

REVISTA

IGUAZU SCIENCE

v.2 n.3 maio. 2024

Dossiê
Terras Férteis

EDITORA UNIVERSITÁRIA
UNIGUAÇU

IGUAZU **SCIENCE**

ISBN 978-65-83057-02-0 (versão digital)
Revista Iguazu Science | Faculdade Uniguaçu
São Miguel do Iguazu-PR | v. 2 | n. 3 | maio 2024

A revista **Iguazu Science** tem a missão de publicar contribuições científicas que abrangem todas as áreas do conhecimento descritas pelo CNPq, desde que a pesquisa apresente uma contribuição para o desenvolvimento do conhecimento teórico e metodológico do saber. A revista é uma publicação quadrimestral, em edição eletrônica, composta pelas seções de artigos científicos, artigos de divulgação científica, resenhas e entrevistas especiais. Os textos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores.

Editores

Fábio Aristimunho Vargas
Fábio Corbari

Organização e edição deste número

Fábio Aristimunho Vargas
Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho

Capa

Fábio Corbari

Foto da capa

Acervo institucional UNIGUAÇU

Endereço: Faculdade UNIGUAÇU. Rua Valentim Celeste Palavro, 1501, São Miguel do Iguazu – PR, CEP 85877-000, telefone: (45) 3565-3181, site institucional: <https://uniguacu.com.br>, Instagram: @faculdadeuniguacu, e-mail: editora.universitaria@uniguacu.com.br

Revista Iguazu Science: dossiê terras férteis [Recurso eletrônico] / Faculdade Uniguazu.
v. 2, n. 3 (maio. 2023) – São Miguel do Iguazu, 2024.

Quadrimestral

Publicação eletrônica

Editores: Fábio Aristimunho Vargas e Fábio Corbari

Organização e edição deste número: Fábio Aristimunho Vargas e Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho

ISBN: 978-65-83057-02-0

1 – Áreas gerais – Periódicos. 2. Ciência – Estudo e ensino. 3. Pesquisa científica – Periódicos. I. Faculdade Uniguazu

24-0003

Catálogo na Publicação
Fernanda Bem – CRB 9/1735

Copyright © 2024, Faculdade UNIGUAÇU
Todos os direitos reservados.

IGUAZU **SCIENCE**

Dossiê
Terras férteis



MANTENEDORA: UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA. – UNIGUAÇU

Mantenedores: *Daniel Ribeiro da Silva / Paulo Gorski / Renata Beckers / Roberto Régis Ribeiro*

MANTIDA: FACULDADE UNIGUAÇU

Diretor Geral
Daniel Ribeiro da Silva

Diretora Geral da Graduação
Danielle Acco Cadorin

Diretor Pedagógico
Patrick Bellei

Diretor Acadêmico
Jacinto Vagner Rupp

Diretor de Expansão e Operações/Diretor EaD
Roberto Régis Ribeiro

Diretor de Expansão e Desenvolvimento da Graduação
Fábio Corbari

Coordenadores Pedagógicos
Liane Piacentini
Marcos Müller

Pesquisadora Institucional
Claudia Symone Dias Roland

Auxiliar Institucional
Liane Piacentini

Secretária Geral
Beatriz Marilene Schimdt Bueno

Coordenador de Pesquisa e Extensão
Fábio Corbari

Coordenador Adjunto de Pesquisa e Extensão
Fábio Aristimunho Vargas

Editores da Editora Universitária Uniguaçu
Fábio Aristimunho Vargas
Fábio Corbari

Orientanda de projetos editoriais da Coordenação de Pesquisa e Extensão
Jesica Scopel

Conselho Editorial da Editora Universitária Uniguaçu

Dr. Alex Munguía Salazar (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México)

Dr. Fábio Aristimunho Vargas (Faculdade UNIGUAÇU)

Dr. Fábio Corbari (Faculdade UNIGUAÇU)

Dr. Marcos Ricardo Muller (Faculdade UNIGUAÇU)

Dr. Wagner Menezes (Universidade de São Paulo – USP)

Dra. Danielle Acco Cadorin (Faculdade UNIGUAÇU)

Dra. Francielle de Camargo Ghellere (Faculdade UNIGUAÇU)

Dra. Graciela Maiara Dalastra (Faculdade UNIGUAÇU).

Dra. Priscilla Guedes Gambale (Faculdade UNIGUAÇU)

Dra. Silviane Galvan Pereira (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Patrick Bellei (Faculdade UNIGUAÇU)

Comitê Científico da Revista Iguazu Science

Dr. Marcos Roberto Pires Gregolin (UFSM)

Dr. Rodrigo César dos Reis Tinini (Faculdade UNIGUAÇU)

Dr. Wilson João Zonin (Unioeste)

Dra. Maria Roseli Castilho Garbossa (Faculdade UNIGUAÇU)

Dra. Solange Marilene Melchior do Prado (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Alysson Ramalhais (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Bruna Todeschini Vieira (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Gleison Miguel Lissemerki da Silva (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Herivelto Beck de Souza (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Johany Diego Vicente (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Karine Albano (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Lauriane Alle Buytendorp (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Silvia Sônia da Silva (Faculdade UNIGUAÇU)

Msc. Vinicius Mattia (Unioeste)

SUMÁRIO

POTENCIALIDADES E DESAFIOS DA SILAGEM DE SORGO BOLIVIANO (AGRI002E) NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS

Tiago Venturini; Maximiliane Alavarse Zambom; Marcela Abbado Neres; Rodrigo Cesar dos Reis Tinini; Jéssica Gabi Dessbessell; Andressa Radtke Baungratz 9

DESEMPENHO DE ALFACE CRESPA SOB INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

Patrick Zanette Schmitt; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Leila Alves Netto; Leandro Friedrich; Graciela Maiara Dalastra; Juliana Cristina Kreutz 19

PRODUTIVIDADE DO CAPIM MIYAGUI EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE NPK

Tiago Alexandre Wiegert; Rodrigo Cesar dos Reis Tinini; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Graciela Maiara Dalastra; Fábio Corbari; Danielle Acco Cadorin de Fraga 24

COMPOSTAGEM DE CARCAÇAS E RESÍDUOS DE FRANGO: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL NA PRODUÇÃO AVÍCOLA

Natielle Vanessa Valin Maravai; Rodrigo Cesar dos Reis Tinini; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Graciela Maiara Dalastra; Karina Albano; Liane Piacentini 31

CONTROLE PRÉ-EMERGENTE DE PICÃO-PRETO NA CULTURA DA SOJA

Lucas de Barros Michalski; Max Sander Souto; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Cristiano Pereira; Franke Januário; Karina Kestrang 38

DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE SOJA NO OESTE DO PARANÁ

Régis Miguel Vogel; Graciela Maiara Dalastra; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Max Sander Souto; Viviane Vasselai Pereira; Danielle Acco Cadorin de Fraga 44

ADITIVOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: CARACTERÍSTICAS E PARTICULARIDADES

Andressa Radtke Baungratz; Tiago Venturini; Emilyn Midori Maeda 48

INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO E DO ARMAZENAMENTO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

Thaís Caroline Engel; Graciela Maiara Dalastra; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Juliana Cristina Kreutz; Leila Alves Netto; Priscilla Guedes Gambale 60

CO-INOCULAÇÃO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA

Andre Alberton; Graciela Maiara Dalastra; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Max Sander Souto; Franke Januário; Priscilla Guedes Gambale 65

EDITORIAL

A revista **Iguazu Science**, publicação científica da Faculdade UNIGUAÇU que tem por objetivo divulgar contribuições científicas que abrangem todas as áreas do conhecimento descritas pelo CNPq, completa um ano de existência chegando a seu terceiro número.

Se a publicação inaugural deste periódico apresentava o Dossiê “Meio Ambiente e Sustentabilidade”, prestigiando trabalhos da área de Engenharia Civil, e o segundo número trazia o Dossiê “Saúde e Bem-Estar”, divulgando trabalhos provenientes da área da saúde, em especial Terapia Ocupacional e Enfermagem, este terceiro número vem enaltecer as áreas que dedicam ao estudo da terra e da produção agropecuária, com o Dossiê “Terras Férteis”, a reunir estudos sobretudo das áreas de Agronomia e Zootecnia.

Os artigos científicos publicados nesta edição abordam uma série de temas relacionados à agricultura e à produção animal. Entre eles, destaca-se a potencialidade da silagem de sorgo boliviano na alimentação de bovinos leiteiros, o desempenho da alfaca crespa sob inoculação com *Azospirillum brasilense* e a produtividade do capim Miyagui em resposta à aplicação de diferentes níveis de NPK.

Além disso, discute-se a compostagem de carcaças e resíduos de frango como uma abordagem sustentável na produção avícola, o controle pré-emergente de picão-preto na cultura da soja e o desempenho produtivo de cultivares de soja no Oeste do Paraná. Também são abordados temas como aditivos utilizados na nutrição de ruminantes, influência da maturação e do armazenamento no potencial fisiológico de sementes de soja, a co-inoculação de sementes e a aplicação de nitrogênio em cobertura no desempenho produtivo da soja.

Por fim, convém destacar que a presente edição conta com a inestimável colaboração do prof. Dr. Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho. Docente do curso de Engenharia Agrônoma na Faculdade UNIGUAÇU, o prof. Pablo contribuiu decididamente na organização do dossiê temático desta edição, sendo inclusive coautor de alguns dos estudos ora publicados. Que sua colaboração editorial possa se repetir em mais números de nossa querida aniversariante.

Prof. dr. Fábio Aristimunho Vargas
Coordenador Adjunto de Pesquisa e Extensão
Editor

APRESENTAÇÃO

A Uniguaçu, uma instituição de ensino superior no Paraná, é reconhecida pela qualidade de seus cursos e infraestrutura moderna, oferecendo uma ampla gama de opções acadêmicas. Com um corpo docente altamente qualificado e uma abordagem educacional centrada no aluno, a Uniguaçu proporciona uma experiência de aprendizado dinâmico e enriquecedora. Além disso, a instituição investe em pesquisas e extensão, incentivando a participação dos estudantes em projetos que contribuem para o desenvolvimento regional e a construção de um futuro mais sustentável.

Uma demonstração clara desse compromisso com o avanço do conhecimento é a terceira edição da revista **Iguazu Science**, que promete ser um marco na exploração das sinergias entre diferentes áreas do conhecimento. O dossiê "Terras Férteis" reúne uma seleção criteriosa de trabalhos que destacam a interseção entre esses cursos, demonstrando como podem colaborar de maneira significativa para promover avanços científicos e práticos.

O destaque desta edição é a diversidade de origens dos estudos apresentados. A maioria dos trabalhos provém dos cursos da agronomia e zootecnia, mostrando a importância desses cursos para a região, buscando sempre soluções sustentáveis para a produção de alimentos e o manejo dos recursos naturais.

É interessante observar que muitas das pesquisas incluídas neste dossiê são resultados de trabalhos de

conclusão de curso, evidenciando o comprometimento dos estudantes com a busca por conhecimento interdisciplinar e sua aplicação prática em diversas áreas. Esta edição da revista Iguazu Science não só celebra a colaboração entre diferentes cursos, mas também destaca o potencial transformador que surge quando os profissionais dessas áreas trabalham em conjunto para enfrentar desafios complexos e promover o bem-estar humano e ambiental.

Dentro desse contexto interdisciplinar, o papel do engenheiro agrônomo e do zootecnista se destaca como fundamental para o desenvolvimento e a sustentabilidade do setor agrícola. Com uma formação multidisciplinar que abrange desde agricultura até gestão, o engenheiro agrônomo e o zootecnista desempenha uma série de responsabilidades. Isso inclui a aplicação de técnicas e tecnologias avançadas para aumentar a produção de alimentos sem comprometer os recursos naturais, bem como pesquisa e inovação agrícola, consultoria técnica para produtores e atuação em órgãos governamentais e instituições de ensino e pesquisa. Essa ampla gama de atividades demonstra como a interdisciplinaridade é essencial para enfrentar os desafios complexos enfrentados pela agricultura moderna e promover um futuro sustentável.

Prof. dr. Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho

POTENCIALIDADES E DESAFIOS DA SILAGEM DE SORGO BOLIVIANO (AGRI002E) NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS

Tiago Venturini*; Maximiliane Alavarse Zambom**; Marcela Abbado Neres***; Rodrigo Cesar dos Reis Tinini****; Jéssica Gabi Dessbessell*****; Andressa Radtke Baungratz*****

*Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (UNIOESTE/UTFPR), venturini_tiago@hotmail.com.

**Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), mazambom@hotmail.com.

***Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), mabaneres@gmail.com.

****Coordenador do curso de Zootecnia da Faculdade Uniguaçu, digotinini@hotmail.com.

***** Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), jessicagabidess@gmail.com.

***** Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), zootecnistaandressa@gmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 15 fev. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação *online*: maio 2024.

RESUMO

A produção leiteira no Brasil é destaque mundial. No entanto, desafios como a redução do número de produtores e a sazonalidade na disponibilidade de forragem têm impactado o setor. A nutrição é crucial para a eficiência produtiva, entretanto, representa um dos maiores custos na atividade. Nesse contexto, a ensilagem surge como uma importante alternativa para conservar alimentos e manter seu valor nutritivo, especialmente com forrageiras como milho e sorgo. O sorgo, uma cultura adaptável a diversas condições climáticas e solos, tem se destacado como uma alternativa viável. Estudos demonstram que a substituição total da silagem de milho pela de sorgo não compromete a produção e a composição do leite. No entanto, a fermentação adequada é crucial para a qualidade da silagem, exigindo um ambiente anaeróbico e uma população adequada de bactérias ácido-láticas. A falta dessas condições pode resultar em perdas e fermentações indesejadas. Para mitigar esses riscos, a utilização de aditivos na ensilagem é uma prática comum. Eles visam aumentar a população de bactérias ácido-láticas, garantindo uma fermentação adequada e reduzindo populações indesejáveis de microrganismos. A inoculação com bactérias láticas tem demonstrado melhorias no desempenho animal e na qualidade da silagem. Além disso, aditivos químicos como a ureia podem controlar o pH da silagem e aumentar a recuperação de matéria seca. Variedades de sorgo estão sendo desenvolvidas para melhorar a digestibilidade da fibra e aumentar o consumo dos animais, sem comprometer a produção de leite. Em resumo, a silagem de sorgo apresenta potencial como uma alternativa alimentar eficiente, especialmente quando combinada com práticas adequadas de ensilagem e uso de aditivos.

Palavras-chave: aditivos; alimentos alternativos; ensilagem; fermentação, sorgo AGRI 002E.

ABSTRACT

The dairy production in Brazil is a global highlight. However, challenges such as the reduction in the number of producers and the seasonality in forage availability have impacted the sector. Nutrition is crucial for productive efficiency; however, it represents one of the highest costs in the activity. In this context, ensilage emerges as an important alternative to preserve feed and maintain its nutritional value, especially with forages such as corn and sorghum. Sorghum, a crop adaptable to various climatic conditions and soils, has stood out as a viable alternative. Studies demonstrate that the complete substitution of corn silage by sorghum does not compromise milk production and composition. However, proper fermentation is crucial for silage quality, requiring an anaerobic environment and an adequate population of lactic acid bacteria. The lack of these conditions can result in losses and unwanted fermentations. To mitigate these risks, the use of additives in ensilage is a common practice. They aim to increase the population of lactic acid bacteria, ensuring proper fermentation and reducing undesirable populations of microorganisms. Inoculation with lactic acid bacteria has shown improvements in animal performance and silage quality. Additionally, chemical additives such as urea can control silage pH and increase dry matter recovery. Sorghum varieties are being developed to improve fiber digestibility and increase animal consumption without compromising milk production. In summary, sorghum silage presents potential as an efficient feed alternative, especially when combined with proper ensilage practices and the use of additives.

Keywords: additives; alternative feeds; ensiling; fermentation; sorghum AGRI 002E.

Copyright © 2024, Tiago Venturini; Maximiliane Alavarse Zambom; Marcela Abbado Neres, Rodrigo Cesar dos Reis Tinini, Jéssica Gabi Dessbessell, Andressa Radtke Baungratz. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: VENTURINI, Tiago; ZAMBOM, Maximiliane Alavarse; NERES, Marcela Abbado; TININI, Rodrigo Cesar dos Reis; DESSBESSELL, Jéssica Gabi; BAUNGRATZ, Andressa Radtke. Potencialidades e desafios da silagem de sorgo boliviano (AGRI002E) na alimentação de bovinos leiteiros. *Iguazu Science*, São Miguel do Iguçu, v. 2, n. 3, p. 9-18, maio 2024.

INTRODUÇÃO

A produção leiteira brasileira apresenta destaque no cenário mundial, estando entre os quatro maiores produtores. Entretanto, alguns fatores tem reduzido significativamente o número de produtores na atividade, por outro lado à melhoria da eficiência dos sistemas de produção tem contribuído para melhora dos índices produtivos. A nutrição desempenha papel crucial na eficiência produtiva, por outro lado, representa o maior custo da atividade leiteira. A disponibilidade de alimentos de qualidade é essencial, especialmente em propriedades mais tecnificadas (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2009).

Embora o clima brasileiro favoreça o cultivo de pastagens durante todo o ano, a sazonalidade pode reduzir a disponibilidade de forragem, aumentando os custos de produção (ZOUGMORE et al., 2016). A ensilagem é uma importante alternativa para armazenar e conservar alimentos, mantendo seu valor nutritivo. Dentre as forrageiras que apresentam as melhores características para a ensilagem destacam-se o milho (*Zea mays* L.) e o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (ZHANG et al., 2015). O milho é a forrageira de maior destaque na produção de silagem, em virtude de sua produção, características produtivas e valor nutritivo. Porém, a cultura do milho é um produto nobre com elevado custo de produção por sua utilização em larga escala na alimentação de monogástricos e alimentação humana, sendo necessários alimentos alternativos que possam ser substitutos ao milho.

O sorgo forrageiro se destaca por sua adaptação a diferentes condições climáticas e solos, além de ser uma cultura mecanizável. Estudos mostraram que a substituição total da silagem de milho pela silagem de sorgo não afetou a produção e composição do leite (CATTANI et al., 2017).

A fermentação láctica é crucial para a qualidade da silagem, exigindo um ambiente anaeróbico e uma população adequada de bactérias ácido-láticas. A falta dessas condições pode resultar em perdas no processo fermentativo, incluindo fermentações indesejadas como a butírica, devido à presença de leveduras (OLIVEIRA et al., 2010). Para mitigar esses riscos, o pré-tratamento com aditivos é uma alternativa que visa aumentar o número de bactérias ácido-láticas, garantindo uma fermentação adequada e redução de populações indesejáveis de microrganismos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA BOVINOCULTURA LEITEIRA

A utilização de alimentos alternativos na alimentação de bovinos está se tornando uma prática comum devido à volatilidade de preços dos alimentos tradicionais, como milho e soja, que são commodities agrícolas. Essa tendência é impulsionada principalmente por considerações econômicas, visando reduzir os custos de alimentação e melhorar a eficiência alimentar.

Um fator determinante na escolha de fontes alternativas é a disponibilidade regional, que oferece uma maior variedade de alimentos e flexibilidade para balancear a dieta dos animais, complementando ou substituindo os ingredientes convencionais. Isso permite ajustes adequados e maior eficiência na produção (BARLETTA et al., 2012).

Estudos têm investigado a utilização de fontes alternativas, como milho (grão e silagem) e soja (farelo), na alimentação de ruminantes, considerando aspectos nutricionais e digestíveis dos alimentos. O objetivo é determinar os melhores níveis de inclusão e/ou substituição na dieta para otimizar o desempenho produtivo, sem comprometer os parâmetros sanguíneos e ruminais, e melhorar a qualidade do produto final. Além disso, busca-se avaliar a viabilidade econômica dessas alternativas (OLIVEIRA et al., 2012).

CULTURA DO SORGO

O sorgo é uma planta nativa do Noroeste Africano, modificada cientificamente por gerações, apresentando mais de 7.000 genótipos e nomenclaturas distintas, com diferentes aptidões. Os biotipos de sorgo são classificados pela sua taxionomia em (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), diferindo fenotipicamente de acordo com a origem e funcionalidade (KIMBER et al., 2013).

A cultura do sorgo é caracterizada como plantas de dias curtos com altas taxas de fotossíntese, espécies do grupo C4, necessitando de temperaturas superiores a 21°C para seu máximo desenvolvimento.

O sorgo é o quinto cereal de maior importância na alimentação humana e animal em grande parte do

território mundial, apresentando-se distribuído principalmente nas regiões semiáridas dos trópicos e subtropicais (PEERZADA et al., 2017).

Nos países africanos, sua maior utilização é na alimentação humana, por ser uma fonte importante de amido. No Brasil, seu uso principal é necessariamente na alimentação animal, tanto na forma de grãos, incluso na formulação de rações de ruminantes e monogástricos, quanto na utilização da planta inteira, sendo armazenado na forma de silagem ou realizado o pastejo pelos animais (BORGHI et al., 2013).

O sorgo forrageiro é uma cultura que se assemelha nutricionalmente e agronomicamente ao milho (PESCE et al., 2000), contudo, apresenta condições que favorecem sua utilização em áreas de baixa fertilidade e que são susceptíveis a déficits hídricos (BORBA et al., 2012).

O sorgo apresenta uma vasta quantidade de cultivares sendo dividido em quatro grupos principais: granífero, forrageiro, sacarino e vassoura. O sorgo granífero caracteriza-se por apresentar plantas de baixa estatura com presença de panícula e elevada produção de grãos. O sorgo forrageiro é caracterizado por plantas de porte alto, podendo atingir quatro metros, com presença ou ausência de panícula e baixa produção de grãos, utilizado principalmente na produção de silagem, fenação, pastejo e cobertura de solo. O terceiro grupo também se assemelha ao sorgo forrageiro, porém, pela característica de possuir elevados teores de carboidratos solúveis é comumente utilizado na produção de açúcar e álcool. O grupo denominado de vassoura tem finalidade artesanal, cujas panículas são apropriadas para confecção de vassouras, como o nome sugere (RIBAS, 2010).

Segundo Von Pinho et al. (2010), existe um intermediário entre os sorgos denominados de granífero e forrageiro, pois apresentam porte médio e elevada produção de grãos, possuindo alta qualidade no material produzido, sendo caracterizado como sorgo de duplo propósito ou sorgo forrageiro de alta qualidade.

A cultura do sorgo forrageiro apresenta características agrônomicas que o difere na sua classificação em sorgo de porte alto com elevada produção de matéria verde e baixa produção de grãos (<10%), apresentando ciclo fenológico longo; sorgo de porte médio ou duplo propósito com menor produção de massa, porém, produção intermediária de grãos (30%) em sua constituição; e sorgo granífero de baixo porte, com baixa produção de massa e elevada produção de grãos (60%) (CÂNDIDO et al., 2002).

