6	MAP microrganismo B
T7	MAP microrganismo B
T8	MAP microrganismo C
T9	MAP microrganismo C
T10	Controle

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Estimou-se a porcentagem de cobertura verde. Por meio de uma câmera digital, foi tirada uma foto e posteriormente foram realizadas leituras com o auxílio do aplicativo Canopeo®, que permite o processamento de imagens, gerando valores em porcentagem referentes à cobertura vegetal, captando apenas a coloração verde (PATRIGNANI; OCHSNER, 2015).

Avaliou-se a massa de matéria seca no estágio vegetativo e reprodutivo. Para a determinação de massa de matéria seca, foram retiradas duas plantas das linhas centrais de cada parcela. Em seguida, o material vegetal colhido foi separado em raiz, folhas, hastes e vagens e colocado separadamente em sacos de papel. Posteriormente, foram mantidos em estufa de circulação de ar forçado, a 65°C, até atingir massa constante para a determinação da massa de matéria seca. As pesagens foram realizadas em balança com precisão de 0,001 grama, e o resultado dado em g planta⁻¹.

A colheita do experimento foi realizada no estágio R8 (maturação plena). A produtividade de grãos foi realizada por meio da colheita de três fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m das bordas iniciais e finais de cada parcela. Após a colheita de cada parcela, foi realizada também a pesagem de 1000 grãos escolhidos aleatoriamente.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa Statistica. Aplicou-se o teste de F ($p < 0,05$) para verificação de possíveis diferenças entre os tratamentos e aplicou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças estatísticas para a porcentagem de cobertura verde e para a massa de matéria seca avaliada nos estádios vegetativos e reprodutivos, com exceção da massa de matéria seca de raiz avaliada nos estádios iniciais, que foi menor no tratamento Controle e nos tratamentos em que foi utilizado o fertilizante revestido com polímero e revestido com o microrganismo B2. Maiores valores de massa de matéria seca de raiz foram obtidos em plantas de soja adubadas com o fertilizante convencional (Tabela 3).

Tabela 3: Porcentagem de cobertura verde, massa de matéria seca de parte aérea e raiz no estágio vegetativo e folha, haste e vagem no estágio reprodutivo de plantas de soja após a adubação com fertilizante revestido

Tratamentos	Canopeo	Parte aérea	Raiz	MSF	MSC	MSV
	%					
MAP convencional	36 ^{ns}	3,56 ^{ns}	0,99 ^a	16,29 ^{ns}	26,16 ^{ns}	71,37 ^{ns}
MAP substância húmica	37	3,73	0,86 ^{ab}	14,74	24,50	66,84
MAP substância húmica + microrganismo A	36	3,27	0,86 ^{ab}	13,29	26,71	73,41
MAP microrganismo A	31	3,64	0,83 ^{ab}	11,80	26,13	70,20
MAP polímero	33	3,18	0,68 ^b	10,98	24,07	66,07
MAP microrganismo B	36	3,71	0,76 ^{ab}	11,65	26,35	71,20
MAP microrganismo B2	36	3,20	0,69 ^b	12,58	25,77	69,72
MAP microrganismo C	37	3,41	0,84 ^{ab}	12,54	25,27	63,21
MAP microrganismo C2	34	3,43	0,80 ^{ab}	9,93	25,05	70,29
Controle	30	3,01	0,69 ^b	14,27	24,60	67,85
CV (%)	12	15	17	32	11	10

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

A produtividade da cultura da soja foi maior quando a adubação de semeadura foi realizada aplicando-se o fertilizante revestido com microrganismo C. Neste tratamento, a produtividade foi de 3850 kg ha⁻¹ (64 sacas ha⁻¹). No tratamento Controle, sem adubação de semeadura, e no tratamento adubado com o fertilizante convencional, a produtividade foi, respectivamente, 3450 (58 sacas ha⁻¹) e 3806 kg ha⁻¹ (63 sacas ha⁻¹) (Tabela 4).

Tabela 4: Produtividade da cultura de soja após a adubação com fertilizante revestido

Tratamentos	Produtividade	
	kg ha ⁻¹	sacas ha ⁻¹
MAP convencional	3806 ^{ab}	63
MAP substância húmica	3747 ^{ab}	62
MAP substância húmica + microrganismo A	3514 ^{ab}	59
MAP microrganismo A	3272 ^b	55
MAP polímero	3586 ^{ab}	60
MAP microrganismo B	3494 ^{ab}	58
MAP microrganismo B2	3611 ^{ab}	60
MAP microrganismo C	3850 ^a	64
MAP microrganismo C2	3627 ^{ab}	60
Controle	3450 ^{ab}	58
CV (%)	11	11

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Há uma crescente busca por tecnologias, visando a aumentar a eficiência dos fertilizantes fosfatados. Tem-se sugerido que o revestimento de grânulos de fertilizantes fosfatados por camadas de materiais orgânicos ou sintéticos poderia aumentar a disponibilidade do P aplicado, resultando em maior absorção e eficiência no uso do P em comparação com o fertilizante convencional (GORDON; TINDALL, 2006).

Na literatura, encontram-se resultados positivos ao revestimento do fertilizante com polímeros (SARKAR *et al.*, 2020; SANDERS *et al.*, 2012; NOOR *et al.*, 2017), principalmente em solos ácidos (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). Mas experimentos sem resposta ao revestimento do fertilizante também foram observados (CHAGAS *et al.*, 2016; ZAVASCHI *et al.*, 2020).

Alguns autores relatam que o potencial dos fosfatos revestidos com polímero e ácido húmico como ferramentas para aumentar a eficiência do uso de P é baixo, uma vez que a disponibilidade de P no solo depende das características do solo, principalmente da capacidade de adsorção de P do solo e do manejo adotado na lavoura (ROSOLEM; VOLF, 2020).

O revestimento do fertilizante com microrganismos se apresenta como uma tecnologia para aumentar a eficiência da adubação. A interação das plantas com os microrganismos pode ser benéfica para a planta hospedeira, auxiliando no seu desenvolvimento. A promoção do crescimento das plantas pela ação dos microrganismos pode ocorrer de inúmeras formas, atuando na mobilização e transporte de nutrientes para a planta, no aumento da área de absorção das raízes, na produção de fito-hormônios que estimulam o desenvolvimento vegetal e na proteção das plantas contra patógenos (EMBRAPA, 2016).

4 CONCLUSÃO

O uso de fertilizante fosfatado revestido não refletiu em maior massa de matéria seca de plantas de soja. A adubação com o fertilizante revestido com microrganismo aumentou a produtividade da cultura de soja.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. E. M. **Fertilização nitrogenada no consórcio milho-braquiária em solos de clima tropical úmido no sistema de integração lavoura-pecuária**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- CHAGAS, W. F. T.; GUELF, D. R.; EMRICH, E. B.; SILVA, A. L.; FAQUIM, V. Agronomic efficiency of polymer-coated triple superphosphate in onion cultivated in contrasting texture soils. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, p. 439-446, 2016.
- GORDON, B.; TINDALL, T. Fluid P performance improved with polymers. **Fluid Journal**, v. 14, p. 12-13, 2006.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos. 2018.

EMBRAPA. **Fertilizantes de eficiência aumentada**: uso de ureia de liberação controlada ou com inibidores em sistemas agrícolas sustentáveis. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 2016.

EMBRAPA. **Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. (Documentos 208).

EMBRAPA. **Microrganismos e disponibilidade de fósforo nos solos**: uma análise crítica. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. (Documentos 85).

FIGUEIREDO, C. C.; BARBOSA, D. V.; OLIVEIRA, S. A.; FAGIOLI, M.; SATO, J. H. Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 446-452, 2012.

MARQUES, J. S. **Adsorção de fósforo em latossolo e argissolo misturado com carbono pirolisado**. 2016. 54 p. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2016.

NOOR, S.; YASEEN, M.; NAVEED, M.; AHMAD, R. Use of controlled release phosphatic fertilizer to improve growth, yield and phosphorus use efficiency of wheat crop Pakistan. **Journal of Agricultural Research**, v. 54, p. 541-547, 2017.

PATRIGNANI, A.; OCHSNER, T. E. Canopeo: a powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 2312-2320, 2015.

RODRIGUES, M.; PAVINATO, P. S.; WITHERS, P. J. A.; TELES, A. P. B.; HERRERA, W. F. B. Fegacy phosphorus and no tillage agriculture in tropical oxisols of the Brazilian savanna. **Science of the Total Environment**, v. 542, p. 1050-1061, 2015.

ROSOLEM, C. A.; VOLF, M. R. Soil P Diffusion and Availability Modified by Controlled-Release P Fertilizers. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 2020.

SARKAR, A.; BISWAS, D. R.; DATTA, S. C.; ROY, T.; BISWAS, S. S.; GHOSH, A.; SAHA, M.; MOHARANA, P.C.; BHATTACHARYYA, R. Synthesis of poly (vinyl alcohol) and liquid paraffin-based controlled release nitrogenphosphorus formulations for improving phosphorus use efficiency in wheat. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 36, p. 1-15, 2020.

SANDERS, J. L.; MURPHY, L. S.; NOBLEC, A.; MELGARD, R. J.; PERKINS, J. Improving phosphorus use efficiency with polymer technology. **Procedia Engineering**, v. 46, p. 178-184, 2012.

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE FOSFATADO REVESTIDO,
NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DE SOJA

SOUSA, D. M. G.; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. Manejo do fósforo na região do Cerrado. *In*: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. (Ed.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado**. Goiânia: UFG, 2016. p. 291-358.

ZAVASCHI, E.; FARIA, L. A.; FERRAZ-ALMEIDA, R.; NASCIMENTO, C. A. C.; PAVINATO, O. S.; OTTO, R.; VITTI, A. C.; VITTI, G. C. Dynamic of P flux in tropical acid soils fertilized with humic acid-complexed phosphate. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 2020.

Trichoderma spp. para controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e promoção de crescimento em feijoeiro

Trichoderma spp. for control of *Sclerotinia sclerotiorum*
and growth promotion in bean

LUIS CARLOS FERREIRA RODRIGUES

Discente do curso de Agronomia - UNIPAM
E-mail: luisufr@unipam.edu.br

KARLA VILAÇA MARTINS

Professora orientadora - UNIPAM
E-mail: karlavm@unipam.edu.br

Resumo: O emprego de bioprodutos tem se mostrado uma alternativa para diminuir o uso de agroquímicos e melhorar as estratégias de manejo. Microrganismos como *Coniothyrium minitans* e *Trichoderma* spp são mencionados como agentes eficazes no biocontrole de doenças causadas por *S. sclerotiorum*. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento e controle de mofo branco em plantas de feijão. O ensaio foi realizado na Nooa Ciência e Tecnologia LTDA. (NOOA), situada no município de Patos de Minas (MG). Em casa de vegetação, o experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC). Os dados foram submetidos à análise de variâncias médias dos tratamentos comparadas ao teste Tukey a 5% de probabilidade. *Trichoderma* spp. se mostrou eficaz em controlar mofo branco e promover crescimento em plantas de feijão.

Palavras-chave: Controle biológico. Mofo branco. *Phaseolus vulgaris*, L.

Abstract: The use of bioproducts has been shown as an alternative to decrease the use of agrochemicals and improve management strategies. Microorganisms such as *Coniothyrium minitans* and *Trichoderma* spp. are mentioned as efficient agents in the biocontrol of diseases caused by *S. sclerotiorum*. Therefore, the present work aimed to evaluate the use of *Trichoderma* spp. in growth promotion and control of white mold in bean plants. The trial was carried out in Nooa Ciência e Tecnologia LTDA. (NOOA), located in the city of Patos de Minas (MG). In the greenhouse, the experiment was conducted in a randomized block design (CCD). The data were submitted to the variance analysis of mean treatment compared to the Tukey test at 5% probability. *Trichoderma* spp. was effective in controlling white mold and promoting growth in bean plants.

Keywords: Biological control. White mold. *Phaseolus vulgaris*, L.

1 INTRODUÇÃO

O agente causal do mofo branco *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary é um fungo que pertence ao Filo Ascomycota, Classe Leotiomycetes, ordem Helotiales, Família Sclerotinaceae, Gênero *Sclerotinia*. Como demonstrado por Campos *et al.* (2017), a doença causada por esse fitopatógeno vem assumindo grande importância devido à utilização de sementes infectadas, além de diversos fatores ligados a sucessões de culturas suscetíveis como caso do *Phaseolus vulgaris*, L.

A planta se torna mais vulnerável no período de plena floração ao início de formação de vagens. Os sintomas do mofo branco ocorrem em vagens, hastes, caules e folhas, causando lesões pequenas e aquosas. De acordo com Barro *et al.* (2019); no desenvolvimento da doença, as partes afetadas perdem a cor, tornam-se amareladas e marrons, produzindo podridão mole nos tecidos. As lesões geralmente se desenvolvem em tecidos necróticos, em que aparecem manchas de micélio cottonoso, que é o sinal agudo de plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (FAGUNDES-NACARATH *et al.*, 2018).

Pannullo *et al.* (2018) demonstraram que o uso de fungicidas é utilizado como manejo, impedindo o estabelecimento de *S. sclerotiorum* no tecido vegetal, no entanto o controle pode ser inconsistente devido às dificuldades em obter boa cobertura de pulverização. Em decorrência disso, o emprego de bioprodutos tem se mostrado uma alternativa para diminuir o uso de agroquímicos e melhorar as estratégias de manejo.

Vários microrganismos são mencionados como agentes eficazes no biocontrole de doenças causadas por *S. sclerotiorum*, por exemplo, os fungos *Coniothyrium minitans* e *Trichoderma* spp. (JAJOR *et al.*, 2017). *Trichoderma* spp. atua no controle de doenças por apresentar inúmeras estratégias de sobrevivência, como rápido crescimento vegetativo, oportunistas e competitivos no ambiente (BUTT, 2000).

Trichoderma spp. possui capacidade de reduzir a sobrevivência e o crescimento do patógeno e a infecção que pode causar nas plantas devido aos mecanismos de biocontrole: como antibiose, quando atua como antibiótico na produção de compostos difusos; competição, quando suprime a capacidade de crescimento do patógeno; micoparasitismo, quando se torna uma resposta da planta em função da infecção do patógeno (BENÍTEZ *et al.*, 2004). O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento e controle de mofo branco em plantas de feijão.

2 METODOLOGIA

2.1. ORIGEM DOS ISOLADOS DE TRICHODERMA SPP.

O isolado de *Trichoderma* sp. foi fornecido pela NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola, localizada em Patos de Minas (MG), o qual faz parte do acervo de pesquisa da empresa. O isolado encontra-se armazenado pelo método de preservação de Castellani. Os demais fungos como *Trichoderma asperellum* e *Trichoderma harzianum* são ingredientes ativos dos produtos comerciais Quality WG e Ecotrich WP, respectivamente.

Nos testes *in vitro*, foram utilizados discos de micélio contendo estruturas propagativas dos fungos. Para isso, em placas de Petri contendo meio de cultura Batata

Dextrose Agar (BDA) foram depositadas 10 µl do acervo original do isolado de *Trichoderma* sp. NOOA e mantidas a 25 ± 2 °C em B.O.D até completa colonização por toda superfície da placa.

Para os isolados de *Trichoderma asperellum* e *Trichoderma harzianum*, foi realizado o isolamento dos microrganismos que compõem os produtos comerciais. Para isso, o método utilizado foi o de diluição seriada seguida de plaqueamento em meio de cultura BDA + Triton, para visualização das unidades formadoras de colônias (UFC). Dessa forma, 10g do produto comercial foram adicionados em 90 mL em solução salina (0,85%) + Polissobarto 80% a (1%). O plaqueamento foi realizado após as amostras terem ficado em agitação a 90 rpm durante 60 minutos. As placas foram incubadas a 25 ± 2 °C em B.O.D por 72 horas; após esse período foi realizada a repicagem das estruturas propagativas dos fungos em placas de Petri contendo meio BDA e novamente incubadas até a completa colonização da superfície da placa.

Para o ensaio em casa de vegetação, foram utilizados os produtos comerciais Quality WG e Ecotrich WP. Para o isolado de *Trichoderma* sp. NOOA, foram desenvolvidas duas formulações testes, sendo uma em grânulos dispersíveis em água (WG) e outra suspensão concentrada (SC). A aplicação de ambos os produtos foi realizada no sulco de plantio padronizando a concentração de 3×10^{12} conídios ha⁻¹ de ambos os formulados.

2.2 ORIGEM DO ISOLADO *SCLEROTINIA SCLEROTIUM*, AGENTE CAUSAL DO MOFO BRANCO

O fitopatógeno *S. sclerotiorum* foi fornecido pelo Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento, da empresa NOOA Ciência e Tecnologia Agrícola, localizada em Patos de Minas/MG. Nos testes *in vitro*, foram utilizados discos de micélio e escleródios para confronto direto com os isolados de *Trichoderma* spp.; nos testes *in vivo*, foram usados discos de micélio para colonização do substrato, o arroz, utilizado como fonte de inóculo no solo.

Para obtenção dos discos de micélio, em placas de Petri contendo meio de cultura BDA serão depositadas um disco de micélio com cerca de 8 mm de diâmetro do acervo original e mantidas a 22 ± 2 °C em B.O.D, até completa colonização do patógeno por toda superfície da placa.

Para aquisição dos escleródios, foram produzidos meio de fubá e cenoura, proporção de 20g de fubá para 80g de cenoura, autoclavados a 121 °C por 30 minutos. Após o resfriamento do substrato, foram acrescentados três discos de 8 mm de diâmetro contendo estruturas propagativas do fitopatógeno *S. sclerotiorum*. A incubação foi feita em temperatura de 22 ± 2 °C por aproximadamente 20 dias. A partir dessa fase, a escassez de nutriente e espaço induz a produção dos escleródios. Posteriormente, depois da produção dos escleródios, eles foram lavados em água destilada e depositados em papel filtro absorvente até a completa secagem, processo realizado em câmara de fluxo laminar. Os escleródios foram armazenados em ± 4 °C.

Para o ensaio em casa de vegetação, o inóculo de *S. sclerotiorum* foi feito em grãos de arroz. Para isso, o arroz ficou submerso em água por 30 minutos. Após esse tempo, a água foi retirada totalmente e aproximadamente 200 g de arroz foram

transferidos para sacos plásticos e esterilizados por 30 minutos. Após o resfriamento do substrato, 10 discos de micélio de *S. sclerotiorum*, crescidos como descritos anteriormente, foram incorporados ao substrato e mantido à temperatura de 22 ± 2 °C, umidade relativa entre 70-80%, em sala de crescimento. A cada dois dias, os sacos contendo o substrato e o fungo foram revolvidos para entrada de oxigênio e para a obtenção de uma colonização uniforme e viável em todo o substrato.

2.3 ANÁLISES PARA AVALIAR O POTENCIAL ANTAGÔNICO DE *TRICHODERMA* SPP.

2.3.1 Inibição da germinação de escleródios de *S. sclerotiorum* por compostos difusíveis produzidos por *Trichoderma* spp.

Para avaliação do potencial antagônico na germinação dos escleródios, eles foram desinfetados superficialmente, por imersão em álcool 70% (v/v) por 2 minutos, em solução de hipoclorito de sódio 1% por 2 minutos e tríplice lavagem com água destilada estéril. Uma vez secos em papel de filtro, os escleródios foram transferidos para o meio BDA e incubados a 22 °C por sete dias, sendo utilizados como controle.

Para os demais tratamentos, os escleródios restantes foram imersos por 1 hora em suspensões de *Trichoderma* spp. na concentração de 3×10^{12} conídios ha⁻¹, padronizando a recomendação de uso dos produtos comerciais. Como controle positivo, foi utilizado o fungicida Certeza N na dose de 430 mL de p.c./ 100 kg de sementes, concentração vide fabricante. Após esse período, os escleródios foram depositados em papel filtro absorvente estéril para absorção, e eles foram depositados, 4 escleródios por tratamento/repetição, em meio de cultura BDA, como descrito para o tratamento controle, submetidos aos mesmos procedimentos descritos anteriormente.

Após o período de sete dias, foi avaliado o número de escleródios germinados e/ou colonizados por *Trichoderma* spp. O experimento foi realizado em DIC com cinco repetições, considerando-se cada placa uma unidade experimental. Os números de escleródios germinados e/ou colonizados foram convertidos em valores percentuais.

2.4 APLICAÇÃO DE *TRICHODERMA* SPP. PARA O MANEJO DO MOFO BRANCO E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO

O ensaio foi realizado na empresa Nooa Ciência e Tecnologia LTDA. (NOOA), situada no município de Patos de Minas (MG), nas coordenadas geográficas 18°44'01" latitude sul e 46°40'10" longitude oeste. Vasos plásticos de 3 L de capacidade foram preenchidos com solo, artificialmente infestado 2% p/v do arroz colonizado com o patógeno e adubado com 2 g de MAP [10% a 12% de Nitrogênio (N) amoniacal e 50% a 54% de P₂O₅ (fósforo)]. Em seguida, foram aplicados 100 mL de solução micronutriente (1,807 g de H₃BO₃, 2,405 g de CuSO₄.5H₂O, 2,926 g de FeCl₃.6H₂O, 5,141 g de MnCl₂.4H₂O, 0,134 g de NaMoO₄.2H₂O e 6,862 g de ZnSO₄.7H₂O diluídos em 13 L de água) e, por fim, o solo foi irrigado com 400 mL de água.

Para semeadura, foi realizado um sulco de plantio na parte central do vaso, com aproximadamente 2 cm de profundidade e colocadas quatro sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*, L.) cv. Pérola por vaso.

Os produtos à base de *Trichoderma* spp foram aplicados na concentração de 3×10^{12} conídios ha^{-1} no sulco de plantio, com auxílio de pulverizador de compressão. Como controle positivo, foi realizado o tratamento de semente com o fungicida Certeza N, na dose de 430 mL de p.c./ 100 kg de sementes, concentração vide fabricante. O tratamento sem aplicação em que foram depositadas apenas estruturas do fitopatógeno foi considerado controle negativo.

As plantas foram mantidas em casa de vegetação climatizada à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa 60%, irrigadas diariamente. O desbaste foi realizado após emergência das plântulas, deixando uma planta por vaso. O experimento foi conduzido por 40 dias, período no qual foi realizada avaliação da incidência de doença, variáveis fotossintéticas e variáveis de crescimento. O delineamento experimental adotado foram blocos casualizados DBC com 10 repetições, considerando-se cada vaso uma unidade experimental.

2.4.1 Teor de clorofila na folha

Aos 20 e 40 dias após a semeadura, foi determinado o índice SPAD, através do medidor portátil de clorofila (clorofilômetro marca Minolta, modelo SPAD-502), que permite leituras instantâneas do teor relativo de clorofila na folha sem destruí-la.

2.4.2 Fitomassa seca

A raiz e o caule, para determinação da fitomassa seca, foram acondicionados separadamente em sacos de papel e submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70°C por um período médio de 72 h até a obtenção de peso constante. Posteriormente foi determinado o peso seco utilizando balança de precisão.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

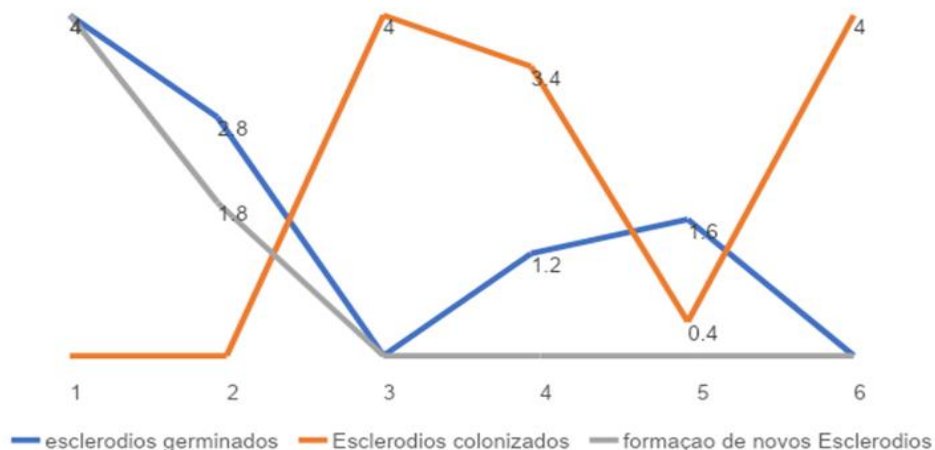
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas utilizando pacote estatístico do programa SAS, versão 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inibição da germinação dos escleródios variou significativamente entre os tratamentos (Figura 1). Os isolados *Trichoderma* spp. e *C. minitans* foram os mais eficientes na inibição da germinação dos escleródios, alcançando 100,0 % de inibição a 20°C . Mostraram significância para a redução de formação de novos escleródios, em contrapartida, para os tratamentos à base do produto químico Certeza N e para o *Trichoderma asperellum*, não houve resultados significativos para redução na

porcentagem de germinação de escleródios e conseqüentemente houve a indução de formação de novos propágulos na área.

Figura 1: Inibição da germinação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* submetidos a diferentes agentes de biocontrole



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Aos 20 DAP, houve diferença significativa para as variáveis: SPAD, altura, peso seco de raiz (PSR) e peso seco de parte aérea (PSPA), se comparados os demais tratamentos com o controle; já os tratamentos que receberam aplicação de agentes de biocontrole e o Certeza N, não houve diferença significativa. De uma forma geral, todos os tratamentos com presença de algum agente de controle sobre o mofo branco foram superiores ao controle, para as variáveis citadas. Dentre os demais tratamentos, não houve diferença estatística em relação ao controle, de acordo com a Tabela 1. As análises do 40 DAP não foram realizadas em função de contaminação entre os tratamentos, fazendo-se necessária uma nova experimentação.

Tabela 1: Efeito dos tratamentos sobre o SPAD, altura, peso seco de raiz (PSR) e peso seco de parte aérea (PSPA) da soja aos 20 dias após o plantio

Tratamento	30 DAP			
	SPAD	Altura (cm)	PSR (g)	PSPA (g)
1	30,6 ab ¹	20,1 b	0,61 c	1,06 b
2	29,0 b	23,0 a	0,86 ab	1,87 a
3	32,7 a	24,2 a	0,97 a	2,04 a
4	32,0 ab	23,0 a	0,85 ab	2,02 a
5	31,3 ab	23,1 a	0,84 ab	2,12 a
6	31,4 ab	22,6 a	0,75 bc	1,86 a
CV (%)	9,8	7,2	18,7	14,7

* Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

4 CONCLUSÃO

No geral, os isolados demonstraram potencial para promoção de crescimento em feijoeiro e controle de *S. sclerotiorum* em condições de laboratório e casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. R. *et al.* Doenças da soja. In: KIMARI, H. *et al.* (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 597-618.
- ALMEIDA, L. D. *et al.* Característica do feijão carioca no cultivar: um novo cultivar. **Bragantia**, v. 30, p. 33-38, 1971.
- BARRO, J. *et al.* Performance and profitability of fungicides for managing soybean white mold: a 10-year summary of cooperative trials. **Plant Disease**, v. 103, n. 9, p. 2212-2220, 2019.
- BELL, A. A.; WHEELER, M. H. Biosynthesis and functions of fungal melanins. **Annual Review of Phytopathology**, v. 24, p. 411-451, 1986.
- BENÍTEZ, T. *et al.* Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004.
- BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2006.
- BOMFIM, M. P. *et al.* Avaliação antagônica *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. **Summa Phytopathol.**, v. 36, n. 1, p. 61-67, 2010.
- BROTMAN, Y. *et al.* *Trichoderma*-Plant Root Colonization: Escaping Early Plant Defense Responses and Activation of the Antioxidant Machinery for Saline Stress Tolerance. **PLoS Pathogens**, v. 9, n. 3, 2013.
- BUTT, T. M. Fungal biological control agents. **The Royal Society of Chemistry**, p. 186-191, 2000.
- CAMPOS, H. D. *et al.* Mofo branco em soja: cenário atual e manejo. In: MEDEIROS, F. H. V. *et al.* (Ed.). **Novos sistemas de produção**. Lavras: UFLA, 2017. p. 53-64.
- CHOI, I. Y. *et al.* Confirmation of *Sclerotinia sclerotiorum* as the causal agent of stem rot of stock in Korea. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 12, n. 1, p. 22, 2017.

DERBYSHIRE, M. *et al.* The complete genome sequence of the phytopathogenic fungus *Sclerotinia sclerotiorum* reveals insights into the genome architecture of broad host range pathogens. **Genome Biology and Evolution**, v. 9, n. 3, p. 593-618, 2017.

DEVI, P. *et al.* Characterization of Indian native isolates of *Trichoderma* spp. and assessment of their bio-control efficiency against plant pathogens. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 85, p. 15150-15160, 2012.

FAGUNDES-NACARATH, I. R. F. *et al.* Oxalic acid-mediated biochemical and physiological changes in the common bean-*Sclerotinia sclerotiorum* interaction. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 129, p. 109-121, 2018.

FORTES, F. de O. *et al.* Root induction from microcutting of an *Eucalyptus* sp. clone by *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 221-228, 2007.

HARMAN, Gary E. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, [S. l.], v. 96, n. 2, p. 190-194, fev. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1094/phyto-96-0190>.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, New York, v. 24, p. 408-421, 1970.

JAJOR, E. *et al.* The influence of selected biological products on limitation of the development of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia. **Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering**, v. 63, n. 2, p. 92-96, 2017.

LEITE, R. M. V. B. C. Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja. **Comunicado Técnico**. Londrina: Embrapa, 2005. p. 1-3. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/24980/1/comtec76.pdf>.

LOPES, C. A.; REIS, A. Doenças do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Circular Técnica**. Brasília: Embrapa, 2011. p. 1-26. Disponível em: <file:///D:/Meus%20Documentos%20-%20Fepam/Downloads/ct-100.pdf>.

PANNULLO, A. *et al.* Biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary on common bean by native lipopeptide-producer *Bacillus* strains. **Microbiological Research**, v. 211, p. 21-30, 2018.

PURDY, L. H. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution and impact. **Phytopathology**, v. 69, n. 8, p. 875-880, 1979.

SHANMUGAIAH, V. *et al.* Effect of single application of *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* on growth promotion in cotton plants. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 11, p. 1220-1225, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc. Publishers, 2006.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds). **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 41-65, 2006.

ZHANG, F. *et al.* Biocontrol potential of *Trichoderma harzianum* isolate T-aloe against *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 100, p. 64-74, 2015.

Uso de microrganismos entomopatogênicos no controle populacional de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)

Use of entomopathogenic microorganisms in the population control of Euschistus heros (Hemiptera: Pentatomidae)

NATHÁLIA SILVA PORTO
Discente em Agronomia - UNIPAM
E-mail: nathaliaporto@unipam.edu.br

ELISA QUEIROZ GARCIA
Professora do curso de Agronomia - UNIPAM
E-mail: elisaqg@unipam.edu.br

Resumo: A soja (*Glycine max*) é uma das principais culturas produzidas no mundo, porém existem grandes perdas de produtividade. As maiores estão associadas principalmente à incidência de pragas, que provocam danos irreversíveis às plantas. O percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) é um dos insetos que mais causam danos à cultura. O controle dessa praga, normalmente, é realizado com constantes aplicações de inseticidas químicos, o que pode desencadear desequilíbrios ambientais. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes microrganismos entomopatogênicos no controle do percevejo, visando à diminuição do controle químico e à maior utilização dos produtos biológicos. O experimento foi conduzido durante 12 dias em laboratório e constituiu-se de cinco tratamentos: *Bacillus thuringiensis* (1,75 g/L), *Bacillus subtilis* (5,7 ml/L), *Beauveria bassiana* (17,5 g/L), *Metarhizium anisopliae* (40g/L), com cinco repetições, totalizando 25 unidades amostrais. Cada unidade amostral foi constituída por cinco adultos de *H. heros* em placa de petri, mantidos em BOD. Foi avaliada a porcentagem acumulada de insetos mortos por dia de cada tratamento durante 13 dias. Posteriormente os valores foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. Concluiu-se que, para o controle do *Euschistus heros*, o tratamento constituído pelo *Metarhizium anisopliae* (40g/L) foi o mais eficiente, obtendo 100% de mortalidade a partir do sexto dia após a aplicação.

Palavras-chave: Controle biológico. Inseto praga. *Metarhizium anisopliae*.

Abstract: Soybeans (*Glycine max*) are one of the main crops produced in the world, but there are significant losses in productivity. The largest ones are mainly associated with pest occurrence, which causes irreversible plant damage. The *Euschistus heros* is one of the insects that cause the most damage to the crop. This pest control is usually by frequent applications of chemical insecticides, which can trigger environmental imbalances. Thus, this study aimed to evaluate the efficiency of different entomopathogenic microorganisms in bug control, seeking to reduce chemical control and increase the use of biological products. The experiment was conducted for 12 days in the laboratory and consisted of five treatments: *Bacillus thuringiensis* (1.75 g/L), *Bacillus subtilis* (5.7 ml/L), *Beauveria bassiana* (17.5 g/L), *Metarhizium anisopliae* (40g/L), with five repetitions, totaling 25 sampling units. Each sampling unit consisted of five adults of *H. heros* in Petri dishes,

kept in BOD. During 13 days, the accumulated percentage of dead insects - per day of each treatment - was evaluated. Afterward, to the Kruskal-Wallis test, the values were submitted. This work concluded that for the control of *Euschistus heros*, the treatment consisting of *Metarhizium anisopliae* (40g/L) was the most efficient, obtaining 100% mortality from the sixth day after application.

Keywords: Biological control. Insect pest. *Metarhizium anisopliae*.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*), leguminosa pertencente à família Fabaceae, é uma das principais culturas produzidas no mundo. Sua produção é de grande importância econômica pois é utilizada para alimentação humana, nutrição animal e usos industriais (CÂMARA, 2015). No Brasil, a área plantada no período 2020/21 atingiu 38,5 milhões de hectares e a produção alcançou o recorde de 135,4 milhões de toneladas (CONAB, 2021). Apesar disso, existem grandes perdas de produtividade principalmente relacionadas à incidência de pragas, que provocam danos irreversíveis às plantas (NOGUEIRA, 2018).

A cultura da soja é propícia ao ataque severo de diferentes insetos durante todo o seu ciclo; entretanto, no início da fase reprodutiva, surgem especialmente os percevejos fitófagos da ordem Hemiptera. O percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) atualmente é mais abundante em regiões quentes e tem sido considerado a praga de maior risco ao cultivo (NOGUEIRA, 2018). Os principais danos são causados pela sucção da seiva das vagens ainda verdes, provocando enrugamento e chochamento dos grãos. Além disso, acarretam a retenção foliar, ou seja, permanência de folhas verdes até a fase de colheita, assim causando elevado prejuízo econômico (MOREIRA; ARAGÃO, 2009).

Atualmente, há muitas formas de realizar-se o manejo de pragas, sendo o controle químico o método mais utilizado para manter as populações de insetos em densidade reduzida, para não prejudicar a produtividade e a viabilidade econômica da cultura. Entretanto, o uso excessivo dessas aplicações e o manejo incorreto promovem a reprodução de insetos alvos resistentes, a diminuição de inimigos naturais, o ressurgimento de pragas e os efeitos tóxicos ao meio ambiente e aos seres humanos (FISCHER, 2014).

Além dos inseticidas químicos, o uso do controle biológico, embora menos empregado pelos agricultores, tem apresentado resultados bastante satisfatórios para a redução das pragas, além de ser menos danoso ao meio ambiente. O manejo com os biológicos pode ser realizado com insetos entomófagos ou com organismos entomopatogênicos. Os insetos entomófagos podem ser predadores, parasitas ou parasitoides, que se alimentam das pragas, promovendo a redução direta da população. Já os organismos entomopatogênicos, podem ser fungos, vírus ou bactérias, que causam doença, desencadeando a morte dos insetos (NOGUEIRA, 2018).

Dentre os organismos entomopatogênicos, as bactérias do gênero *Bacillus* são responsáveis por mais de 90% dos biopesticidas disponíveis em todo o mundo. O *Bacillus thuringiensis* (Bt) e o *Bacillus subtilis* são importantes representantes desse gênero e demonstram resultados relevantes no controle biológico. O mecanismo de ação do *B. thuringiensis* acontece via oral e está ligada principalmente à produção de cristais

proteicos, que possuem toxinas letais a diversas ordens entomológicas. Essas toxinas causam ruptura e paralisia das células epiteliais do intestino das pragas, fazendo com que elas parem de se alimentar (FISCHER, 2014). Já o modo de ação do *B. subtilis* encontra-se efetivo na prevenção e no controle de doenças, principalmente ocasionadas por fungos, pois inibe a germinação dos esporos e o crescimento do tubo germinativo, formando uma zona de inibição que bloqueia o ataque da superfície foliar pelo patógeno (D'AGOSTINO; MORANDI, 2009). Entretanto, mesmo que a maioria das informações na literatura sejam sobre o *B. subtilis* no controle de doenças, a realização de testes para análise do efeito que essa bactéria causa em insetos é primordial para encontrar alternativas úteis de controle.

Ademais, outros organismos entomopatogênicos relevantes são os fungos que possuem largo espectro de ação, capazes de colonizar diversas espécies de insetos. Esse patógeno se diferencia dos demais por infectar mediante contato ou ingestão e por contaminar o hospedeiro em todos os estágios de desenvolvimento. Os mais usados em programas de controle biológico no Brasil são o *Metarhizium anisopliae* e a *Beauveria bassiana*. Ambos infectam por meio da adesão de conídios que germinam e penetram na cutícula ou na pele (tegumento), colonizando internamente o hospedeiro. Além disso, os fungos produzem enzimas que causam a destruição dos tecidos do inseto, levando-o à morte (VALICENTE, 2009). Sendo assim, a realização de ensaios com diferentes inseticidas biológicos que visam a encontrar novas formas de controle seria bastante vantajosa em diversos aspectos, como na seleção de insetos alvo, preservando os inimigos naturais, e na redução dos desequilíbrios ambientais (MORAES; CAPALBO; ARRUDA, 1998).

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Biologia, Zoologia e Entomologia e no Laboratório de Genética e Biotecnologia, ambos localizados no Bloco H do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

2.1 CRIAÇÃO DE *EUSCHISTUS HEROS* EM LABORATÓRIO

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

Os percevejos foram colocados em potes plásticos (1L) com tampas recortadas no centro e com tecidos do tipo organza fixados na abertura para permitir a ventilação. A superfície inferior foi forrada com papel filtro. Na margem interna superior, passou-se uma borda de vaselina de 2 cm de largura para dificultar a saída e a movimentação dos insetos durante os cuidados com a colônia.

Para a manutenção da criação de *E. heros*, foi oferecida dieta natural composta por vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e algodão umedecido com água destilada para servir como fonte de água e umidade.

2.2 AQUISIÇÃO DOS PRODUTOS BIOLÓGICOS

Todos os produtos biológicos comerciais à base de bactérias e fungos foram obtidos em lojas de insumos agrícolas.

2.3 BIOENSAIOS DE SUSCETIBILIDADE DO PERCEVEJO-MARROM A PRODUTOS BIOLÓGICOS

O estudo foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando-se 25 unidades amostrais. Cada unidade amostral foi constituída por um recipiente de plástico de (1L) com cinco insetos, totalizando 125 insetos utilizados. Em cada recipiente de plástico, devidamente identificado por tratamento e repetição e forrado com papel, foram inseridos uma vagem verde de feijão e um chumaço de algodão umedecido com água destilada.

Foram preparadas soluções de 1L para cada tratamento, seguindo a recomendação da bula em relação à ordem do inseto ou à cultura da soja, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados no controle do *Euschistus heros* por produto biológico testado

Tratamento	Descrição	Dose (bula)	Concentração da solução
Tratamento 1 (Controle)	Água destilada	-	-
Tratamento 2	<i>Bacillus thuringiensis</i>	350g/200L	1,75 g/L
Tratamento 3	<i>Bacillus subtilis</i>	4000ml/700L	5,7 ml/L
Tratamento 4	<i>Beauveria bassiana</i>	3,5kg/200L	17,5 g/L
Tratamento 5	<i>Metarhizium anisopliae</i>	6kg/300L	20g/L

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

Para serem anestesiados, os insetos foram mantidos no congelador (-9 °C) por 90 segundos, em placas de Petri contendo cinco percevejos. Logo em seguida, foi realizada a inoculação dos produtos através do método por contato dorsal, em que foram aplicados 10 µL da solução, com auxílio de uma micropipeta, sobre o dorso dos percevejos.

Após a aplicação, os indivíduos foram transferidos para o recipiente de plástico e mantidos na sala de crescimento do laboratório, à temperatura de (25±1 °C) e fotofase de 12 horas. Durante a fase de avaliação, as vagens foram trocadas de dois em dois dias.

2.4 AVALIAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a implantação do experimento, as avaliações foram realizadas diariamente durante os próximos 13 dias, no mesmo horário, quantificando-se o número

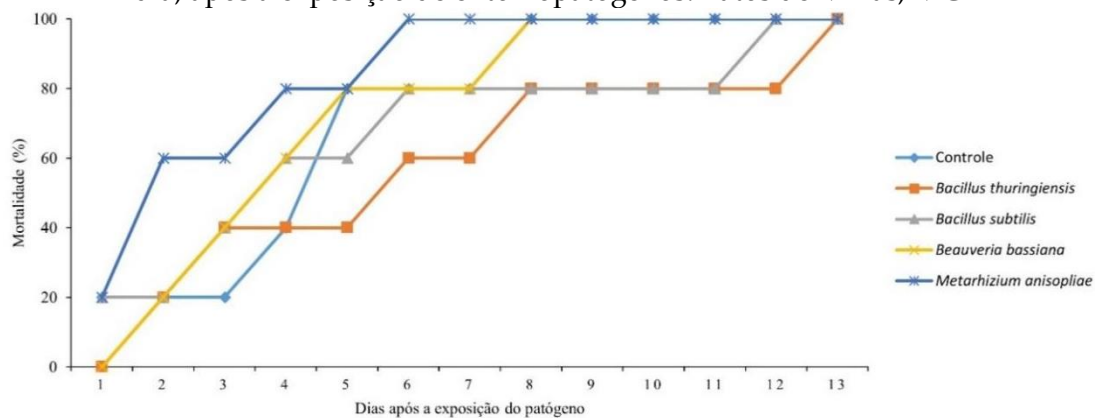
de percevejos mortos e vivos, sendo possível quantificar o número de dias necessários para causar a mortalidade dos insetos.

Para análise estatística dos dados cumulativos de sobrevivência dos insetos, foi realizado o teste Kruskal-Wallis, utilizando-se o *software* estatístico R Studio, para avaliação do percentual de mortalidade e criação do boxplot.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 expressa a porcentagem de mortes de percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) por dia, após a aplicação dos entomopatógenos, sendo possível visualizar e definir o tempo gasto em cada tratamento para matar o inseto. Nesse sentido, constata-se que o *Metarhizium anisopliae* foi o mais eficiente em um menor período de tempo, atingindo 80% de mortalidade dos insetos após quatro dias de inoculação e 100% de mortalidade após seis dias.

Figura 1: Mortalidade mediana (%) de percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) por dia, após a exposição de entomopatógenos. Patos de Minas, MG



Fonte: dados da pesquisa, 2022.

Os dados da Figura 2 indicam a variação da mediana percentual de mortes de percevejos (*Euschistus heros*). Cada gráfico representa um dia após aplicação de cada microrganismo entomopatogênico. É possível observar que, nos três primeiros dias de inoculação, o fungo *Metarhizium anisopliae* obteve uma diferença significativa em relação aos demais tratamentos. Já no primeiro dia, atingiu-se o índice de 40% de mortalidade (1º quartil [1ºQ]=20; 3º quartil [3ºQ]=40). No sexto dia após a aplicação, chegou-se a 100% da mortalidade, apresentando-se um tempo de mortalidade mais curto, comparado ao controle.

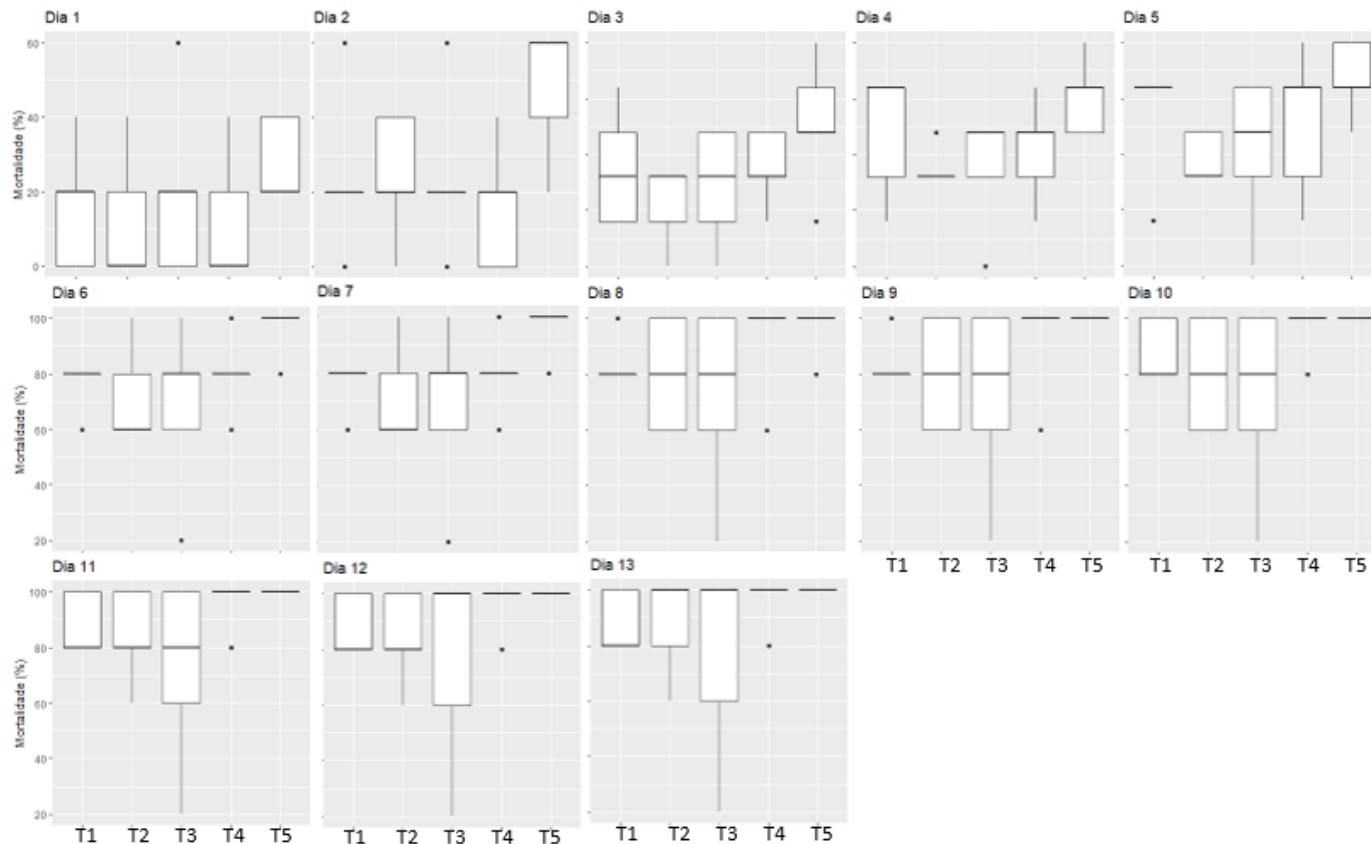
Oliveira (2017) avaliou a eficiência do fungo *Metarhizium anisopliae* em adultos de *Euschistus heros* e alcançou resultados semelhantes. Nesse estudo, a mortalidade dos percevejos diferiu significativamente das testemunhas, com os resultados variando de 60,0% a 95,0% de mortalidade. Evidencia-se a patogenicidade dos fungos aos insetos, por meio da adesão de conídios que germinam e penetram na cutícula ou pele (tegumento), colonizando internamente o hospedeiro (VALICENTE, 2009).