O sorgo AGRI 002E é um novo híbrido de sorgo de genética boliviana (AGRICOMSEEDS) com finalidade de duplo propósito, servindo como cobertura de solo e alternativa alimentar animal na forma de silagem. Tem como principais características agrônomicas o porte elevado (3,5-4m), perfilhamento e

fotossensibilidade, requerendo dias de maiores horas-luz para o não florescimento, visto que é uma variedade com inexpressível produção de grãos (PAZIANI, et al., 2020).

O híbrido surge como uma alternativa alimentar interessante, devido às suas características agrônomicas e nutricionais apresentarem parâmetros necessários para um processo fermentativo de qualidade, que determinam adequado teor de MS, alta concentração de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão (FERNANDES et al., 2009). O ciclo fenológico apresenta variação de 100 a 120 dias.

ENSILAGEM

Os volumosos são um componente essencial na dieta dos ruminantes, principalmente nos bovinos leiteiros, visto que representam a maior parte da matéria seca consumida e a principal fonte de fibra para a ruminação e manutenção das condições adequadas do trato gastrointestinal (COSTA et al., 2005).

A Região Sul do Brasil apresenta clima subtropical, característico por apresentar verões quentes e chuvosos sem estação seca definida e baixa frequência de geadas, contribuindo para que ocorra a estacionalidade das pastagens caracterizado por períodos de elevada disponibilidade e qualidade da forragem com períodos de comprometimento no crescimento forrageiro.

Uma alternativa difundida entre os produtores para atenuar os efeitos da escassez de alimento e tornar a produção sustentável é conservar o excedente de forragem produzido em períodos de abundância, para posterior utilização na alimentação dos animais em épocas de escassez. Outro fator que contribui para o crescimento da conservação de alimentos é a substituição dos sistemas leiteiros extensivos por sistemas intensivos, buscando maximizar a produção leiteira dos animais, visto que a exigência do animal aumenta e faz-se necessário o uso de alimentos de qualidade ao longo de todo o ano (RODRIGUES, 2006).

A prática da conservação consiste em manter a qualidade nutricional dos alimentos com o mínimo de perdas possíveis para posterior utilização (NEUMANN et al., 2010). As principais alternativas utilizadas para conservar os volumosos são a fenação, por meio de desidratação da planta, e o processo de ensilagem realizado por bactérias ácido-láticas (BAL) que fermentam o material sem a presença de oxigênio, reduzindo o seu pH para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, preservando o material por um longo período (GIMENES et al., 2005).

O processo de fermentação do material ensilado caracteriza-se propriamente em quatro fases. A primeira fase é a aeróbia, com duração curta de algumas horas, onde ocorre o consumo do oxigênio atmosférico presente devido à respiração celular da

ferragem ensilada. Paralelamente, ocorre a ação dos microrganismos aeróbios (fungos, leveduras e bactérias) e de enzimas da planta (proteases e carboidratases) que consomem os carboidratos solúveis resultando na produção de calor, água e dióxido de carbono (CO²).

Após o fechamento, inicia-se a fase de fermentação realizada pelas bactérias ácido-láticas (BAL), microrganismos autóctones que necessitam de condições ideais de temperatura, pH (3,8-5,0) e fonte de substrato no material ensilado para poder colonizar e dar início à fermentação. Com a ausência de oxigênio no ambiente, os microrganismos convertem os açúcares presentes na ferragem (glicose, frutanos e frutose) em ácidos orgânicos (lático, acético, butírico e propiônico) ocasionando a queda do pH (SANTOS et al., 2010).

A fermentação normalmente varia entre 10 e 14 dias, sendo dependente do teor de carboidratos solúveis, capacidade tampão e teor de matéria seca do material ensilado. Passado esse período fermentativo, as BAL vão diminuir lentamente tornando-se inativas em razão da redução do pH e da fonte de substrato (ROTZ; MUCK, 1994).

A terceira fase é a estabilidade, que consiste em manutenção do pH ácido e da anaerobiose, impedindo a ação de microrganismos e fermentações indesejáveis na silagem até o momento de abertura.

Finalmente, a última fase é a de degradação aeróbica que ocorre pós-abertura do silo. O material é exposto ao oxigênio, contribuindo para o desenvolvimento e ação de leveduras e bactérias acéticas que degradam os ácidos orgânicos. Ocorre elevação do pH, aumento de temperatura e ação de microrganismos facultativos (fungos e enterobactérias) promovendo putrefação do material ensilado (SANTOS; ZANINE, 2006).

A qualidade da silagem é determinada pelo processo de conservação promovido pela microflora presente. Os microrganismos encontrados nesta são divididos de maneira geral em dois grupos: microrganismos desejáveis (bactérias lácticas) que produzem os ácidos orgânicos e os indesejáveis (*Clostridium* sp., enterobactérias, leveduras e fungos aeróbios) que ocasionam perdas de MS e comprometem a qualidade e o consumo de silagem pelos animais.

A população de BAL que compõe a microflora da silagem é geralmente pertencente aos gêneros *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Streptococcus* (PAHLOW et al., 2003). Sua proliferação ocorre quando há disponibilidade de conteúdo celular (açúcares) e ambiente anaeróbico, reduzindo o pH, inibindo a ação de microrganismos que competem pelo substrato e iniciando os processos fermentativos que originam os ácidos orgânicos. Além dos carboidratos solúveis, as BAL necessitam de aminoácidos e vitaminas para que ocorra maior

desenvolvimento e consequente inibição de microrganismos indesejáveis (PAHLOW et al., 2003).

De forma geral, estas são caracterizadas em dois grupos conforme seus produtos a partir da fermentação da glicose, podendo ser homofermentativas, responsáveis pela produção de ácido lático, e heterofermentativas, que juntamente com o ácido lático produzem etanol, dióxido de carbono e ácido acético.

Existem determinados microrganismos considerados indesejáveis na silagem. Estes se desenvolvem quando o material ensilado apresenta baixo teor de matéria seca e de carboidratos solúveis, elevada capacidade de tamponamento, temperatura e pH elevados e reduzida população de BAL. Os clostrídios são os principais microrganismos responsáveis por uma silagem com má fermentação, apresentando pH elevado, produção de ácido butírico e amônia e influenciando no consumo dos animais (JOBIM et al., 1997).

As bactérias do gênero *Clostridium* são classificadas em sacarolíticas, quando realizam a fermentação de carboidratos solúveis resultando na produção de ácido butírico, dióxido de carbono (CO²) e hidrogênio; em proteolíticas quando degradam aminoácidos em amônia e aminas; e sácaro-proteolíticas que promovem fermentação e proteólise resultando na produção de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) (SANTOS et al., 2013).

As enterobactérias são bacilos gram-negativos anaeróbios facultativos e se desenvolvem nos primeiros dias após o fechamento do silo quando o pH do material ensilado se encontra elevado. As enterobactérias fermentam os açúcares disponíveis diminuindo a disponibilidade de substrato para as BAL, reduzindo a produção de ácidos orgânicos e consequentemente a qualidade da silagem.

Outra consequência significativa da presença de enterobactérias é a degradação de proteínas, pois resulta em produção de aminas e ácidos graxos ramificados influenciando diretamente na palatabilidade, valor nutricional da silagem e reduzindo o consumo voluntário dos animais (SÁ NETO, 2012). Entretanto, a atividade dessas bactérias fica restrita a pH superior a 5,0, dessa forma uma rápida acidificação do meio contribui para inibição da ação das enterobactérias.

As leveduras têm elevada importância na qualidade da silagem em condições de aerobiose, pois seu desenvolvimento abrange uma ampla faixa de pH (3,5 a 6,5) (ARCHUNDIA; BOLSEN, 2001). Atuam na degradação de ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico, cítrico, málico) e na fermentação dos açúcares remanescentes produzindo etanol, elevando o pH e propiciando condições para desenvolvimento de microrganismos indesejáveis.

Os fungos são estritamente aeróbios e desenvolvem-se principalmente em locais onde há

presença de oxigênio durante o armazenamento e na abertura do silo (EL-SHANAWANY et al., 2005), principalmente quando o ambiente propicia as condições necessárias para o seu desenvolvimento que são: calor, umidade, pH elevado, substrato, presença de O² e uma deterioração aeróbia elevada provocada por leveduras e bactérias aeróbias (ARCHUNDIA; BOLSEN, 2001).

A ação dos fungos na silagem acarreta reações de oxidação do material, consumindo substratos e gerando calor e CO² (BERNARDES et al., 2009). Tais processos aumentam as perdas de MS, reduzem o teor energético e a palatabilidade, principalmente pela degradação das proteínas e carboidratos (MUCK et al., 2013). Outro problema ocasionado pela presença de fungos no silo é a produção de micotoxinas, principalmente quando os mesmos estão em situação de estresse, liberando essa substância para sua defesa, acarretando problemas para os animais que irão consumir a silagem.

O processo fermentativo é condicionado por uma série de fatores que irão definir a qualidade do produto em relação ao material ensilado. A determinação do perfil fermentativo é uma forma de supor quais microrganismos atuaram no processo, qual tipo de fermentação ocorreu e quais os produtos oriundos. Entretanto, os processos são dependentes do tipo de material utilizado, forma de colheita e armazenamento, emprego de aditivos, velocidade do processo e da posterior retirada da silagem para fornecimento aos animais (KUNG JUNIOR; SHAVER, 2001).

As análises do perfil fermentativo, microbiológicas e as análises químicas padrões contribuem para explicar os baixos valores nutritivos da silagem e o baixo consumo dos animais, sendo que o conteúdo de carboidratos, proteínas e ácidos orgânicos influenciam diretamente o comportamento alimentar e a ingestão de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2017).

ADITIVOS PARA SILAGEM

A ensilagem propriamente dita é um processo utilizado para armazenar e preservar o alimento, com o mínimo de perdas do valor nutritivo da forragem. Quando as condições de elaboração, armazenagem e retirada do material não são adequadas, podem ocasionar perdas dos nutrientes ocasionados por fermentações indesejáveis e até riscos a sanidade dos animais (VIEIRA et al., 2004).

A cultura do milho e do sorgo, culturas comumente utilizadas para ensilagem, apresentam condições ideais para ensilagem (elevados teores de matéria seca, e de carboidratos solúveis em água e baixo poder tampão), entretanto, devido à demora ou falhas durante as fases do processo fermentativo, torna-se necessário a utilização de aditivos para reduzir as perdas e estimular a fermentação desejada, para

preservar a qualidade do alimento (PERAZZO et al., 2017).

Uma característica peculiar da cultura do sorgo é apresentar teores de carboidratos solúveis superiores às concentrações mínimas necessárias para uma boa fermentação (NEUMANN et al., 2010). Dessa maneira, esse excesso de carboidratos solúveis e de ácido láctico serve de substrato para o desenvolvimento e predominância de fungos filamentosos e leveduras, que em contato com o oxigênio deterioram o material ensilado (Reação de Maillard), ocasionando baixa estabilidade aeróbia e perdas de MS e nutrientes (JOBIM et al., 2007).

A utilização dos aditivos na silagem tem por finalidade preservar o alimento, reduzindo as perdas de nutrientes e conseqüente benefício ao desempenho animal. Os aditivos são caracterizados pelos seus efeitos na preservação da silagem, sendo estimulantes de fermentação desejada, inibidores de fermentações secundárias, inibidores da deterioração aeróbia, aditivos nutrientes e absorventes (KUNG JUNIOR et al., 2003).

Schmidt et al. (2014) propuseram três grupos de aditivos, geralmente utilizados no Brasil: aditivos químicos, microbianos e sequestrantes de umidade. Os aditivos microbianos podem ser caracterizados como bactérias lácticas homofermentativas ou heterofermentativas, podendo estar isoladas ou associadas (MUCK et al., 2018).

Ensaio com vacas em lactação demonstraram que a inoculação da silagem com bactérias lácticas homofermentativas e/ou heterofermentativas ocasionou elevação na produção de leite, no desempenho e na eficiência de produção (OLIVEIRA et al., 2017).

A melhora no desempenho animal ocasionado pela inoculação é uma incógnita, pois alguns estudos apontam que a inoculação da silagem não modifica o perfil fermentativo em relação ao material não inoculado, porém, apresenta melhorias na produtividade animal (KUNG JUNIOR; MUCK, 2015). Por outro lado, a inoculação influencia positivamente o perfil fermentativo da silagem, juntamente com melhora na produção animal (MUCK et al., 2013). Dessa forma, surgiram hipóteses de que a inoculação ocasiona inibição do crescimento de microrganismos prejudiciais que produzem toxinas e refletem negativamente na palatabilidade da silagem (ELLIS et al., 2016) e ocorre interação entre as bactérias ácido lácticas da silagem com os microrganismos ruminais otimizando a digestão dos nutrientes (WEINBERG et al., 2003).

Recomenda-se a utilização dos aditivos em forragens que apresentem características limitantes ao processo fermentativo da silagem (YITBAREK; TAMIR, 2014). O sorgo juntamente com o milho são as culturas consideradas padrão para o processo de

ensilagem, entretanto, algumas variedades de sorgo apresentaram alto teor de carboidratos solúveis.

A ureia é um aditivo indicado para controlar o pH da silagem, aumentar a recuperação de matéria seca e manter a estabilidade aeróbica, evitando a rápida diminuição do pH e inibindo o crescimento de microrganismos (fungos filamentosos e leveduras) responsáveis pelas fermentações indesejáveis (ARAKI et al., 2017). Além disso, pode ser considerada como um aditivo nutriente, pois contribui no aumento do valor nutritivo do material ensilado (VIEIRA et al., 2004).

SILAGEM DE SORGO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

A bovinocultura de leite e de corte é condicionada à utilização de volumosos, visto que a fração fibrosa tem papel importante na manutenção da flora ruminal e no fornecimento de energia com baixo custo. O consumo voluntário do animal e os mecanismos de digestão estão diretamente relacionados às características físicas e químicas do alimento, sendo o desempenho do animal dependente da energia digestível oriunda do alimento que é consumida (REIS et al., 2012).

Nutricionalmente, possuir informações sobre a digestão ruminal das forragens é indispensável, visto que é o compartimento responsável pela digestão da porção fibrosa para fornecimento de nutrientes para a resposta microbiana e do animal (DETMANN et al., 2005).

A silagem é uma das alternativas mais difundidas como forma de armazenar o alimento volumoso para os ruminantes, pela minimização das perdas após a colheita, facilidade de manuseio e mistura com demais ingredientes da dieta dos animais (MAHANNA; CHASE, 2003).

A determinação da composição química e propriedades físicas da silagem é essencial para o balanceamento da dieta dos animais, visto que tais parâmetros como conteúdo de amido, proteína e fibra são determinantes nos produtos finais da fermentação, influenciando no consumo de matéria seca e no desempenho animal (OLIVEIRA et al., 2017).

Segundo Oba e Allen (2000) o conteúdo, a digestibilidade e o tamanho das partículas da fibra são responsáveis diretamente pela quantidade de alimento a ser ingerido pelo animal, bem como pela eficiência na produção leiteira. À medida que ocorre aumento do FDN da dieta, normalmente a resposta dos animais é aumentar o tempo de consumo e a seleção do alimento fornecido, entretanto, em dietas com maior digestibilidade do FDN ocorre redução no tempo de mastigação.

A silagem de sorgo é uma alternativa eficiente como fonte de volumoso, pela sua elevada resistência a déficits hídricos, principalmente em regiões que apresentam riscos à produção de silagem de milho

(PERAZZO et al., 2013), maior rendimento de biomassa que a cultura do milho, alto valor nutricional e baixo custo de produção (PEERZADA et al., 2017).

No entanto, a utilização da silagem de sorgo para vacas de alta produção é um desafio a ser superado, pois é característico da cultura do sorgo apresentar altas concentrações de FDN e lignina, que influenciam no consumo dos animais (CONTRERAS-GOVEA et al., 2010). Dessa maneira, estudos recentes tem pesquisado híbridos de sorgo que apresentem melhor digestibilidade da fibra beneficiando o consumo dos animais, principalmente animais de alta produção (BERNARD; TAO, 2015; KHOSRAVI et al., 2018; CATTANI et al., 2017).

Recentemente, diversos experimentos avaliando a substituição parcial ou total da silagem de milho pela silagem de sorgo para vacas de alta produção tem-se mostrado eficientes, não afetando a produção, nem a composição do leite (COLOMBINI et al., 2010; COLOMBINI et al., 2012; CATTANI et al., 2017).

Outro quesito presente nas variedades de sorgo é a presença de compostos fenólicos, a exemplo dos taninos, que podem ser associados a efeitos adversos (fatores antinutricionais), reduzindo o CMS, a produção de leite e a digestibilidade da proteína (OLIVEIRA et al., 2007). Dessa forma, o desenvolvimento de variedades com baixos teores de taninos, melhor digestibilidade e degradabilidade da fibra, são alternativas para otimizar a oferta de nutrientes para os animais (ZHANG et al., 2015; CAMPANILI et al., 2017).

CONCLUSÕES

Um resumo das principais conclusões sobre o potencial do sorgo boliviano para silagem destaca suas vantagens nutricionais, adaptabilidade agrônômica e impacto econômico e ambiental. Estudos têm mostrado que o sorgo boliviano possui características nutricionais favoráveis, incluindo alto teor de carboidratos não fibrosos e energia metabolizável, tornando-o uma opção valiosa para a produção de silagem. Sua adaptabilidade agrônômica também é destacada, com boa resistência a condições adversas de crescimento, como seca e altas temperaturas.

Além disso, o sorgo boliviano demonstra potencial para impacto econômico positivo, pois pode reduzir os custos de produção de ração animal e aumentar a eficiência na utilização de recursos agrícolas. No aspecto ambiental, seu cultivo pode promover práticas mais sustentáveis, como a economia de água e a redução das emissões de gases de efeito estufa associadas à produção animal.

Para pesquisas futuras nesta área, sugere-se explorar ainda mais as características nutricionais do sorgo boliviano e seu impacto na saúde e desempenho animal. Além disso, estudos sobre práticas de manejo

agronômico específicas para maximizar a produtividade e a qualidade da silagem de sorgo boliviano podem fornecer insights valiosos para os produtores. Investigações sobre os aspectos econômicos e ambientais do cultivo de sorgo boliviano em diferentes regiões e sistemas de produção também são recomendadas para avaliar seu potencial em contextos variados.

REFERÊNCIAS

- ARAKI, H.M.C.; OLIVEIRA, E.R.; GANDRA, J.R.; GOES, R.H.T.B.; TAKIYA, C.S.; JACAÚNA, A.G.; OLIVEIRA, K.M.P.; VASQUES, D.N.; BRANDÃO CONSOLO, N.R.; DEL VALLE, T.A.; DUAN ORBACH, N. Association of biological and chemical additives on nutrient composition, total losses, microbiological and fermentative profile of sugarcane silage. **Iranian Journal of Applied Animal Science**. v. 7, n. 4, p. 577-584, 2017.
- ARCHUNDIA, M.E.U.; BOLSEN, K.K. **Aerobic deterioration of silage: processes and prevention**. In: Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium. Thrumpton Nottingham. UK. 2001. p.127-144.
- BARLETTA, R.V.; RENNÓ, F.P.; GANDRA, J.R.; FREITAS JUNIOR, J.E.; VERDURICO, L.C.; MINGOTI, R.D.; VILELA, F.G. Blood parameters and performance of dairy cows fed with whole raw soybean. **Archivos de Zootecnia**. v. 61, n. 236, p. 483-492, 2012.
- BERNARD, J.K.; TAO, S. Short communication: Production response of lactating dairy cows to brachytic forage sorghum silage compared with corn silage from first or second harvest. **Journal of Dairy Science**. v. 98, n.12, p. 8994-9000, 2015.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; AMARAL, R.C. Chemical and microbiological changes and aerobic stability of marandu grass silages after silo opening. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 1, p. 1-8, 2009.
- BORBA, L.F.P.; FERREIRA M.A.; GUIM, A.; TABOSA, J.N.; GOMES, L.H.S; SANTOS, V.L.F. Nutritive value of different silage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars. **Acta Scientiarum**. v. 4, n. 2, p. 123-129, 2012.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; SOUSA, V.V.; MARTINS, P.O.; MATEUS, G.P.; COSTA, C. Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time. **European journal of agronomy**. v. 51, n. 1, p. 130-139, 2013.
- BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; DIAS, F.J.; KAZAMA, R.; ZAMBOM, M.A.; ARRUDA, D.S.R.; ARTIBANO, V. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa alimentadas com silagens de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Acta Scientiarum, Animal Sciences**. v. 29, n. 1, p. 71-78, 2007.
- CAMPANILI, P.R.B.; SARTURI, J.O.; BALLOU, M.A.; TROJAN, S.J.; SUGG, J.D.; OVINGE, L.A.; ALRUMAIH, A.U.; PELLARIN, L.A.; HOFFMAN, A.A. Effects of silage type and inclusion level on ruminal characteristics and feeding behavior of steers fed finishing diets. **Journal of Animal Science**. v. 95, n. 10, p. 4623-4637, 2017.
- CÂNDIDO, M.J.D.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. Características fermentativas e potencial biológico de silagens de híbridos de sorgo cultivados com doses crescentes de adubação. **Revista Ceres**. V. 49, n. 288, p. 151-167, 2002.
- CATTANI, M.; GUZZO, N.; MANTOVANI, R.; BAILONI, L. Effects of total replacement of corn silage with sorghum silage on milk yield, composition, and quality. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. v. 8, n. 1, p.1-15, 2017.
- COLOMBINI, S., GALASSI, G.; CROVETTO, G.M.; RAPETTI, L. Milk production, nitrogen balance, and fiber digestibility prediction of corn, whole plant grain sorghum, and forage sorghum silages in the dairy cow. **Journal of Dairy Science**. v. 95, n. 8, p. 4457-4467, 2012.
- COLOMBINI, S.; RAPETTI, L.; COLOMBO, D.; GALASSI, G.; CROVETTO, G.M. Brown midrib forage sorghum silage for the dairy cow: Nutritive value and comparison with corn silage in the diet. **Italian Journal of Animal Science**. v. 9, n. 3, p. 273-277, 2010.
- CONTRERAS-GOVEA, F.; MARSALIS, M.A.; LAURIAULT, L.M.; BEAN, B.W. Forage sorghum nutritive value: A review. **Forage Grazinglands**. v. 8, n. 1, p. 1-6, 2010.
- COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, VALADARES, R.F.D.; MENDONÇA, S.S.; SOUZA, D.P.; TEIXEIRA, M.P. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 6, p. 2437-2445, 2005.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.; GONÇALVES, L.C.; VALADARES, R.F.D. Níveis de

- proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 4, p. 1380-1391, 2005.
- ELLIS, J.L.; HIND RICHSEN, I.K.; KLOP, G.; KINLEY, R.D.; MILORA, N. BANNINK, A.; DIJKSTRA, J. Effects of lactic acid bacteria silage inoculation on methane emission and productivity of Holstein Friesian dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v. 99, n. 9, p. 7159-7174, 2016.
- EL-SHANAWANY, A.A.; MOSTAFA, M. E.; BARAKAT, A. 2005. Fungal populations and Mycotoxins in silage in Assuit and Sohag governorates in Egypt, with special reference to characteristic *Aspergilli* toxins. **Mycopathologia**. v. 159, c. 2, 2005, p. 281-289.
- FERNANDES, F.E.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVINDO, C.S. Forage sorghum silage with added urea in two storage periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 11, p. 2111-2115, 2009.
- GIMENES, A.L.G.; MOREIRA, F.B.; MIZUBUTI, I.Y.; PEREIRA, E.S. Efeitos da utilização de inoculantes em silagens de forrageiras sobre os teores de proteína e fibra, digestibilidade dos nutrientes, pH, fermentação e estabilidade aeróbia. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 26, n. 4, p. 601-610, 2005..
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n. supl., p.101-119, 2007..
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 32, n. 2, p. 201-204, 1997.
- KHOSRAVI, M.; ROUZBEHAN, Y.; REZAEI, M.; REZAEI, J. Total replacement of corn silage with sorghum silage improves milk fatty acid profile and antioxidant capacity of Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 101, n. 12, p. 1-9, 2018.
- KIMBER, C.T.; DAHLBERG, J.A.; KRESOVICH, S. The gene pool of Sorghum bicolor and its improvement. **Genomics of the Saccharinae**. v. 1, n. 1, p. 23-41, 2013.
- KUNG JUNIOR, L.; TAYLOR, C.C.; LYNCH, M.P.; NEYLON, J.M. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 86, n. 1, p. 336-43, 2003.
- KUNG JUNIOR, L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **Focus on forage**. v. 3, n. 13, p. 1-5, 2001.
- KUNG JUNIOR, L.; MUCK, R.E. **Silage additives: Where are we going?** In: DANIEL, J.L.P.; MORAIS, G.; JUNGES, D.; NUSSIO, L.G. (Eds.). International Silage Conference, 2015. p.72-81.
- MAHANNA, W.; CHASE, L.E. Practical applications and solutions to silage problems. **Silage Science and Technology. Agronomy Monograph**. v. 42, n. 1, p. 855-895, 2003.
- MUCK, R.E.; NADEAU, E.M.G.; McALLISTER, T.A.; CONTRERAS-GOVEA, F.E.; SANTOS, M.C.; KUNG JUNIOR, L. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**. v. 101, n. 5, p. 3980-4000, 2018.
- MUCK, R.E.; WEINBERG, Z.G.; CONTRERAS-GOVEA, F.E. Silage extracts used to study the mode of action of silage inoculants in ruminants. **Agricultural and Food Science**. v. 22, n. 1, p. 108-114, 2013.
- NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M.R.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. v. 3, n. 2, p. 187-195, 2010.
- OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. **Journal of Dairy Science**. v. 83, n. 6, p. 1333-1341, 2000.
- OLIVEIRA, A.S.; WEINBERG, Z.G.; OGUNADE, I.M.; CERVANTES, A.A.P.; ARRIOLA, K.G.; JIANG, Y.; KIM, D.; LI, X.; GONÇALVES, M.C.M.; VYAS, D.; ADESOGAN, A.T. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 100, n. 6, p. 4587-4603, 2017.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M.

- Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.
- OLIVEIRA, R.L.; LEÃO, A.G.; RIBEIRO, O.L.; BORJA, M.S.; PINHEIRO, A.A.; OLIVEIRA, R.L.; SANTANA, M.C.A. Subprodutos da indústria de biodiesel utilizados na alimentação de ruminantes. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**. v. 25, n. 4, p. 625-638, 2012.
- OLIVEIRA, S.G., BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.D.; PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.; LIMA, M.A. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**. v. 135, n. 1, p. 236-248, 2007.
- PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. 2003. p.31-93.
- PAZIANI, S.F.; FREITAS, R.S.; DUARTE A.P.; TICELLI M.; SAWAZAKI, E.; NUSSIO, L.G.; MARTINS, A.L.M.; GALLO, P.B. Giants *Sorghums* for silage. **Brazilian Journal Development**. v. 6, n. 12, p.99936-99946, 2020.
- PEERZADA, A.M.; ALI, H.; HANIF, Z.; BAJWA, A.A.; KEBASO, L.; FRIMPONG, D.; IQBAL, N.; NAMUBIRU, H.; HASHIM, S.; RASOOL, G.; MANALIL, S. Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.). **Biological Invasions**. v. 16, n. 1, p. 1-9, 2017.
- PERAZZO, A.F.; CARVALHO, G.G.P.; SANTOS, E.M.; BEZERRA, H.F.C., SILVA, T.C., PEREIRA, G.A.; RAMOS, R.C.S.; RODRIGUES, J.A.S. Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions. **Frontiers in Plant Science**. v. 8, n. 1, p. 1088-1095, 2017.
- PERAZZO, A.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P.F.; AQUINO, M.M.; SILVA, T.C. Características agrônômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**. v. 43, n. 10, p. 1771-1776, 2013.
- PESCE, D.M.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Análise de vinte genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), de portes médio e alto, pertencentes ao ensaio nacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 4, p. 978-987, 2000.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; OLIVEIRA, A.A.; AZENHA, M.V.; CASAGRANDE, D.R. 2012. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 13, n. 3, p. 642-655, 2012.
- RIBAS, M.N. **Avaliação agronômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão, normais e mutantes bmr - portadores de nervura marrom**. 2010. 140f. Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- RODRIGUES, J.A.S. 2006. **Produção e utilização de silagem de sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo, 14p.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In: Fahey Jr., G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison. **American Society of Agronomy**. p.828-868.
- SÁ NETO, A. **Caracterização microbiológica, parâmetros fermentativos e estabilidade aeróbia em silagens de forragens tropicais com aditivos microbianos**. 2012. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SANTOS, A.O.; ÁVILA, C.L.S.; SCHWAN, R.F. Selection of tropical lactic acid bacteria for enhancing the quality of maize silage. **Journal of Dairy Science**. v. 96, n. 12, p. 7777-7789, 2013.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**. v. 2, n. 3, p. 32-45, 2006.
- SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**. v. 59, n. 232, p. 25-43, 2010.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; QUEIROZ, O.C.M.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M.; TOLEDO FILHO, S.G.; DANIEL, J.L.P. Effects of *Lactobacillus buchneri* on the nutritive value of sugarcane silage for finishing beef bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 43, n. 1, p. 8-13, 2014.
- VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.; GONÇALVES, V L.C.; COELHO, S.G.; FERREIRA,

- M.I.C.; RODRIGUES, J.A.S. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 56, n. 6, p. 764-772, 2004.
- VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C.D.; BORGES, I.D.; REZENDE, A.V. 2010. Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 5, n. 2, p. 266-279, 2010.
- WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E.; WEIMER, P.J. The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid. **Journal of Applied Microbiology**. v. 94, n. 6, p. 1066-1071, 2003.
- YITBAREK, M.B.; TAMIR, B. Silage additives: review. **Open Journal of Applied Sciences**. v. 4, n. 5, p. 258-274, 2014.
- ZHANG, S.J.; CHAUDHRY, A.S.; OSMAN, A.; SHI, C.Q.; EDWARDS, G.R.; DEWHURST, R.J.; CHENG, L. Associative effects of ensiling mixtures of sweet sorghum and alfalfa on nutritive value, fermentation and methane characteristics. **Animal Feed Science and Technology**. v. 206, n. 1, p.29-38, 2015.
- ZOUGMORÉ, R.; PARTEY, S.; OUÉDRAOGO, M., OMITOYIN, B. THOMAS, T.; AYANTUNDE, A.; ERICKSEN, P., SAID, M.; JALLOH, A. 2016. Toward climate-smart agriculture in West Africa: a review of climate change impacts, adaptation strategies and policy developments for the livestock, fishery and crop production sectors. **Agriculture**

DESEMPENHO DE ALFACE CRESPA SOB INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

Patrick Zanette Schmitt*; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho**; Leila Alves Netto***; Leandro Friedrich****; Graciela Maiara Dalastra*****; Juliana Cristina Kreutz*****

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: patrickzs2013@hotmail.com.

** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

*** Professora mestre em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: leilaalvesnetto@gmail.com.

**** Mestre em engenharia de energia na agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: leandroprof10@gmail.com.

***** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

***** Mestre em química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: juli_cristinakreutz@hotmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 27 fev. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

A alface se destaca entre as culturas mais produzidas e consumidas do Brasil, sendo muito importante buscar sempre por tecnologias que proporcionem incrementos na produção e qualidade do produto. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do uso de *Azospirillum brasilense* como promotor de crescimento em plantas de alface. O experimento foi conduzido a campo, em uma área situada no distrito de Aurora do Iguazu, município de São Miguel do Iguazu, estado do Paraná. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizados (DIC), com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando em 24 unidades experimentais (UEs), onde os tratamentos consistiram em (T1) testemunha (sem aplicação), (T2) 0,01 ml/planta (50% da dose), (T3) 0,02 ml/planta (100% da dose) e (T4) 0,04 ml/planta (200% da dose). O inoculante utilizado foi o AZOTROP, um inoculante líquido composto de uma cultura pura de bactérias *Azospirillum brasilense*, promotoras de crescimento de plantas, com estirpes AbV5 e AbV6; densidade de 1,00g/cm³; e concentração de 2x10¹¹ UFC/L, aplicado no sulco antes do plantio. As plantas foram conduzidas até 30 dias após plantio, avaliando os parâmetros de desenvolvimento da planta, como comprimento radicular e altura de parte aérea; número de folhas; massa verde de raiz e parte aérea. Os resultados foram submetidos a análise de variância e posteriormente ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* promoveu efeitos positivos significativos em relação a testemunha, somente no parâmetro de massa verde de parte aérea, com a dose 0,02 ml/planta resultando em maior peso de massa verde.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*; promotor de crescimento; produção; inoculação; sustentabilidade agrícola.

ABSTRACT

Lettuce stands out among the most produced and consumed crops in Brazil, and it is very important to always look for technologies that provide increases in production and product quality. The objective of the present work was to evaluate the effects of using *Azospirillum brasilense* as a growth promoter in lettuce plants. The experiment was conducted in the field, in an area located in the district of Aurora do Iguazu, municipality of São Miguel do Iguazu, state of Paraná. The experimental design was completely randomized (DIC), with treatments and 6 replications, totaling 24 experimental units (UEs), where the treatments consisted of (T1) control (without application), (T2) 0.01 ml/plant (50% of the dose), (T3) 0.02 ml/plant (100% of the dose) and (T4) 0.04 ml/plant (200% of the dose). The inoculant used was AZOTROP, a liquid inoculant composed of a pure culture of *Azospirillum brasilense* bacteria, which promote plant growth, with strains AbV5 and AbV6; density of 1.00 g/cm³; and concentration of 2x10¹¹ UFC/L, applied in the furrow before planting. The plants were trained

up to 30 days after planting, evaluating plant development parameters, such as root length and shoot height; number of leaves; green mass of roots and shoots. The results were subjected to analysis of variance and subsequently to the Tukey test at 5% probability. The inoculation of the bacterium *Azospirillum brasilense* promoted significant positive effects in relation to the control, only in the parameter of green mass of shoots, with the dose 0.02 ml/plant resulting in greater green mass weight.

Keywords: *Lactuca sativa*; growth promoter; production; inoculation; agricultural sustainability.

Copyright © 2024, Patrick Zanette Schmitt; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Leila Alves Netto; Leandro Friedrich; Graciela Maiara Dalastra; Juliana Cristina Kreutz. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: SCHMITT, Patrick Zanette; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; NETTO, Leila Alves; FRIEDRICH, Leandro; DALASTRA, Graciela Maiara; KREUTZ, Juliana Cristina. Desempenho de alface crespa sob inoculação com *azospirillum brasilense*. **Iguazu Science**, São Miguel do Iguacu, v. 2, n. 3, p. 19-23, maio 2024.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de hortaliças é muito diversificada e segmentada, onde dezenas de olerícolas são consumidas e comercializadas em todas as regiões do País. A geração de grandes números de empregos é uma consequência da grande necessidade de mão de obra em diversas etapas de produção de hortaliças. Com produção durante o ano todo em diferentes regiões, essa cadeia produtiva se torna muito dinâmica, com muitos desafios, contando com diferentes níveis de tecnologia, disponibilidade financeira e produtividade (NASCIMENTO, 2023).

Sendo uma das hortaliças mais produzidas e consumidas no Brasil e no mundo, a alface (*Lactuca sativa* L.) se trata de uma planta anual, pertencente à família das Asteraceae, com origem em climas temperados. O ciclo cultural pode ser acelerado em decorrência de temperaturas elevadas, resultando em redução de tamanho devido pendoamento mais precoce (HENZ; SUINAGA, 2009). As variadas cultivares de alface se desenvolvem de melhor forma quando submetidas a climas mais amenos, principalmente no período vegetativo.

O grupo de alface crespa, é mais importante dentro da economia brasileira, sendo inseridas dentro de sistemas de produção convencional, produção orgânica, hidropônico, campo aberto e cultivo protegido, na maioria das vezes produzidas em regiões próximas aos grandes centros urbanos (FILGUEIRA, 2013). Atualmente a sociedade vem demandando por produtos de qualidade, reduzindo o uso de produtos químicos no sistema produtivo.

Fonte principal de renda de subsistência na agricultura familiar, a produção de hortaliças é a responsável pelo abastecimento dos centros urbanos com estes produtos. O uso de uma tecnologia barata, que não altere o produto final e que não gere impacto ambiental é uma alternativa muito importante para esse ramo. A fixação biológica de nitrogênio juntamente com a utilização de fungos micorrízicos arbusculares é uma técnica de manejo muito utilizada na produção de hortaliças. Porém é necessário realizar

pesquisas para melhorar e qualificar o uso desta técnica em demais tipos de produção agrícola (SOUZA et al., 2014).

Alguns microrganismos possuem a capacidade de auxiliar a planta na captura de nitrogênio e ainda, estimular a produção de hormônios vegetais promotores de crescimento e desenvolvimento vegetativo, por meio do aumento proporcional das superfícies radiculares e pelos absorventes, proporcionando maior absorção de água e nutrientes, beneficiando as plantas com maior qualidade e produtividade final (SILVA; GOUVEIA, 2022).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são as mais encontradas em inoculantes disponíveis para uso na agricultura no Brasil, e os mecanismos de promoção de crescimento variam de acordo com a associação que exerce com as diferentes espécies vegetais. Dentre os mecanismos, podem consistir em fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fosfato, produção de hormônios vegetais e entre outros (BASÁ; BASHAN, 2010).

Segundo Hungria (2011), existe a fragilidade do mercado brasileiro de fertilizantes, com grande dependência de importações, com cerca de 73% do nitrogênio oriundo de outros países. Por consequência, o uso de microrganismos promotores de crescimento em plantas, responsáveis por aumentar a eficiência no aproveitamento de fertilizantes, além da fixação biológica de N, representam uma estratégia economicamente viável e sustentável, visto que reduz impactos ambientais causados pelo uso excessivo de fertilizantes nitrogenados.

Utilizando como base os mecanismos e efeitos citados por estudos de Kirmse (2022) e Nascimento (2022), sobre o que o *Azospirillum brasiliense* proporciona as plantas, no cultivo de hortaliças se expressa como uma alternativa excelente para obtenção de plantas e melhora na produção. Todavia, os efeitos proporcionados as culturas, prendem-se as avaliações como dosagem do inóculo, época e número de inoculações. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense* no

crescimento e desenvolvimento de plantas de alface crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*).

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no período de setembro a outubro de 2023, em uma área situada no distrito de Aurora do Iguazu, município de São Miguel do Iguazu, estado do Paraná, com 323 metros de altitude, com as coordenadas geográficas, latitude 25° 20' 50" S, longitude 54° 14' 6" O, com área de aproximadamente 849 km² que exercem agricultura e pecuária, com clima subtropical úmido, apresentando verões quentes com poucas geadas no inverno, e grandes pluviosidades no verão. A temperatura média anual é de 22,14 °C e pluviosidade com média de 2052 mm (ALVARES et al., 2013).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizados (DIC), com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando 24 unidades experimentais (UEs), sendo cada vaso uma unidade experimental (Figura 1). Os tratamentos foram (T1) testemunha (sem aplicação de inoculante); (T2) aplicação de 50% da dose de inoculante; (T3) aplicação de 100% da dose de inoculante; (T4) aplicação de 200% da dose de inoculante.

O produto utilizado foi o AZOTROP, um inoculante líquido composto de uma cultura pura de bactérias *Azospirillum brasilense*, promotoras de crescimento de plantas, com estirpes AbV5 e AbV6; densidade de 1,00g/cm³; e concentração de 2x10¹¹ UFC/L.

As concentrações do produto para a inoculação das mudas de alface foram calculadas baseadas na recomendação para milho, sendo 0,200 litros de produto por hectare, resultando em 0,02 ml para cada planta, equivalentes a cada unidade experimental. Diante da recomendação, as doses foram definidas como (T1) 0 ml/planta; (T2) 0,01 ml/planta; (T3) 0,02 ml/planta e (T4) 0,04 ml/planta.

Os vasos 5 L utilizados no estudo foram preenchidos com solo, sendo realizado coleta de solo dos vasos para a realização de uma análise químicas, os dados, onde o pH (CaCl₂) foi de 6,38; P 67mg dm⁻³; Al³⁺ 0cmol^c dm³; H⁺+Al³⁺ 3,18cmol^c dm³; Ca²⁺ 7,53cmol^c dm³; Mg²⁺ 2,88cmol^c dm³; k⁺ 0,76cmol^c dm³; SB11,17 cmol^c dm³; CTC14,35 cmol^c dm³; V 77,84%; areia 12g kg⁻¹; silte 18,65g kg⁻¹ e argila 69,25g kg⁻¹.

Após preenchimento dos vasos com o solo coletado, foi incorporado o fertilizante mineral misto formulado 14-18-18, nas concentrações de: 14% de N; 18 % de P₂O₅ e 18% de K₂O. A quantidade de fertilizante foi calculada de acordo com a recomendação da cultura (FILGUEIRA, 2013).

Os vasos dos tratamentos inoculados receberam a aplicação do produto diretamente na cova preparada para o plantio das mudas, de forma manual, na qual foi utilizado uma seringa como dosador. O produto

aplicado foi pré diluído em água, utilizando a dose para 10 plantas, em cada tratamento e diluído em 50 ml de água, posteriormente divididos igualmente entre cada planta do tratamento.

As mudas de alface crespa utilizadas no plantio foram adquiridas em uma revenda agropecuária do Município de São Miguel do Iguazu. A cultivar utilizada foi a alface Vera, desenvolvida no Brasil pela empresa Sakata. É uma variedade crespa, com plantas grandes, de coloração verde brilhante. É adaptada ao cultivo de inverno e como possui ciclo rápido e resistência à queima de bordos, está também adaptada as condições de clima tropical. As mudas de alface foram transplantadas quando atingiram 35 dias após a sementeira.

A adubação foi feita manualmente e diretamente incorporada no solo de cada vaso, na concentração indicada, utilizando uma balança precisa para pesagem e dosagem do fertilizante. Foi realizado a irrigação das mudas diariamente, de forma manual, utilizando um regador.

O experimento se estendeu pelo período de 30 dias, desde o plantio das mudas até a colheita e avaliação. Para realização das análises e avaliações, foram retiradas as plantas inteiras de cada unidade experimental, sendo feito através do corte lateral dos vasos, e auxílio de água corrente, para preservar todo o sistema radicular, além de facilitar a separação.

Após a retirada total das plantas, as mesmas foram colocadas sobre uma bancada e foram submetidas as avaliações de comprimento radicular e altura de parte aérea; número de folhas; e posteriormente foram separadas as raízes e a parte aérea e feito a pesagem de ambas separadamente para obter dados de massa verde.

Os dados de comprimento de raiz e parte aérea foram obtidos com auxílio de uma trena de medição, a massa verde foram obtidos com auxílio de uma balança digital.

Após a obtenção dos dados, foram submetidos a Análise de variância (ANOVA) e os parâmetros comparados pelo teste de Tukey (P<0,05), com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância, constatou-se que a aplicação de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* não apresentou diferença estatística para as variáveis comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), número de folhas (NF) e matéria verde de raiz (MVR). No entanto, para a variável massa verde de parte aérea (MVPA), apresentou diferença significativa (Tabela 2).

O comprimento de raiz não apresentou diferença significativa para as diferentes doses de inoculante, com uma média entre 26,33 e 30,50 cm. Nos estudos

de Nascimento (2022), avaliou-se as características agronômicas em plantas de alface em ambiente controlado, sob aplicação de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* e *Trichoderma harzianum* na semeadura, onde se obteve resultados significativos em todas as variáveis analisadas, quando aplicado o *Azospirillum* de forma individual.

Tabela 1. Médias de comprimento de raiz (CR),

Doses de <i>Azospirillum</i> (ml/planta)	CR (cm)	CPA (cm)	NF	MVR (g)	MVPA (g)
0	24,00a	18,00a	11,33a	17,00a	63,83b
0,01	26,33a	16,58a	12,00a	14,16a	63,00b
0,02	30,50a	17,91a	12,33a	15,66a	92,50a
0,04	28,33a	16,91a	12,00a	14,33a	78,50ab
CV%	17,37	9,26	10,39	25,73	14,51
DMS	7,66	2,59	2,00	6,35	17,46

comprimento de parte aérea (CPA), número de folhas (NF), matéria verde de raiz (MVR) e matéria verde de parte aérea (MVPA), sob influência de diferentes doses de *Azospirillum brasilense*.

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autor, 2023.

No presente trabalho, a falta de estrutura protegida e as variações bruscas de temperatura ocorridas durante o cultivo do estudo, podem ter afetado o desenvolvimento das plantas e a viabilidade das bactérias aplicadas no solo. As temperaturas atingidas variaram entre 20 °C a 38 °C, no decorrer do experimento (ACCUWEATHER, 2023). Em novas avaliações submetidas a melhores condições de proteção de ambiente, como o cultivo protegido em viveiros, provavelmente os resultados seriam mais significativos.

No presente trabalho a aplicação do inoculante foi realizada via sulco de plantio, para o comprimento de parte aérea, não se obteve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto no estudo a campo de Barros (2019), avaliou-se mudas de alface cultivar Samira com inoculação aplicada via sementes e folhas, analisando aos 11 e 21 dias após semeadura, os parâmetros como massa seca e úmida, comprimento de raiz e da parte aérea, onde se obteve efeitos positivos significativos somente no comprimento radicular.

Segundo Nascimento et al. (2021), avaliaram as características morfológicas e bioquímicas de cultivares de alface crespa em estufa e campo, utilizando seis cultivares de alface da tipologia crespa (Camila, Isabela, Vanda, Vera, Pira Roxa e Scarlet), onde não obtiveram interação significativa entre as cultivares e os ambientes para as análises morfológicas. Porém, de forma isolada, houve interação para o fator ambiente de cultivo protegido e

para as cultivares em todas as variáveis analisadas, entre elas, o número de folhas. No presente estudo, os dados relativos ao número de folhas por planta não apresentaram resultados significativos a aplicação de inoculante, o que evidencia a influência do ambiente de cultivo nos parâmetros agronômicos.

Em alface, um maior número de folhas por planta agrega em geral, no aumento de área foliar, aumento na massa fresca e, conseqüentemente, produtividade (ARAÚJO et al., 2011).

A massa verde de raiz não apresentou resultados significativos entre os tratamentos, observando ainda que a testemunha, sem inoculante apresentou uma média de comprimento superior aos demais tratamentos inoculados. Kirmse (2022), obteve resultado parecido ao avaliar a influência das diferentes fontes de nitrogênio (mineral e orgânica), com e sem a inoculação de microrganismos eficientes no desenvolvimento e produtividade da alface, onde os resultados para matéria verde de raiz não apresentaram diferença significativa.

Resultados com diferença significativa foram obtidos para o parâmetro massa verde de parte aérea, onde os tratamentos T3 (0,02 ml/planta) e T4 (0,04 ml/planta) atingiram maior média comparado com tratamento 1 (testemunha) e os tratamentos T2 (0,01 ml/planta). Lima et al. (2017), ao avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* com e sem enraizador, no crescimento, produção de biomassa e resistência a pragas da alface, cultivar Lucy Brown, em casa de vegetação, também apresentou resultados significativos para massa verde de parte aérea na presença da bactéria inoculante com e sem enraizador.

Embora os resultados no presente estudo não tenham fornecido uma resposta definitiva sobre a eficácia do uso de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* na produção de alface, esta área de pesquisa apresenta grande potencial, visto que efeitos dessas aplicações levam a promoção do desenvolvimento de características essenciais para a produção de plantas adequadas, e também podem, potencialmente, levar a uma redução no uso de insumos na fase de produção.

Para avançar nessa direção, é fundamental continuar os estudos dessa aplicação, com destaque a identificação de estirpes eficazes, e também em ambientes controlados, como estufas ou sistemas de cultivo hidropônico, visando investigar as condições ideais de temperatura, umidade, pH e nutrientes, para uma melhor interação entre as bactérias e plantas em ambientes controlados.

CONCLUSÕES

A aplicação de *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento inicial da cultura da alface, apresentou promoção de crescimento apenas em peso

de massa verde de parte aérea, com a dose de 0,02 ml/planta.

REFERÊNCIAS

- ACCUWEATHER. **Meteorologia mensal em São Miguel do Iguacu**, Paraná. AccuWeather, 2023. Disponível em: <<https://www.accuweather.com/pt/br/sao-miguel-do-iguacu/40050/october-weather/40050>>. Acesso em: 01 Novembro 2023.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAÚJO, W.F.; SOUSA, K.T.S.; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; BARROS, M.M.; MARCOLINO, E. Resposta da alface a adubação nitrogenada. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 5, n. 2, p.12-17, 2011.
- BARROS, L.V. **Uso de inoculante comercial de *Azospirillum brasilense* na produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) sob cultivo orgânico**. 2019. 52f. Monografia (Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília.
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN L.E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth – a critical assessment. **Advances in Agronomy**, v. 108, p. 77-136, 2010.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013.
- HENZ, G.P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**, Brasília: Embrapa - Comunicado Técnico, 2009.
- HUNGRIA, Mariangela. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.
- KIRMSE, R. **Cultivo de alface com uso de diferentes fontes de nitrogênio associados ou não a inoculação de microrganismos eficientes**. 2022. 49f. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – campus Itapina, Colatina.
- LIMA, A.A.D.; VENTUROSO, L.R.; SILVA, B.A.A.; GOMES, A.F.; SCHIMIDT, O. Eficiência da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado com enraizador no crescimento e na produção de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.12, n. 2, p. 233-240, 2017.
- NASCIMENTO, A.S.; SILVA, R.H.; ECHER, M.M.; COUTINHO, P.W.R.; KLEIN, D.K. Desempenho produtivo e bioquímico de alface crespa sob diferentes ambientes de cultivo. **Scientia Plena**, v. 17, n. 11, 2021.
- NASCIMENTO, P.C.F. **Efeito da utilização de microrganismos (*Azospirillum brasilense* e *Trichoderma harzianum*), no desenvolvimento inicial da cultura da alface em ambiente controlado**. 2022. 30f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul.
- NASCIMENTO, W.M. **A Cadeia Produtiva de Hortaliças e o Valor Bruto da Produção**. Ceagesp: Embrapa Hortaliças, 2023.
- SILVA, B.G.; GOUVEIA, A.M.S. A inoculação com bactérias promotoras de crescimento em plantas melhora o crescimento e a qualidade do rabanete (*Raphanus sativus* L.)?. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2022, Ourinhos. Resumos dos trabalhos apresentados... São Paulo: Editora Nova, 2022. p. 49.

PRODUTIVIDADE DO CAPIM MIYAGUI EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE DIFERENTES NIVEIS DE NPK

Tiago Alexandre Wiegert*; Rodrigo Cesar dos Reis Tinini**; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho***; Graciela Maiara Dalastra****; Fábio Corbari*****; Danielle Acco Cadornin de Fraga*****

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: wiegerttiago59@gmail.com.

** Doutor em Nutrição e Produção Animal pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: rodrigotinini.uniguacu@gmail.com.

*** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

**** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

***** Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: fabio.corbari@hotmail.com.

***** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: danikadorin@hotmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 5 mar. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

As plantas da espécie *Megathyrsus maximus* são reconhecidas como as mais produtivas no mercado brasileiro, mas também exigem maior adubação. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de adubação de NPK no crescimento da cultivar de capim Miyagui. O experimento foi conduzido em vasos na casa de vegetação da Faculdade UNIGUAÇU, utilizando o capim Miyagui, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições, sendo o primeiro fator constituído por dois cortes (1 e 2) e o segundo fator por doses de NPK (T1 - testemunha sem adubação; T2 - NPK 7,5-10-15; T3 - NPK 15-20-30; T4 - NPK 30-40-60; T5 - NPK 60-80-120). Foram realizados dois cortes para análises laboratoriais, incluindo a altura de plantas, número de folhas, produção de matéria verde, produção de matéria seca e porcentagem de matéria seca. Observou-se um efeito crescente para a porcentagem matéria seca, com a diminuição da matéria seca à medida que aumentava a dose de adubação. Para produção de matéria verde e seca, As variadas doses de NPK aplicadas influenciaram na produtividade, resultando em um aumento da produção, conforme aumenta a dose de NPK. O tratamento 4 e 5 foi identificado como aqueles que alcançou as melhores produções de matéria seca (PMS) e verde (PMV) em comparação com os demais tratamentos.

Palavras-chave: *Megathyrsus maximus*; adubação; pastagem.

ABSTRACT

Plants of the *Megathyrsus maximus* species are recognized as the most productive on the Brazilian market, but they also require greater fertilization. The aim of this study was to evaluate the effects of different levels of NPK fertilization on the growth of the Miyagui grass cultivar. The experiment was conducted in pots in the vegetation house at UNIGUAÇU College, using Miyagui grass, in an inter-randomized design, in a 2 x 5 factorial scheme, with four replications, with the first factor consisting of two cuts (1 and 2) and the second factor consisting of doses of NPK (T1 - control with no fertilization; T2 - NPK 7,5-10-15; T3 - NPK 15-20-30; T4 - NPK 30-40-60; T5 - NPK 60-80-120). Two cuts were made for laboratory analysis, including plant height, number of leaves, green matter production, dry matter production and dry matter percentage. An increasing effect was observed for dry matter percentage, with dry matter decreasing as the fertilizer dose increased. For green and dry matter production, the various doses of NPK applied influenced productivity, resulting in an increase in production as the dose of NPK increased. Treatments 4 and 5 were identified as the ones that achieved the best yields of dry matter (PMS) and green matter (PMV) compared to the other treatments.

Keywords: *Megathyrus maximus*; fertilization; grazing.

Copyright © 2024, Tiago Alexandre Wiegert; Rodrigo Cesar dos Reis Tinini; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Graciela Maiara Dalastra; Fábio Corbari; Danielle Acco Cadorin de Fraga. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: WIEGERT, Tiago Alexandre; TININI, Rodrigo Cesar dos Reis; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; DALASTRA, Graciela Maiara; CORBARI, Fábio; FRAGA, Danielle Acco Cadorin de. Produtividade do capim miyagui em resposta a aplicação de diferentes níveis de NPK. **Iguazu Science**, São Miguel do Iguacu, v. 2, n. 3, p. 24-30, maio 2024.

INTRODUÇÃO

As forragens desempenham um papel fundamental no sistema agropecuário do Brasil. Em média, cerca de 200 milhões de hectares são destinados ao cultivo de pastagens no país, servindo como fonte alimentar para rebanhos bovinos de corte e leite (TERRA et al., 2019).

Dos 200 milhões de hectares destinados ao cultivo de pastagens no Brasil, 74 milhões são ocupados por pastagens nativas, 99 milhões por *Urochloa* spp (sin. *Brachiaria*), e 17 milhões por outras espécies, incluindo o *Megathyrus maximus*, reconhecido como uma das gramíneas mais produtivas do mercado brasileiro (JANK et al., 2022). Apesar de sua adaptação a diferentes tipos de clima e solos, é conhecimento por sua alta exigência em adubação, sendo amplamente utilizado na pecuária de corte brasileira devido ao seu ciclo perene (COSTA et al., 2018).

Desde a década de 90, a área destinada ao cultivo de pastagens diminuiu em mais da metade, mesmo com o aumento contínuo no número de animais (ARAÚJO et al., 2023). A quantidade de pastagem produzida é crucial para a criação de bovinos a pasto.

Para atingir uma maior produtividade, é necessário aumentar a quantidade de pastagem sem comprometer a qualidade do produto. O manejo adequado das pastagens pode não apenas aumentar a produtividade, mas também melhorar sua qualidade. Isso reduz a necessidade de expansão da área de produção, o que por sua vez é benéfico para a biodiversidade (CAITANO et al., 2023).

O manejo adequado das pastagens envolve uma série de práticas essenciais, incluindo o monitoramento regular das condições da pastagem, a implementação de técnicas conservacionistas, como o controle da carga animal e o manejo do pastejo, o uso de técnicas de adubação apropriadas e a preservação dos recursos hídricos (SELIGER et al., 2018). No entanto, no passado, a adubação de pastagens era uma prática comum para aumentar a produção animal. Contudo, ela enfrentava desafios devido à grande variedade de espécies e cultivares, o que resultava em variações nos requisitos de adubação (MACIEL et al., 2014; SILVA et al., 2016; ALMEIDA et al., 2024).

A adubação para a formação de pastagens visa corrigir as deficiências nutricionais do solo e fornecer os nutrientes necessário para um estabelecimento adequado da pastagem (BERNARDI; SILVA; BARETTA, 2018). O uso de fertilizantes e corretivos representa

uma alternativa no manejo intensivo, onde há uma tendência de redução do ciclo e aumento da biomassa, resultando em maior extração de nutrientes pelas forrageiras. Portanto, é crucial compreender as taxas de entrada, saída e translocação dos nutrientes minerais, a fim de desenvolver estratégias de adubação que assegurem o suprimento adequado de nutrientes, aumentem a produtividade do sistema e garantam a ciclagem de nutrientes no sistema de pastejo (ALMEIDA et al., 2015).

A espécie *Megathyrus maximus* é conhecida por ser uma forrageira de alto valor nutricional, com produção abundante de folhas e boa aceitação pelo gado (COSTA et al., 2020; JANK et al., 2022). Antes de implantar uma cultura, uma das principais questões é determinar a quantidade adequada de fertilizante a ser aplicada. No caso das pastagens, isso muitas vezes é desafiador devido à escassez de pesquisas disponíveis, ou mesmo à ausência delas, para algumas cultivares. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos de diferentes níveis de adubação de NPK no crescimento da cultivar de capim Miyagui.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em vasos na casa de vegetação da Área Experimental da Faculdade UNIGUAÇU, conforme demonstrado na figura 1, situada em São Miguel do Iguacu, no oeste do Paraná. As coordenadas geográficas são: Latitude: 25°21'13.5"S e Longitude: 54°15'18.2"W. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima local é do tipo Cfa.

Figura 1. Imagem de satélite da casa de vegetação da área experimental da Faculdade UNIGUAÇU.



Fonte: Autores (2023).

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições, sendo o primeiro fator constituído por dois cortes (1 e 2) e o segundo fator por doses de NPK (T1 - testemunha sem adubação; T2 - NPK 7,5-10-15; T3 - NPK 15-20-30; T4 - NPK 30-40-60; T5 - NPK 60-80-120), cada um com quatro repetições.

Os compostos NPK foram utilizados como matéria prima a ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. A cultivar utilizada foi o capim Miyagui (*Megathyrsus maximus* cv. Miyagui).

Os vasos de 5 L empregados no estudo foram preenchidos com solo, e foram coletadas amostras de solo dos vasos para análises químicas. Os resultados obtidos indicaram um pH (CaCl₂) de 6,12; teor de fósforo (P) de 28,70 mg/dm³; alumínio (Al³⁺) de 0 cmolc/dm³; hidrogênio (H⁺+Al³⁺) de 3,42 cmolc/dm³; cálcio (Ca²⁺) de 7,22 cmolc/dm³; magnésio (Mg²⁺) de 2,23 cmolc/dm³; potássio (K⁺) de 0,68 cmolc/dm³; soma de bases (SB) de 10,13 cmolc/dm³; capacidade de troca catiônica (CTC) de 13,55 cmolc/dm³; saturação por bases (V) de 74,76%; teor de areia de 152,5 g/kg; silte de 169,0 g/kg e argila de 678,5 g/kg.

De acordo com a análise de solo, não havia a necessidade de correção do solo. Desta forma, a semeadura foi executada em 13 de setembro de 2021, com a incorporação do formulado de NPK a uma profundidade de 10 a 15 cm, enquanto a semeadura foi realizada a 1 cm de profundidade, com 25 sementes por vaso. Após 14 dias da emergência, foi conduzido o debaste, visando manter 10 plantas por vaso, levando em consideração critérios de homogeneidade, distribuição e tamanho das plantas. As plantas foram irrigadas diariamente e de forma uniforme, garantindo condições hídricas equivalentes para todos tratamentos.

Foram realizados dois cortes para análises laboratoriais, sendo o primeiro realizado 52 dias após a semeadura e o segundo corte aos 30 dias após o primeiro.

O primeiro corte ocorreu 4 de novembro de 2021, quando as plantas atingiram um porte adequado para entrada dos animais para pastejo. As análises realizadas incluíram a relação de folha:colmo, produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS) e teor de matéria seca (MS).

Após o primeiro corte, as plantas continuaram a receber apenas irrigação, sem adição de adubos. O segundo corte foi realizado em 4 de dezembro de 2021.

As folhas e colmos foram separados para contagem das folhas e medição dos colmo para determinação de altura das plantas. As amostras de material vegetal coletadas foram encaminhadas ao laboratório da Faculdade UNIGUAÇU para análise. Uma amostra de cada repetição foi separada, pesada e colocada em estufa de secagem com ar forçado a 55°C por 72 horas

para determinação da MS, posteriormente, foram realizadas análises da PMV e PMS por hectare.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, seguida de teste Tukey (P<0,05), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar a interação entre os cortes e doses de NPK, foi indetificado para as variáveis de MS, PMV, PMS, altura e número de folhas.

A tabela 1 mostra a MS%, a qual demonstrou um efeito decrescente. Isso indica que, à medida que a dose de NPK aumentava, a produção de matéria seca diminuía. Essa tendência pode ser explicada pelo fato de que o aumento na adubação resultava em folhas mais volumosas e caules mais finos e leves nas plantas.

Tabela 1. Matéria seca (MS) do Capim Miyagui em dois cortes sob diferentes doses de NPK.

Tratamento	MS (%)	
	Cortes	
	1	2
T1 - sem adubação	23,04 aB	34,47 aA
T2 - NPK 7,5-10-15	23,34 aA	29,12 abA
T3 - NPK 15-20-30	22,87 aB	28,30 abA
T4 - NPK 30-40-60	25,08 aA	25,49 bA
T5 - NPK 60-80-120	19,47 aB	25,77 bA
CV (%)	12,77	

*médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, Teste de Tukey, p<0,05.

Fonte: Autores (2023).

Examinando os resultados de cada corte, conforme evidenciado na tabela 1, nota-se que a porcentagem de matéria seca foi consistentemente maior no segundo corte para todos os tratamentos. Esses achados estão alinhados com os dados da Anprosem (2024), os quais indicam que a cultivar Miyagui pode produzir entre 25 e 30 toneladas de matéria seca por hectare ao ano. No experimento, os valores observados variam de 22 a 28 toneladas por hectare, o que se aproxima dessa estimativas.

A produção de matéria verde (PMV), conforme representado na tabela 2, evidenciou que o aumento da dose NPK resultou em um incremento na produção. Contudo, no tratamento 4, observou-se um ponto de saturação, a partir do qual a produção começou a diminuir. Costa (2020), em sua pesquisa sobre a produção do Capim Mombaça com diferentes fontes e doses de adubação nitrogenada, também constatou resultados que se ajustaram a uma regressão quadrática. Nesse contexto, o aumento da produção diminui à medida que as doses aplicadas aumentaram.

Tabela 2. Produção de matéria verde (PMV) do Capim Miyagui em dois cortes sob diferentes doses de NPK.

Tratamento	PMV (kg/ha)	
	Cortes	
	1	2
T1 - sem adubação	11960,00 cA	17747,00 bA
T2 - NPK 7,5-10-15	17751,25 bcA	11960,00 abA
T3 - NPK 15-20-30	25018,25 bA	21908,75 abA
T4 - NPK 30-40-60	62677,75 aA	26978,00 abB
T5 - NPK 60-80-120	48257,25 aA	28688,25 aB
CV (%)	10,19	

*médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, Teste de Tukey, $p < 0,05$.

Fonte: Autores (2023).

Conforme a tabela 2, embora que no primeiro corte, não houve diferença entre as doses de NPK na produção de matéria verde. Ao analisar os dados do segundo corte, percebe-se que os tratamentos 4 e 5 apresentaram maior produção, porém tiveram uma redução comparando com o primeiro corte.

O mesmo padrão foi observado para a produção de matéria seca, conforme ilustrado na tabela 3. No primeiro corte a maior produção ocorreu no tratamento 4.

Tabela 3. Produção de matéria seca (PMS) do Capim Miyagui em dois cortes sob diferentes doses de NPK.

Tratamento	PMS (kg/ha)	
	Cortes	
	1	2
T1 - sem adubação	2763,00 dB	6093,50 aA
T2 - NPK 7,5-10-15	4125,75 cdA	6093,50 aA
T3 - NPK 15-20-30	5715,00 cA	6018,00 aA
T4 - NPK 30-40-60	16275,00 aA	6737,25 aB
T5 - NPK 60-80-120	9348,75 bA	7229,00 aA
CV (%)	12,97	

*médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, Teste de Tukey, $p < 0,05$.

Fonte: Autores (2023).

Segundo estudo de Escarela et al. (2017), ao avaliar o efeito da adubação nitrogenada na produtividade e qualidade do Capim Mombaça, também constataram um aumento quadrático na produção de matéria seca. Costa (2020) observou que o aumento da produção de matéria seca ocorreu devido ao alongamento das folhas induzido pelo acréscimo de nitrogênio.

Conforme observado na tabela 3, durante o primeiro corte, o tratamento 4 alcançou o pico de produção, enquanto o tratamento 5 registrou uma

redução na produção de matéria seca. No entanto, ao analisar os dados do segundo corte, percebe-se que não houve diferenças entre as doses, porém ao comparar os corte, no segundo corte os tratamentos 4 e 5 apresentaram uma redução da produção, ao comparar com o primeiro corte, onde esses tratamentos foram mais produtivos.

Nos desdobramentos da produção de matéria verde (PMV), observa-se que, para o tratamento T2, a produção permaneceu praticamente constante entre o primeiro e o segundo corte. Isso pode ser atribuído ao aumento da área foliar e à redução na produção de caules.

Segundo o estudo de Silva (2019), que investigou a produtividade e capins dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* durante as estações seca e chuvosa, com adição de nitrogênio e potássio, foi constatada uma produção de 16 toneladas de matéria seca por hectare durante a estação chuvosa. Já na estação seca, a produção caiu drasticamente para 661,3 kg de matéria seca por hectare, especialmente com o Capim Mombaça. Esse resultado ressalta a influência significativa da disponibilidade de água na produção dessas gramíneas, evidenciando uma produtividade notavelmente inferior durante a estação seca, mesmo com a adubação. Esse cenário ajuda a compreender as altas produtividades alcançadas no experimento com o Capim Miyagui, mesmo sem adubação, e com a utilização dos formulados de NPK contribui para um aumento ainda maior na produção.

As plantas absorvem os macronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), através de suas raízes, onde esses nutrientes estão presentes no solo na forma de íons solúveis em água (DJIDONOU; LESKOVAR, 2019). Após a absorção, esses nutrientes são transportados através do sistema vascular da planta, conhecido como xilema, para diversas partes da planta, incluindo caules, folhas e raízes (TAIZ et al., 2021). No caso do nitrogênio, ele pode ser transportado em formas diversas como amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-), enquanto o fósforo é absorvido principalmente na forma de fosfato (PO_4^{3-}) e o potássio na forma de íons de potássio (K^+) (BATISTA et al., 2018).

A mobilidade desses nutrientes varia de acordo com suas características químicas e necessidade da planta. Como o nitrogênio é altamente móvel e pode ser redistribuído para diferentes partes da planta para atender às demandas metabólicas em crescimento ativo. Por outro lado, o fósforo é menos móvel e geralmente permanece mais próximo das raízes, onde é essencial para a formação de raízes saudáveis e o desenvolvimento inicial da planta. O potássio, assim como o nitrogênio, é relativamente móvel na planta e pode ser redistribuído para atender às necessidades de crescimento e desenvolvimento (TAIZ et al., 2021).