Em relação aos demais tratamentos que apresentaram mortalidade superior a 80%, destacam-se alguns fatores que podem exercer influência sobre a mortalidade média em adultos de *Euschistus heros*: a quantidade de bioinseticida por volume de calda, a concentração de conídios viáveis por volume utilizado e a origem da cepa. Além do mais, os percevejos podem apresentar resistência contra entomopatógenos dependendo da fase de desenvolvimento, sendo os adultos os mais resistentes que as ninfas (SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1998).

Destaca-se a eficiência da atuação de *Metarhizium anisopliae* na mortalidade de *E. heros*, o que evidencia a possibilidade de se utilizar o produto biológico como um controle alternativo do percevejo, com o intuito de se reduzir o uso do controle químico. Entretanto, faz-se necessária a realização de novos estudos visando a analisar a eficiência desse microrganismo em condições de campo.

USO DE MICRORGANISMOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE POPULACIONAL
DE *EUSCHISTUS HEROS* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Figura 2: Variação da porcentagem de mortalidade de percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) por dia, expostos a diferentes entomopatógenos. Patos de Minas, MG. Cada caixa inclui os dados entre o 1º e 3º quartil, a mediana é representada como a linha horizontal dentro da caixa. Valores máximos e mínimos estão plotados nas linhas horizontais fora da caixa. Foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. T1 – Controle, T2 - Tratamento com *Bacillus thuringiensis*; T3 - Tratamento com *Bacillus subtilis*; T4 - Tratamento com *Beauveria bassiana*; T5 - Tratamento com *Metarhizium anisopliae*



Fonte: dados da pesquisa, 2022.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que o produto comercial à base de *Metarhizium anisopliae* apresentou maior efeito na mortalidade de adultos de *Euschistus heros*.

REFERÊNCIAS

- BARROS, V. R. M. **Estudos de fatores de patogenicidade de *Bacillus* spp. isolado em leite UHT**. 2004. 117 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- BORGES, M. *et al.* **Metodologias de criação e manejo de colônias de percevejos da soja (Hemiptera – Pentatomidae) para estudos de comportamento e ecologia química**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 18 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 0102 – 0110; Documentos 182).
- CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao Agronegócio Soja**. Piracicaba: Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ, 2015.
- CINTRA, P. H. N. **Efeito de *Metarhizium anisopliae*, associado a inseticida sobre adultos de percevejo-marrom (*Euschistus heros*)**. 2018. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos: oitavo levantamento, maio 2021: safra 2020/21**. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/37084_fec189e73c4e2339da554f392d08a9e5.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Percevejos e o sistema de produção soja-milho**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 98 p.
- D'AGOSTINO, F.; MORANDI, M. A. B. Análise da viabilidade comercial de produtos à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus* para o controle de fitopatógenos no Brasil. *In*: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. cap. 20, p. 299-316.
- 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.
- FISCHER, T. D. **Avaliação do inseticida biológico (*Bacillus thuringiensis*) no manejo de pragas em cultivares de Soja (*Glycine max* L.) modificadas Geneticamente**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia), Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2014.

FONTES, E. M. G.; VALADARES, M. C. **Controle Biológico de Pragas na Agricultura**. Brasília: Editoras Técnicas, 2020. 510 p.

GALLO, D. *et al.* **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GONÇALVES, M. B. **Suscetibilidade do percevejo-marrom da soja com o uso de *Metarhizium anisopliae***. 2020. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia), Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Anápolis, 2020.

LAZZARINI, G. M. J. **Efeito da umidade sobre a germinação in vitro de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e atividade contra *Triatoma infestans***. 2005. 31f. Tese (Doutorado em Parasitologia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F.; ARRUDA, R. O. M. Produção de bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S. B. *et al.* **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 26, p. 815-843.

MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de Pragas da Soja**. Campinas, 2009. Disponível em:
https://www.agrolink.com.br/downloads/Manual_de_pragas_de_soja%20%281%29.pdf

NOGUEIRA, K. de O. **Percevejo marrom (*Euschistus heros*) na cultura da soja**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (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 (Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

PANIZZI, A. R. Parasitismo de *Eutrichopodopsis nitens* (Diptera: Tachinidae) em *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) observado em distintas plantas hospedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, p. 1555-1558, 1989.

SANTOS, T. R. **Desenvolvimento de formulações multiparticuladas contendo microescleródios do fungo *Metarhizium anisopliae* para controle biológico**. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

SILVA, C. A. D.; ALMEIDA, R. P. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil**. Campina Grande, 1998. 65 p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 27).

SOSA-GÓMEZ, D. R. *et al.* **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 3. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 100 p. (Documentos 269, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

SOSA-GÓMEZ, D. R.; MOSCARDI, F. Laboratory and Field Studies on the Infection of Stink Bugs, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, and *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) with *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, [S. l.], v. 1, n. 71, p.115-120, set. 1998.

VALICENTE, F. H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 251, p. 48-55, 2009.

XIAO, G. *et al.* Genomic perspectives on the evolution of fungal entomopathogenicity in *Beauveria bassiana*. **Scientific Reports**, v. 483, p. 1-10, 2012.

YOSHIDA, L. **Atividade patogênica dos fungos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e *Paecilomyces fumosoroseus* para *Chrysomya putoria* a (Wiedemann, 1830) (Diptera: Calliphoridae)**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

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

Professora orientadora - UNIPAM

E-mail: vanessajm@unipam.edu.br

Resumo: O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas, e sua principal fonte é a ureia. Em muitos estudos, é dito 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), 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 após a 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. Fertilizantes. Tecnologia.

Abstract: Nitrogen is an essential element for plants, and its principal source is urea. Most studies said that many losses of this fertilizer occur due to a lack of quality or improper application forms. Therefore, the present work aimed to quantify and compare ammonia losses by volatilization in different polymers with the technology employed. The experiment was conducted in the Laboratory of Soil Analysis (CEFERT), located in the University Center of Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas (MG). An entirely randomized design (DIC) was used, with seven treatments and four repetitions. The analyses were performed by Nitrogen Distillers. It was found that the NBPT 4 - on days 4 to 12 after the fertilizer application - had a fertilizer lower loss than the other fertilizers and - on the 8th day - a volatilization reduction of 37.58% of ammonia. It was concluded that the use of fertilizers with technology are able to reduce ammonia volatilization.

Keywords: Efficiency. Fertilizers. Technology.

1 INTRODUÇÃO

A fonte primária de Nitrogênio (N) para o solo é a atmosfera, pois cerca de 78% do gás atmosférico são formados 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 Nitrogênio 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 Nitrogênio disponíveis para as plantas são amônia (NH_3) e nitrato (NO_3), as quais representam menos de 2% do Nitrogênio 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 *et al.*, 2007b).

Em meio às vantagens do 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). As perdas ocorrem porque a ureia é 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 ao solo é inconstante e depende de diversos fatores, incluindo condições climáticas e atributos relacionados com o solo (SANGOI *et al.*, 2003; SANZ-COBENA *et al.*, 2008).

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 correlacionado a inibidores da urease (principalmente NBPT) e a incorporação e/ou revestimento da ureia com micronutrientes (STAFANATO *et al.*, 2013).

De acordo com Cantarella (2007a) outra forma de evitar perdas de nitrogênio 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 formaldeídos, portanto, liberação lenta de N; produtos encapsulados, recobertos ou de liberação controlada.

Os polímeros são fertilizantes sintéticos, isso consiste em promover a proteção dos fertilizantes minerais através de seu recobrimento, sendo que estes podem diferir pela natureza química do material envolvente ou espessura do revestimento aplicado (FRANCO *et al.*, 2019).

Franco *et al.* (2019) descrevem que as principais vantagens dos fertilizantes polimerizados é a distribuição regular de nutrientes para as plantas, a menor divisão de aplicações, a eliminação da salinização promovida pelos fertilizantes convencionais, a redução da poluição causada pelo NO_3^- , a redução de gastos para o produtor rural e a maior praticidade no manuseio.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar e comparar as perdas de amônia por volatilização em diferentes polímeros com tecnologia empregada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO

O experimento foi conduzido no Laboratório de análise de solo (CEFERT) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em 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 clima da região é descrito como tropical com estação seca de acordo com a Kopper.

O solo disposto no experimento foi coletado da camada de 0-20 cm de profundidade na Escola Agrotécnica Afonso Queiroz. Foi coletada uma amostra desse solo para caracterização química, seguindo metodologia referida pela Embrapa (2009). A análise foi realizada no mesmo local da condução do experimento. O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados (DIC), sendo sete tratamentos, com quatro repetições (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos com polímeros

Tratamento	Fonte	Polímeros
T1	Ureia	CONV 1
T2	Ureia	NBPT 1
T3	Ureia	CONV 2
T4	Ureia	NBPT 2
T5	Ureia	NBPT 3
T6	Ureia	NBPT 4
T7	Controle	-

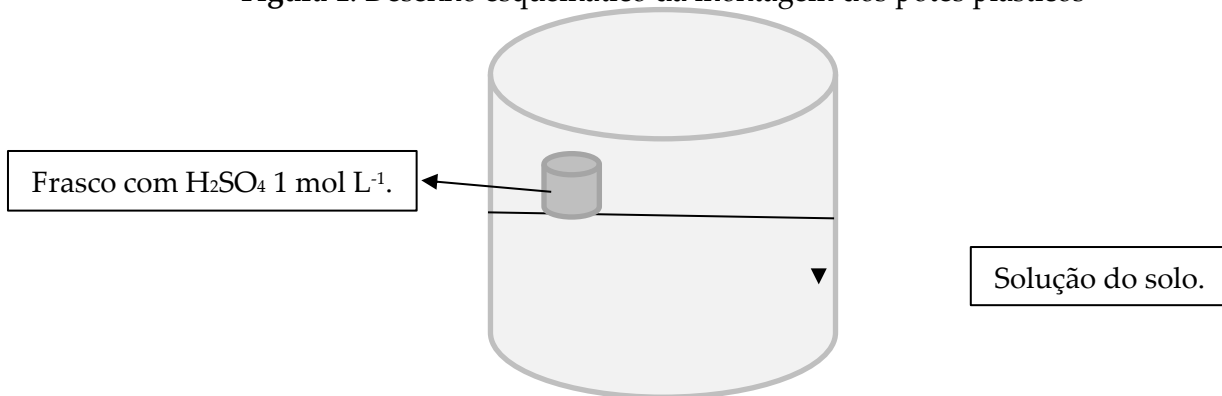
Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Utilizou-se de potes de plástico com 14 cm de diâmetro e 14 cm de altura, com um volume máximo de 1800 mL. Nestes, foram adicionados 800 gramas de solo e 200 mL de água para acionar a atividade biológica no solo. No interior dos potes, foram fixados pequenos frascos de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura, com um volume de 80 mL, contendo 10 mL de solução de H_2SO_4 1 mol L^{-1} , colocados sobre o solo. A amônia

volatilizada é captada pelo H_2SO_4 e posteriormente submetida à análise no laboratório, sendo o ácido trocado após cada coleta.

Após a coleta dos potes, a solução coletada foi adicionada ao tubo de ensaio para posterior destilação feita em Destilador de Nitrogênio 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 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (EMBRAPA, 2009).

Figura 1: Desenho esquemático da montagem dos potes plásticos



Fonte: elaborada pelos autores, 2021.

Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados na superfície do solo com uma dose equivalente a 100 kg ha^{-1} de Nitrogênio, e as coletas das amostras foram realizadas no 4º, 8º, 12º, 17º, 21º, 26º, 31º e 34º dia após a aplicação.

Os resultados 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

De acordo com a Tabela 2, houve interação entre a fonte de nitrogênio aplicada e o tempo de coleta da amônia volatilizada. A fonte de ureia e o tempo de coleta podem incrementar as perdas.

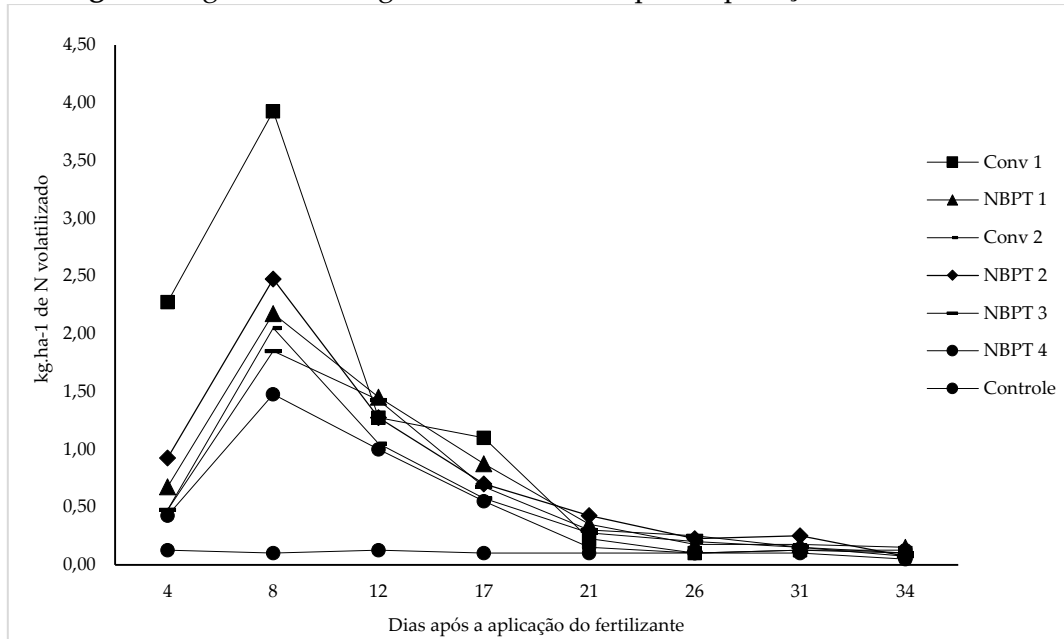
Tabela 2: Valores obtidos de volatilização de nitrogênio em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Tratamento	Dias após aplicação do fertilizante							
	4	8	12	17	21	26	31	34
1	2,275Cd	3,925Df	1,275Bcd	1,100Bd	0,225Aab	0,100Aa	0,125Aa	0,100Aa
2	0,675Bbc	2,175Dd	1,450Cd	0,875Bcd	0,350Aab	0,175Aa	0,175Aa	0,150Aa
3	0,475Bb	2,050Ecd	1,050Dbc	0,575Cb	0,275ABab	0,200Aa	0,150Aa	0,100Aa
4	0,925Cc	2,475Ee	1,275Dcd	0,700Cbc	0,425Bb	0,225ABa	0,250ABa	0,075Aa
5	0,475BCb	1,580Ec	1,425Dd	0,675Cbc	0,300ABab	0,250ABa	0,150Aa	0,075Aa
6	0,425Bb	1,475Db	1,000Cb	0,550Bb	0,150Aa	0,100Aa	0,125Aa	0,125Aa
7	0,125Aa	0,100Aa	0,125Aa	0,100Aa	0,100Aa	0,100Aa	0,100Aa	0,050Aa

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

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Figura 2: kg.ha⁻¹ de nitrogênio volatilizado após a aplicação do fertilizante



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Os maiores valores de volatilização foram nos dias 4 e 8 após a aplicação, na qual o fertilizante CONV 1 apresentou os maiores picos de NH₃ volatilizados, por ser um fertilizante sem tecnologia empregada e a rápida hidrólise da ureia após o contato com o solo úmido.

O fertilizante com tecnologia empregada NBPT 4 retardou a perda em relação ao fertilizante convencional no 4º e 8º dia após a aplicação da ureia. No 4º dia, a diferença foi de 18,68% e, no 8º dia, de 37,58% em relação ao fertilizante CONV 1, sem tecnologia empregada. As perdas após esse período se mantiveram homogêneas, mas ainda assim se observou que os fertilizantes NBPT tiveram diferença estatística até o 17º dia.

Diversos estudos têm relatado a eficácia do NBPT adicionado à ureia para 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, observa-se retardamento e redução das perdas por volatilização, variando de sete a nove dias após a aplicação da ureia com tecnologia (SOARES *et al.*, 2012).

Cantarella (2008) afirma que o pico de perda de NH₃ se concentra na primeira semana após a 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.

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 NBPT 4 apresentou diferença e obteve menores perdas de amônia em relação aos outros fertilizantes, tendo seu pico de volatilização de NH₃ inferior entre os dias 4 e 12 após a aplicação da ureia. Portanto, os fertilizantes com tecnologia empregada foram mais eficientes em relação à ureia convencional.

REFERÊNCIAS

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

AMADO, T. J. C. **Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo**. 1997. 218 f. Tese (Doutorado) - Curso 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) - Curso de 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, p. 20-44, 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, p. 375-470, 2007a.

CANTARELLA, H. Uso de inibidor da urease para aumentar a eficiência da ureia. In: **Informações Agronômicas**, n. 117. IPNI - International Plant Nutrition Institute, Piracicaba, SP, 2007b.

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**, v. 47, p. 139-46, 2011.

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

FACRE, W. R. Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro. **Inf. Agron.**, v. 120, p. 5-6, 2007.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Lavras (MG): UFLA, 2010.

FRANCO, M. H. R. *et al.* **Fertilizantes especiais: tecnologia para altas produtividades**. **Campo & Negócios Online**, 2019. Disponível em:
<https://revistacampoenegocios.com.br/fertilizantes-especiais-tecnologia-para-altas-produtividades/>.

GARCIA, G.; CARDOSO, A. A. **A importância da deposição atmosférica seca como fonte de nitrogênio e fósforo para ecossistemas lacustres**. 2015. 17 f. Tese (Doutorado) – Curso de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2015.

GROHS, M. *et al.* Resposta do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease em plantio convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 336-45, 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. **R. Bras. Ci. Solo**, 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. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 24, p. 363-476, 2000.

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

MOSIER, A.; GALLOWAY, J. Setting the scene – The international nitrogen initiative. *In*: International workshop on enhanced – efficiency fertilizers, Frankfurt, 2005. **Proceedings**. Paris, International Fertilizer Industry Association, p. 10, 2005.

OLIVEIRA, J. A. *et al.* **Volatilização de Amônia Proveniente de Ureia Compactada com Enxofre e Bentonita, em Ambiente Controlado**. 2014. 7 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de 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 Sci.**, v. 143, 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**, n. 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. **Ci. Rural**, v. 33, p. 87-692, 2003.

SANZ-COBENA, A. *et al.* An inhibitor of urease activity effectively reduces ammonia emissions from soil treated with urea under Mediterranean conditions. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 126, 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**, v. 45, p. 1517-1524, 2011.

SAVANT, N. K. *et al.* Effect of amounts and sequence of additions of urea and water on hydrolysis of surface-applied granular urea in unsaturated soils. **Fertil. Res.**, v. 11, p. 231-234, 1987.

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

STAFANATO, J. B. *et al.* Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 37, p. 726-732, 2013.

STEVENSON, F. J. *et al.* Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. **Wiley-Interscience**, p. 380, 1986.

TASCA, F. A. *et al.* **Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease**. 2011. 10 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina Udesc, Lajes, 2011.

VOLK, M. G. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf of bare. **Soils Agron. J.**, v. 51, p. 746-749, 1959.

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

A implantação do controle estatístico de processos em uma empresa de laticínios

The implementation of statistical process control in a dairy company

LÍLIA EDUARDA CORRÊA BRAGA

Discente do curso de Engenharia Química - UNIPAM
E-mail: liliaeduarda@unipam.edu.br

RENATA NEPOMUCENO DA CUNHA

Professora orientadora - UNIPAM
E-mail: renatanepc@unipam.edu.br

Resumo: As ferramentas que correlacionam os dados provenientes das análises de qualidade têm contribuído para a melhoria contínua nas indústrias. Nos laticínios, essas informações determinam se o leite coletado pode ser utilizado no desenvolvimento de novos produtos, ou seja, se atende os parâmetros desejados para consumo. Destaca-se, nesse âmbito, o controle estatístico de processos, que tem como objetivo prevenir defeitos e erros na produção de forma versátil e eficaz, por meio das cartas de controle. No presente estudo, foram avaliados oito parâmetros definidores da qualidade do leite, físico-químicos e microbiológicos. A partir de análises estatísticas, foram definidos os limites das cartas de controle, por meio das quais foi possível verificar as outliers. O uso do software Power BI do excell iterativo permitirá à empresa uma maior interação entre o usuário e o controle do processo.

Palavras-chave: Controle de processos. Laticínios. Cartas de Controle. Qualidade. Leite.

Abstract: Tools that correlate data from quality analyses have contributed to continuous improvement in dairy industries. In dairy products, this information determines if the milk collected can be used in the development of new products, that is, if it meets the desired parameters for consumption. In this context, statistical process control stands out, which aims to prevent defects and errors in production in a versatile and effective way using control charts. In the present study, eight defining parameters of milk quality, physicochemical and microbiological, were evaluated. Based on statistical analyses, the limits of the control charts were defined, utilizing which it was possible to verify the outliers. The excel iterative Power BI software will allow the company a better interaction between the user and the process control.

Keywords: Process control. Dairy. Control Cards. Quality. Milk.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de qualquer matéria-prima utilizada na fabricação de produtos lácteos é fundamental para o aumento da produtividade, tempo de prateleira e minimização de custos e perdas (TAKAHASHI, 2011). No processo de industrialização do leite e seus derivados, a qualidade, além de contribuir para o rendimento industrial, determina o preço a ser pago pelo leite cru aos produtores (TAKAHASHI *et al.*, 2012).

O leite brasileiro se destaca na produção mundial, pois o Brasil está entre os três maiores produtores de leite do mundo (FAO, 2019) – é uma das principais atividades agroindustriais e é produzido em todo âmbito nacional. Dessa forma, a avaliação da qualidade do leite é essencial para que esse sucesso seja alcançado. Para que isso ocorra, o leite deve possuir em sua composição características organolépticas, físico-químicas e sensoriais, como odor, sabor e coloração e não apresentar agentes patogênicos que poderão contaminar o leite, baixa contagem de células somáticas (CCS), reduzida contagem bacteriana total (CBT), de modo a atender os parâmetros exigidos pela legislação (TAKAHASHI, 2011).