A translocação eficiente desses macronutrientes é crucial para garantir o crescimento saudável das

plantas e suas capacidade de responder às variações ambientais.

Escarela et al. (2017), enfatizou que a falta de aplicação de nitrogênio compromete a produção de matéria seca, uma vez que esse nutriente acelera o crescimento, o desenvolvimento do solo, a produção de folhas e a expansão dos brotos.

Na pesquisa conduzida por Tavares (2019), que avaliou a produção e o valor nutritivo do capim Miyagui sob dois níveis de altura de resíduo, observou-se que não houve diferença significativa na produção de matéria verde e seca entre as diferentes alturas de resíduo.

A análise da altura das plantas, pode ser observada na tabela 4, onde no primeiro corte as plantas dos tratamentos 4 e 5 apresentaram maior altura. No entanto, no segundo corte ao comparar as doses, não se teve diferença significativa.

Tabela 4. Altura das plantas de Capim Miyagui em dois cortes sob diferentes doses de NPK.

Tratamento	Altura (cm)	
	Cortes	
	1	2
T1 - sem adubação	57,75 bA	53,75 aA
T2 - NPK 7,5-10-15	60,00 bA	49,75 aA
T3 - NPK 15-20-30	65,75 abA	64,75 aA
T4 - NPK 30-40-60	82,00 aA	52,25 aB
T5 - NPK 60-80-120	82,00 aA	66,50 aB
CV (%)	14,75	

*médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, Teste de Tukey, p<0,05.

Fonte: Autores (2023).

Durante os cortes realizados, ao analisar a altura das plantas, observou-se que todos os resultados foram superiores no primeiro corte, indicando que as plantas estavam mais altas nessa fase (Tabela 4).

O capim Miyagui é uma planta do tipo C4, caracterizada por seu crescimento cespitoso ereto de ciclo perene. Apresenta porte médio a alto, podendo atingir até 2,5 m de altura e uma produção anual de 25 a 30 toneladas de matéria seca por hectare (ANPROSEM, 2024). Suas folhas são largas e compridas, destacando-se pelo elevado valor nutricional e pela capacidade de rebrota.

Em relação à produção de folhas, de acordo com os dados apresentados na tabela 5, ao comparar as doses de NPK nos dois cortes, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Ao comparar os cortes, observou-se que apenas no primeiro corte, o tratamento sem adubação, houve uma redução de folhas.

O primeiro corte de uma pastagem pode apresentar poucas folhas quando está sem adubação devido à falta de nutrientes essenciais para o crescimento

vegetal. A ausência de adubação resulta em um solo empobrecido, o que afeta diretamente a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Sem uma quantidade adequada de nutrientes, as plantas não conseguem realizar fotossíntese de forma eficiente, levando a um menor desenvolvimento foliar. Conforme destacado por Chambela Neto et al. (2023), o comprimento das folhas, o número de folhas por perfilho e a produtividade foram influenciados pelos níveis de adubação da *Urochloa Maxima* cv Paredão.

De acordo com Tavares (2019), quando manejado com uma altura de resíduo entre 0,3 e 0,5 m, o capim Miyagui pode ter intervalos de cortes variando de 25 a 36 dias, apresentando teores de proteína bruta (PB) de 150,00 g.kg⁻¹, fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de 640,00 g.kg⁻¹ e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de 340,00 g.kg⁻¹, além de uma digestibilidade da matéria seca de 610,00 g.kg⁻¹, demonstrando, assim, seu alto valor nutricional.

Tabela 5. Número de folhas das plantas de Capim Miyagui em dois cortes sob diferentes doses de NPK.

Tratamento	Número de folhas	
	Cortes	
	1	2
T1 - sem adubação	2,67 Ba	3,75 Aa
T2 - NPK 7,5-10-15	2,83 Aa	2,67 Aa
T3 - NPK 15-20-30	2,84 Aa	3,5 Aa
T4 - NPK 30-40-60	3,08 Aa	3,17 Aa
T5 - NPK 60-80-120	2,67 Aa	3,25 Aa
CV (%)	8,54	

*médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, Teste de Tukey, p<0,05.

Fonte: Autores (2023).

A realização de novas pesquisas sobre adubação em pastagens é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável da pecuária e da agricultura. As pastagens desempenham um papel crucial na produção de alimentos para animais, como bovinos, ovinos e caprinos, que por sua vez são fontes importantes de proteína animal para a dieta humana. No entanto, a eficiência produtiva das pastagens está diretamente relacionada à disponibilidade e ao equilíbrio de nutrientes no solo.

Novos estudos nessa área são necessários para avaliar e otimizar as práticas de adubação, levando em consideração fatores como tipo de solo, clima, espécie de planta forrageira e sistema de manejo. Além disso, como as mudanças climáticas e ambientais em curso, é crucial entender como esses fatores afetam a resposta das plantas à adubação e como podemos adaptar as práticas de manejo para garantir a sustentabilidade a longo prazo.

A realização de pesquisas nessa área também pode contribuir para o desenvolvimento de tecnologias e

estratégias inovadoras de adubação, visando aumentar a eficiência no uso de nutriente, reduzir custos e minimizar impactos ambientais, promovendo assim a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola e pecuária.

CONCLUSÕES

As variadas doses de NPK aplicadas influenciaram na produtividade, resultando em um aumento da produção, conforme aumenta a dose de NPK. O tratamento 4 e 5 foi identificado como aqueles que alcançou as melhores produções de matéria seca (PMS) e verde (PMV) em comparação com os demais tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.J.; MEIRELES, A.C.; NASCIMENTO, R.S.; MORAIS, R.R. Ciclagem de nutrientes no ecossistema pastagens. **Terra –Saúde Ambiental e Soberania Alimentar**, v. 2, p. 76–86, 2015.
- ALMEIDA, V.G.S.; DIAS, D.O.; PEIXOTO, A.L.F.; SOUZA, E.P.; SANTOS, S.; SILVA, S.B.; JESUS, R.R. Parâmetros sobre ciclagem de nutrientes em pastagens: Revisão. **Pubvet**, v. 18, n. 1, p. e1539-e1539, 2024.
- ANPROSEM. Associação nacional dos produtores de sementes. Disponível em: <<https://anprosem.com.br>>. Disponível em: . Acesso em: 2 fevereiro 2024.
- ARAÚJO, R.A.; BARBOSA JÚNIOR, I.O.; SANTOS, G.G. O avanço da fronteira agrícola na amazônia oriental. **Caderno de Geografia**, v. 33, n. 73, 2023.
- BATISTA, M.A.; INOUE, T.T.; ESPER NETO, M.; MUNIZ, A.S. **Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162.
- BERNARDI, A.; SILVA, A.W.L.; BARETTA, D. Estudo meta-analítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 545-553, 2018.
- CAITANO, T.B.S.; HOMMA, A.K.O.; SANTOS, M.A.S.; BRASIL, E.C.; BELTRÃO, N.E.S. Perfil tecnológico da pecuária bovina paraense e os desafios da sustentabilidade das pastagens. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 20, n. 4, p. 253-277, 2023.
- CHAMBELA NETO, A.C.; HADDADE, I.R.; VIEIRA, G.H.S.; MONACO, P.A.V.L.; DOBSS, L.B.; DEMINICIS, B.B.; SILVEIRA DEMINICIS, R.G. Disponibilidade de forragem, respostas morfogênicas e estruturais da *Urochloa Maxima* CV. Paredão sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. **DELLOS: Desarrollo Local Sostenible**, v. 16, n. 47, p. 2840-2848, 2023.
- COSTA, A.B.G.; DIFANTE, G.S.; GURGEL, A.L.C.; VERAS, E.L.L.; RODRIGUES, J.G.; PEREIRA, M.G.; SANTOS, A.Y.O.; EMERENCIANO NETO, J.V.; MONTAGNER, D.B. Morphogenic and structural characteristics of Panicum cultivars during the establishment period in the Brazilian Northeast. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 43, 2020.
- COSTA, L. R. **Produção capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça sob diferentes fontes e doses de adubação nitrogenada**. 2020. 34f. Monografia (Bacharelado em Zootecnia). Universidade Federal do Tocantins – Araguaína.
- COSTA, N.L.; JANK, L.; MAGALHÃES, J.A.; RODRIGUES, A.N.A.; FOGAÇA, F.H.S.; BENDAHAN, A.B.; SANTOS, F.J.S. Características morfogênicas e estruturais de *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia-1 sob intensidades de desfolhação. **Pubvet**, v. 12, n. 4, p. 147, 2018.
- DJIDONOU, D.; LESKOVAR, D.I. Seasonal changes in growth, nitrogen nutrition, and yield of hydroponic lettuce. **HortScience**, v. 54, n. 1, p. 76-85, 2019.
- ESCARELA, C.M.; PIETROSKI, M.; PRADO, R.M.; CAMPOS, C.N.S.; CAIONE, G. Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrsus maximum* cv. Mombasa). **Acta agronômica**, v. 66, n. 1, p. 42-48, 2017.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- JANK, L.; MARTUSCELLO, J. A.; EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. S. (2022). ***Panicum maximum* Jacq.** In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Eds.), Plantas forrageiras (Cap. 5, p. 165-190). Viçosa, MG: Editora UFV.
- MACIEL, M.S.; SANTANA JÚNIOR, H.A.; CARDOSO, E.O.; OLIVEIRA, E.S.C.; SANTOS, M.S.; ABREU FILHO, G. Avaliação de pastagem com animais: Do

tradicional ao moderno. **Nutrime**, v. 11, n. 5, 3700–3713, 2014.

SELIGER, R.; SATTTLER, D.; SOARES DA SILVA, A.; COSTA, G. C. P.; HEINRICH, J. Rehabilitation of Degraded Sloped Pastures: Lessons Learned in Itaocara, Rio de Janeiro. In: Nehren, U.; Schlüter, S.; Raedig, C.; Sattler, D.; Hissa, H. (org.). **Strategies and Tools for a Sustainable Rural. Rio de Janeiro**. 1 ed.: Springer International Publishing, 2018, v. 1, p. 391-404.

SILVA, G. A. D. **Produtividade de capins do gênero Urochloa e Megathyrsus em Rondonópolis-MT**. 2019. 26f. Monografia (Bacharelado em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso – Rondonópolis.

SILVA, G.M.; SILVA, F.F.; VIANA, P.T.; RODRIGUES, E.S.O.; MOREIRA, C.N.; MENESES, M.A.; ABREU JÚNIOR, J.S.; RUFINO, C.A.; BARRETO, L.S.

Avaliação de forrageiras tropicais: Revisão. **PUBVET**, v. 10, p. 190–270, 2016.

TAIZ, Lincoln et al. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal-6**. Artmed Editora, 2021.

TAVARES, P. C. **Produção e valor nutritivo de Panicum maximum Jacq. cv. Miyagui manejada sob duas alturas de resíduo**. 2019. 32f. Monografia (Bacharelado em Zootecnia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos.

TERRA, A.B.; FLORENTINO, L.A.; REZENDE, A.D.; SILVA, N.C. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 11-20, 2019.

COMPOSTAGEM DE CARCAÇAS E RESÍDUOS DE FRANGO: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL NA PRODUÇÃO AVÍCOLA

Natielle Vanessa Valin Maravai*; Rodrigo Cesar dos Reis Tinini**; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho***; Graciela Maiara Dalastra****; Karina Albano*****; Liane Piacentini*****.

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: natiellevalin@gmail.com.

** Doutor em Nutrição e Produção Animal pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: rodrigotinini.uniguacu@gmail.com.

*** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

**** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

***** Mestre em Historia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: karinemagagnin@gmail.com.

***** Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: lianepia@gmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 11 mar. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

A avicultura de corte no Brasil apresenta números expressivos em termos de produção e exportação de carne de frango, o que demanda uma gestão eficiente dos resíduos gerados por essa atividade. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia do processo de compostagem no tratamento e gestão dos resíduos provenientes de frangos e carcaças de aves no município de Matelândia-PR. A metodologia empregada foi exploratória e descritiva, conduzida por meio de estudos de casos em propriedades avícolas que adotam a compostagem para o descarte de carcaças. Foram realizadas entrevistas com proprietário e funcionários das propriedades, utilizando um questionário estruturado que abordou aspectos relacionados à compostagem, como manejo dos resíduos, controle de odores e temperatura, além da presença de moscas. Diante disso, é evidente a necessidade de implementação de medidas corretivas e melhorias nos sistemas de compostagens utilizados, visando garantir um processo eficiente e seguro para o manejo adequado das carcaças de frango. Além disso, a conscientização dos produtores sobre a importância e os requisitos da compostagem é fundamental para promover práticas mais sustentáveis e responsáveis na gestão de resíduos na indústria avícola. Em conclusão, embora a compostagem seja uma técnica promissora para o tratamento de resíduos na avicultura, sua eficácia está diretamente relacionada ao manejo adequado e à adoção de práticas que garantem a qualidade e a biossegurança do processo. A integração entre indústria avícola e produtores é essencial para garantir o sucesso dessa prática e contribuir para uma cadeia de produção avícola mais sustentável e responsável.

Palavras-chave: manejo ambiental; fertilizante orgânico; agricultura sustentável; gestão de resíduos; biossegurança.

ABSTRACT

Poultry farming in Brazil has significant figures in terms of chicken meat production and exports, which requires efficient management of the waste generated by this activity. In this context, the aim of this study was to evaluate the effectiveness of the composting process in the treatment and management of waste from chickens and poultry carcasses in the municipality of Matelândia-PR. The methodology employed was exploratory and descriptive, conducted by means of case studies on poultry farms that use composting to dispose of carcasses. Interviews were conducted with the owners and employees of the farms, using a structured questionnaire that covered aspects related to composting, such as waste management, odor and temperature control, as well as the presence of flies. As a result, there is a clear need to implement corrective measures and improve the composting systems used, in order to guarantee an efficient and safe process for the proper handling of chicken

carcasses. In addition, making producers aware of the importance and requirements of composting is fundamental to promoting more sustainable and responsible waste management practices in the poultry industry. In conclusion, although composting is a promising technique for treating poultry waste, its effectiveness is directly related to proper management and the adoption of practices that guarantee the quality and biosecurity of the process. Integration between the poultry industry and producers is essential to ensure the success of this practice and contribute to a more sustainable and responsible poultry production chain.

Keywords: environmental management; organic fertilizer; sustainable agriculture; waste management; biosecurity.

Copyright © 2024, Natielle Vanessa Valin Maravai; Rodrigo Cesar dos Reis Tinini; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Graciela Maiara Dalastra; Karina Albano; Liane Piacentini. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: MARAVAI, Natielle Vanessa Valin; TININI, Rodrigo Cesar dos Reis; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; DALASTRA, Graciela Maiara; ALBANO, Karina; PIACENTINI, Liane. Compostagem de carcaças e resíduos de frango: uma abordagem sustentável na produção avícola. **Iguazu Science**, São Miguel do Iguacu, v. 2, n. 3, p. 31-37, maio 2024.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como líder mundial nas exportações de carne de frango, com uma estimativa de crescimento de 2,59% para 2023. Projetos apontam para um recorde de 4,6 milhões de toneladas exportadas, impulsionado pelo aumento previsto na produção de 1,84%, alcançando a marca de 14,75 milhões de toneladas (SOARES; XIMENES, 2023). Esse crescimento representa não apenas uma consolidação da posição de destaque do Brasil no mercado global de carne de frango, mas também um reflexo da contínua expansão e competitividade do setor avícola nacional.

Segundo dados do IBGE (2023), foram abatidos no Brasil um total aproximado de 1,5 bilhões de cabeças de frangos, demonstrando o significativo volume de produção na avicultura do país. Esse expressivo número reflete não apenas os avanços nos índices produtivos e zootécnicos da avicultura, mas também levanta questões sobre os impactos ambientais da criação intensivas de aves (MELO et al., 2024).

Com o aumento da produção, surge uma preocupação crescente em relação à geração e disposição dos resíduos provenientes desse processo, como a cama de frangos e as carcaças das aves, ao longo do ciclo de produção (DORNELAS et al., 2021). Essa questão ressalta a importância de políticas e práticas sustentáveis na avicultura, visando mitigar os efeitos negativos no meio ambiente e garantir a sustentabilidade do setor a longo prazo.

O descarte inadequado de carcaças e resíduos de animais no meio ambiente, sem passarem por algum tipo de tratamento prévio, pode acarretar sérios problemas de contaminação química e microbiológica do solo e da água (OLIVEIRA et al., 2024). Essa prática irresponsável representa um grave risco para a qualidade de vida da população que reside nas proximidades das unidades produtoras.

A contaminação do solo e da água pode comprometer não apenas o ambiente natural, mas também a saúde pública, uma vez que os contaminantes podem se infiltrar nos recursos

hídricos e no solo, chegando até mesmo às fontes de água potável (DAMACENO et al., 2021). Assim, é fundamental adotar medidas adequadas para o tratamento e disposição dos resíduos animais, visando mitigar os impactos ambientais e proteger a saúde da comunidade local (MELO et al., 2024).

A utilização de composteiras para a decomposição das carcaças de frangos representa uma prática promissora para o manejo adequado desse resíduo (OLIVEIRA et al., 2024). No entanto, é importante destacar que a elaboração das composteiras não é controlada e padronizada no Paraná (ENGEL et al., 2023). Isso pode resultar em uma variedade de composteiras com diferentes eficiências e condições de operação, o que pode afetar a qualidade e o tempo de decomposição dos resíduos orgânicos.

A composteira proporciona um ambiente controlado onde os microrganismos responsáveis pela decomposição podem agir de forma eficiente, transformando os resíduos orgânicos em composto rico em nutrientes (NOGUEIRA; RITO; ARAÚJO, 2024). Durante o processo de compostagem, as carcaças de frangos são gradualmente decompostas em componentes orgânicos estáveis, reduzindo significativamente o volume e o potencial de poluição associados ao descarte inadequado (OLIVEIRA et al., 2024).

Além disso, o composto resultante pode ser utilizado como fertilizante orgânico, contribuído para a melhoria da fertilidade do solo e o crescimento saudável das plantas (NOGUEIRA; RITO; ARAÚJO, 2024). Ao adotar a compostagem de carcaças de frangos, os produtores podem não apenas eliminar adequadamente esses resíduos, mas também promover práticas agrícolas mais sustentáveis e contribuir para a preservação do meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2024). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do processo de compostagem no tratamento e na gestão de resíduos provenientes de frangos e carcaças de aves no município de Matelândia-PR.

METODOLOGIA

Este projeto de pesquisa foi realizado no ano de 2022, conduzido em propriedades de aves de corte que adotam a compostagem para o descarte das carcaças. Essas propriedades estão localizadas na zona rural do município de Matelândia, no estado do Paraná.

A metodologia empregada neste estudo foi exploratória e descritiva, realizada por meio de estudos de caso. A pesquisa fundamentou-se em recursos bibliográficos, coleta de dados e entrevistas realizadas com os colaboradores das propriedades avícolas, incluindo proprietários e funcionários.

O questionário foi aplicado por meio de entrevista com os produtores rurais, utilizando a população de avicultores do município de Matelândia, no estado do Paraná. Para determinar o tamanho da amostra, foi empregado o método de amostragem probabilística, seguindo o modelo de amostragem aleatória simples. Adotou-se uma margem de erro de 5% ($E = 0,05$) e um nível de confiança de 90% (BOLFARINE; BUSSAB, 2005).

O questionário elaborado consiste em 12 questões, abrangendo perguntas abertas, fechadas e avaliações de desempenho (classificação como ruim, bom e ótimo), aplicadas a cada um dos avicultores entrevistados para avaliação. As questões abordaram aspectos relacionados à granja e ao manejo de seus resíduos, como foco na adoção de práticas para minimizar os impactos ambientais decorrentes das atividades da granja.

O questionário abordou uma série de aspectos relacionados ao processo de compostagem de resíduos provenientes de frangos e carcaças de aves. Primeiramente, foram solicitadas informações sobre os galpões de integração, incluindo o tamanho e a quantidade de galpões existentes. Em seguida, foram levantadas estatísticas sobre a média de mortalidade e descarte do lote (%). O questionário também explorou o processo de compostagem, questionando se os participantes compreendem a real importância do processamento e destino correto dos resíduos para as composteiras, bem como se enfrentam problemas de odores, têm controle sobre o tamanho e temperatura da pilha e se lidam com a presença de mosca no processo.

Além disso, foi avaliada a conformidade das composteiras com as normas, considerando aspectos como cerca, telhado e porta. Foi questionado se os produtores aguardam o tempo adequado de fermentação e decomposição do material, antes de dar um novo destino aos resíduos. Por fim, os produtores foram convidados a expressar sua opinião sobre a importância do processo de compostagem, atribuindo uma nota de 0 a 10, onde de 0 a 2 é considerado ruim, 3 a 5 é razoável, de 6 a 8 é bom e de 9 a 10 é ótimo.

A aplicação do questionário foi conduzida diretamente com o proprietário das granjas ou com o funcionário responsável pela mão de obra na propriedade.

Os dados coletados por meio dos questionários aplicados em cada propriedade foram analisados individualmente e submetidos a uma análise exploratória e interpretação estatística descritiva, utilizando o software Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de avaliação, foram examinadas um total de 10 propriedades avícolas. Em média, cada uma dessas propriedades alojava aproximadamente 37.500 aves (TABELA 1). Os galpões climatizados, conforme descrito por Kuhn (2023), apresentam uma densidade de alojamento que varia de 14 a 18 aves por metro quadrado. Essa configuração permite uma distribuição adequada das aves, garantindo seu conforto e bem-estar durante o período de criação.

Tabela 1. Características das propriedades avaliadas de produtores de aves de corte no município de Matelândia estado do Paraná.

Propriedades Avaliadas (N)	Médias Aves Alojadas	Número de Barracões	Mortalidade e Descarte (%)
10	37500	4	5

Fonte: Autores (2022).

Durante as visitas realizadas, foi observado que os produtores apresentavam uma variedade de número de galpões, com alguns possuindo entre 2 a 6 galpões em seus núcleos de criação. No total, foram contabilizados 39 galpões nas propriedades visitadas. Se calcularmos a média de galpões por propriedade, considerando todas as visitas, essa média seria de aproximadamente 4 galpões por propriedade (TABELA 1). Essa diversidade no número de galpões reflete diferentes escalas de produção e estratégias de gestão adotadas pelos produtores de aves de corte na região.

O índice de mortalidade observado foi em média de 5%, com as carcaças sendo destinadas ao sistema de compostagem. Em 50% das propriedades visitadas, foi identificado o uso de sistema de roto acelerados de compostagem como método de destinação das carcaças, enquanto em apenas uma propriedade o processo de desidratador era empregado para esse fim (TABELA 2). Ademais, constatou-se que 40% das propriedades utilizam a compostagem convencional para o manejo das carcaças. Essa variedade de métodos de compostagem reflete as diferentes abordagens adotadas pelos produtores na gestão dos resíduos e na manutenção da biossegurança em suas operações avícolas.

A integração na indústria avícola ocorre por meio de uma parceria entre o integrado e a empresa, na qual

a empresa detém a propriedades das aves e o integrado assume a responsabilidade pelo manejo e tratamento até seu desenvolvimento final (FRANCO et al., 2024). Nesse arranjo, o integrado é encarregado de todas as etapas do processo de criação, desde a aquisição dos pintinhos até o momento que as aves são encaminhadas para o abate, assumindo também a total responsabilidade pelos protocolos de biossegurança durante toda a produção. Essa colaboração estreita entre as partes permite uma gestão eficiente da produção avícola, garantindo não apenas a qualidade dos produtos finais, mas também o cumprimento de normas sanitárias e de bem-estar animal.

Tabela 2. Análise das características e manejos de compostagem em propriedades de produtores de aves de corte em Matelândia-PR.

Tipo de Compostagem	(%)
Roto Acelerador	50%
Desidratador	10%
Convencional	40%
Problemas na Compostagem	(%)
Sim	70%
Não	30%
Tipos de Problemas na Compostagem	(%)
Presença de moscas	60%
Cheiro Forte	70%
Animais oportunistas	70%
Carcaças mumificadas	70%
Controle da temperatura	(%)
Sim	0%
Não	100%
Respeita o tempo de fermentação de decomposição	(%)
Sim	90%
Não	10%

Fonte: Autores (2022).

A integração entre a indústria avícola e os produtores desempenha um papel fundamental no descarte correto das carcaças de frango, com destaque para a prática da compostagem (ALMEIDA et al., 2023). Nesse sistema, os produtores são responsáveis pela implementação e manutenção de processos de compostagem eficientes, garantindo o manejo adequado das carcaças (FRANCO et al., 2024).

Por meio da compostagem, as carcaças são decompostas de forma controlada, resultando em um composto orgânico rico em nutrientes que pode ser utilizado como fertilizante agrícola (OLIVEIRA et al., 2024). Essa abordagem não apenas elimina as carcaças de maneira ambientalmente responsável, reduzindo os impactos negativos no meio ambiente,

mas também promove a sustentabilidade ao fornecer uma solução econômica e ecológica para o descarte de resíduos na indústria avícola. A integração efetiva entre a indústria e os produtores no processo de compostagem reflete um compromisso compartilhado com a gestão ambientalmente consciente e o bem-estar animal, garantindo a continuidade de uma cadeia de produção avícola sustentável e responsável.

Com base no levantamento realizado, é evidente que todos os entrevistados reconhecem a importância fundamental de realizar corretamente o processo de compostagem. De fato, todos afirmam estar cientes de que alguns requisitos são necessários para garantir a eficácia desse processo (TABELA 2). Essa conscientização coletiva sobre a importância e os requisitos da compostagem reflete um compromisso compartilhado com práticas sustentáveis e responsáveis na gestão de resíduos na indústria avícola.

Os resultados da avaliação das composteiras revelam questões significativas em relação ao processo de compostagem. Em 70% das composteiras avaliadas, foram identificados problemas graves, incluindo a ausência de controle de temperatura, o que compromete a eficiência do processo. Além disso, em 70% das composteiras foi observada a presença de um odor forte, possivelmente indicando uma decomposição inadequada e a presença de carcaças mumificadas, além de animais oportunistas (TABELA 2).

Adicionalmente, em 60% das composteiras, foram registrados problemas relacionados à proliferação de moscas, o que pode impactar negativamente na qualidade do composto final e representar riscos à saúde pública. Esses resultados destacam a necessidade urgente de melhorias nos sistemas de compostagem utilizados, visando garantir um processo eficiente e seguro para o manejo adequado das carcaças de frango e a preservação do meio ambiente.

Visto isso, para garantir que o processo de compostagem seja realizado dentro dos padrões estabelecidos, é crucial cumprir um série de requisitos essenciais. Dentre esses requisitos, destaca-se a necessidade de prevenir a contaminação do solo e, conseqüentemente, das águas subterrâneas. Nesse sentido, é preconizado o uso de um piso impermeável nas instalações de compostagem, que tem função de conter a infiltração do chorume produzido durante o processo (SANTA ANA et al., 2021). Essa medida é fundamental para evitar impactos ambientais negativos e assegurar a sustentabilidade das operações de compostagem, garantindo que o manejo dos resíduos seja realizado de forma segura e responsável.

A incidência de chuva sobre a leira de composto tem sido associado a diversos problemas, como a ocorrência de anaerobiose e a formação de chorume

(SILVA et al., 2022). Além disso, a presença de chuva também pode resultar na perda de nutrientes (YANG et al., 2024). Diante desse desafios, é crucial que o processo de compostagem seja realizado em um local coberto. Essa medida não apenas previne a ocorrência de anaerobiose e a formação de chorume, mas também protege o composto da perda de nutrientes devido à exposição à água da chuva.

Outro desafio significativo enfrentado na compostagem de carcaças de frangos é o risco de ataques por animais domésticos ou silvestre, que frequentemente revolvem as leiras em busca de alimento (FREI et al., 2023). Esses animais podem se tornar grandes disseminadores de doenças ao espalhar resíduos contaminados, comprometendo a biossegurança do local de compostagem. Portanto é essencial proteger adequadamente o local de descarte das carcaças para evitar esses problemas. No entanto, é preocupante notar que 70% das propriedades avaliadas enfrentam algum tipo de problema em seu local de descarte de carcaças, o que destaca a necessidade urgente de medidas de proteção e manejo mais eficazes para garantir a segurança e a eficiência do processo de compostagem nessas áreas.

Os odores e a presença de moscas nas compostagens, tanto nos processos convencionais de leiras quanto nos rolos aceleradores, representam um desafio significativo para os produtores no descarte das carcaças de aves mortas durante o período de criação (Tabela 2). Nesse contexto, é crucial realizar o manejo das carcaças de forma a evitar maus odores e a proliferação de moscas. Assim, as propriedades foram classificadas com base na presença ou ausência de odores, sendo que apenas 30% das avaliadas não apresentavam problemas, enquanto as outras 70% enfrentavam questão relacionadas a odores indesejados.

A presença de um cheiro forte, identificado em 70% dos casos, geralmente está associada a um excesso de água no material compostado, carcaças expostas e zonas de anaerobiose. Souza et al. (2020) recomendam aumentar a quantidade de material seco para corrigir essa situação. Além disso, Costa (2019) destaca a importância de cobrir corretamente as carcaças, controlar a altura da leira e adicionar material seco em áreas excessivamente úmidas. Essas práticas ajudam a promover condições aeróbicas adequadas para a decomposição dos resíduos orgânicos, reduzindo assim a formação de odores desagradáveis e melhorando a eficiência do processo de compostagem.

O problema do odor forte está diretamente ligado à presença de animais oportunistas como observado em 70% das granjas. Esses animais tendem a aparecer quando a camada de material seco é muito fina e as carcaças ficam expostas, destacando a importância de uma cobertura adequada com material seco (FREI et al., 2023; MELO et al., 2024). Além disso, é essencial

proteger o local para dificultar a entrada desses animais. Outro problema relacionado ao excesso de água e à falta de cobertura nas carcaças é a presença de moscas, observada em 60% das granjas.

O controle da temperatura é de extrema importância no processo de compostagem, uma vez que é essencial para garantir a fase termofílica, responsável pela degradação ativa dos materiais orgânicos e, conseqüentemente, pela completa decomposição dos resíduos (LINS et al., 2024). Surpreendentemente, nenhum dos produtores entrevistados relatou realizar esse controle, o que levanta preocupações quanto à eficácia e à qualidade do processo de compostagem em suas propriedades.

Sem o controle adequado da temperatura, há um risco significativo de que a compostagem não atinja os níveis necessários de calor para promover uma decomposição eficiente e segura dos materiais orgânicos, o que pode resultar em um composto final de qualidade inferior e em potenciais problemas ambientais (YANG et al., 2024). Portanto, a implementação de medidas para monitorar e controlar a temperatura durante o processo de compostagem é fundamental para garantir resultados satisfatórios e sustentáveis.

De acordo com Nogueira, Rito e Araújo (2024), é crucial manter a temperatura do composto na faixa de 55 a 60 °C durante todo o processo de compostagem e garantir que permaneça nesse intervalo por pelo menos duas semanas. Além disso, o centro da pilha de compostagem deve atingir uma temperatura de pelo menos 65 °C por um ou dois dias para assegurar a completa eliminação de patógenos. Essas condições térmicas são essenciais para promover a degradação eficiente dos materiais orgânicos, bem como para garantir a biossegurança do composto final.

Após cerca de 40 dias, a temperatura do composto volta a se equilibrar com a temperatura ambiente, marcando o início da fase de maturação ou cura (DIAS, 2021; MELO et al., 2024; NOGUEIRA; RITO; ARAÚJO, 2024). Durante essa fase, ocorrem reações que levam à humificação do composto, tornando-o mais estável e adequado para uso como fertilizante (YANG et al., 2024).

É crucial que o processo de compostagem seja completo e passe pelo período de maturação, pois o uso de composto imaturo como fertilizante pode resultar na imobilização microbiológica de nitrogênio (LE; PRICE, 2024). Isso significa que os microorganismos presentes no solo utilizam o nitrogênio do composto em decomposição como fonte de alimento, o que pode resultar na redução da disponibilidade desse nutriente para as plantas (YANG et al., 2024).

Leso et al. (2018) observaram que, durante o inverno, as temperaturas no interior das leiras de compostagem são mais baixas em comparação com as registradas no verão, o que reforça a possível influência do clima sobre a temperatura do processo

de compostagem. Além disso, esses autores notaram que a estação do ano exerce uma influência significativa sobre o processo de compostagem. Durante o verão e outono, ocorrem maiores perdas de carbono e nitrogênio em comparação com o inverno e primavera.

Conforme estabelecido pela Resolução No 090/2013 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do estado do Paraná (CEMA, 2013), o período máximo de armazenamento dos resíduos sólidos *in natura* deve ser controlado pelo produtor, com o objetivo de evitar a geração de odores, chorume, presença de vetores e incômodos para a comunidade.

Quanto ao destino do material compostado, todos os produtores afirmaram que utilizam o composto como adubo na própria propriedade. Este resultado está de acordo com Guenther et al. (2020), que observou que os produtos da compostagem são amplamente empregados em hortas, como substrato para plantas e na adubação do solo para a produção agrícola em geral. Desta forma, o composto melhora a capacidade de retenção de água, possibilita o controle de erosão e reduz a necessidade de utilização de fertilizante sintéticos (SANTOS et al., 2018).

Oliveira et al. (2024) afirmaram que a compostagem é uma tecnologia limpa e eficiente atuando como um agente reciclador capaz de transformar matérias indesejáveis das criações, como animais mortos e resíduos na indústria avícola, em um material estável que pode ser reintegrado ao ambiente na forma de adubo para a lavoura.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos nesta pesquisa, constatou-se que a avicultura de corte no município de Matelândia-PR, tem empenhado em realizar mudanças e ajustes. Essa abordagem envolve um manejo adequado e a utilização eficiente dos resíduos, como a implementação da compostagem com as carcaças de aves mortas, resultando na produção de adubo orgânico.

No entanto, diversos problemas foram observados em relação à aplicação dessa técnica, relacionados à falta de manejo adequado, resultando em compostagem incompleta, presença de chorume, odor forte, presença de moscas, carcaças mumificadas e a presença de animais oportunistas. Orientações e ajustes simples no manejo podem solucionar esses problemas e garantir o sucesso dessa técnica, proporcionando a biossegurança ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G.A.; LOPES, L.B.C., PEREIRA, M.L.R.; ANDREAZZI, M.A.; SANTOS, J.M.G. Sustentabilidade ambiental na avicultura de corte: o desafio da gestão das aves mortas. **Contribuciones A Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 4, p. 1886-1896, 2023.
- BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Blucher, 2005. 274p.
- CEMA - CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Governo do Estado do Paraná. **Resolução n.090**, de 03 de dezembro de 2013.
- COSTA, M.F. **Cadeia de produção avícola em avózeiros de corte: aspectos de biosegurança e manejo em granjas e incubatório**. 2019. 73f. Relatório de Estágio Supervisionado (Bacharel em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife.
- DAMACENO, M.G.D.S.; LIMA, G.S.A.; RIBEIRO, H.J.; CRUVINEL, K.A.D.S. Análise multitemporal do uso do solo e fragmentação da paisagem em sub bacia hidrográfica goiana. **Planejamento e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas**. C&A Alfa Comunicação, Goiânia, 451-462, 2021
- DIAS, A.M.D.F. **Compostagem dos resíduos de incubatório em leiras estáticas, conduzidas no verão e inverno, com ou sem aeração forçada**. 2021. 17f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) – Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados.
- DORNELAS, K.C.; SCHNEIDER, R.M.; AMARAL, A.G.; TON, A.P.S.; MASCARENHAS, N.M.H. A biodigestão como ferramenta para a sustentabilidade avícola – uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e38101220042-e38101220042, 2021.
- ENGEL, W.; PAULA, G.; KNAUL, E.; HANEL, S.N. Estudo de caso de custos de produção da avicultura: integrado e integradora na região oeste do Paraná. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 6, p. 8802-8823, 2023.
- FRANCO, B.V.; FROSSARD, N. K.; SOUZA, H.A.; MATEUS, H.B.; OLIVEIRA, T.G.B.; ROSA, G.; MARTINEZ, A.C.; MERLINI, L.S. Uso de compostagem em granjas de suínos na região oeste do Paraná, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 2, p. e1413244862-e1413244862, 2024.
- FREI, A.; VERDEROSA, A.D.; ELLIOTT, A.G.; ZUEGG, J.; BLASKOVICH, M.A. Metals to combat antimicrobial

- resistance. **Nature Reviews Chemistry**, v. 7, n. 3, p. 202-24, 2023.
- GUENTHER, M.; SOUZA, J.M.; CARVALHO, E.E.B.; ARRUDA, G.A.A.; SOUZA, A.T.P.; PEREIRA, R.K.M.; ABREU, T.M.Q.; SILVA, L.A. Implementação de composteiras e hortas orgânicas em escolas: sustentabilidade e alimentação saudável. **Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 7, p. 391-409, 2020.
- KUHN, J. **Modelagem matemática para a previsão de consumo de ração aplicada em unidades armazenadoras avícolas**. 2023. 60f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Trimestral de Abate de Animais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.
- LE, Q.; PRICE, G.W. A review of the influence of heat drying, alkaline treatment, and composting on biosolids characteristics and their impacts on nitrogen dynamics in biosolids-amended soils. **Waste Management**, v. 176, n. 1, p. 85-104, 2024.
- LESO, L.; RIBEIRO, L.; ROSSI, G.; RIBEIRO, M. Criteria of design for deconstruction applied to dairy cows housing: a case study in Italy. **Agronomy Research**, v. 16, n. 3, p. 794-805, 2018.
- LINS, E.A.M.; REIS, L.S.P.A.; MELO, D.C.P.; CAVALCANTI, D.E.S. Destinação sustentável de borra de café com uso da compostagem. **Contribuciones A Las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 1, p. 3141-3154, 2024.
- MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; MELO, W.J.; BARDI, C.C.T.G.; PEREIRA, L.A.M.; ZEFERINO, C.P.; DIAN, P.H.M. **Inovação tecnológica na ambientação de instalações para animais de produção: Aplicações**. Harmony of Knowledge Exploring Interdisciplinary Synergies, Seven Editora, 2024.
- NOGUEIRA, L.R.; RITO, D. S.; ARAÚJO, A.R.R. Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos gerados em supermercados do município de Belém/PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 10, n. 1, p. 1995-2014, 2024.
- OLIVEIRA, T.G.B.; SOUZA, H.A.; FRANCO, B.V.; FROSSARD, N.K.; MACHADO, F.S.; GUARIENTI, G.S.; BORGES, G.A.O.; LIMA, G.G.; MARTINEZ, A.C.; ROSA, G.; MERLINI, L.S. Research use of compost in poultry farms located in the northwest region of the state of Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 10, n. 2, p. e67257-e67257, 2024.
- SANTA ANA, M.F.; SANTA ANA, R.C.S.F.; AMARAL, E.G.; NOGUEIRA, P.R.R.B. Sustentabilidade, limites planetários e desenvolvimento econômico. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, p. 11-50, 2021.
- SANTOS, J.T.; GUIMARÃES, J.C.S.; FRANCO, A.; CORDEIRO, J.; ALVARENGA, C.A.; SANTOS, C.I.F.; THEREZO, P. Resíduos sólidos orgânicos: uma análise cienciométrica acerca da utilização da compostagem para a geração de adubo. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 12, p. 01-23, 2018.
- SILVA, M.O.; SOARES, C.A.; MOTA, P.K.A.; SILVA, E.A.; MELO, S.A.; SARAIVA, E.S.S.; LACERDA, J.D.A.; MENDES, A.C.A.; BARBOSA, F.R.S.; SOUZA, Á.I.A.F. Avaliação do comportamento térmico de compostagem de resíduos agroindustriais e agrofloretais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e8211628857-e8211628857, 2022.
- SOARES, Kamilla Ribas; XIMENES, Luciano Feijão. Agropecuária: **Frango**. Caderno Setorial ETENE, 2023.
- SOUZA, L.A.; CARMO, D.D.F.; SILVA, F.C.; PAIVA, W.D.M.L. Análise dos principais parâmetros que influenciam a compostagem de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 3, 2020.
- YANG, J.; DU, Z.; HUANG, C.; LI, W.; XI, B.; ZHU, L.; WU, X. Dynamics of microbial functional guilds involved in the humification process during aerobic composting of chicken manure on an industrial scale. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 31, n. 14, p. 1-13, 2024.

CONTROLE PRÉ-EMERGENTE DE PICÃO-PRETO NA CULTURA DA SOJA

Lucas de Barros Michalski*; Max Sander Souto**; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho***;
Cristiano Pereira****; Franke Januário*****; Karina Kestring*****

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: lucasdebarros170500@icloud.com.

** Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: max_souto@hotmail.com.

*** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

**** Mestre em Tecnologia Computacional para o Agronegócio pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: cristianosmi@hotmail.com.

***** Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Assis Gurgacz (FAG). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: franksmi@hotmail.com.

***** Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: kaakestring@hotmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 1º mar. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

Neste estudo, objetivo foi avaliar a eficácia de aplicações pré-emergente de herbicidas no controle de *Bidens Subalternans* na cultura da soja após o plantio em São Miguel do Iguaçu oeste do Paraná. O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizado com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes herbicidas pré-emergentes: Fomesafen+S-Metolaclo (1,366 g/L + 6,21 g/L), Sulfentrazone+Diuron (1,47 g/L + 2,94 g/L), Piroxasulfona + Flumioxazina (0,54 g/L + 0,36 g/L), Imazapir+Flumioxazina (0,6 g/L + 0,3 g/L), S-Metolaclo (8,64 g/L) e a testemunha. Para cada tratamento, foi quantificado o número de planta de picão-preto em m², sendo avaliada quantidade emergida aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação. Os resultados mostraram que o herbicida Fomesafen+S-Metolaclo manteve o controle mais eficaz, com diferença significativa em todas as quatro avaliações. No entanto, na segunda avaliação, ainda foram identificadas plantas de picão-preto. Nas avaliações realizadas aos 21 e 28 DAA, foram observados controles significativos com os demais tratamentos em relação à testemunha. O herbicida Fomesafen+S-Metolaclo proporcionou o maior controle da emergência de *Bidens Subalternans* por m² em comparação com a testemunha durante os 28 dias de avaliação, embora tenha causado sintomas de intoxicação nas plantas emergidas na avaliação realizada aos 14 (DAA).

Palavras-chave: *Bidens subalternans*; *Glycine Max*; pré-emergente; herbicidas.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of pre-emergent herbicide applications in controlling *Bidens Subalternans* in the soybean crop after planting in São Miguel do Iguaçu in western Paraná. The experiment was carried out in a randomized block design with 6 treatments and 4 replications. The treatments consisted of different pre-emergent herbicides: Fomesafen+S-Metolaclo (1,366 g/L + 6,21 g/L), Sulfentrazone+Diuron (1,47 g/L + 2,94 g/L), Piroxasulfona + Flumioxazina (0,54 g/L + 0,36 g/L), Imazapir+Flumioxazina (0,6 g/L + 0,3 g/L), S-Metolaclo (8,64 g/L) and the control. For each treatment, the number of black woodpecker plants in m² was quantified, and the amount emerged at 7, 14, 21 and 28 days after application was evaluated. The results showed that the herbicide Fomesafen+S-Metolachlor maintained the most effective control, with a significant difference in all four evaluations. However, in the second evaluation, black woodpecker plants were still identified. In the evaluations carried out at 21 and 28 DAA, significant controls were observed with the other treatments compared to the control. The herbicide Fomesafen+S-Metolachlor provided the greatest control of the emergence of *Bidens subalternans* per m² compared to the control.

during the 28 days of evaluation although it caused symptoms of intoxication in the emerged plants in the evaluation carried out at 14 (DAA).

Keywords: *idens subalternans*; *Glycine Max*; pre-emergent; herbicides.

Copyright © 2024, Lucas de Barros Michalski; Max Sander Souto; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Cristiano Pereira; Franke Januário; Karina Kestring. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: MICHALSKI, Lucas de Barros; SOUTO, Max Sander; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; PEREIRA, Cristiano; JANUÁRIO, Franke; KESTRING, Karina. Controle pré-emergente de picão-preto na cultura da soja. *Iguazu Science*, São Miguel do Iguazu, v. 2, n. 3, p. 38-43, maio 2024.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, desempenhando um papel fundamental na segurança alimentar e na economia global. No Brasil, em particular, a soja é uma das culturas mais cultivadas, contribuindo significativamente para a produção agrícola nacional. A produção no Brasil chega a 120,701 milhões de toneladas em uma área plantada de 40,894 milhões de hectares e com uma produtividade em média de 2,951 kg/ha. O principal estado produtor da soja é o Mato Grosso, que contribuiu com 38,025 milhões de toneladas em uma área cultivada de 10,924 milhões de hectares e uma produtividade de 3,481 kg/ha, de acordo com dados da safra 2022 (CONAB, 2022).