Ressalta-se, nesse âmbito, o órgão regulamentador da produção leiteira, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em sua Instrução Normativa n. 62, publicada em dezembro de 2012, que estabelece os critérios para se produzir os diferentes tipos de leite, os parâmetros de qualidade que devem ser observados e como deve ser feita a coleta e o transporte (JAMAS *et al.*, 2018). A qualidade do leite é definida por parâmetros de composição química, características físico-químicas e higiene. Dentre os parâmetros físico-químicos, destacam-se os teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas.

Já as exigências de higiene para o leite cru e derivados lácteos são definidas com base nas legislações estabelecidas para a proteção da saúde humana e preservação das propriedades nutritivas desses alimentos. Durante o processo de industrialização, destacam-se, como aspectos higiênico-sanitários, a contagem bacteriana total (CBT) e a contagem de células somáticas (CCS), pois são elas que influenciam o rendimento e o tempo de prateleira dos produtos a serem fabricados (TAKAHASHI *et al.*, 2012). O CBT representa a quantidade de bactérias e microrganismos que uma amostra de leite contém, avaliando quais as condições higiênicas e de refrigeração que possui (JAMAS *et al.*, 2018; BRITO & BRITO, 2004). Já o CCS define o grau de infecção da glândula mamária, ou seja, indica a saúde do tecido ao se renovar (RANGEL *et al.*, 2009) e o número de células brancas, que são resultado do fluxo sanguíneo das vacas (TAKAHASHI, 2011).

Portanto, o monitoramento do CCS e CBT deve ser feito constantemente, assim como já acontece em países como os Estados Unidos e Canadá (TAKAHASHI *et al.*, 2012). No Brasil, algumas indústrias bonificam seus produtores a partir da qualidade do leite coletado; nesse contexto, seria de grande relevância o uso de programas que facilitem o monitoramento periódico do leite produzido e que contribuam para a melhoria contínua. Para que isso ocorra, é necessário que se tenha conhecimento a respeito dos problemas que afetam a qualidade do leite, que podem ser devido à época do ano, idade dos animais, tamanho do rebanho, temperatura e tempo de armazenamento ou até mesmo a higiene na ordenha, dentre outros (TAKAHASHI *et al.*, 2012).

O controle estatístico de processo (CEP) é uma das mais poderosas metodologias desenvolvidas que visa auxiliar no controle eficaz da qualidade. O CEP tem como característica principal o controle de processos, com enfoque na prevenção de defeitos ou erros dentro da produção, tendo em vista o conceito de que “É mais fácil e barato fazer certo na primeira vez do que depender de seleção e do retrabalho de itens que não sejam perfeitos (RAMOS, 1997). Assim, quando houver o surgimento de algum

problema durante o processo, deve-se procurar a causa resultante ao defeito e não o efeito que este erro teve (RAMOS, 1997). Dessa forma, compreende-se também que esse método não garante a inexistência nem a solução de todos os problemas, mas tem a capacidade de determinar, de forma organizada, onde existem e de procurar formas de resolvê-los (LIMA *et al.*, 2006).

O objetivo principal desta pesquisa é realizar o controle estatístico de processos em uma empresa do ramo lácteo, com intuito de garantir a qualidade. Nesse contexto, pretende-se avaliar: (i) a normalidade e os desvios padrões dos dados; (ii) os gráficos de controle e identificação das flutuações dos parâmetros de processo; (iii) a capacidade e performance do processo e (iv) o desenvolvimento de um dashboard no software Power BI, com visualizações interativas das variáveis de processo, para análise e tomada de decisão.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 O LEITE

O leite é um produto de elevado valor nutritivo, fonte de carboidratos, lipídios, minerais, proteínas e vitaminas, sendo essencial para o desenvolvimento humano (VENTURINI *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 1995). O leite cru pode ser classificado em A, B ou C. Basicamente, o que diferencia os tipos de leite diz respeito ao controle sanitário do rebanho, aos padrões de higiene da produção, à população microbológica do leite, entre outros.

Segundo Venturini *et al.* (2007), o leite tipo A possui reduzida quantidade de microrganismos, pois é pasteurizado e embalado na fazenda na qual foi feita a ordenha. Ressalta-se que o leite tipo B possui, também, uma pequena proporção de microrganismos, porém é transportado para a indústria para que seja pasteurizado e embalado. Já o leite tipo C possui a maior quantidade de microrganismos, porém é o tipo que possui menos gordura, sendo pasteurizado e embalado na indústria.

2.2 PARÂMETROS DA QUALIDADE DO LEITE

O mercado consumidor e a legislação vigente definem a qualidade do leite por meio de parâmetros de composição química, físico-química e higiene (BRITO *et al.*, 1998). Nesse contexto, são determinados como parâmetros físico-químicos e de higiene: sólidos totais, proteínas, gordura, lactose, contagem de células somáticas, contagem bacteriana total e extrato seco total. Contudo, esses fatores podem ser influenciados pela estação do ano, alimentação ou raça do animal, manejo, período de lactação e até mesmo estresse (BRITO *et al.*, 1998).

A análise da quantidade de células somáticas (CCS) monitora a saúde da glândula mamária, incluindo a quantidade de gordura, proteína e sólidos totais, além de ser um indicador da mastite (SILVA *et al.*, 2018a). Já a contagem bacteriana total (CBT) avalia os procedimentos realizados na ordenha e o armazenamento dentro da propriedade e determina o rendimento e a segurança do leite durante os processos industriais (BUENO *et al.*, 2008).

No Brasil, o órgão regulamentador da qualidade da produção de leite é o responsável pelo monitoramento mensal das fazendas produtoras de leite das indústrias de laticínios, a fim de controlar, também, a qualidade dos produtos derivados do leite. Além disso, através dessa fiscalização, algumas indústrias bonificam seus produtores de acordo com a qualidade do leite fornecido, a fim de motivá-los a cuidar de seus animais e do leite produzido.

2.3 O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO LEITE

O processo industrial do leite pode ser dividido nas seguintes etapas (SILVA, 2018b):

- a) Recepção: recebimento do leite coletado nas fazendas dos produtores, além da realização dos testes físicos e químicos que controlam a qualidade do produto, antes que armazenado nos tanques;
- b) Processamento: procedimentos que visam à qualidade e à segurança do produto; um exemplo é a pasteurização;
- c) Elaboração dos produtos: fabricação dos derivados do leite; cada produto tem os processos e equipamentos adequados, de acordo com suas necessidades. Os principais maquinários utilizados são tanques, tubulações, homogeneizadores, secadores, bancadas, formas, dentre outros;
- d) Embalagem: processo em que os produtos são embalados de acordo com suas características, a fim de conservar e comercializar o produto;
- e) Operações auxiliares: processos ligados indiretamente na fabricação dos produtos, como limpeza e esterilização de maquinários, dentre outros.

2.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

O controle estatístico do processo é uma metodologia que visa melhorar a qualidade de vários tipos de processo. Por mais que esse método não garanta a ausência de falhas e a solução de todos os problemas, consegue apontar detalhadamente a variabilidade da qualidade do produto. A apresentação contínua dos dados contribui para a determinação e o apontamento dos erros (LIMA *et al.*, 2006). No Brasil, as indústrias vêm implantando cada vez mais este sistema, pois possui sua versatilidade e precisão comprovada (RAMOS, 1997).

O CEP visa melhorar a produção, diminuindo a variabilidade e melhorando os produtos finais (LIMA *et al.*, 2006). As mudanças que tendem a ser realizadas acontecem durante o processo, a fim de evitar defeitos e perdas do produto final. A ferramenta depende restritamente de análises das informações que são coletadas e da estatística através das cartas de controle. Além disso, existe ainda um parâmetro muito utilizado pelo CEP, conhecido por estudos da capacidade que possui, com o intuito de verificar se o processo, além de estável, atende ao que é especificado pela engenharia do produto, sendo calculado através do índice de Cp ou pelo índice de Cpk (RAMOS, 1997). Ainda segundo Ramos (1997), o índice de Cp é calculado pela razão entre a tolerância da

engenharia e a dispersão total do processo, já o índice Cpk é o menor valor entre Cpi e o Cps, avaliando a média entre as distâncias dos limites especificados pelo processo.

Segundo Ramos (1997), existem ainda diversas ferramentas utilizadas pelo CEP, como o histograma, que demonstra a distribuição de frequência entre os dados agrupados; o diagrama de causa e efeito, que faz uma relação entre os efeitos e suas causas; o diagrama de Pareto, que é usado quando se tem um grande número de problemas e limitados recursos para resolvê-los. Além disso, o gráfico linear contribui para a obtenção de dados de forma cronológica, e o diagrama de dispersão é usado quando duas variáveis estão correlacionadas, apresentando tendência de variação conjunta.

2.5 CARTAS DE CONTROLE

As cartas de controle, também chamadas de gráficos de controle, são as ferramentas mais conceituadas no uso do CEP, já que representam técnicas que controlam a qualidade do processo (LIMA *et al.*, 2006). Elas dão a permissão de interferir no processo produtivo, a fim de prevenir os problemas que alteram a qualidade do produto no momento em que eles ocorrem, evitando a fabricação de produtos defeituosos e de má qualidade (LIMA *et al.*, 2006). Contudo, ainda que não seja possível identificar qual a causa especial de essa variação ter acontecido, é necessário que haja uma investigação para que seja evitada (LIMA *et al.*, 2006). Ressalta-se que os gráficos de controle possuem três objetivos (RAMOS, 1997): (i) verificar se o processo é estaticamente estável ou se sofre variação; (ii) avaliar a necessidade de agir dentro do processo, ou seja, quando deixa de ser estável e (iii) contribuir para o aprimoramento contínuo do processo.

É necessário calcular, através da estatística, um parâmetro para ser tomado como base, além dos desvios padrões. Dessa maneira, quando algum dado adquirido durante o processo estiver fora desse intervalo, o sistema já não pode ser considerado estável. A partir disto, é preciso que se dê início à procura de erros e falhas dentro da produção. Dessa forma, é necessário destacar que as cartas de controle não conseguem identificar as causas especiais dessa divergência, mas fornece as informações necessárias para a identificação (LIMA *et al.*, 2006).

De acordo com Lima *et al.* (2006), há dois tipos fundamentais de cartas de controle: as baseadas em variáveis, que são feitas através da medição contínua de grau de aceitabilidade ou não de qualidade; as baseadas em atributos que se fundamentam em verificar a presença ou a ausência de algum atributo.

3 METODOLOGIA

O estudo teve como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, com foco na solução de problemas. Nesse contexto, o estudo se caracteriza como uma pesquisa aplicada, uma vez que os resultados obtidos através da coleta de dados e sua análise podem ser revertidos em ações para a implementação de melhorias no que tange ao controle estatístico do processo na empresa adotada como objeto de estudo (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

3.1 A EMPRESA

A empresa pertence ao ramo de laticínios. É uma unidade de recebimento de leite *in natura* de produtores distintos e produtora de leite pasteurizado e de vários itens derivados de leite, como manteiga, bebida láctea, doce de leite, iogurtes, requeijão e uma grande diversidade de queijos.

A empresa é considerada uma das principais cooperativas de laticínios do país. Está localizada na maior bacia leiteira da região Sudeste e segunda maior do Brasil. A organização valoriza a qualidade e a tradição de seus produtos e atua no mercado há mais de 65 anos abastecendo seu pólo regional.

3.2 OS PARÂMETROS AVALIADOS

De acordo com a Normativa nº 62 (IN62), de 29 de dezembro de 2021, aprovada pelo Ministério da Agricultura e Meio Ambiente (MAPA), o leite recolhido da propriedade rural deve seguir os requisitos físicos, químicos, microbiológicos, de contagem de células somáticas e de resíduos químicos. Como requisitos físico-químicos, foram avaliados os parâmetros teores de gordura, lactose, proteína, extrato seco e nitrogênio ureico. Para verificação microbiológica, foram avaliadas a contagem bacteriana total e a contagem de células somáticas.

Os dados são provenientes de análises do leite cru obtido na recepção da empresa e pertencem a um levantamento histórico (período de 2019 a 2021) composto por 15.639 avaliações, sendo esses oriundos de cerca de seiscentas propriedades produtoras de leite.

3.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados foram analisados do ponto de vista estatístico por meio de gráficos (boxplot, histograma de frequência e cartas de controle), utilizando, para tanto, o Excel e o Power BI. Como meio de verificação e de tomada de decisão, o controle estatístico de processos foi empregado como ferramenta, determinando-se as variações dos parâmetros definidores da qualidade do leite com o tempo.

A variabilidade dos dados foi aferida pelos estimadores estatísticos da média, do desvio padrão e da variância amostral, mediana, curtose e assimetria. Durante o tratamento estatístico, verificou-se que a contagem de células somáticas (CCS) e a de bacteriana total (CBT) não são normalmente distribuídas, portanto, procedeu-se à transformação dos dados de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente. Os dados de CCS foram transformados utilizando-se a escala logarítmica para escore de células somáticas seguindo o modelo utilizado por Takahashi *et al.* (2012), e os dados de CBT seguiram a metodologia adotada por Andrade *et al.* (2007).

$$ECS = \log_2 \left(\frac{CCS}{100} \right) + 3 \quad (1)$$

$$tCBT = \log_{10}(CBT + 0,5) \quad (2)$$

Essas transformações foram realizadas para se utilizar dos gráficos de controle, pois as informações de interesse devem ser normalmente distribuídas, uma vez que a não normalidade afeta os limites dos gráficos (MONTGOMERY, 2004).

3.4 AS CARTAS DE CONTROLE

As cartas de controle estatístico permitem a verificação da presença de outliers sendo, portanto, úteis na tomada de decisão. Os limites das cartas de controle foram determinados pela Equação 3.

$$LC = X \pm Z \cdot \sigma \quad (3)$$

Em que: LC = limite de controle; X = média dos dados registrados; Z = variável padronizada em 1,5 e σ = desvio padrão da média.

Ressalta-se que a carta de controle representa a variação dos parâmetros da qualidade durante o tempo estimado. As informações levam em consideração a alteração na qualidade do leite que pode haver em certas épocas do ano, que são classificadas como causas naturais de variação.

Dessa forma, com o comportamento da variável traçado e realizando o monitoramento dos dados coletados através das cartas de controle pelo software Power BI ou Excel, é possível concluir se o controle estatístico de processos é eficiente para essa indústria, quais as principais causas dessa variação, as épocas em que houve maior divergência de valores, dentre outros resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Leão *et al.* (2012), a análise da composição físico-química do leite é importante, pois também é considerada, junto às análises microbiológicas, parâmetros de qualidade do leite, possibilitando estabelecer, dessa forma, um critério de pagamento ao produtor. A Tabela 1 apresenta a análise estatística descritiva obtida para os parâmetros físico-químicos estudados, com informações sobre média, mediana, variância amostral, desvio padrão, assimetria, curtose e outliers superior e inferior, para todos os parâmetros físico-químicos avaliados.

Tabela 1: Avaliação estatística descritiva dos parâmetros operacionais

Estatística descritiva	Teor de gordura (%)	Teor de lactose (%)	Teor de proteínas (%)	Sólidos totais	Extrato seco (%)	Escore da contagem de células somáticas (ECS)	Contagem bacteriana Total (tCBT)	Nitrogênio ureico (mg/dL)
Média	3,74	4,51	3,29	12,47	8,74	2,93	1,47	12,9
Mediana	3,75	4,51	3,29	12,47	8,74	2,84	1,31	12,8
Curtose	6,98	18,30	1,73	5,23	14,03	0,55	0,99	0,23

Variância amostral	0,17	0,02	0,04	0,31	0,06	0,36	0,56	10,88
Desvio padrão	0,41	0,15	0,19	0,56	0,25	0,60	0,75	3,30
Assimetria	0,17	-1,79	0,08	-0,06	-1,03	0,66	1,07	0,28
Outlier superior	4,70	4,86	3,76	13,76	9,34	4,46	3,26	21,75
Outlier inferior	2,78	4,18	2,84	11,17	8,14	1,33	-0,47	3,75

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Na análise de gordura, a média e mediana obtidas são superiores a 3,0%, mínimo previsto pela legislação. Para a lactose, obteve-se média e mediana iguais a 4,51%. Destaca-se que a lactose é sintetizada pelo aparelho de Golgi das células epiteliais secretoras dos alvéolos mamários. A mastite causa dano nesse tecido e altera os sistemas enzimáticos nas células secretoras, tendo, como consequência, a diminuição da biossíntese desse constituinte. Segundo Kitchen (1981), níveis de lactose inferiores a 4,69% e 4,75% podem ser indicativos de mastite no rebanho. No entanto, ressalta-se que a Instrução Normativa Nº 51 (2002) não estabelece o valor padrão para lactose.

Para os sólidos totais e extrato seco, foram observadas médias de 12,47% e 8,74%, respectivamente. Com relação às análises microbiológicas, obtiveram-se para o ECS e o TCBT médias de 2,93 e 1,47, respectivamente – valores inferiores aos obtidos por Cassoli *et al.* (2008), que obtiveram, em análises de leite cru, valores entre 4,8 e 5,51, respectivamente.

Quanto aos teores de nitrogênio ureico no leite, nota-se que a média de 12,9 mg/dL encontra-se dentro dos limites permissíveis, ou seja, entre 10 e 14 mg/dL. Pela Tabela 01 é ainda possível inferir que a variância amostral e o desvio padrão desse parâmetro se mostraram elevados, o que demonstra a variabilidade dos dados.

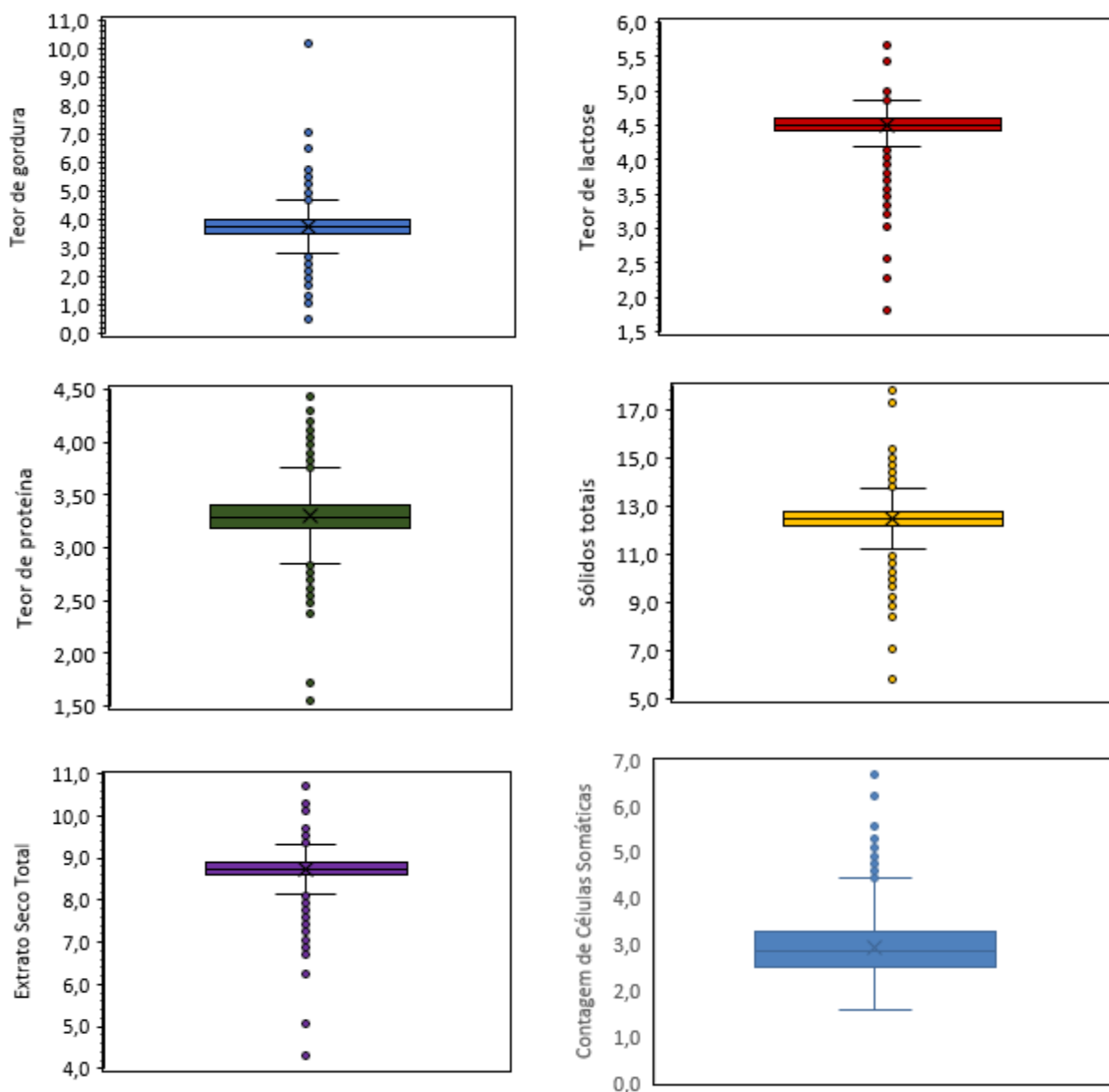
Avaliando os índices estatísticos, destaca-se que a curtose mede a concentração ou dispersão dos valores de um conjunto de valores em relação às medidas de tendência central em uma distribuição de frequências conhecida, a distribuição normal. Um valor de curtose de 0 indica que os dados seguem a distribuição normal perfeitamente. O valor da curtose que se desvia significativamente de 0 pode indicar que os dados não estão normalmente distribuídos. Uma distribuição com um valor de curtose positiva indica que a distribuição tem caudas mais pesadas do que a distribuição normal, fato esse evidenciado para todos os parâmetros deste estudo.

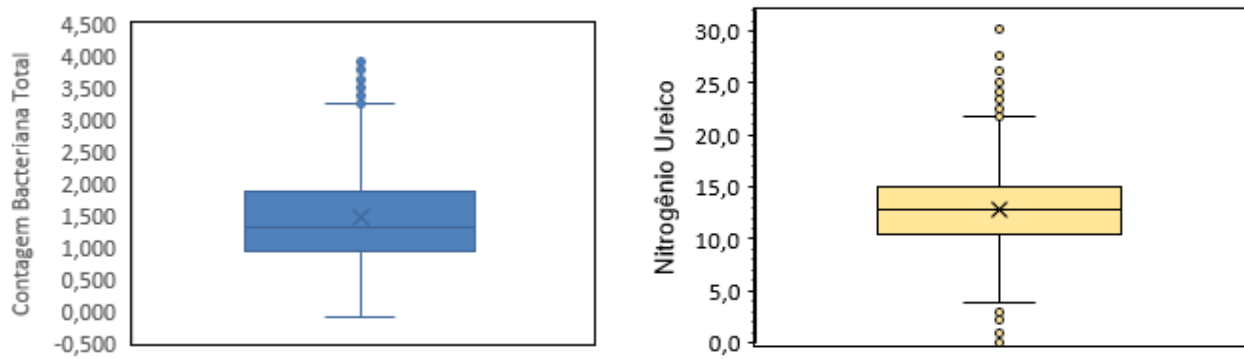
Para verificar a variabilidade dos dados e a presença de valores atípicos, o boxplot é apresentado na Figura 1.

O boxplot apresenta o ajuste à simetria entre os dados, sendo que um conjunto de dados que possui uma distribuição simétrica tem a linha da mediana no centro do retângulo. Destaca-se ainda que, quando a linha da mediana está próxima ao primeiro quartil, os dados são assimétricos positivos e, quando a posição da linha da mediana é próxima ao terceiro quartil, os dados são assimétricos negativos. Ou seja, a mediana é a medida de tendência central mais indicada quando os dados possuem distribuição assimétrica, uma vez que a média aritmética é influenciada pelos valores extremos.