Como maior produtor e exportador mundial de soja, o Brasil atende à demanda de países como a China, um dos principais consumidores e compradores do produto. A soja possui um valor agregado, sendo utilizada tanto na alimentação humana quanto animal, além de ser uma fonte importante de óleo vegetal, farelo e biodiesel (GRANDE; CREN, 2016).

No entanto, a produção de soja enfrenta vários desafios, sendo a infestação de plantas daninhas uma das questões mais prementes. O picão-preto (*Bidens subalternans*) é uma dessas plantas invasoras, conhecidas por competir com a cultura principal por nutrientes, água e luz solar, reduzindo assim o rendimento da colheita (SANTOS; CURY, 2011; SAUSEN et al., 2020).

Diante desse cenário, é fundamental adotar estratégias eficazes de manejo de plantas daninhas para garantir a produtividade e a rentabilidade dos cultivos de soja. Nesse contexto, os herbicidas pré-emergentes surgem como uma ferramenta valiosa para controlar o crescimento inicial das plantas daninhas, impedindo-as de competir com a cultura principal (CARVALHO, 2022).

Os herbicidas pré-emergentes são formulados para serem aplicados antes da emergência das plantas daninhas, criando uma barreira química no solo que impede o desenvolvimento dessas plantas invasoras (POLLES, 2020). Esses produtos oferecem uma abordagem preventiva e eficiente para o controle de

plantas daninhas, reduzindo a necessidade de intervenções posteriores durante o ciclo de cultivo.

No mercado agrícola, existem diversas opções de herbicidas pré-emergentes, cada um com suas características específicas de ação e espectro de controle. A escolha do herbicida adequando depende de vários fatores, incluindo o tipo de planta daninhas, as condições do solo e as práticas agrícolas adotadas (PONTES JUNIOR et al., 2020).

O uso de herbicidas pré-emergentes visa reduzir a necessidade de aplicação excessiva de herbicidas pós-emergentes na cultura principal e evitar a germinação do banco de sementes. Dependendo das moléculas utilizadas, é possível obter um controle eficiente até o fechamento da entre as linhas de soja, o que impede a competição por luz e água entre as plantas daninhas e a cultura principal (POLLES, 2020). Além disso, ao cobrir a cultura principal, reduz-se a entrada de novas plantas daninhas, minimizando a necessidade de futuras aplicações de herbicidas.

Diante da relevância do controle de plantas daninhas na produção de soja, este estudo tem como objetivo avaliar a eficácia de diferentes herbicidas pré-emergentes no manejo do picão-preto (*Bidens subalternans*).

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em uma área localizada na cidade de São Miguel do Iguazu, com latitude: 25° 36" 74" S e longitude: 54° 25" 58" O, a altitude de 312 metros. Nessa região, a densidade de *Bidens Subalternans* atingiu 20,5 plantas por m², caracterizando-se por sucessivos plantios de milho segunda safra e soja verão, com histórico de altas incidência de picão-preto.

O delineamento adotado foi de blocos casualizados, composto por seis tratamentos (Tabela 1), cada um com quatro repetições. Cada repetição ocupou uma área de 15m², totalizando 60m² para cada tratamento. As aplicações foram feitas de forma vertical em relação à linha de plantio.

O plantio ocorreu em 22 de setembro de 2023, utilizando a cultivar Donmario 60IX64 e aplicando uma adubação de 330 kg/ha de 02.20.18. Para a dessecação, a aplicação foi realizada dia 16 de agosto

de 2023, utilizado uma mistura contendo Diclosulam (80 g/L), Haloxifeno-Metílico (17 g/L), Glifosato (928,8 g/L) e Metil Éster de Soja (412 g/L). Em seguida, foi realizada uma aplicação sequencial de Glufosinato (115 g/L) e Óleo (92 g/L), no dia 2 de setembro de 2023.

A aplicação dos herbicidas pré-emergentes foi feita utilizando um pulverizador costal Jacto de 20L. Durante o processo, foram registrados o horário da aplicação, a direção dos ventos, a umidade e a temperatura. O bico utilizado foi o de gotas grossas, modelo M025 (AD 02-MALHA 80)



Fonte: Autores (2023).

Tabela 1. Herbicidas residuais e suas respectivas doses em pré-emergência na soja.

Tratamentos	Dose (g e.a. Ou i.a. ha ⁻¹)	Área (m ²)	Grupo químico
T1 - Imazapir + flumioxazina	0,6 g/L + 0,3 g/L	60 m ²	Inibidores da ALS + Inibidores da PROTOX
T2 - S-Metolaclo-ro	8,64 g/L	60 m ²	Inibidores da síntese de ácido graxo
T3 - Fomesafen + S-Metolaclo-ro	1,366 g/L + 6,21 g/L	60 m ²	Inibidor da PROTOX + Inibidor da síntese de ácido graxo
T4 - Sulfentrazone + Diuron	1,47 g/L + 2,94 g/L	60 m ²	Inibidor da PROTOX + Inibidor da fotossíntese no fotosistema II
T5 - Piroxasulfona + Flumioxazina	0,54 g/L + 0,36 g/L	60 m ²	Inibidor da síntese de ácido graxo + Inibidor da PROTOX
T6 - Testemunha	-	60 m ²	-

Fonte: Autores (2023).

O método de avaliação adotado consistiu no uso de canos de PVC, com medidas de 1m², e uma amostragem em cada repetição (Figura 1), conforme descrito por Constantin et al. (2007). As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA).

Figura 1. Método de avaliação de contagem de plantas daninhas.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, seguida de teste Tukey (P<0,05), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plantio da soja, foi realizado dia 25 de setembro de 2023, com a temperatura atingindo 38°C, sem a ocorrência de chuvas nessa data. A primeiro registro de chuva ocorreu nove dias após o plantio, em 4 de outubro de 2023, com a temperatura máxima alcançando 28°C (Quadro 1).

Quadro 1. Registro de chuvas e temperatura máxima, após o plantio da soja.

Data	Temperatura máxima (°C)	Pluviometria (mm)
25/set	38	0
26/set	38	0
27/set	19,2	0
28/set	28	0
29/set	23,6	0
30/set	29,7	0
01/out	29,1	0
02/out	31	0
03/out	37	0
04/out	28	28

Fonte: Autores (2023).

A análise de variância indicou que a aplicação de diferentes pré-emergentes, resultou em diferenças estatística significativa nas diferentes épocas de avaliação (Tabela 2).

Tabela 1. Emergência de picão-preto por m², aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação de pré-emergentes (DAA) na soja.

Tratamentos	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
T1 - Imazapir + flumioxazina	1,75 a	108,75 ab	27,25 bc	28,75 b
T2 - S-Metolaclo-ro	2,50 ab	97,00 ab	23,25 b	27,25 b

T3 - Fomesafen + S-Metolaclo-ro	0,25 a	67,00 a	8,75 a	11,50 a
T4 - Sulfentrazona + Diuron	1,50 a	106,00 ab	27,00 b	27,50 b
T5 - Piroxasulfona + Flumioxazina	1,50 a	103,75 ab	23,50 b	21,75 bc
T6 - Testemunha	5,50 b	127,50 b	39,00 c	49,50 c
CV (%)	74,58	21,17	19,53	16,59

Fonte: Autores (2023).

Na tabela 2, estão registrados os dados da primeira avaliação realizada aos 7 após a aplicação (DAA). Foi observado que a testemunha apresentou o maior número de plantas *Bidens S.* emergidas por m², não diferindo do tratamento com S-Metolaclo-ro, mas diferindo dos demais tratamentos. O menor número de *Bidens S.* foi observado no tratamento com Fomesafen+S-Metolaclo-ro.

Silva et al. (2023), enfatizam a importância da umidade no solo na aplicação de pré-emergente, destacando que fatores climáticos como temperatura e água podem afetar diretamente a eficácia dessas moléculas, principalmente no que diz respeito à germinação de plantas daninhas. Assim, a falta de chuva nos primeiros 7 dias após a aplicação resultou em uma baixa emergência de *Bidens S.* por m². Dan et al. (2010), argumentam que o aumento das doses de herbicidas pré-emergentes, especialmente aqueles com inibidores da síntese de ácidos graxos, pode levar a um melhor controle de *Bidens S.*, porém, no que diz respeito à umidade, não foram observados resultados significativos em doses recomendadas.

Na análise feita aos 14 dias após a aplicação (DAA), constatou-se que o menor número de *Bidens S.* encontrado por m² foi no tratamento com Fomesafen+S-Metolaclo-ro. Essa diferença foi significativa em relação à maior quantidade encontrada na testemunha (127,5 plantas/m²), mas não houve diferença estatística em relação aos outros tratamentos (Tabela 2).

Após 8 dias da aplicação (DAA), ocorreu um breve período de chuva, durante o qual foi observada uma significativa emergência de picão-preto por m², conforme registrado na tabela acima (Tabela 2). Essa emergência está relacionada aos tratamentos mencionados anteriormente. Segundo Silva et al. (MOREIRA, 2020), alguns herbicidas possuem características que os tornam altamente solúveis em água, voláteis e com baixo potencial de lixiviação para as águas subterrâneas, devido às suas propriedades químicas do solo. Isso ocorre porque o Fomesafen é derivado de um ácido fraco e é mais suscetível à lixiviação do que os outros herbicidas, como demonstrado na tabela 2.

No presente estudo, observou-se que as plantas de picão-preto foram intoxicadas nos tratamentos com Fomesafen+S-Metolaclo-ro após ocorrência de chuvas. Tal fato se deve ao Fomesafen, que inibe a enzima

protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), essencial para a síntese da clorofila (ANDRADE, 2022). A presença de umidade no solo promove a adsorção das moléculas de herbicida nos colóides ou matéria orgânica, tornando-as disponíveis para a planta daninha na solução do solo (POLLES, 2020).

De acordo com Bernardinho (2023), observou-se nos tratamentos em que foram realizadas aplicações de inibidores de ALS e PROTOX a ausência de controle do picão-preto, indicando a resistência da planta aos herbicidas ALS. Os tratamentos Imazapir+Flumioxazina, Piroxasulfona+Flumioxazina e Sulfentrazona+Diuron, foram os mais afetados devido à falta de chuva nos primeiros 8 (DAA).

Na tabela 2, nas avaliações realizadas aos 21 dias após a aplicação (DAA), observou-se uma menor emergência no tratamento com Fomesafen+S-Metolaclo-ro, diferindo-se dos demais tratamentos. O maior número de *Bidens S.*, foi verificado na testemunha, apresentando semelhanças com o tratamento Imazapir+Flumioxazina, porém, houve diferença em relação aos tratamentos Sulfentrazona+Diuron, Piroxulfona+Flumioxazina e S-Metolaclo-ro.

O tratamento com Fomesafen+S-Metolaclo-ro apresentou os melhores resultados devido ao sinergismo entre os dois componentes, resultando em injúrias no picão-preto, conforme mencionado por Silva (2023). Os demais tratamentos, com exceção da testemunha, também obtiveram melhores controles devido à normalização das chuvas. Esse fenômeno está relacionado à adsorção e dessorção, principalmente nos colóides do solo e na palhada, sendo absorvido gradualmente por meio da lixiviação hídrica.

De acordo com Biazotta (2023), aplicações de pré-emergente antes e depois da chuva, em um período curto de 24 horas, resultaram em controles acima de 70% em plantas daninhas. Observou-se um maior controle após 21 dias de avaliação devido à disponibilidade das moléculas na solução do solo, correlacionado com o aumento da umidade.

A tabela 2 evidencia ainda um controle significativo de todos os tratamentos em comparação com a testemunha. O Fomesafen+S-Metolaclo-ro apresentou um desempenho superior em relação aos demais tratamentos, com exceção do Piroxasulfona+Flumioxazina, onde não houve diferença após 28 (DAA).

Conforme destacado por Patel (2018), os herbicidas pré-emergente podem ter um residual prolongado, dependendo da quantidade de palha e da umidade no solo. Após as chuvas, essas moléculas retidas na palhada, lixiviam no solo, resultando no controle das plantas daninhas.

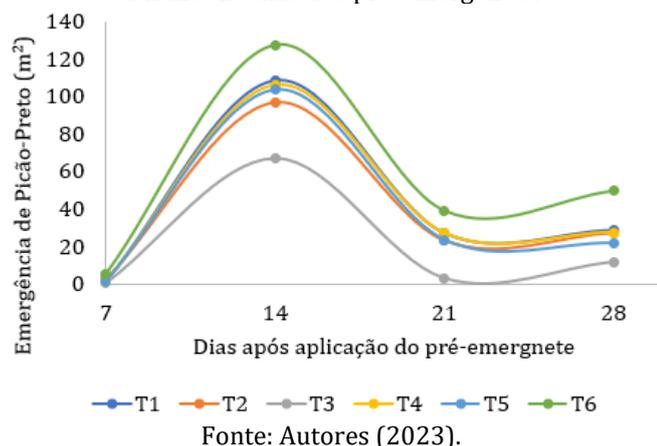
Marcussi (2020) demonstrou resultados promissores com aplicação de Piroxasulfona+Flumioxazina no controle de leiteiro 50 (DAA), alcançando sucesso devido à presença de

umidade adequada no solo, que permitiu que a molécula permanecesse retida na palhada.

De acordo com Reck et al. (2018), em experimentos realizados com Imazapir em arroz, os herbicidas Imazapir+Flumioxazina e Sulfentrazone+Diuron demonstraram resíduos ativos após 84 (DAA), apresentando resultados semelhantes de emergência de plantas daninhas. Isso se deve ao fato de que essas substâncias ficaram disponíveis na solução do solo após as chuvas.

A figura 2 representa o período residual de cada tratamento em relação à emergência de *Bidens S.* Os tratamentos T1, T2, T4 e T5 exibiram resíduos semelhantes desde os primeiros dias até o final da avaliação, enquanto o T3 demonstrou um residual maior em comparado com os outros tratamentos, seguindo a mesma tendência. A partir do 8ª dia, foram registradas chuvas, resultando em um aumento notável na curva de emergência de *Bidens S.*

Figura 2. Período residual de cada tratamento conduzido durante 28 dias dos pré-emergentes.



Conforme observado por Inoue et al. (2011), em um estudo sobre residual do S-Metolaclopro após 80 (DAA), foi constatado que aos 66 (DAA) ainda havia resíduo no solo, o que é consistente com os resultados observados nos tratamentos T3 e T2, que demonstraram controle em relação à testemunha após 21 (DAA). Os tratamentos T1, T2, T4 e T5 mantiveram uma linha contante entre si ao longo das avaliações, com o residual tornando-se mais evidente no final do período, o que se refletiu no controle de *Bidens Subalternans* em comparação com a testemunha. Por outro lado, no T6 (sem aplicação pré-emergente), observou-se um aumento exponencial na quantidade de *Bidens S.* durante as avaliações aos 21 e 28 (DAA), em comparação com os tratamentos.

CONCLUSÕES

O herbicida Fomesafen+S-Metolaclopro proporcionou o maior controle da emergência de *Bidens Subalternans* por m² em comparação com a

testemunha durante os 28 dias de avaliação, embora tenha causado sintomas de intoxicação nas plantas emergidas na avaliação realizada aos 14 (DAA).

Os herbicidas Sulfentrazone+Diuron, Imazapir+Flumioxazina, S-Metolaclopro e Piroxulfona+Flumioxazina apresentaram diferença significativa em relação à testemunha.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. **Desempenho fisiológico e agrônomo da soja submetida a aplicação de herbicidas e bioestimulante a base de *Ascopillum nodosum***. 2022. 27f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás.
- BERNARDINO, E. M. **Uso de diferentes herbicidas pré emergentes em diferentes períodos de aplicação e seus possíveis efeitos residuais na cultura do milho**. 2023. 26f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Tecnologia Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, Paraná.
- BLAZOTTO, P. G. **Controle de Eleusine indica pelo herbicida pendimethalin sob diferentes quantidades de palha e após diferentes períodos de seca**. 2023. 20f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Araras, São Paulo.
- CARVALHO, L. **Manejo de plantas daninhas com herbicidas pré-emergentes na cultura da soja**. 2022. 27f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Instituto Federal Goiano, Urutai, Goiás.
- CONAB COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra Brasileira de Grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 12 out. 2022.
- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR. R.S.; CAVALIERI, S.D.; ARANTES, J.G.Z.; ALONSO, D.G.; ROSO, A.C. Estimativa do período que antecede a interferência de plantas daninhas na cultura da soja, var. Coodetec 202, por meio de testemunhas duplas. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 231-237, 2007.
- DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; DAN, L.G.M.; FINOTTI, T.R.; FELDKIRCHER, C.; SANTOS, V.S. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 505-512, 2010.

- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- GRANDE, S.C.; CREN, É.C. Demanda de proteínas vegetais: potencialidades e o diferencial dos farelos de macaúba (revisão). **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 2, n. 3, p. 190-214, 2016.
- INOUE, M.H.; MENDES, K.F.; SANTANA, C.T.C.; POSSAMAI, C.S. Atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados em solos contrastantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v. 10, n. 3, p. 232-242. 2011.
- MARCUSSI, S. A. **Seletividade e eficiência de pyroxasulfone e flumioxazina, em mistura e isolados, na cultura do milho e efeito carryover na cultura do feijão**. 2020. 67f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade Ciências Agrômicas, Botucatu.
- MOREIRA, R. B. **Espectro de gotas e índice de deriva de diferentes pontas com indução de ar na pulverização de associações de dicamba com glyphosate**. 2020. 72f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade Ciências Agrômicas, Botucatu.
- PATEL, F. **Eficiência agrônômica e persistência de herbicidas pré-emergente na cultura da soja**. 2018. 157f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Tecnologia Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco, Paraná.
- POLLES, T. **Uso de Pré-emergentes na cultura da soja**. NORTOX, ed. 24, 2020.
- PONTES JUNIOR, V.B.; INOUE, M.H. Potencial de carryover de herbicidas residuais inibidores da enzima acetolactato-sintase (ALS). **Resultados econômicos e de sustentabilidade nos sistemas nas ciências agrárias**, 2, 2020.
- RECK, L.; REIMCHE, G.B.; ALVES, C.R.; ABREU, K.V.; OLIVEIRA, M.A.; MACHADO, S.L.O. Efeito dos herbicidas imazapir e imazapique na comunidade fitoplanctônica em lavoura de arroz irrigado. **Iheringia, Série Botânica**., v. 73, n. 3, p. 298-307, 2018.
- SANTOS, J.B.D.; CURY, J.P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta daninha**, v. 29, n. Spe, p. 1159-1172, 2011.
- SAUSEN, D.; MARQUES, L.P.; SANTOS SILVA, E.; CANDIDO, D. Biotecnologia aplicada ao manejo de plantas daninhas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 23150-23169, 2020.
- SILVA, J. O. **Potencial de uso de herbicidas para a cultura do feijão arroz (*Vigna umbellata*)**. 2023. 23f. Monografia (Graduação em Ciências Agrárias) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás.
- SILVA, P.H.O.; CÔRREA, F.R.; SILVA, N.F.; SILVA CAVALCANTE, W.S.; RIBEIRO, D.F.; RODRIGUES, E. Eficiência de herbicidas pré-emergentes no manejo de plantas daninhas na cultura da soja. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 4, p. 21-31, 2023

DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE SOJA NO OESTE DO PARANÁ

Régis Miguel Vogel*; Graciela Maiara Dalastra**; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho***; Max Sander Souto****; Viviane Vasselai Pereira*****; Danielle Acco Cadornin de Fraga*****

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: regisvogel@gmail.com.

** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

*** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

**** Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: max_souto@hotmail.com.

***** Especialista em Educação Ambiental pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: vasselaiviviane@gmail.com.

***** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: danikadorin@hotmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 27 fev. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a produtividade das cultivares BRS 546, BRS 2562, BRS 1064, BRS 1003 e BRS 1061 no oeste do Paraná. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com 5 repetições em São Miguel do Iguazu PR, no campo experimental da Faculdade Uniguaçu com parcelas de 45,5 metros quadrados, com espaçamento entre linhas de 50 centímetros. Foram avaliados altura das plantas, número de vagens por planta, número de grão por vagem, peso de mil grãos e a produtividade de cada cultivar. Dentre as cultivares avaliadas a BRS 546 (convencional) teve a maior produtividade, seguida pela BRS 1064 IPRO, BRS 1003 IPRO, BRS 2562 XTD e BRS 1061 IPRO respectivamente. Embora a região Oeste paranaense tenha sofrido com veranicos, a produtividade das cultivares BRS 546, BRS 1064, BRS 1003 e BRS 2562 foram superiores à média de produtividade do estado do Paraná, que foi de 64,3 Sc/ha, a cultivar BRS 1061 tem mostrado maior performance com estabilidade nas regiões acima de 500 metros de altitude da Macrorregião, o município onde o experimento foi implantado está localizado a 323 metros de altitude.

Palavras-chave: *Glycine Max*; produtividade; teste de cultivares.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the productivity of the cultivars BRS 546, BRS 2562, BRS 1064, BRS 1003 and BRS 1061 in western Paraná. The experiment was conducted blocks, with 5 replications in São Miguel do Iguazu-PR, in the experimental field at Faculdade Uniguaçu with plots measuring 45.5 square meters, with row spacing of 50 centimeters. Plant height, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of a thousand grains (grams) and productivity (bags per hectare) of each cultivar were evaluated. Among the cultivars evaluated, BRS 546 (conventional) had the highest productivity, followed by BRS 1064 IPRO, BRS 1003 IPRO, BRS 2562 XTD and BRS 1061 IPRO respectively. Although the western region of Paraná suffered from dry spells, the productivity of the cultivars BRS 546, BRS 1064, BRS 1003 and BRS 2562 were higher than the average productivity of the state of Paraná, which was 64.3 Sc/ha, for the cultivar BRS 1061 has shown greater performance with stability in regions above 500 meters of altitude in Macrorregion, the municipality where the experiment was implemented is located at 323 meters of altitude.

Keywords: *Glycine Max*; productivity; cultivar testing.

Citação: VOGEL, Régis Miguel; DALASTRA, Graciela Maiara; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; SOUTO, Max Sander; PEREIRA, Viviane Vasselai; FRAGA, Danielle Acco Cadornin de. Desempenho produtivo de cultivares de soja no Oeste do Paraná. **Iguazu Science**, São Miguel do Iguacu, v. 2, n. 3, p. 44-47, maio 2024.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é a principal leguminosa produzida no Brasil, produzindo 124,268 milhões de toneladas em uma área plantada de 40,988 milhões de hectares e com uma produtividade em média de 3,032 kg/ha. O principal estado produtor da soja é o Mato Grosso, que contribuiu com 40,746 milhões de toneladas em uma área cultivada de 10,909 milhões de hectares e uma produtividade de 3,735 kg/ha, de acordo com dados da safra 2021/22 (CONAB, 2022).