A Figura 1 ainda apresenta os outliers, ou seja, pontos que se diferem do restante da análise. Dessa forma, os pontos que ficam fora dos limites dos quartis são os valores discrepantes, e são eles que devem ser analisados a fim de encontrar as causas das discrepâncias. Segundo Hair Jr. *et al.* (2005), os pontos que estão fora de padrão ou isolados (outliers) não são benéficos nem mesmo problemáticos, mas devem ser observados dentro do contexto da análise e avaliados em função da informação que poderão fornecer. Verifica-se que, para todos os parâmetros avaliados, tem-se a presença de outliers, ou seja, desvios da normalidade.

Figura 1: Avaliação dos parâmetros físico-químicos do leite cru por meio de boxplot



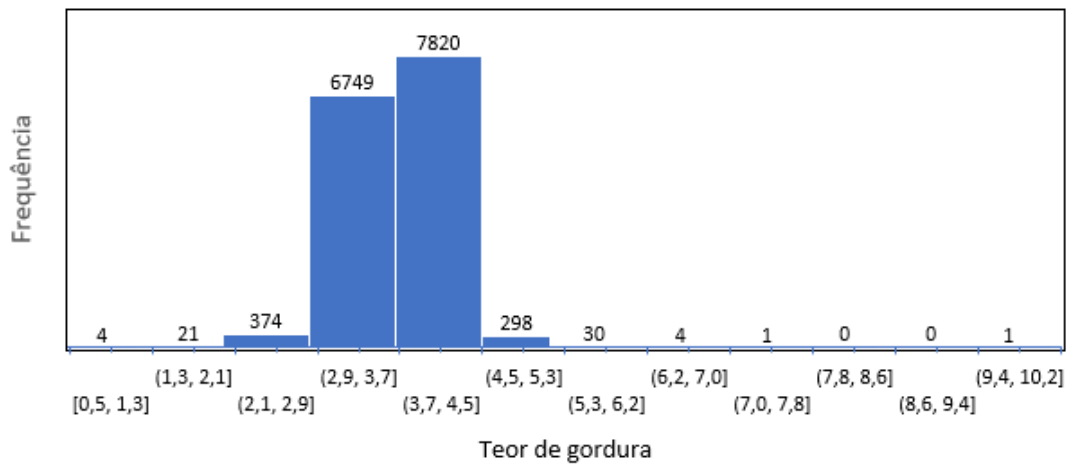


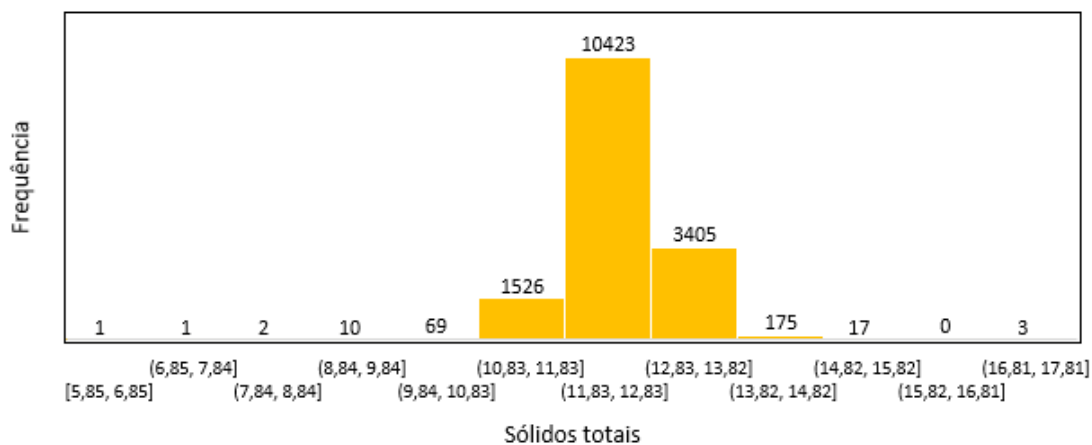
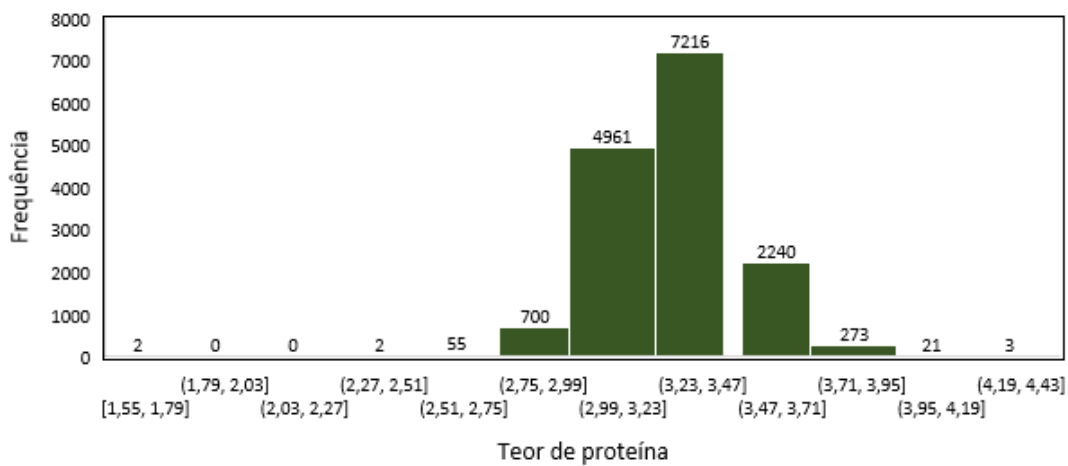
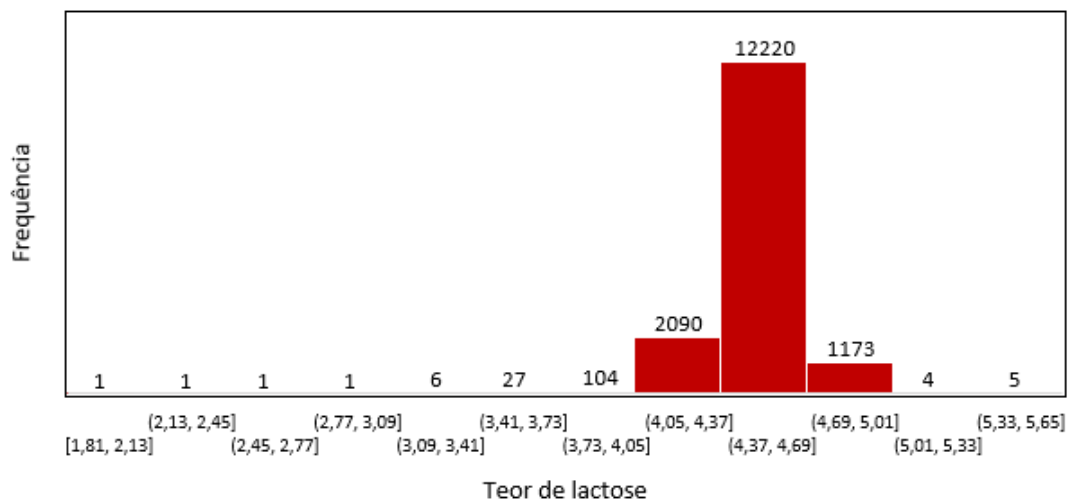
Fonte: dados da pesquisa, 2021.

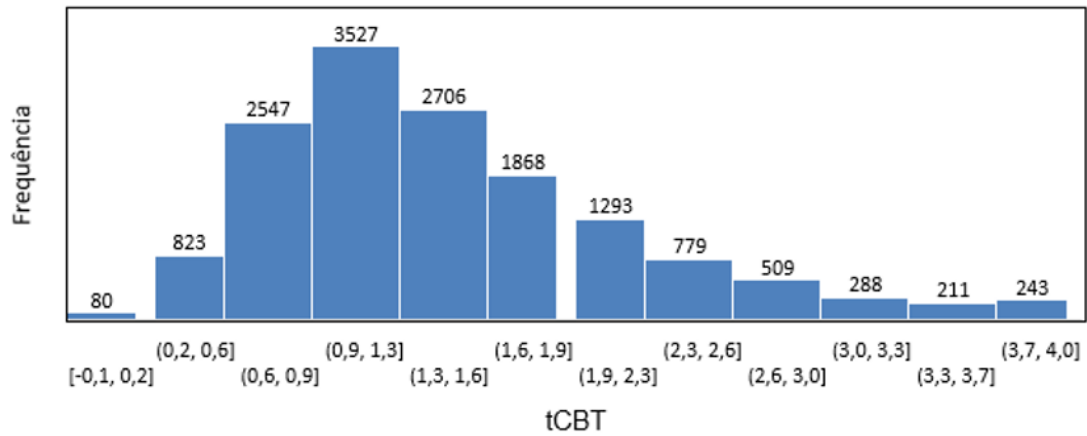
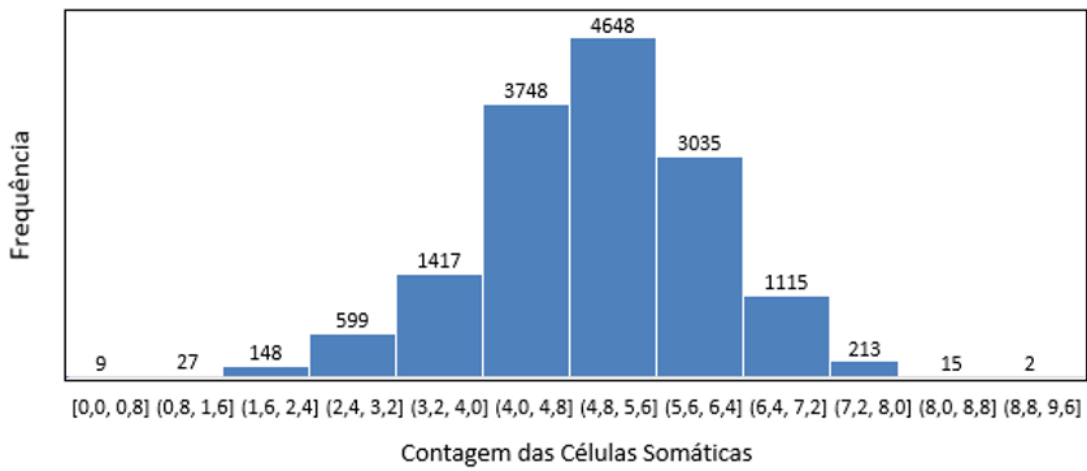
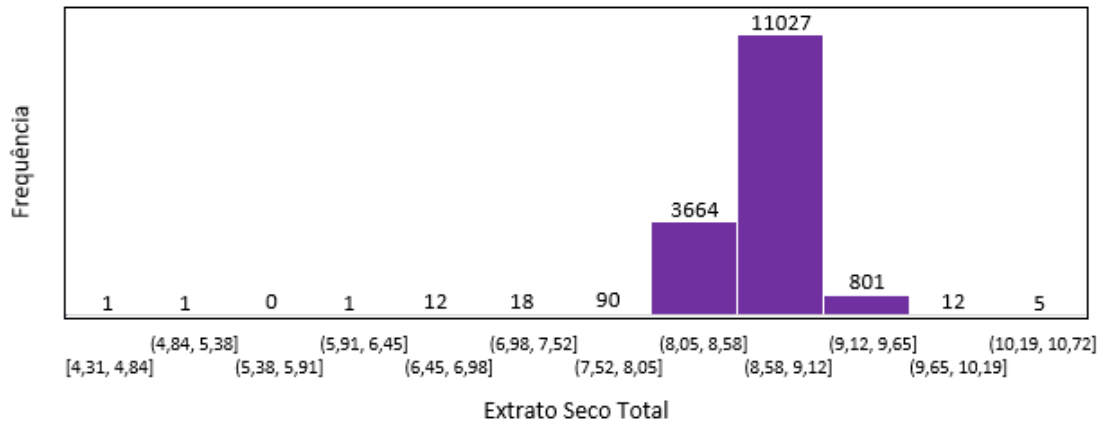
A Figura 2 apresenta os histogramas, gráficos que demonstram como um conjunto de dados está distribuído, por meio da sua frequência amostral. Dessa forma, é possível perceber com mais facilidade os pontos que aparecem com maior frequência na análise e quantos estão divergentes, mostrando também as magnitudes deles.

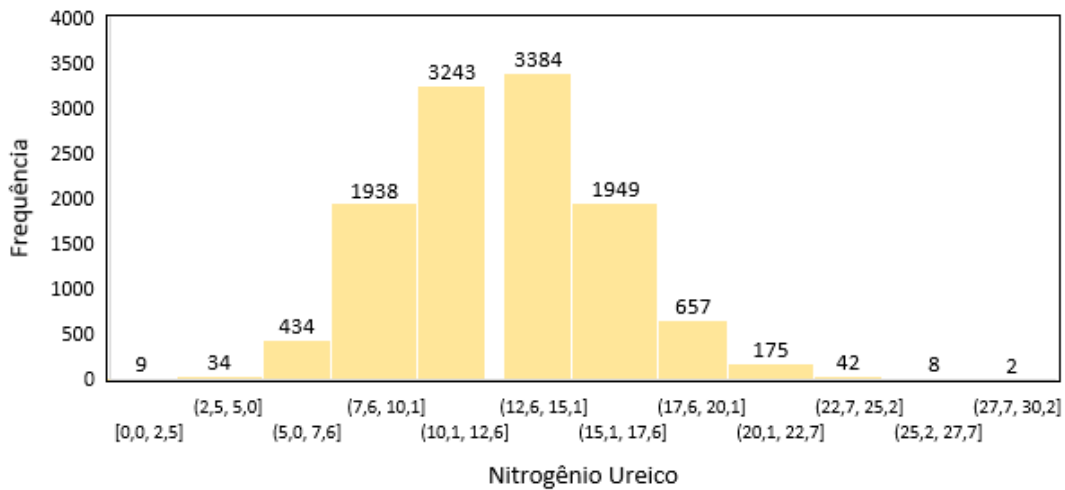
Assim, para o teor de gordura, há cerca de quinze mil análises entre os valores de 2,78 e 4,70, que são os limites que delimitam os outliers da amostra padrão. Já em lactose, há quase quinze mil e quinhentas amostras entre 4,18 e 4,86. Em proteína são cerca de quinze mil e cem análises entre 2,84 e 3,76. Já as amostras em sólidos totais entre 11,17 e 13,76 estão em torno de quinze mil e duzentas. O extrato seco tem seus outliers definidos em 8,14 e 9,34 e cerca de quinze mil e quatrocentos dados colhidos estão dentro desses parâmetros. Já na contagem das células somáticas os limites para serem considerados amostras “normais” são -346,88 e 1290,13, e a quantidade de amostras que estão seguindo este parâmetro estão em aproximadamente catorze mil e seiscentos. Na contagem bacteriana total, pouco mais de catorze mil amostras encontram-se entre 0,3 e 833,5. Já na análise de nitrogênio ureico apenas aproximadamente onze mil e seiscentas amostras ficaram entre o limite estipulado de 3,75 e 21,75.

Figura 2: Histogramas representativos da distribuição de frequência dos parâmetros obtidos para o leite cru em uma indústria de laticínios





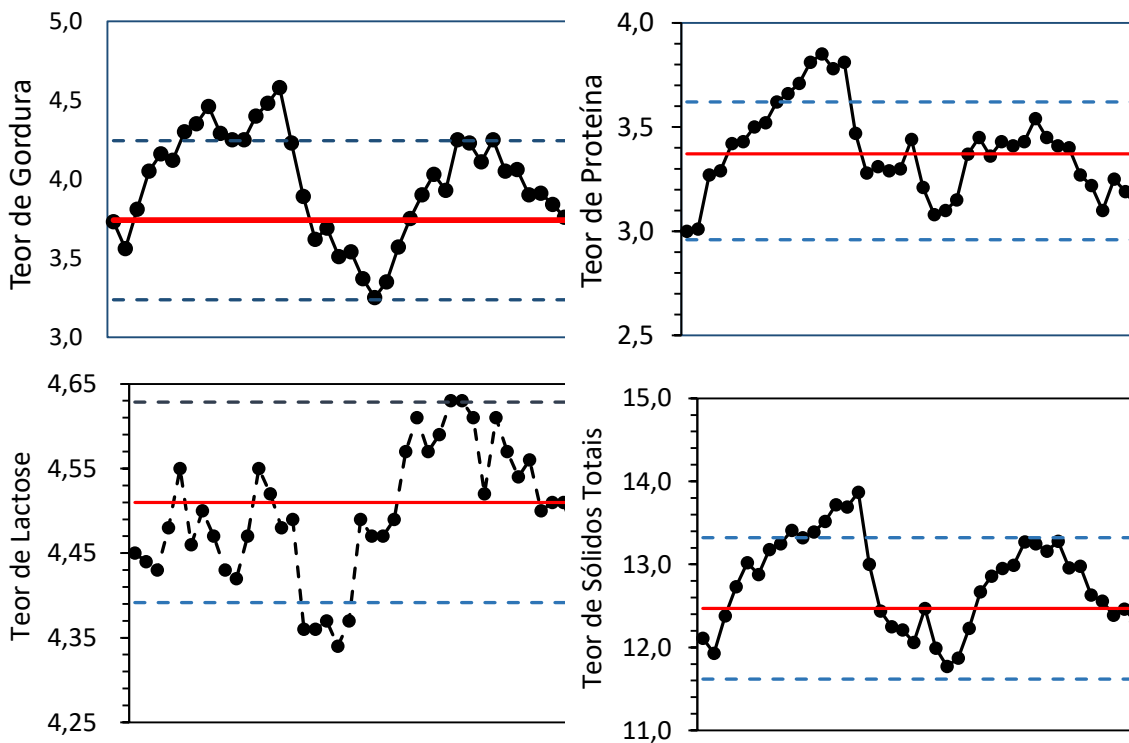


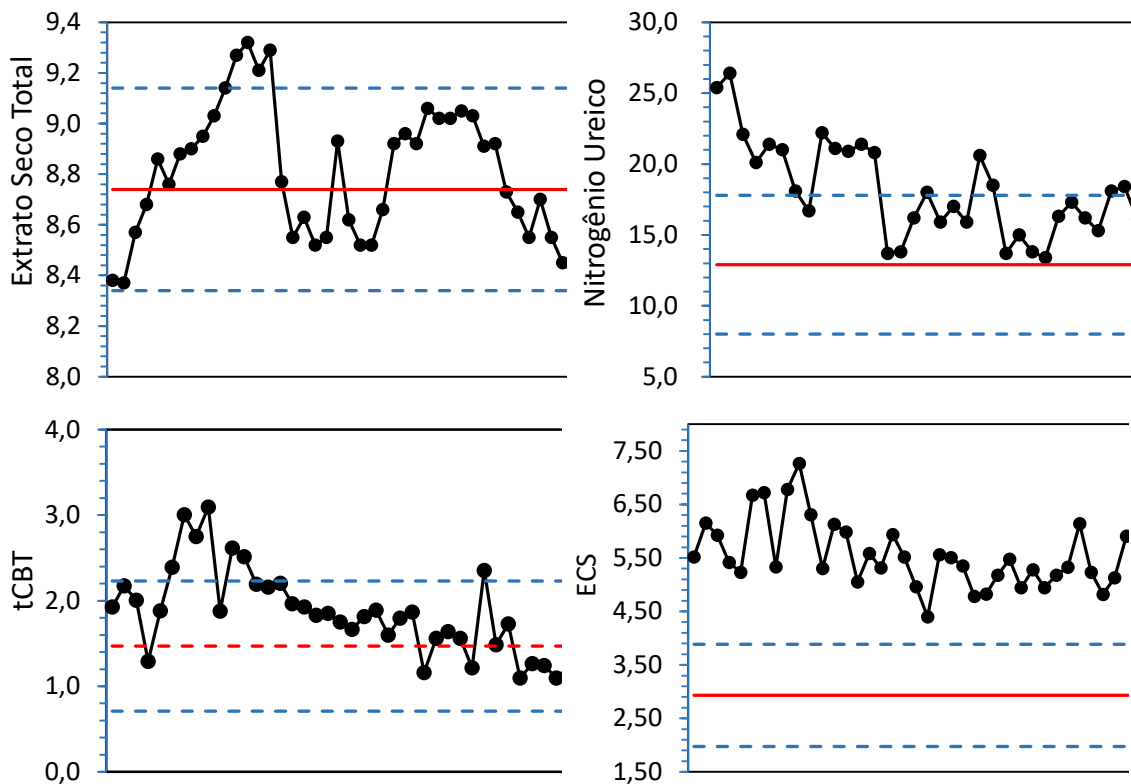


Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Através do Software Power BI, foi possível desenvolver as cartas de controles que contribuem para a análise dos parâmetros de qualidade. Além disso, o programa ainda oferece ferramentas com comandos manuais que dão a possibilidade de definir o ano, ou a estação do ano ou o produtor desejado. A Figura 3 explicita as cartas de controle obtidas para um dos produtores. Analisando-se as cartas de controle, infere-se que, para todos os parâmetros avaliados, há outliers. Destaca-se aqui que os escores da contagem de células somáticas obtidos para esse produtor possuem todos os valores acima do limite superior determinado.

Figura 3: Cartas de controle obtidas para um dos produtores

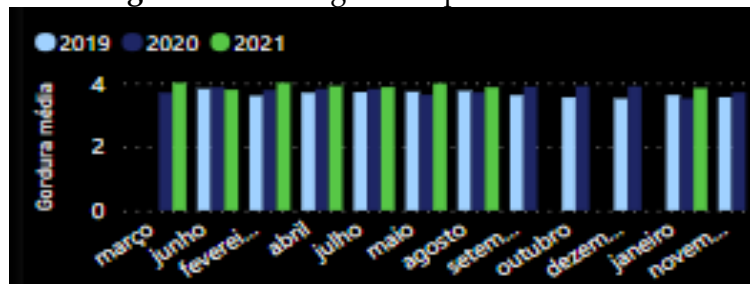




Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Dentre as análises viáveis para possíveis tomadas de decisão, pode-se avaliar a média dos parâmetros por estação do ano ou ainda por mês. A Figura 4 apresenta a média de gordura dos produtos oferecidos por esse mesmo produtor, distribuída pelos meses dos 3 anos analisados.

Figura 4: Teor de gordura por meses do ano



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Dessa forma, é possível observar que, no ano de 2021, foram obtidas as maiores médias mensais para os teores de gordura do leite oferecido pelo produtor.

4 CONCLUSÃO

A avaliação estatística descritiva do leite cru auxilia a indústria de laticínios na determinação do comportamento dos dados, verificando, desse modo, as possíveis violações no padrão de qualidade ou falhas do processo de transporte. Nesse contexto,

é possível implantar a melhoria contínua. Ou seja, esses métodos permitem à indústria e ao produtor adotarem, juntos, medidas proativas para evitar, ou minimizar, o decréscimo na qualidade do leite na próxima captação. Dessa forma, vale ressaltar que o Controle Estatístico do Processo é uma ferramenta simples e eficaz na indústria de laticínios, visto que permite uma rápida verificação dos dados coletados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. M. *et al.* Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 343-349, 2007.

BRITO, J. R. F.; DIAS, J. C. (orgs.). **A qualidade do leite**. Juiz de Fora/São Paulo: Embrapa/Tortuga, 1998, v. 1. 98 p.

BUENO, Válder Ferreira Félix *et al.* **Contagem bacteriana total do leite**: relação com a composição centesimal e período do ano no Estado de Goiás. 2008.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO STAT - Livestock Primary**. Roma, Italy, 2019.

CASSOLI, L. D. *et al.* Diagnóstico da qualidade do leite na Região Sudeste entre 2005 e 2008. CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 3., 2008. Recife. **Anais [...]** Recife: CCS Gráfica e Editora, 2008, p. 45-51.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo; **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica - Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS - Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

JAMAS, Leandro T. *et al.* Parâmetros de qualidade do leite bovino em propriedades de agricultura familiar. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 573-578, 2018.

LEÃO, J. S. *et al.* Análises físico-químicas do leite produzido nas propriedades assistidas pelo Programa “MAIS LEITE”. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 22., 2012. Cuiabá. **Anais [...]** Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso Cuiabá/MT. 2012.

LIMA, A. A. N. *et al.* Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 27, n. 3, 2006.

MAPA – Ministério da Agricultura e do Meio Ambiente. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 62 (IN62), de 29 de dezembro de 2021**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2018/06/IN62.pdf>.

MAPA – Ministério da Agricultura e do Meio Ambiente. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 51 (IN51), de 18 de setembro de 2002**. Disponível em:

<https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2016/03/Instru%C3%A7%C3%A3o-normativa-n%C2%B0-51-de-18-de-setembro-de-2002.pdf>.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4. ed. São Paulo: Editora LTC, 2004.

MUNRO, G. L.; GRIEVE, P. A.; KITCHEN, B. J. Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v. 39, n. 1, p. 7-16, 1984.

RANGEL, Adriano Henrique Nascimento *et al.* Correlação entre a contagem de células somáticas (CCS) e o teor de gordura, proteína, lactose e extrato seco desengordurado do leite. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 3, p. 57-60, 2009.

KANE, V. E. Process capability indices. **Journal of Quality Technology**, v. 18, n. 1, p. 41-52, 1986.

KITCHEN, B. J. Review of the progress of dairy science: bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests. **Journal of Dairy Research**, v. 48, n. 1, p. 167-188, 1981.

RAMOS, Alberto Wunderler. Controle estatístico de processo. **Gestão de Operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**, v. 2, p. 169-179, 1997.

SILVA, Juliana Cassiano; ANTUNES, Robson Carlos. Efeito do tipo de ordenha e do ambiente sobre a qualidade do leite cru com base na contagem de células somáticas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, 2018a.

SILVA, Reginaldo Mendes. **Processo de industrialização do leite**. 2018b. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Alimentando2ed/pdf/Alimentando2ed-23.pdf>.

TAKAHASHI, Fabio Henrique. **Aplicação do controle estatístico de processo (CEP) como ferramenta para a melhoria da qualidade do leite**. 70p. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, 2011.

TAKAHASHI, Fabio Henrique *et al.* Variação e monitoramento da qualidade do leite através do controle estatístico de processos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 1, 2012.

VENTURINI, Katiani Silva *et al.* Características do leite. **Boletim Técnico**, Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitoria de Extensão, Programa Institucional de Extensão, PIE-UFES, v. 1007, n. 6, 2007.

Avaliação da qualidade microbiológica de silagem de milho da região de Lagoa Formosa - MG

Evaluation of the microbiological quality of maize silage in the region of Lagoa Formosa - MG

FERNANDA MARIA GONÇALVES

Discente do curso de Medicina Veterinária - UNIPAM

E-mail: fernandamariag@unipam.edu.br

DEUSA HELENA GONÇALVES MACHADO

Professora orientadora - UNIPAM

E-mail: deusa@unipam.edu.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a presença de microrganismos indesejáveis em silagens de milho da região de Lagoa Formosa. As análises microbiológicas das cinco amostras de silagem foram realizadas no Laboratório de Microbiologia situado no Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, bloco D. As amostras foram preparadas e submetidas em diluições seriadas, transferindo-se 25g de silagem, adicionando-se 225ml de água peptonada tamponada (APT), obtendo-se diluição de (10^{-1}); em seguida, adicionaram-se 10ml dessa em frasco contendo 90ml APT, obtendo-se diluições de (10^{-2}) e, sequentemente, de (10^{-3}). Foram determinadas as populações de fungos, *Clostridium* spp., *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus* em plaqueamento e confirmados através de provas bioquímicas. Os resultados demonstraram que 80% das amostras apresentaram elevado crescimento fúngico e de *Listeria monocytogenes*. Foram verificadas em 40% das amostras baixa contagem de *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* e ausência de *Clostridium* spp. Constatou-se que as silagens de milho da região de Lagoa Formosa apresentaram uma qualidade microbiológica insatisfatória, devido à elevada presença de *Listeria monocytogenes* e fungos. Conclui-se que qualidade microbiológica está relacionada ao elevado crescimento de fungos, sendo estes mais susceptíveis à deterioração e ao crescimento de outros microrganismos indesejáveis como a *Listeria monocytogenes*, que pode infectar pessoas e animais.

Palavras-chave: Amostras. Microrganismos. Qualidade e silagem.

Abstract: The present work aimed to evaluate the presence of undesirable microorganisms in corn silage from the Lagoa Formosa region. The microbiological analyses of the five silage samples were performed in the Microbiology Laboratory in the University Center of Patos de Minas - UNIPAM. The samples were prepared and submitted to serial dilutions by transferring 25g of silage, adding 225ml of buffered peptone water (APT), and obtaining a dilution of (10^{-1}); then, 10ml of this dilution was added to a flask containing 90ml APT, resulting in dilutions of (10^{-2}) and, subsequently, of (10^{-3}). The populations of fungus, *Clostridium* spp., *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus aureus* were determined by plating and confirmed by biochemical tests. The results showed that 80% of the samples had high fungal and *Listeria monocytogenes* growth. Low counts of *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* and the absence of *Clostridium* spp were verified in 40% of the samples. It was found that the corn silages from the

Lagoa Formosa region presented unsatisfactory microbiological quality due to the high presence of *Listeria monocytogenes* and fungi. It is concluded that microbiological quality is related to the high growth of fungi, which are more susceptible to deterioration, and the growth of other undesirable microorganisms such as *Listeria monocytogenes*, which can infect people and animals. **Keywords:** Samples. Microorganisms. Quality and silage.

1 INTRODUÇÃO

A silagem é a forma mais antiga e tradicional de conservação de alimentos para alimentação animal, datando entre 1000 e 1500 anos a.C. pelos papiros egípcios (VIEIRA *et al.*, 2011). Trata-se da conservação de forragem verde, e o milho é o mais apto à produção de silagem (POZZA *et al.*, 2011). Porém, o fornecimento da silagem aos animais exige um armazenamento adequado (CARVALHO, 2014).

O processo de ensilagem consiste na conservação de alimentos em ambiente ácido, úmido ou parcialmente seco, de forma anaeróbica, o que causa uma depleção na respiração celular e conseqüente favorecimento da proliferação de bactérias lácticas (FRANÇA *et al.*; 2015). Essas bactérias produzem ácidos orgânicos, como o ácido lático, resultando no abaixamento do pH (MACÊDO *et al.*, 2017).

Essas características são as responsáveis pela preservação da silagem (BERNARDES, 2006), porém a produção de silagem até o produto final apresenta vários impasses que influenciam na sua qualidade química e microbiológica (BIANCHET *et al.*, 2018). Assim, a atividade microbiana pode ser dividida em duas categorias: os microrganismos desejáveis, benéficos ao processo de conservação, como as bactérias ácidas lácticas e microrganismos indesejáveis, que estão associados a perdas durante a ensilagem, ocasionadas pela deterioração anaeróbia (*Clostridium* spp.) e aeróbia (*Bacillus* spp., *Listeria* spp., leveduras e fungos filamentosos) (MACÊDO *et al.*, 2017).

A qualidade da silagem pode ser afetada pelo desenvolvimento de leveduras (iniciam o processo de degradação aeróbia, provocam a elevação do pH), além do desenvolvimento de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, e bactérias indesejáveis, com *Clostridium* spp., *Bacillus cereus* e *Listeria monocytogenes*, que, quando presentes na alimentação animal, podem ser prejudiciais à saúde dos animais (VIVAS *et al.*, 2013).

Sendo assim, o emprego de boas práticas de ensilagem é fundamental para o sucesso do processo, no entanto, a microbiota da silagem exerce grande influência sobre a qualidade do processo de conservação da forragem e pode influenciar em aspectos relacionados à sanidade da silagem para o rebanho (BERNARDES, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica quanto à presença de microrganismos indesejáveis em silagens de milho da região de Lagoa Formosa. A identificação dos microrganismos envolvidos no processo de ensilagem é de fundamental importância para se conhecer a qualidade das silagens produzidas na região de Lagoa Formosa e, dessa forma, propor melhorias para a cadeia de produção de leite da região.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A silagem é a forma mais antiga, tradicional e viável de conservação de alimentos para alimentação animal. Tratando-se de conservação de forrageiras úmidas, o milho é a forrageira mais tradicional. Tal cultura é cada vez mais recomendada entre as várias plantas aptas à produção de silagem, sendo a de maior expressão no Brasil (VIEIRA *et al.*, 2011).

O processo de ensilagem pode ser dividido em quatro fases. A fase aeróbia tem poucas horas de duração; nela, ocorre a redução do oxigênio atmosférico pela respiração do material ensilado em conjunto com a atuação de micro-organismos aeróbios ou anaeróbios facultativos, como leveduras e enterobactérias (SANTOS, 2012). A segunda fase é a fermentação, e tem início com a proliferação das bactérias produtoras de ácido láctico (BAL) heterofermentativas e com as bactérias produtoras de ácido acético (enterobactérias) (MOMBACH, 2014).

Soma-se a isso a terceira fase, que corresponde à fase de estabilidade. Caso não ocorra entrada de ar no silo, o material não sofrerá mudanças significativas. Os baixos valores de pH fazem com que a atividade das bactérias anaeróbias seja reduzida, além de micro-organismos ácidos tolerantes que sobrevivem a esta fase em estado de inatividade ou na forma de esporos (SANTOS, 2012). Na última fase, fase de descarga, ocorre a abertura do silo e, em geral, acontece após a estabilização do material ensilado. Para algumas culturas como o milho e sorgo, o tempo de estabilização ocorre em média por volta dos 21 dias após a ensilagem, porém adota-se uma média de 30 dias para todas as culturas (MOMBACH, 2014). O último estágio dessa fase inclui a atividade de micro-organismos aeróbios deterioradores, como fungos e enterobactérias (SANTOS, 2012).

Durante o processo de fermentação, vários ácidos são produzidos, como o láctico, acético, butírico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico e fórmico. Porém, os principais ácidos identificados nas silagens são o acético, o butírico e o láctico. O ácido láctico é o principal responsável por esse processo uma vez apresenta menor constante de dissociação (3,86) que os demais (MOMBACH, 2014).

Os micro-organismos desejáveis são aqueles necessários para a produção de uma boa silagem, ou seja, os produtos finais de sua fermentação são essenciais para que uma silagem de boa qualidade seja obtida. Compreendem essa classe as bactérias ácido láctico (BAL). Podem ser homofermentativas, que produzem principalmente ácido láctico, ou heterofermentativas, que produzem produtos adicionais como o etanol e ácido acético, formando CO₂ (NUSSIO, 2013).

No processo de ensilagem, as perdas de nutrientes podem ser evitáveis e inevitáveis. As perdas inevitáveis variam entre 7 e 10% da matéria seca, e as perdas evitáveis são, em média, 30% e são provenientes da fermentação de microrganismos indesejáveis, deterioração aeróbia durante o período de armazenamento ou após a abertura do silo (NUSSIO, 2013). As leveduras são os principais agentes responsáveis pela deterioração aeróbia das silagens. Os fungos filamentosos não são importantes em relação à fermentação da silagem, mas contribuem para as perdas na superfície do silo durante o descarregamento e em casos de vedação inadequada (JOBIM *et al.*, 2008).

Os micro-organismos indesejáveis são aqueles associados a perdas durante todas as fases do processo de ensilagem. Estão relacionados à deterioração anaeróbia,

apresentando elevado consumo de nutrientes, como *Clostrídios spp.* e *Enterobactérias*, ou à deterioração aeróbia, como leveduras, fungos filamentosos, *Bacillus spp.* e *Listeria spp.* Esses micro-organismos podem estar presentes na cultura ou ser provenientes de contaminação do solo, competindo com as BAL (SANTOS, 2012).

Os membros do gênero *Listeria spp.* são gram-positivos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, e sua ocorrência em silagens tem sido associada à deterioração aeróbia, não se desenvolvendo em silagens bem preservadas (SANTOS, 2016). Seu crescimento em silagens é determinado pelo grau de anaerobiose e pH. Podem tolerar valores de pH de 3,8 a 4,2 por longos períodos se o oxigênio estiver presente, mesmo que em baixos níveis (SANTOS, 2012). A *Listeria monocytogenese* é importante em função de sua patogenicidade e capacidade de sobrevivência sob condições adversas, está associada a surtos de septicemia, abortos, doenças do sistema nervoso central e mastite, afetando, assim, muitos animais ruminantes e também o homem (SANTOS, 2016).

Os *Bacillus spp.* são Gram-positivos e anaeróbios obrigatórios ou facultativos, formadores de esporos e de importância durante a fase fermentativa. Os *Bacillus cereus* apresentam maior atividade nos estágios iniciais de fermentação e logo após a abertura do silo, quando as populações podem chegar a taxas entre 10^2 - 10^6 UFC/g de silagem (NOVINSKI, 2013).

Mombach (2014) relatou que o principal efeito desses microrganismos na silagem está relacionado ao avanço na deterioração aeróbia da silagem. Depois da atuação de leveduras e bactérias, ácido acético que elevam o pH e temperatura para valores $>4,5$ e em média $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, uma segunda onda de aquecimento ocorre, aumentando as temperaturas para $>50\text{ }^{\circ}\text{C}$, sob responsabilidade dos bacilos.

Independentemente do tipo da planta ensilada, o pH é fator determinante para o desenvolvimento de *Bacillus cereus*. As principais espécies encontradas em silagens deterioradas incluem *B. cereus*, *B. coagulans*, *B. pumilus*. A presença desses agentes na silagem está relacionada com os riscos que podem causar para a saúde humana e dos animais, que são contaminados via ingestão de leite (NOVINSKI, 2013).

Os *Clostridium spp.* são bactérias gram-positivas, esporuladas, normalmente móveis e estritamente anaeróbicas, que fermentam açúcares, ácidos graxos e proteínas (SÁ NETO, 2012). Sua presença na silagem geralmente é resultado da contaminação de solo, pois, nas plantas, sua concentração é baixa (MOMBACH, 2014). Seu desenvolvimento na silagem ocorre durante o processo de fermentação e está ligado a uma lenta e insuficiente acidificação (pH 4,5), que é atribuída a uma excessiva umidade da forragem, à insuficiência de açúcares fermentescíveis e a uma considerável concentração de nitrogênio na planta (SANTOS, 2012). A concentração de amônia na silagem pode ser utilizada como um indicador do grau da atividade proteolítica do *Clostridium spp.* (SÁ NETO, 2012).

Assim, a presença de *Clostridium perfringens* em silagens está relacionada com perdas que ocorrem na fase fermentativa (NOVINSKI, 2013). O principal problema das silagens que sofreram fermentações clostrídicas é a instabilidade aeróbia, e seu uso na ração pode diminuir o consumo de matéria seca e comprometer a ecologia (MOMBACH, 2014).

Os fungos podem ser unicelulares, como as leveduras, ou colônias filamentosas multicelulares, como os mofos (SÁ NETO, 2012). São microrganismos eucariotos,

estritamente aeróbios (MOMBACH, 2014). Os principais gêneros de fungos filamentosos que têm sido isolados de silagens são *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Absidea*, *Monoascus*, *Scopulariopsis* e *Trichoderma*. Seu crescimento em silagens está associado à penetração de ar, durante a fase de armazenamento, e, principalmente, durante a fase de abertura do silo (SANTOS, 2016). Segundo Horn e Novinski (2013), os fungos filamentosos presentes na silagem produzem micotoxinas. As toxinas mais encontradas nos alimentos para animais são aflatoxinas (AFLs), zearalenona (ZON) e fumonisinas (FBs). Os três fungos principais produtores das micotoxinas são *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. A presença dessas substâncias, além de prejudicar os animais, causa perdas econômicas (BERNARDES, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL E COLETA DAS AMOSTRAS

Trata-se de um estudo de caráter analítico e descritivo, de cunho quantitativo. A metodologia utilizada para amostragem, colheita, acondicionamento, transporte e análise microbiológica de amostras de produtos alimentícios obedeceram ao disposto pelo método ISO 11290-2:1998 amendment 1:2004.

3.2 PREPARO E DILUIÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram coletadas 5 amostras de silagem em frascos estéreis, a 10 cm de profundidade, em diversos pontos de silos recém-abertos, localizados na região de Lagoa Formosa no período de julho de 2021. As amostras foram identificadas e acondicionadas em recipientes isotérmicos, transportadas ao Laboratório de Microbiologia situado no Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, bloco D.

As amostras de silagem de milho foram preparadas, alíquotas em diluições seriadas. Transferiram-se 25 ml das amostras assepticamente, adicionando-se 225 ml de diluente de água peptonada tamponada (APT), homogeneizando-se, obtendo-se a diluição (10^{-1}). Posteriormente, adicionaram-se 10 ml dessa diluição em um frasco de erlenmeyer contendo 90 ml de APT, obtendo-se a diluição (10^{-2}). Em seguida, da diluição (10^{-2}), retiraram-se 10 ml e transferiu-se esse conteúdo para outro frasco contendo 90 ml de APT, obtendo-se a diluição (10^{-3}).

3.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

3.3.1 Contagem de fungos filamentosos

A contagem baseou-se na inoculação das diluições seriadas das amostras, por meio da técnica de semeadura em profundidade (método de "Pour Plate"). Essa técnica é utilizada para se determinar a população de bolores e leveduras, utilizando-se o meio de cultura Ágar batata dextrose (PDA) e incubação a 27 °C, por 5 dias. A inoculação de 1 ml das três diluições da amostra foi feita em placas vazias. Adicionou-se o meio de cultura PDA e incubou-se a 25° C de 3 a 5 dias.

3.3.2 Contagem de *Staphylococcus aureus*

A contagem baseou-se na inoculação das diluições seriadas das amostras em placas de ágar Baird-Parker. Inoculou-se 1 ml de cada amostra na superfície de placas, contendo Baird-Parker (BP), previamente preparadas para cada diluição. Espalhou-se o inóculo com uma alça de drigalski, das placas de maior para menor diluição, até que o excesso do líquido fosse absorvido. Incubou-se a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 48 horas. A contagem foi realizada na diluição onde foi possível. As colônias típicas apresentaram-se negras, brilhantes, de forma arredondada, convexa, com bordas regulares, circundadas por dois halos, um opaco e outro transparente, constatando com o meio. As colônias atípicas apresentaram-se negras ou cinzentas, desprovidas de halo ou com apenas um.

As provas confirmatórias foram realizadas selecionando-se colônias negras, brilhantes, com anel opaco de precipitação e/ou rodeadas por halo transparente. Pescaram-se 10 colônias (5 típicas e 5 atípicas). Repicou-se cada colônia para um tubo contendo caldo infuso cérebro coração (BHI). Incubou-se a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 18 a 24 horas.

Para se verificar a prova da coagulase positiva, transferiu-se de cada tubo de cultivo em BHI para tubos estéreis contendo 0,3 mL de plasma de coelho, na proporção 1:3 solução salina. Procedeu-se da mesma forma com os tubos das culturas de referência utilizados para o controle positivo e negativo da prova. Incubou-se a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 6 horas. Na reação negativa, não ocorreu formação de coágulo; na reação positiva, houve coagulação de todo o conteúdo do tubo, que não se despreendeu quando o tubo foi invertido. Outra prova foi realizada pela coloração pelo método de Gram, identificando-se os cocos gram positivos em arranjo de cacho de uva.

3.3.3 Contagem de *Clostridium perfringens*

A contagem foi realizada por meio da inoculação das diluições seriadas das amostras em placas Ágar Triptona Sulfito Cicloserina (TSC). Das três diluições da amostra, inoculou-se 1ml de cada amostra na superfície de placas, contendo Ágar (TSC), previamente preparadas. Espalhou se o inóculo com uma alça de drigalski, das placas de maior para menor diluição, até que o excesso do líquido fosse absorvido. Em seguida, cobriu-se com uma sobrecamada do mesmo meio. Aguardou-se a solidificação da sobrecamada do meio. Incubou-se a $35\text{-}37\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h, em atmosfera anaeróbia. A contagem das colônias presuntivas foi realizada por meio da contagem das colônias pretas típicas. Para confirmação, selecionaram-se cinco colônias típicas, inoculando-se no meio Tioglicolato (TGM). Incubou-se a $35\text{-}37\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h, em atmosfera anaeróbia. Os procedimentos de confirmação são em Caldo Lactose Sulfito (LS) ou em teste de fermentação da glicose, hidrólise da gelatina, redução do nitrato e motilidade e coloração de Gram.

3.3.4 Contagem de *Bacillus cereus*

Das três diluições da amostra, inoculou-se 1ml de cada amostra na superfície de placas, contendo Ágar Manitol Gema de Ovo Polimixina (MYP), previamente

preparadas. Espalhou-se o inóculo com uma alça de drigalski, das placas de maior para menor diluição, até que o excesso do líquido fosse absorvido. Este foi incubado a 30-31 °C por 24 horas. Selecionaram-se cinco colônias típicas (rosas com grande halo opaco) de precipitação, inoculando-se no meio ágar sangue. Estas foram incubadas a 35-37 °C por 24 horas. A confirmação se deu pela presença de hemólise (+), halo transparente e coloração de Gram.

3.3.5 Contagem de *Listeria monocytogenese*

A contagem baseiou-se na inoculação das diluições desejadas das amostras sob placas em ágar ALOA. Inoculou-se 1ml de cada amostra na superfície de placas contendo meio de cultura Ágar *Listeria* Ottaviani&Agosti (ALOA) previamente preparadas (três diluições seriadas). Espalhou-se o inóculo com uma alça de drigalski, das placas de maior para menor diluição. Incubou-se a 36 °C ± 1 °C, por 48 horas. A contagem das colônias foi feita na diluição onde foi possível realizá-la. As colônias típicas apresentaram-se verde-azuladas com halo. As provas confirmatórias foram realizadas por meio da seleção das colônias típicas, estriadas em ágar triptase de soja extrato de levedura (TSA- YE). Estas foram incubadas a 36°C ± 1°C por 18 a 24 horas. Fizeram-se a prova da coagulase (+) e a coloração de Gram (+).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbiota da silagem desempenha papel fundamental na qualidade do processo de conservação da forragem, dividida basicamente em dois grupos, os microrganismos desejáveis, representados pelas bactérias do ácido lático (BAL), e aqueles indesejáveis, que estão associados às perdas durante a ensilagem, ocasionadas pela deterioração anaeróbia (*Clostridium* spp.) ou deterioração aeróbia (*Bacillus* spp. *Listeria* spp., e fungos filamentosos). O presente trabalho pesquisou a contagem dos microrganismos indesejáveis em silagem, nas diferentes fazendas da região de Lagoa Formosa-MG, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises microbiológicas da silagem de milho da região de Lagoa Formosa-MG, 2021

Fazendas	Fungos	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Listeria monocytogenese</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
Fazenda A	>1,0 x 10 ¹²	1,0 x 10 ¹	>1,0 x 10 ⁴	ausência	ausência
Fazenda B	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência
Fazenda C	>1,0 x 10 ¹²	> 1,0x 10 ¹⁰	>1,0 x 10 ⁴	ausência	>1,0x 10 ¹
Fazenda D	>9,0 x 10 ³	ausência	4,0 x 10 ²	ausência	ausência
Fazenda E	>1,0 x 10 ¹²	ausência	5,6 x 10 ³	ausência	5,0 x 10 ¹

Fonte: Resultados analíticos da pesquisa.

Das amostras avaliadas nesta pesquisa, quanto à presença de fungos, 80% das amostras apresentaram elevada contagem, com valores acima de 10¹² UFC/g. Observou-se, em 20 % das amostras, a presença de 9x 10³ UFC/g. Já 20% das amostras não

apresentaram crescimento de fungos. Resultado semelhante à pesquisa de Lopes *et al.* (2012), que observou fungo em 100% das amostras. Aproximadamente 94,4% das amostras apresentaram teor acima de 10^4 UFC/g para fungos, sendo que 12,71% destas chegaram a 10^8 UFC/g. Segundo Pozza (2011), silagens que apresentam contagem de leveduras superior a 5,0 log/g de silagem são mais susceptíveis à deterioração.

Fungos filamentosos têm efeito no valor nutritivo do material ensilado, pois degradam as silagens, além de produzirem toxinas que afetam o metabolismo e a saúde animal. Em geral, os bolores são aeróbios, exigem pH ótimo (entre 5-6) para crescimento (POZZA, 2011).

O desenvolvimento de fungos ocorre em silagens, principalmente nas regiões periféricas do silo. Por esse motivo devem ser eliminadas. Podem ocorrer no interior da silagem, dependendo de condições de pH, matéria seca, compactação, tipo de forragem, entre outros fatores. Em consequência do desenvolvimento de fungos que produzem micotoxinas, o oferecimento de silagem contaminada aos animais pode gerar problemas à saúde (OLIVEIRA, 2016).

Fungos são microrganismos indesejáveis no processo de silagem, pois os esporos são capazes de sobreviver à passagem pelo trato digestivo dos ruminantes, e sua ocorrência no leite cru tem relação com alto número de esporos nas fezes. A presença de O_2 promove a proliferação de microrganismos indesejáveis presentes no material, que se desenvolvem através das reservas energéticas da forragem, levando a perdas no valor nutritivo da silagem e redução do consumo pelos animais (SOUSA *et al.*, 2021). Sob condições de aerobiose, leveduras podem oxidar o ácido graxo, gerando aumento do pH das silagens, permitindo o desenvolvimento de outros microrganismos, como fungos (OLIVEIRA, 2016).

Em geral, os fungos são apontados como principais responsáveis pela deterioração aeróbia de silagens, com destaque para fungos filamentosos e leveduras. As populações de leveduras em silagens podem variar de $< 10^2$ UFC para valores de 10^{12} UFC/ g forragem num intervalo de tempo de 3 dias. Além disso, a vulnerabilidade da silagem para deterioração aeróbia é função da população de leveduras. Caso a silagem apresente populações acima de 10^5 UFC/g forragem, o problema da deterioração já estará instalado no sistema (SOUSA *et al.*, 2021).

Em relação à presença de *Bacillus cereus*, foi verificado o crescimento desse microrganismo em 60% das amostras, com elevada contagem em 20% das amostras de silagem de milho estudadas. A população de *Bacillus cereus* variou de $1,0 \times 10^1$ UFC em 40% das amostras avaliadas, e não apresentaram crescimento de *Bacillus cereus* em 40% das amostras.

Esse resultado se assemelha ao estudo de Santos (2016), que encontrou a presença do microrganismo em 64,8% das amostras estudadas. A população média de microrganismos aeróbios formadores de esporos foi de 4,09 log UFC.g-1, variando entre 0,00 e 6,19 log UFC.g-1. Em 64,8% das amostras avaliadas, a população encontrada desses microrganismos foi acima de 4,01 log UFC.g-1.

Segundo Oliveira (2016), a presença de *Bacillus cereus* nas silagens de milho pode variar de 10^{-3} a 10^{-9} esporos por g-1 de silagem. Altos níveis de esporos frequentemente estão presentes nas camadas superficiais do silo. Microrganismos do gênero *Bacillus cereus* conseguem fermentar uma variedade grande de carboidratos a

ácidos orgânicos, como etanol, 2,3-butanodiol e glicerol. Esses compostos não possuem um efeito na preservação da silagem, e essas bactérias competem com as BAL pelos carboidratos.

A silagem se contamina com esse agente, principalmente pelo carreamento de terra para interior do silo, e a presença aumenta consideravelmente quando é utilizado dejetos de animais na lavoura (NOVINSKI, 2013). Em um estudo realizado por Rammer *et al.* (1994), constatou-se que, utilizando-se 28 dejetos de bovinos em lavouras de milho destinadas para produção de silagem, percebeu-se uma elevação no número desses microrganismos na forragem, chegando a 10^5 UFC/g de matéria natural.

Da mesma forma, as camadas próximas da superfície podem apresentar uma quantidade maior de *Bacillus cereus* em relação às porções mais profundas, devido à maior condição anaeróbia encontrada nessas áreas. A preocupação com a presença desse microrganismo na silagem está relacionada com os estágios iniciais de deterioração e com os riscos que podem causar para saúde humana e dos animais, contaminados via ingestão de leite (NOVINSKI, 2013). Tal microrganismo é indesejável ao processo, pois os esporos são capazes de sobreviver à passagem pelo trato digestivo dos ruminantes, e sua ocorrência no leite cru tem sido associada a alto número de esporos nas fezes (OLIVEIRA, 2016).

Neste estudo, a *Listeria monocytogenes* foi isolada em 80 % das amostras de silagem de milho. Constatou-se elevada contagem, com valores superiores a 10^4 UFC/g em 40% das amostras, e um intervalo de $4,0 \times 10^2$ a $5,6 \times 10^3$ UFC/g em 40% das amostras analisadas. Em 20% das amostras, não foi verificado o crescimento desse microrganismo. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Vilar *et al.* (2007), que detectaram *Listeria* spp. em 33,7% das amostras de silagem. Também Oliveira (2016) observou, em 46,66% das amostras, a presença de *Listeria monocytogenes*. Os resultados concordam com os resultados obtidos por Konosonoka *et al.* (2012), que encontraram *Listeria monocytogenes* em 29,2% das amostras.

Lopes (2012) observou contaminação por *Listeria monocytogenes* das silagens estudadas e relatou que teores acima de 10^4 UFC/g caracterizam a silagem como de má qualidade. O crescimento e a sobrevivência de *Listeria monocytogenes* na silagem são determinados pelo grau de anaerobiose e o pH da silagem. As bactérias *Listeria monocytogenes* podem suportar valores de pH de 3,8 a 4,2 por longos períodos se o oxigênio estiver presente, mesmo que em baixos níveis.

Compreende-se que a presença e o desenvolvimento da bactéria *Listeria monocytogenes* em forragens ensiladas está relacionado ao pH. Esse microrganismo não se desenvolve em pH inferior a 5,2. Em silagens com o pH elevado, poderá ocorrer desenvolvimento de *Listeria monocytogenes*. A contaminação com *Listeria monocytogenes* ocorre com mais frequência nas regiões periféricas do silo onde há mais alterações na conservação da silagem. Portanto, deve-se proceder a eliminação dessa silagem mal conservada para se evitarem problemas de contaminação (SILVA, 2002).

A silagem que é obtida pelo processo de fermentação natural também está frequentemente associada à listeriose animal. Doença infecciosa causada pelo microrganismo *Listeria monocytogenes*, que pode infectar pessoas e animais e manifestar-se de forma severa, meningite, encefalite, aborto ou septicemia. Grande parte da contaminação é por *L. monocytogenes*, que ocorre em zonas onde o desenvolvimento de

bolores é evidente. A silagem ainda pode contaminar o leite durante a ordenha. O leite pode se tornar veículo de listeriose humana, caso o tratamento térmico do leite não seja efetivo (LOPES, 2012). Os animais podem infectar-se pela ingestão de alimentos contaminados como silagem, pasto, palha e outros tipos de alimentos (SILVA, 2002).

Não houve crescimento de *Clostridium perfringens* nas amostras das cinco fazendas analisadas neste estudo. No entanto, Jobim *et al.* (2008) encontrou, em seu estudo, esporos de *Clostridium perfringens* de 0,1 e 0,2 log UFC/g, respectivamente, em silagens de espigas e de grãos, sendo considerados baixos tais valores. Os resultados observados estão em concordância com a expectativa de uma baixa contaminação por esse gênero de bactérias, pois as características das silagens não favorecem o seu desenvolvimento. Segundo Woolford (1972), a baixa contaminação por bactérias do gênero *Clostridium* spp. pode ser creditada ao alto teor de matéria seca das silagens. Os *Clostridium perfringens* são sensíveis à pressão osmótica, tendo sua atividade reduzida em silagens com alto teor de MS.

Clostridiuns spp. são microrganismos anaeróbios obrigatórios, e os seus efeitos sobre a qualidade da silagem normalmente ocorrem depois de as BAL pararem de crescer ativamente no silo. O principal produto da sua fermentação é o ácido butírico (AB), como também ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e etanol. Possuem efeito negativo sobre a qualidade da silagem, liberando CO₂, gerando perdas de massa seca (MS) e energia, principalmente quando o pH se encontra acima de cinco e elevado teor de umidade (MACÊDO *et al.*, 2017). Segundo Oude Elferink *et al.* (1999), uma silagem com atividade típica clostridiana possui como características altas concentrações de ácido butírico (>5 g/kg MS), alto pH (> 5), baixos teores de MS e alto teor de amônia e amina (MOMBACH, 2014).

É um microrganismo indesejável em silagens, pois competem com as bactérias ácido-láticas durante a fermentação, produzindo ácido acético e butírico, que não têm o mesmo potencial de redução do pH das silagens (MOREIRA *et al.*, 2018). De acordo com Silva (2002), *Clostridium perfringens* atua contra a preservação, por meio da destruição do ácido láctico, levando a aumento no pH. Além disso, a fermentação clostrídica pode resultar em subprodutos da degradação de proteínas, como as aminas e amônia que podem restringir o consumo (SILVA, 2002).

A presença de *Clostridium perfringens* em silagens está relacionada à qualidade do leite. Devido ao fato de os esporos de *Clostridium perfringens* serem capazes de sobreviver à passagem pelo trato digestivo de uma vaca, podem ser transferidos para o leite, via contaminação fecal do úbere (SANTOS, 2016).

Na pesquisa realizada, foi verificada a presença de *Staphylococcus aureus* em 40% das 5 amostras de silagem de milho pesquisadas. Devido à ausência de trabalhos com pesquisa de *Staphylococcus aureus* em silagem de milho, não foi possível fazer comparação dos resultados com outros autores.

Amplamente distribuídos no ambiente, os *Staphylococcus aureus* fazem parte da microbiota normal da pele e mucosas de pessoas saudáveis. O *Staphylococcus* spp. é um dos agentes mais comuns responsáveis por surtos de intoxicação alimentar. O *S. aureus* é um dos principais agentes causadores de infecções na glândula mamária de vacas produtoras de leite, sendo considerado o microrganismo patogênico mais frequentemente isolado de leite cru e em quadros de mastite (PRADO *et al.*, 2015).

5 CONCLUSÃO

Apesar de ter sido registrada uma baixa contagem de *Bacillus cereus* e *Staphylococcus aureus*, o presente estudo constatou que, as silagens de milho da região de Lagoa Formosa apresentaram uma qualidade microbiológica insatisfatória, devido à elevada presença de *Listeria monocytogenes* e fungos. A elevada contagem de *Listeria monocytogenes* caracteriza a silagem como de má qualidade. Pode infectar pessoas e animais. Sua contaminação ocorre nas regiões periféricas do silo, onde há crescimento de fungos e alterações na conservação da silagem.

Conclui-se que a qualidade microbiológica está relacionada ao elevado crescimento de fungos, sendo estes mais susceptíveis à deterioração da silagem e ao crescimento de outros microrganismos indesejáveis como a *Listeria monocytogenes*.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, Thiago Fernandes. **Controle da deterioração aeróbia de silagens**. 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2006.

BIANCHET, E. A.; ROSSI, E. M.; BEURON, D. C. Estudo quali-quantitativo de microrganismos deteriorantes presentes em silagens produzidas no extremo-oeste catarinense. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2018. Disponível em:
<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/siepe/article/view/18738>.

CARVALHO, P. A. **Influência do genótipo e maturidade na diversidade microbiológica em milho grão para silagem**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. Disponível em:
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-11082014-162817/pt-br.php>.

FRANÇA, André Madeira Silveira *et al.* Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho. **Ciência Rural**, v. 45, p. 684-689, 2015. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/cr/a/xsTmKcD3VMzWRFM5MDCHY6k/abstract/?lang=pt>.

HORN, M. B. **Micotoxinas em silagens de milho do sul do Brasil e metodologia analítica para aflatoxinas por espectroscopia de infravermelho próximo em milho**. 2013. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2013. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122690>.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11290-2**: 1998. Microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*: part 2: enumeration method. Geneva, 2004.

JOBIM, C. C. *et al.* Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 671-676, 2008.

KONOSONOKA, I. H. *et al.* Incidence of *Listeria* spp. in dairy cows feed and rawmilk in Latvia. **International Scholarly Research Network: veterinary Science**, New York, 2012. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2012/435187/>.

LOPES, C. F.; TRANCHES, T. A.; SILVA, A. V. *et al.* Características químico-bromatológicas e microbiológicas de silagem de milho sob distintos espaçamentos entre linhas e diferentes manejos de plantas daninhas. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais [...] Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo**, 2012. p. 3333-3338. Disponível em: https://www.abms.org.br/eventos_anteriores/cnms2012/11663.pdf.

MACÊDO, A. J. S. *et al.* Microbiologia de silagens: revisão de literatura. **REDVET**, v. 18, n. 9, p. 1-11, set. 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009020.pdf>.

MOMBACH, M. A. **Silagem de grão de milho triturado e reidratado contendo glicerina bruta e inoculante microbiano**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2014.

MOREIRA, L.; GUERRA, M. E. M.; CASTAGNARA, D. D. Perfil microbiológico de silagens de sorgos iss90s, qualysilo e milho agromem 3m51. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 3 mar. 2020.

NOVINSKI, C. O. **Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/31219>.

NUSSIO, L. G. **Qualidade de silagens de milho confeccionadas com diferentes filmes e desempenho produtivos de vacas em lactação**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-12112013-104032/pt-br.php>.

OLIVEIRA, A. S. **Caracterização de silagens de milho produzidas em minas gerais e caracterização metabólica e genotípica de bactérias do ácido lático isoladas dessas silagens**. 2016. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11049>.

POZZA, M. S. dos S. *et al.* Populações microbianas e composição química de silagem de milho. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. p. 91, 2011. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/5287>.

PRADO, R. R.; FREITAS, E. D. A.; JUNIOR, E. C. V.; COSTA, P. C.; SIQUEIRA, M. C.; RAMMER, C.; OSTLING, C.; LINGVALL, P., LINDGREN, S. Ensiling of manured crops – effects on fermentation. **Grass and Forage Science**, [S. l.], v. 49, n. 3, p. 343-351, 1994.

PRADO, Renata Resende *et al.* Staphylococcus spp.: importantes riscos à saúde pública. **Pubvet**, v. 9, p. 348-399, 2015.

RAMMER, C. *et al.* Ensiling of manured crops: effects on fermentation. **Grass and forage science**, v. 49, n. 3, p. 343-351, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb02009.x>

SÁ NETO, A. **Caracterização microbiológica, parâmetros fermentativos e estabilidade aeróbia em silagens de forragens tropicais com aditivos microbianos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-11122012-092200/pt-br.php>.

SANTOS, A. O. **Seleção e avaliação de cepas bacterianas para ensilagem de milho**. 2012. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/1580>.

SANTOS, A. O. **Caracterização de silagens de milho produzidas em Minas Gerais e caracterização metabólica e genotípica de bactérias do ácido lático isoladas dessas silagens**. 2016. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11049>.

SILVA, J. M. N. **Desenvolvimento de microrganismos e valor nutritivo de silagens de capim-Tifton 85**. 2002. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

SOUSA, Pamella Grossi de *et al.* Micotoxinas em silagem. **PUBVET**, v. 16, p. 191, 2021. Disponível em:

https://web.archive.org/web/20220209173546id_/https://www.pubvet.com.br/uploads/52cd360a6fa3c4cdc82dffe4e3977576.pdf.

VIEIRA, V. C. *et al.* Caracterização da silagem de milho, produzida em propriedades rurais do sudoeste do Paraná. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 462-469, jul./ago. 2011.

VILAR, M. J. *et al.* Prevalence of and risk factors for *Listeria* species on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 11, p. 5083-8, 2007.

VIVAS, D. N. *et al.* Avaliação microbiológica de silagens de milho exclusivo ou em consórcio com gramíneas. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 23., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais [...] Foz do Iguaçu: ZOOTEC**, 2013.

WOOLFORD, M. K. Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. **Herbage Abstr.**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 105-111, 1972.

WOSNIAK, A. B. **Qualidade de silagens de milho confeccionadas com diferentes filmes de vedação e desempenho produtivo de vacas em lactação**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

Qualidade microbiológica de silagem de milho produzida na região de Patos de Minas - MG

Microbiological quality of corn silage produced in the Patos de Minas region - MG

GIOVANA GABRIELA SOARES RIBEIRO
Discente do curso de Medicina Veterinária - UNIPAM
E-mail: giovanasoares@unipam.edu.br

DEUSA HELENA GONÇALVES MACHADO
Professora orientadora - UNIPAM
E-mail: deusa@unipam.edu.br

Resumo: O milho é o cereal empregado na alimentação animal. As boas práticas de ensilagem são importante fator para a qualidade do processo, exercendo grande influência sobre a qualidade final do silo. O estudo objetivou avaliar a qualidade microbiológica quanto à identificação dos microrganismos envolvidos na deterioração anaeróbica e aeróbica no processo de silagens. Foram coletadas assepticamente 5 amostras de silagem de milho de silos recém-abertos, localizados em fazendas da região de Patos de Minas, no período de julho de 2021. As amostras foram preparadas e submetidas a diluições seriadas. A partir das diluições, foram realizadas as inoculações em meios de cultura específicos para identificação da contagem dos microrganismos: *Clostridium perfringens*, fungos, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*. Os resultados demonstraram que 20% das amostras apresentaram *Clostridium* spp. Em 100% das amostras, verificaram-se elevado crescimento fúngico, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus*. Concluiu-se que as silagens de milho coletadas nas fazendas da região de Patos de Minas – MG apresentaram qualidade microbiológica insatisfatória por deterioração anaeróbia, devido à presença de *Clostridium* encontrada na fazenda E, e por deterioração aeróbia, pela elevada contagem de fungos, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*, encontrados nas silagens de milho de todas fazendas.

Palavras-chave: Microrganismos. Qualidade. Silagem de milho.

Abstract: Corn is the cereal used for animal feed. Good silage practices are an essential factor in the quality of the process, exerting significant influence on the final quality of the silo. This study aimed to evaluate the microbiological quality regarding identifying microorganisms involved in anaerobic and aerobic deterioration in the silage process. Five samples of corn silage were aseptically collected from newly opened silos located on farms in the Patos de Minas region in July 2021. The samples were prepared and submitted to serial dilutions. From the dilutions, we performed inoculations in specific culture media to identify the count of microorganisms: *Clostridium perfringens*, fungi, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus aureus*. The results showed that 20% of the samples had *Clostridium* spp. In 100% of the samples, verified high fungal growth, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus*. It was concluded that corn silages collected from farms in the region of Patos de Minas - MG presented unsatisfactory microbiological quality by anaerobic deterioration and aerobic deterioration. The first due to the

presence of *Clostridium* in farm E, and the second due to the high count of fungus, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus aureus* found in the corn silages from all farms.

Keywords: Corn silage. Microorganisms. Quality.

1 INTRODUÇÃO

As características morfológicas do milho (*Zea mays* L.) influenciam em seu préstimo, tornando-o um alimento com grande relevância econômica. Dessa forma, o cereal é empregado em diversas áreas, incluindo alimentação animal e dieta humana e detém alto valor energético em sua composição química (PAES, 2006).

São inúmeras as maneiras de o milho ser processado; sendo assim, todos os produtos finais oriundos do cereal são destinados a diferentes áreas de consumo, com destaque ao mercado do consumo animal. A silagem é inserida na alimentação de bovinos leiteiros e de corte, além da utilização em rações para consumo deles (PAES, 2006).

A qualidade da alimentação do rebanho tornou-se uma preocupação constante dos pecuaristas, devido à importância de manter a saúde animal, como também a qualidade dos animais. É notório que, em períodos de veranicos, o uso de silagem, em especial a de milho, é um grande aliado na nutrição animal (CRUZ, 1998). A demanda pela produção da silagem de milho se dá pela presença de características bromatológicas que cumprem com o valor nutritivo destinado aos animais (NUSSIO *et al.*, 2001).

O processo de ensilagem consiste na conservação de alimentos, em ambientes úmidos ou parcialmente secos, de forma anaeróbica, que causa uma redução na respiração celular e consequente favorecimento da proliferação de bactérias lácticas. Essas bactérias produzem ácidos orgânicos, como o ácido láctico, resultando no abaixamento do pH (MACÊDO *et al.*, 2017).

Sendo assim, a proliferação de microrganismos associados à deterioração anaeróbia tem os seus efeitos sobre a qualidade da silagem. Normalmente tais microrganismos ocorrem muito tempo depois de as bactérias ácido-láticas (BAL) pararem de crescer ativamente no silo. Entre os microrganismos que podem causar a deterioração anaeróbia estão as bactérias do gênero *Clostridium*. Estas têm efeito pronunciado na qualidade da silagem se a temperatura for de 43 a 47°C, juntamente com o pH ótimo entre 6,0 a 7,0. Este tipo de fermentação representa significativa perda de matéria seca, pois seus produtos reduzem a aceitabilidade das silagens, decrescendo o consumo de matéria seca (NOVINSKI, 2013).

Quando ocorre a abertura do silo e inicia-se o fornecimento aos animais, o ambiente anaeróbico é substituído pelo aeróbico, rapidamente. Sob essas condições, certos microrganismos que estavam dormentes, na ausência do oxigênio, multiplicam-se, resultando em deterioração aeróbia da silagem (SANTOS, 2016).

Sendo assim, diferentes microrganismos podem causar a deterioração aeróbia, entre eles os fungos são os mais persistentes. Os fungos são microrganismos estritamente aeróbicos, e sua presença na silagem é facilmente detectada pela presença de grandes estruturas filamentosas e esporos coloridos (MOMBACH, 2014). Seu crescimento está associado à penetração de ar durante a fase de armazenamento, mas, principalmente,

durante a fase de abertura do silo, na qual há maior difusão do oxigênio no material ensilado (SANTOS, 2016).

Outros microrganismos isolados em silagens de milho que causam deterioração aeróbia são os *Bacillus* spp. Essas bactérias são aeróbias ou anaeróbias facultativas, produzem esporos e competem com as BAL por substratos fermentescíveis. Estão envolvidas na deterioração inicial da silagem (PAHLOW *et al.*, 2003).

A ocorrência em silagens do gênero *Listeria* spp e de microrganismos aeróbios ou anaeróbios facultativos tem sido associada à deterioração aeróbia (CÂMARA *et al.*, 2014). Para Câmara e seus colaboradores (2014), o crescimento e a sobrevivência de *Listeria* spp. na silagem são determinados pelo grau de anaerobiose e pelo pH dela.

Ainda com relação a essa deterioração, estão envolvidos também os *Staphylococcus*. As boas práticas de ensilagem são importante fator para a qualidade do processo; no entanto, a microbiota abundante da silagem exerce grande influência sobre a qualidade do processo de conservação da forragem. A alteração da qualidade nutricional dos grãos presentes na silagem deve-se a atividades aeróbias de microrganismos oriundas da abertura do material, transformando o açúcar em álcool, danificando as propriedades da forragem (SENGER *et al.*, 2005).

Para obter qualidade na silagem de milho, deve-se levar em consideração características do grão, como também o manejo do cultivo do milho, as características das folhas, das palhas, dos grãos, do colmo e do sabugo, além dos demais componentes do milho (NUSSIO, 1991).

O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade microbiológica quanto à identificação dos microrganismos envolvidos em deterioração anaeróbica e aeróbica, no processo de silagens de milho da região de Patos de Minas.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa analítica e descritiva, de cunho quantitativo. A metodologia obedeceu ao disposto pelo método ISO 11290-2:1998 amendment 1:2004. Foram coletadas 5 amostras de silagem em frascos estéreis, a 10 cm de profundidade, em diversos pontos de 5 silos recém-abertos, localizados na região de Patos de Minas, no período de julho de 2021. As amostras coletadas foram identificadas e acondicionadas em recipientes isotérmicos e transportadas ao Laboratório de Microbiologia situado no bloco D, do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

As amostras de silagem de milho foram preparadas e submetidas em diluições seriadas. Foram transferidos asepticamente 25ml de cada amostra para 225 ml de diluente água peptonada tamponada (APT). Homogeneizou-se e obteve-se a diluição (10^{-1}). Posteriormente, foram adicionados 10 ml dessa diluição a um frasco contendo 90 ml de APT e obteve-se a diluição (10^{-2}). Em seguida da diluição (10^{-2}), retiraram-se 10 ml e transferiu-se esse conteúdo para outro frasco contendo 90 ml de APT, obtendo-se a diluição (10^{-3}).

2.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS MICRORGANISMOS ASSOCIADOS À DETERIORAÇÃO ANAERÓBIA

2.1.1 Contagem de *Clostridium* spp

A contagem baseou-se na inoculação de 1ml de cada amostra das três diluições seriadas das amostras em superfície de placas, contendo Ágar Triptona Sulfito Cicloserina (TSC), previamente preparadas. Espalhou-se o inóculo com uma alça de drigalski, das placas de maior para menor diluição, até que o excesso do líquido fosse absorvido. Em seguida, adicionou-se uma sobrecamada do mesmo meio. Aguardou-se a solidificação da sobrecamada do meio e incubou-se a 35- 37 °C por 24 h em atmosfera anaeróbia. Houve a contagem das colônias presuntivas: selecionaram-se as placas e contaram-se as colônias típicas de coloração pardas a pretas. Para confirmação, foi realizado o método de coloração de Gram.

2.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS MICRORGANISMOS ASSOCIADOS À DETERIORAÇÃO AERÓBIA

2.2.1 Contagem de fungos filamentosos

A contagem baseou-se na inoculação das diluições desejadas das amostras pela técnica de semeadura em profundidade (método de "Pour Plate"). Essa técnica foi utilizada para se determinar a população de bolores e de leveduras, utilizando Ágar batata dextrose (PDA) e incubação a 27° C, por 5 dias.

Inoculou-se, das três diluições seriadas de cada amostra, 1ml da amostra em placas vazias, e foi adicionado o meio de cultura PDA, incubado a 25° C, por 3 dias. A contagem padrão em placas determinou o número de unidades formadoras de colônias (UFC) por grama ou mililitro.

2.2.2 Contagem de *Bacillus* spp

Utilizou-se o preparo das amostras e diluições seriadas para análises em silagem.

Inoculou-se 1 ml das três diluições seriadas de cada amostra na superfície de placas, contendo Ágar Manitol Gema de Ovo Polimixina (MYP), previamente preparadas. Espalhou-se o inóculo com uma alça de drigalski, das placas de maior para menor diluição, até que o excesso do líquido tivesse sido absorvido. Incubou-se a 30 - 31 °C por 24 h. Selecionaram-se as placas que apresentaram crescimento para contagem das colônias presuntivas, através da contagem das colônias típicas de coloração rósea com grande halo opaco de precipitação. A confirmação deu-se através de provas bioquímicas e de coloração de Gram.

2.2.3 Contagem de *Listeria spp*

A contagem foi realizada através da inoculação das diluições seriadas em placas com meio de cultura Ágar *Listeria* Ottaviani&Agosti (ALOA) previamente preparadas. Espalhou-se o inóculo com uma alça de drigalski, das placas de maior para menor diluição, até que o excesso do líquido fosse absorvido. Posteriormente incubou-se a 36 °C ± 1 °C, por 48 horas.

Após o período de incubação, foi realizada a contagem na diluição possível.

As colônias típicas apresentaram coloração verde-azulada com halo. Foram realizadas provas confirmatórias através da prova positiva da coagulase e coloração de Gram positivo.

2.2.4 Contagem de *Staphylococcus*

A contagem baseou-se na inoculação das diluições seriadas das amostras em placas contendo o meio de cultura ágar Baird-Parker (BP). Inoculou-se 1 ml de cada amostra na superfície de placas, contendo BP, previamente preparadas de cada diluição. Espalhou-se o inóculo com uma alça de drigalski, das placas de maior para menor diluição, até que o excesso do líquido fosse absorvido e incubou-se a 36 °C ± 1 °C, por 48 horas. As colônias típicas apresentaram-se negras, brilhantes, de forma redonda, convexa, com bordas regulares, circundadas por dois halos, um opaco e outro transparente, contrastando com o meio. As colônias atípicas apresentaram-se negras ou cinzentas, desprovidas de halo ou com apenas um.

Para as provas confirmatórias, foram realizados os testes de coagulase e catalase positiva e coloração pelo método de Gram.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos por meio da contagem dos microrganismos que estão associados às perdas durante a ensilagem, ocasionadas pela deterioração anaeróbia, os *Clostridium spp.*, e por microrganismos que estavam dormentes. Na ausência do oxigênio e com abertura do silo, transmutou-se o ambiente, favorecendo a presença de fungos filamentosos, *Bacillus spp.*, *Listeria spp.* e *Staphylococcus*, propiciando deterioração aeróbia.

A partir da interpretação dos resultados, demonstrados na Tabela 1, foi possível constatar os microrganismos envolvidos na deterioração anaeróbia nas silagens de milho de cinco fazendas na região de Patos de Minas – MG.

Tabela 1: Contagem dos microrganismos que estão associados deterioração anaeróbia, da silagem de milho da região de Patos de Minas-MG, 2021

FAZENDAS	MICRORGANISMO <i>Clostridium perfringens</i> *VMP: $1,0 \times 10^1$ **UFC/g
Fazenda A	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/g
Fazenda B	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/g
Fazenda C	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/g
Fazenda D	$< 1.0 \times 10^1$ UFC/g
Fazenda E	3.0×10^2 UFC/G

* VMP: Valor Máximo Permitido, comparado com estudo de outros autores. ** UFC: Unidade Formadora de Colônias.

Fonte: resultados analíticos da pesquisa.

Foi constatada a presença de 3.0×10^2 UFC/g de *Clostridium perfringens*, somente na fazenda E. Nas demais fazendas, não foi identificado esse microrganismo, com contagem $< 1.0 \times 10^1$ UFC/g. Resultados semelhantes foram observados nas análises de Jobim *et al.* (2008). Encontraram-se 0,1 UFC/g de Clostrídeos na silagem de espigas de milho e 0,2 log UFC/g na silagem de grãos de milho, valores considerados baixos, seguindo a estimativa para esse gênero. Os aspectos das silagens não são propícios ao desenvolvimento dessas bactérias. Ainda, Jobim *et al.* (2008) mencionam que a baixa contaminação pelo gênero *Clostridium* pode ser explicada pelo alto valor de matéria seca aliado ao pH reduzido das silagens.

Tosi *et al.* (1982), em seus estudos, concluíram que a acidez da silagem impediu a proliferação dos esporos de *Clostridium*. Conforme afirmam Mahanna (1994) e Pedroso (1998), a umidade elevada também influencia no desenvolvimento de Clostrídeos. Além disso, são vulneráveis à pressão osmótica (Woolford, 1972).

Segundo Gonçalves (2011), *Clostridium* spp. são classificadas como bactérias anaeróbicas e possuem potencial para afetar a qualidade da silagem de milho, visto que fermentam açúcares e ácido láctico, resultando em ácido butírico e aminas. Sendo assim, a fermentação reflete expressivamente na perda de matéria seca da silagem, bem como atenua a aceitabilidade das silagens pelos animais, provocando o declínio no consumo de matéria seca. Essas bactérias são dependentes do potencial hidrogeniônico (pH) do meio, desenvolvendo-se em pH 6,0 a 7,0. Em ambientes com pH reduzido, o seu crescimento é inibido (GUIM, 2002).

Os resultados demonstrados na Tabela 2 representam os microrganismos envolvidos na deterioração aeróbia das silagens de milho de cinco fazendas da região de Patos de Minas – MG.

Tabela 2: Contagem dos microrganismos pesquisados que estão associados à deterioração aeróbia da silagem de milho da região de Patos de Minas-MG, 2021

FAZENDAS	MICRORGANISMOS UFC/g			
	Fungos *VMP: 1,0x10 ⁸	<i>Bacillus cereus</i> *VMP: 4,0x10 ²	<i>Listeria monocytogenese</i> *VMP: 1,0x10 ⁴	<i>Staphylococcus aureus</i> *VMP: 1.0x10 ¹²
Fazenda A	>1,0 x 10 ⁸	3,2 x 10 ⁶	>1,0 x 10 ⁴	>1,0 x 10 ¹²
Fazenda B	>1,0 x 10 ⁸	>1,0 x 10 ¹²	>1,0 x 10 ⁴	>1,0 x 10 ¹²
Fazenda C	>1,0 x 10 ⁸	6,2 x 10 ⁶	>1,0 x 10 ⁴	>1,0 x 10 ¹²
Fazenda D	>1,0 x 10 ⁸	>1,0 x 10 ¹²	>1,0 x 10 ⁴	>1,0 x 10 ¹²
Fazenda E	>1,0 x 10 ¹²	1,2 x 10 ⁶	>1,0 x 10 ⁴	>1,0 x 10 ¹²

* VMP: Valor Máximo Permitido, comparado com estudo de outros autores.

Fonte: resultados analíticos da pesquisa.

Das amostras analisadas, verificou-se elevada contagem de fungos em 100% da silagem de milho de todas as fazendas, com valores acima de 1.0×10^{12} UFC/g. Ao se compararem os resultados dessa pesquisa, percebe-se semelhança com o estudo de Eneias *et al.* (2020): ao avaliar 100% das amostras, em 93% foi identificada a presença de fungos. Em Lopes *et al.* (2012), verificaram-se fungos em 100% das amostras analisadas, cerca de 94,4% apresentaram contagem maior que 10^4 UFC/g, 12,71% atingiram 10^8 UFC/g.

No experimento de Jobim (2008), houve crescimento de fungos na silagem de espigas de milho, sendo, em média, maior desenvolvimento de fungos (2,6 log UFC/g) ao se comparar com a silagem de grãos úmidos (1,9 log UFC/g), em razão da maior porosidade encontrada na silagem de espiga. Ashbel e Lisker (1988), em seus estudos, encontraram 6,5 log UFC/g oriundos da planta do milho. Contudo, ao se analisarem outros resultados de estudo posterior ao de Ashbell *et al.* (1991), verificou-se o valor de 9,1 log UFC/g de silagem da planta de milho.

Conforme Bryden (2012), a existência de fungos nas silagens possivelmente está relacionada com o manejo inapropriado no processo de ensilagem, como na compactação, na vedação e no fechamento. Visto que os fungos são microrganismos aeróbios (MOMBACH, 2014), o seu desenvolvimento está correlacionado com o contato de algumas regiões com o oxigênio, na etapa de armazenamento, ou seja, com a má vedação da silagem, como também com o processo de abertura do silo, em que ocorre maior dispersão de ar dentro da massa ensilada (PEREIRA; SANTOS; 2006).

No entanto, antes do processamento da silagem, o milho apresenta chances de ser contaminado por fungos, seja na etapa de plantação, na colheita, no transporte e ainda no armazenamento, desde que a ambiência se encontre favorável para seu desenvolvimento (FRISVAD *et al.*, 2006). A presença desse microrganismo influencia negativamente na qualidade do produto, detendo a capacidade de causar danos à saúde do animal (ENEIAS *et al.*, 2020). Segundo Woolford (1990), existe um consenso a respeito de fungos e leveduras, sendo considerados como os principais microrganismos relacionados à deterioração aeróbia das silagens.

Mediante as análises de *Bacillus cereus* nas silagens de milho, verificou-se que 100% das amostras apresentaram elevada contagem desse microrganismo. Nas fazendas

B e D, os valores ficaram acima de $1,0 \times 10^{12}$ UFC/g.; na fazenda A, constatou-se um crescimento de $3,2 \times 10^6$ UFC/g; na fazenda C, de $6,2 \times 10^6$ UFC/g; na fazenda E, de $1,2 \times 10^6$ UFC/g, sendo esses valores propícios à formação de esporos.

Conforme Bianchet *et al.* (2020), no estudo da silagem de farelo úmido de glúten de milho, verificou-se um crescimento gradativo de *Bacillus cereus* após a abertura da ensilagem entre o 0 e 3º dia, obtendo-se os seguintes valores: 0,6; 1,2; 5,6; 6,9 log UFC.g-1, respectivamente. Segundo o estudo de Santos (2016), a média de microrganismos aeróbios capazes de formar esporos, entre eles *Bacillus cereus*, foi 4,09 log UFC.g-1, oscilando entre 0,00 e 6,19 log UFC.g-1. Além disso, em 64,8% das amostras, a população identificada foi superior a 4,01 log UFC.g-1.

Essas bactérias são gram positivas e possuem habilidade em formar esporos e se desenvolvem em ambientes aeróbios. Entretanto, mesmo que consigam se desenvolver em meios anaeróbios, não manifestam atividade relevante no decorrer do processo de fermentação da silagem (SHINGFIELD *et al.*, 2005).

Shingfield *et al.* (2005) mencionam que, entre as várias espécies encontradas na silagem, o *Bacillus cereus* é considerado o mais alarmante do gênero, em função da sua aptidão em sobreviver à pasteurização do leite; a toxina sintetizada pelo *B. cereus* é capaz de causar intoxicação alimentar em humanos através do consumo de derivados do leite contaminado. Pahlow *et al.* (2003) afirmam que os esporos desses microrganismos sobrevivem durante a passagem pelo sistema digestório dos ruminantes. Além disso, sua presença no leite cru pode estar associada ao elevado número de esporos nas fezes.

Os resultados do estudo, em relação a presença de *Listeria monocytogenes*, apresentaram valores elevados, acima de $1,0 \times 10^4$ UFC/g em 100% das amostras analisadas. No trabalho de Ryser *et al.* (1997), identificou-se a presença de *Listeria spp.* em 83% das amostras de silagem de milho que possuíam alta qualidade, além de pH entre 3,8 e 4,2. Em Lopes *et al.* (2012), identificou-se, em 100%, *L. monocytogenes* no material analisado, contudo, a presença de números acima de 10^4 UFC/g indicam má qualidade da silagem.

Oliveira (2016) constatou a presença desse microrganismo em 46,66% das amostras. Corrot (1998) cita que a presença de *Listeria monocytogenes* nas silagens está diretamente associada ao pH, posto que essa bactéria não evolui nas situações em que o pH se encontra menor que 5,2. Além disso, a eliminação desse microrganismo ocorre em ambiente ácido. Ademais, o crescimento de *L. monocytogenes* ocorre em condições de pH alcalino, exceto quando o teor de matéria seca se encontra aumentado.

Doyle (1988) relata que a temperatura ideal para o crescimento se situa entre 30 °C e 37 °C, porém, segundo Welbourn & Williams Júnior (1999), esse microrganismo está preparado para se desenvolver entre 0 °C e 45 °C, possuindo capacidade de proliferar mesmo em situações de refrigeração.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se a presença de *Staphylococcus aureus* em 100% das amostras coletadas, com valores acima de $1,0 \times 10^{12}$ UFC/g. Os *Staphylococcus* fazem parte da microbiota normal da pele e mucosas de pessoas saudáveis, é um dos agentes mais comuns e responsáveis por surtos de intoxicação alimentar. É um dos principais agentes causadores de infecções na glândula mamária de vacas produtoras de leite, considerado o microrganismo patogênico mais frequentemente isolado de leite cru e em quadros de mastite (PRADO *et al.*, 2015).

Em virtude da escassez de referencial abordando a presença ou a ausência de *Estafilococos* na silagem de milho, não foi possível realizar a comparação de resultados de autores com o presente estudo.

6 CONCLUSÃO

Concluiu-se que as silagens de milho coletadas nas fazendas da região de Patos de Minas – MG apresentaram qualidade microbiológica insatisfatória por deterioração anaeróbia, devido à presença de *Clostridium* encontrada na silagem da fazenda E, e por deterioração aeróbia, devido à elevada contagem de fungos, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*, encontrados nas silagens de milho de todas as fazendas. A presença desses microrganismos inicia-se com a abertura do silo, transmudando o ambiente anaeróbico para aeróbico. Com a presença de oxigênio, os microrganismos que estavam dormentes multiplicam-se, alterando a qualidade da silagem.

REFERÊNCIAS

- ASHBELL, G. *et al.* A simple system to study the aerobic determination of silages. **Canadian Agricultural Engineering**, [S. l.], v. 34, p. 171-175, 1991.
- ASHBELL, G.; LISKER, N. Deterioração aeróbia em silagem de milho armazenada em um silo de bunker em condições de fazenda em um clima subtropical. **Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura**, v. 45, n. 4, p. 307-315, 1988.
- BIANCHET, E. A. *et al.* Estudo quali-quantitativo de microrganismos deteriorantes presentes em silagens produzidas no extremo-oeste catarinense: impacto na qualidade microbiológica. **A pesquisa nos Diferentes Campos da Medicina Veterinária 2**, [S. l.], p. 140-149, dez. 2020.
- BRYDEN, W. L. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: implications for animal productivity and feed security. **Anim. Feed Sci. Technol.**, [S. l.], v. 173, p. 134-158, 2012.
- CÂMARA, A. C. L. *et al.* Listeriose em ovinos associada ao consumo de silagem no Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 19-22, 2014.
- CORROT, G. **Qualité bacteriologique de l'enrubannage**: spores butyriques et Listeria. Recolter & Conserver L'herbe aujourd'hui. Paris: Association Française, 1998.
- CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, **Anais [...]** Viçosa, nov. 1998.

DOYLE, M. P. Effects of environmental and processing condition on *Listeria monocytogenes*. **Food Technology**, [S. l.], v. 42, n. 4, p. 169-71, 1988.

ENEIAS, T. G. *et al.* Avaliação microbiológica de silagem de milho. **Zootecnia: nutrição e produção animal**, [S. l.], p. 42-52, 2020.

FRISVAD, J. C. *et al.* Recommendations concerning the chronic problem of identification of species associated with mycotoxigenic fungi in foods and feeds. *In*: HOCKINGS, A. A.; PITT, J. I.; SAMSON, R. A.; THRANE, U. (Eds.). **Advances in food Mycology**. New York: Springer, 2006. p. 33-46.

GONÇALVES, João Arlindo Gouveia. **Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes**. 2011. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

GUIM, A. Produção e avaliação de silagem. SIMPÓSIO PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3., 2002. **Anais [...]** Areia: UFPB, 2002. CD-ROM.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11290-2: 1998**. microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*: part 2: enumeration method. Geneva, 2004.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; SCHOKEN-ITURRINO, R. P.; ROSA, B. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, [S. l.], v. 21, p. 671-676, 14 jul. 2008.

LOPES, F. C. *et al.* Características químico-bromatológicas e microbiológicas de silagem de milho sob distintos espaçamentos entre linhas e diferentes manejos de plantas daninhas. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais [...]** Águas de Lindóia, 2012.

MACÊDO, A. J. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Microbiologia de silagens: revisão de literatura. **REDVET**, v. 18, n. 9, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653009020>.

MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, [S. l.], v. 10, p. 12-56, 1994.

MOMBACH, M. A. **Silagem de grão de milho triturado e reidratado contendo glicerina bruta e inoculante microbiano**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2014.

NOVINSKI, C. O. **Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho**. 2013. 85 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

NUSSIO, L. G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. *In*: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., Piracicaba, 1991. **Anais [...]** Piracicaba: ESALQ, 1991.

NUSSIO, L. G.; Campos, F. P.; Dias, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. **Anais [...]** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001.

OLIVEIRA, A. S. **Caracterização de silagens de milho produzidas em Minas Gerais e caracterização metabólica e genotípica de bactérias do ácido láctico isoladas dessa silagens**. 2016. 136 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

PAHLOW, G. *et al.* Microbiology of ensiling. *In*: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). **Silage Science and Technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 31-94.

PEDROSO, A. de F. Silagem-princípios básicos-produção-manejo. *In*: CRUZ, G. M. da; MONTEIRO NOVO, A. L. **Resumo das palestras**: curso: produção e manejo de silagem. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998.

PEREIRA, O. G.; SANTOS, E. M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., Viçosa, 2006. **Anais [...]** Viçosa: UFV, 2006. p. 393-430.

PRADO, R. R., FREITAS, E. D. A., JUNIOR, E. C. V., COSTA, P. C., SIQUEIRA, M. C., RAMMER, C.; OSTLING, C.; LINGVALL, P.; LINDGREN, S. Ensiling of manured crops: effects on fermentation. **Grass and Forage Science**, [S. l.], v. 49, n. 3, p. 343-351, 2015.

RYSER, E. T.; ARIMI, S. M.; DONNELLY, C. W. Effects of pH on distribution of listeria ribotypes in corn, hay, and grass silage. **Applied Environment Microbiology**, [S. l.], v. 63, n. 9, p. 3695-3697, 1997.

SANTOS, A. de O. dos. **Caracterização de silagens de milho produzidas em minas gerais e caracterização metabólica e genotípica de bactérias do ácido lático isoladas dessas silagens**. 2016. 136 f. Tese (Doutorado) - Curso de Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

SENGER, C. C. D. *et al.* Composição química e digestibilidade “in vitro” de silagem de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, 2005.

SHINGFIELD, K. J.; SALO-VÄÄNÄNEN, P.; PAHKALA, E. *et al.* Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows' milk. **Journal of Dairy Research**, [S. l.], v. 72, p. 349-361, 2005.

TOSI, H.; ITURRINO, R. P. S.; RAVAZZI, J. P. Presença de Clostridium em silagem de milho colhido em diferentes estádios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 17, n. 8, p. 1133-1136, 1982.

WELBOURN, J. L.; WILLIAMS JÚNIOR, J. New Listeria Control measures under consideration. **Scope Technic Bull Siliker Lab**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 1-7, 1999.

WOOLFORD, M. K. A Review: the detrimental effects of air on silage. **J. Appl. Bacteriol.**, [S. l.], v. 68, n. 1, p. 101-116, 1990.

WOOLFORD, M. K. Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. **Herbage Abstr.**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 105-111, 1972.