No Paraná, na safra de 2021/2022, a produção de soja atingiu 12,250 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 5,668 milhões de hectares, resultando em uma produtividade de 2,161 kg/ha. Houve uma queda na produtividade de aproximadamente 39%. Para safra 2022/23, são esperados cerca de 42,20 milhões de hectares de área cultivada, com uma estimativa de produção de 150,36 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

O propósito deste estudo é comparar a produtividade de diferentes cultivares de soja desenvolvidas pela EMBRAPA, uma instituição fundada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 1973 (SZNITOWSKI, 2017). Reconhecida por sua dedicação à inovação, a EMBRAPA concentra seus esforços na geração de conhecimento e tecnologias para a agropecuária brasileira.

Atualmente, os produtores de grãos avaliam as características de cada cultivar antes de sua implantação, buscando alcançar uma boa produtividade. Para selecionar melhor cultivar, são levadas em consideração várias características, como a precocidade para a sucessão da cultura e a adaptação ao clima local. No entanto, a principal consideração é a resistência e tolerâncias às pragas, doenças e herbicidas. Todas essas características estão sendo desenvolvidas e aprimoradas pela EMBRAPA. Assim, o objetivo deste trabalho é comparar a produtividade de diferentes cultivares de soja no oeste do Paraná.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na área experimental da Faculdade UNIGUAÇU em São Miguel do Iguacu - PR (coordenada 25.352724° S 54.25427° W) onde foram implantadas cinco variedades de soja.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 5 repetições. Os tratamentos foram representado pelas cultivares, sendo elas T1 - BRS 546 (convencional), T2 - BRS 2562 XTD, T3 - BRS 1064 IPRO, T4 - BRS 1003 IPRO e T5 - BRS 1061 IPRO, sendo

todos os materiais são provenientes da EMBRAPA. Cada tratamento teve 7 metros de comprimento por 6,5 metros de largura, totalizando uma área de 45,5 m² por tratamento, 13 linhas com espaçamento de 0,5 metros. A densidade de semeadura foi de acordo com a população de cada cultivar recomendada pela empresa para que expresse seu potencial produtivo.

A implantação do projeto ocorreu 17 de setembro de 2022. Para adubação de base foram utilizados 260 quilos por hectare da fórmula 04-22-22 (NPK). O plantio foi realizado de forma manual, com reabertura do sulco com o auxílio de uma enxada, seguida pela semeadura e o fechamento do sulco de plantio.

Considerando a importância de manejo eficaz e da proteção contra doenças ou pragas que possam afetar a cultura, foram realizados monitoramentos no experimento para efetuar o controle conforme a necessidade. Após a dessecação e a colheita, foi determinado o número de vagens por planta (NVP), quantidade de grãos por vagem (NGV) e peso de mil grãos (PMG). A área de bordadura foi desconsiderada, avaliando-se apenas a parte central de cada parcela.

A colheita do experimento ocorreu em 28 de fevereiro 2023, de maneira manual. Cada parcela teve um ponto de coleta de 5 metros quadrados, onde duas fileiras de plantas foram arrancadas manualmente, com espaçamento de 0,5 metros entre elas, totalizando 5 metros quadrados. Em cada parcela, foram realizadas 5 repetições de 1 metro quadrado, onde as plantas foram contadas, sendo as bordaduras desconsideradas.

Após a retirada de todas as plantas, elas foram armazenadas em big bag e identificadas com o nome de cada cultivar e quantidade de plantas por metro linear. As plantas foram avaliadas quanto à altura de planta (AP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e peso de mil sementes (PMG). Para cada repetição, duas plantas foram selecionadas para a contagem dos componentes produtivos, enquanto o PMG foi calculado com base no total de cada repetição. Após a coleta de dados, foi realizado a debulha manual e os grãos foram armazenados em sacolas plásticas devidamente identificadas, levadas ao laboratório para a pesagem.

A população média final de cada tratamento foi de 12,7 plantas por metro linear para BRS 2562, 12,5 plantas por metro linear para BRS 1061, 12,9 plantas por metro linear para BRS 546, 11,4 plantas por metro linear para BRS 1003 e 14 plantas por metro linear para BRS 1064 respectivamente.

O laboratório utilizado para a contagem e pesagem dos grãos foi disponibilizado pela Faculdade UNIGUAÇU. Após a chegada no laboratório, cada amostra passou por uma breve classificação, onde

foram separados quaisquer materiais diferentes dos grãos de soja que pudessem interferir nos resultados. Em seguida, foi realizada a contagem de mil grãos, quatro repetições por parcela, seguida pela pesagem e anotação referente a cada tratamento.

As médias de produção foram calculadas após todos os dados serem tabulados. Para cada teste, foram obtidos quatro resultados de amostras, os quais foram inseridos em uma planilha própria para cálculos de produtividade. Após o preenchimento de todos os dados, os resultados em sacas por hectare.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, seguida de teste Tukey ($P < 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Safra Verão Soja 2022/2023 no oeste paranaense teve início com um alto volume pluviométrico, porém esse volume diminuiu drasticamente ao longo da safra com pancadas de chuva localizadas que limitaram a produção na região.

O experimento a campo iniciou em 17/09/2022 e encerrou em 28/02/2023. No início do ciclo, além de um alto volume pluviométrico, também foram registradas temperaturas relativamente baixas até meados de novembro, o que interferiu levemente no desenvolvimento inicial das cultivares. Em locais onde a temperatura é igual ou inferior a 10°C, a soja não é adequada para cultivo, uma vez que tanto o crescimento vegetativo quanto o desenvolvimento da cultura são limitados ou inexistentes (EMBRAPA, 2023). No término do ciclo o excesso de chuva prolongou a colheita.

A Tabela 1 mostra que houve diferença significativa para as variáveis avaliadas.

Tabela 1. Altura de planta (AP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagens (NGV), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD), de cinco cultivares de soja.

Cultivar	AP (cm)	NVP	NGV	PMG	PROD (Sc/ha)
BRS 1003	60,0 d	52,5 a	2,51 ab	175,5 a	88,1 ab
BRS 1061	60,7 cd	35,2 b	2,51 ab	152,2 c	56,2 c
BRS 1064	69,7 bc	46,7 ab	2,48 b	173,5 a	94,1 ab
BRS 546	78,7 ab	54,5 a	2,57 ab	171,7 ab	103,4 a
BRS 2562	84,5 a	42,7 ab	2,58 a	164,5 b	76,6 ab
CV (%)	5,75	12,48	1,54	2,00	11,72

Fonte: Autores, 2023.

É observado que a cultivar BRS 2562 foi a que apresentou maior altura de planta e também um número maior de grãos por vagem (NGV), diferenciando-se estatisticamente de BRS 1003, BRS 1061 e BRS 1064. Quanto ao número de vagens por planta (NVP), as cultivares BRS 546 e BRS 1003

demonstraram ter uma quantidade maior de vagens por planta em comparação com as demais.

Os elementos que compõem a produtividade de grãos da soja incluem: densidade de plantas por área, quantidade de vagens por planta, quantidade de grãos por vagem e peso dos grãos. Dentre esses elementos, o mais influenciado pelo ambiente de produção é o número de vagens por planta (BULEGON et al., 2019; ABRAÃO et al., 2020).

A quantidade de vagens está diretamente relacionada com a quantidade de flores produzidas pelas plantas no início de seu período reprodutivo. Por outro lado, o número de grãos por vagem é mais influenciado pela genética do que pelas condições ambientais de cultivo, enquanto o peso dos grãos é uma característica intrínseca de cada variedade e pode diminuir quando a cultura enfrenta estresses bióticos e abióticos durante o processo de formação dos grãos (PELEGRIN et al., 2017; SOUZA et al., 2020).

Conforme a EMBRAPA (2023), a cultivar BRS 1061 demonstrou alta performance com estabilidade em regiões acima de 500 m da Macrorregião 2. A região onde o experimento foi implantado está situada a 323 metros de altitude, o que tem impactado no resultado final, visto que o NVP e PMG foi menores em comparação com as demais cultivares.

Quanto à produtividade, observou-se que a cultivar BRS 546 alcançou o maior rendimento, diferenciando-se estaticamente apenas da cultivar BRS 1061 (Tabela 1). No estado do Paraná, a média de produção de soja na safra 2022/23 foi de cerca de 64,3 Sc/ha (CONAB, 2023).

A cultivar BRS 546, que obteve a maior produtividade, é uma cultivar convencional com desempenho competitivo e possibilidade de bonificação especial, recuperando sua popularidade e tornando-se uma opção atraente para o produtores rurais. É um material com boa tolerância a períodos de estiagem e tem demonstrado boa adaptação à região oeste paranaense.

Outra cultivar que demonstrou boa adaptação à região foi a BRS 1064 IPRO "Intacta RR2PRO". Lançada em 2023, esta cultivar não só se adaptou bem à região, mas também mostrou boa tolerância a estresses hídricos e uma excelente produtividade.

Uma outra variedade lançada no mesmo ano foi a BRS 2562 XTD, desenvolvida como uma opção de refúgio para a tecnologia I2X. Este material, que pode atingir mais de 1 metro de altura (EMBRAPA, 2023), mostrou-se altamente resistente ao acamamento.

Além disso, a cultivar BRS 1003 IPRO, que conta com a tecnologia Intacta RR2 PROTM, conta com a Tecnologia Blok, conferindo-lhe tolerância ao complexo de percevejos (EMBRAPA, 2023), também se adaptou muito bem à a região oeste do Paraná.

CONCLUSÕES

Conclui-se que dentre as cultivares avaliadas, a BRS 546 foi a que obteve melhores resultados na região de São Miguel do Iguacu.

Outra cultivar que teve uma excelente produtividade foi a BRS 1064.

REFERÊNCIAS

- ABRAÃO, P.C.; DUARTE JÚNIOR, J.B.D.; GUIMARÃES, V.F.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; COSTA, A.C.T.; TSUTSUMI, C.Y.; ROSA, W.B.; QUEIROZ, S.B. Influência de Hidrogel em Caracteres Fitotécnicos da Soja. **Brazilian Journal of Development**, n. 6, n. 8, p. 54287-54303, 2020.
- BULEGON, L.G.; GUIMARÃES, V.F.; INAGAKI, A.M.; BATTISTUS, A.G.; OFFEMANN, L.C.; SOUZA, A.K.P. Respostas da soja ao *Azospirillum brasilense* e reguladores vegetais em condições de déficit hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 4, p. 1-10, 2019.
- CONAB COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra Brasileira de Grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 12 out. 2022.
- CONAB COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra Brasileira de Grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 27 out. 2023.
- EMBRAPA. **Soja - BRS 1003IPRO**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2917/soja---brs-1003ipro>. Acesso em: 27 out. 2023.
- EMBRAPA. **Soja - BRS 2562XTD**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/8645/soja---brs-2562xtd>. Acesso em: 27 out. 2023.
- EMBRAPA. **Soja - BRS 1061IPRO**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/6284/soja---brs-1061ipro>. Acesso em: 26 out. 2023.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- PELEGRIN, A.J.; NARDINO, M.; FERRARI, M.; CARVALHO, I.R.; SZARESKI, V.J.; BELLE, R.; CARON, B.O.; SOUZA, V.Q. Polímeros hidroredutores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 40, n. 1, p. 175-182, 2017.
- SOUZA, I.J.; OLIVEIRA, Z.B.; SILVA, C.M.; GOIS, H.; RODRIGUES, L.R.; LINK, T. T.; MALFFINI, L.B. Componentes de rendimento desoja irrigada por aspersão em Cachoeira do Sul no ano agrícola de 2018/19. **Ciência e Natura**, Rio Grande do Sul, v. 42, Special Edition, n. 3, 2020.
- SZNITOWSKI, A.M. Fontes de conhecimento/tecnologia para o agronegócio da soja em Mato Grosso. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, v. 6, n. 11, p. 236-259, 2017.

ADITIVOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: CARACTERÍSTICAS E PARTICULARIDADES

Andressa Radtke Baungratz*; Tiago Venturini**; Emilyn Midori Maeda***

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), zootecnistaandressa@gmail.com.

**Programa de pós-graduação em Zootecnia (UNIOESTE/UTFPR), venturini_tiago@hotmail.com.

***Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), maedazoo@gmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 15 fev. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

A produção de ruminantes representa boa parte da cadeia produtiva e econômica do Brasil, contando com produção local e destinada à exportação, a qualidade do produto final deve ser motivo de agrado e atração de consumidores. Tal objetivo somente será alcançado quando utilizando-se uma alimentação de qualidade, que supra todas as necessidades animais e seja de baixo custo e fácil acesso ao criador. Atualmente, a nutrição animal conta com inúmeros suprimentos disponíveis para utilização, produtos que visam melhorar características como a digestibilidade e aproveitamento do alimento fornecido pelos microrganismos ruminais. Dessa forma, objetivou-se nesta revisão bibliográfica relatar a importância de processos simples como a fermentação ruminal, bem como as principais substâncias utilizadas como modificadores desta.

Palavras-chave: digestibilidade da fibra; fermentação ruminal; microrganismos ruminais; produção de ruminantes.

ABSTRACT

The production of ruminants represents a significant portion of Brazil's productive and economic chain, both for local consumption and exportation. The quality of the final product should be a reason for consumer satisfaction and attraction. This objective will only be achieved by using high-quality feed that meets all animal needs while being low-cost and easily accessible to breeders. Currently, animal nutrition benefits from numerous available supplies aimed at improving characteristics such as digestibility and the utilization of feed by ruminal microorganisms. Thus, this literature review aims to highlight the importance of simple processes like ruminal fermentation, as well as the main substances used as modifiers in this process.

Keywords: fiber digestibility; ruminal fermentation; ruminal microorganisms; ruminant production.

Copyright © 2024, Andressa Radtke Baungratz; Tiago Venturini; Emilyn Midori Maeda. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: BAUNGRATZ, Andressa Radtke; VENTURINI, Tiago; MAEDA, Emilyn Midori. Aditivos utilizados na nutrição de ruminantes: características e particularidades. *Iguazu Science*, São Miguel do Iguauçu, v. 2, n. 3, p. 48-59, maio 2024.

INTRODUÇÃO

O principal objetivo a ser alcançado no sistema produtivo animal é a manipulação do ambiente ruminal, visando melhorar a eficiência da conversão alimentar para a produção de produtos de origem animal de qualidade. Essa eficiência é comumente obtida com a utilização de dietas formuladas e a

utilização de aditivos que modifiquem o ambiente ruminal dos animais (GERACI et al., 2012).

Os ruminantes possuem algumas particularidades quando comparados a outros animais. São herbívoros, se alimentam principalmente de fibras, e possuem um sistema digestório composto por rúmen, retículo, omaso e abomaso (GOMES-SILVA, 2016).

O sistema digestório desses animais é rico em diferentes microrganismos, responsáveis pela degradação de carboidratos e proteínas, principalmente. O processo de fermentação é responsável pela degradação, gerando nutrientes necessários para o crescimento deles. Ácidos graxos de cadeia curta e proteína microbiana, são alguns dos produtos resultantes da fermentação, além de produtos não utilizados, como calor, metano (CH₄) e amônia (NH₃). Estes, representam perdas de energia e proteína, reduzindo o desempenho produtivo e contribuindo para a liberação de poluentes para o meio ambiente (KOZLOSKI, 2011).

Visando o aumento da eficiência na síntese microbiana, diferentes produtos vêm sendo amplamente utilizados. O uso de antibióticos com função de promotores de crescimento, amplamente utilizados em tempos anteriores, tem sido vetado pela Organização Mundial da Saúde, considerando os mesmos como um possível risco para a saúde humana (OMS, 2012).

A resistência bacteriana e possíveis resíduos são outros problemas ocasionados pela ampla utilização de aditivos como os antibióticos. Grandes mercados compradores de proteína animal, a exemplo do europeu, restringem a utilização desse produto na alimentação animal (OJEU, 2013).

Dessa forma, objetiva-se nesta revisão bibliográfica, abordar os diferentes produtos utilizados como moduladores da fermentação ruminal, suas características e principais vantagens e desvantagens. Assim, reforçando a contribuição e importância dessas informações para a produção de ruminantes em geral.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Antimicrobianos ionóforos como moduladores de fermentação animal

Muito utilizados visando melhorar a eficiência do metabolismo energético e proteico, e diminuir a incidência de distúrbios digestivos, a exemplo da acidose ruminal e o timpanismo, os ionóforos tem por característica deprimirem ou inibirem os microrganismos gram-positivos, produtores primários de ácido láctico, e, posteriormente, melhorar a eficiência da utilização de bactérias gram-negativas, como *Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminantium* (NAGARAJA-TAYLOR, 1987). Isso porque, a maioria das bactérias gram-negativas possuem uma membrana externa com canais de proteína, as porinas, com um tamanho limite de 600 daltons (Da). Como o tamanho dos ionóforos em geral é maior que esse, eles não passam através das porinas (NAGARAJA et al., 1997).

O mecanismo de ação dos ionóforos está relacionado com a habilidade deles em alterar o fluxo de cátions por meio da membrana. Cada ionóforo é capaz de se ligar a cátions de tamanhos apropriados, formando assim um complexo cátion-ionóforo, que se pode difundir pelo interior da membrana (McGUFFEY, 2001).

De acordo com Nagaraja et al. (1997), existem em torno de 120 ionóforos descritos, no entanto, somente quatro são aprovados e liberados para uso em dietas de ruminantes, sendo: monoensina, lasalocida, salinomicina e laidomicinapropionato.

O uso de ionóforos na alimentação animal promove alterações em relação a fermentação ruminal. Têm-se um aumento na produção de propionato quando comparado ao acetato, ocasionando um aumento da retenção de energia fermentada no rúmen. Os ionóforos também proporcionam uma diminuição da perda de energia na formação de gases, principalmente o metano. Menor produção de amônio e maior escape de proteína, produto esse da fermentação ruminal. Além disso, a utilização de ionóforos proporciona uma melhor conversão alimentar (POSSAMAI et al., 2011).

Animais recebendo dietas ricas em grãos, quando enriquecidas com ionóforos, apresentam uma diminuição no consumo de alimento, sem apresentar queda no ganho de peso. Isso ocorre devido ao mecanismo quimiostático da ingestão, já que o uso de ionóforos proporciona um aumento da disponibilidade de energia. Em animais alimentados com dietas de alta energia, onde o mecanismo quimiostático já está presente, um menor consumo é capaz de suprir a mesma quantidade de energia necessária. Em situações onde os animais são alimentados com maiores quantidades de forragem e uma menor densidade energética, o aumento energético não proporciona redução no consumo. Nessas situações, o ganho de peso é superior e a conversão alimentar melhorada, já que a quantidade de energia disponível para ser aproveitada nesse momento é maior (LANNA, 1998).

Antimicrobianos não ionóforos - Virginiamicina (VM)

Produzido a partir da bactéria *Streptomyces virginiae*, foi descoberta por meio de um isolado no ano de 1854, em uma amostra de solo Belga (DeSOMER; VAN DIJCK, 1955). É composta por dois peptídeos, conhecidos por fator M (C₂₈H₃₅N₃O) e S (C₄₃H₄₉N₇O₇), com um tamanho médio de 525 e 823 Da, respectivamente (PAGE, 2003).

Sua atividade é efetiva somente sobre bactérias gram-negativas, devido questões de permeabilidade celular (COCITO, 1979; PAGE, 2003). Esta, depende da

interação sinérgica de seus componentes, possibilitando a penetração pela parede celular das bactérias e ligação a uma unidade cromossomal, inibindo assim a formação de uma ligação peptídica durante o processo de síntese proteica bacteriana (VANDERHAEGHE; PARMENTIER, 1960). Essa inibição irá romper diferentes processos metabólicos dentro da célula bem como a atividade de reprodução das bactérias, levando a mesma à morte (COCITO, 1979; Di GIAMBATTISTA et al., 1989; MINGOTI, 2013).

A VM é conhecida como inibidor eficiente de bactérias produtoras de ácido láctico, proporcionando uma diminuição da produção de metano entérico e sendo utilizada na prevenção de acidoses ruminais, devido ao fato de facilitar períodos de transição entre dietas com altos níveis de forragem e concentrado, por exemplo (COE et al., 1999).

Em resumo, sabe-se que sua utilização proporciona redução na ingestão de matéria seca, melhoria da eficiência alimentar, diminuição da degradação proteica e produção de amônia, além do aumento do pH ruminal pela inibição de bactérias produtoras de ácido láctico (MINGOTI, 2013).

Leveduras com funções de probióticos

Fungos unicelulares, leveduras a exemplo da *Saccharomyces cerevisiae*, considerada resíduo da indústria sucro-alcooleira, são tradicionalmente usadas na alimentação humana e como suplemento na nutrição animal, devido à sua ação muito parecida com os ionóforos, melhorando o ganho de peso e a produção de leite, em resposta ao aumento no consumo de matéria seca (BERTO, 1985; REIS et al., 2006). Enquanto os probióticos, culturas vivas de microrganismos, são conhecidos pelo seu efeito no equilíbrio ecológico da microbiota intestinal, beneficiando atividades de saúde e crescimento dos animais (FULLER, 1989).

Em geral, as leveduras são obtidas após um processo de centrifugação na fermentação alcóolica de produtos como o melaço, que após secas e moídas são destinadas à suplementação de animais (BERTO, 1985). De acordo com Martin e Nisbet (1992), atuam modificando a fermentação ruminal de duas formas: fornecendo espécies de estímulos para as bactérias do rúmen, e absorvendo o oxigênio que adentra no ambiente ruminal.

Pesquisas indicam que a utilização de leveduras ocasiona alterações no equilíbrio acetato/propionato a partir do crescimento das bactérias ruminais, em maior proporção as celulolíticas. Tal mecanismo pode provocar um aumento da utilização de amônia ruminal e um aumento no desvio de proteína microbiana para o duodeno (NEWBOLD et al., 1996).

No entanto, esses efeitos dependem diretamente do fornecimento contínuo de quantidades suficientes de células vivas para o organismo animal (MANTOVANI; BENTO, 2013). As leveduras possuem capacidade de melhorar a atividade metabólica e a viabilidade microbiana, fornecendo nutrientes e liberando fatores de crescimento, a exemplo de algumas enzimas essenciais, vitaminas e aminoácidos, durante o processo de digestão (MARTIN; NISBET, 1992). Além disso, estimulam o crescimento de bactérias celulolíticas e utilizadoras de lactato (CHAUCHEYRAS et al., 1997).

Quitosana

De estrutura muito similar à celulose, pode ser utilizada como alimento funcional (SENEL et al., 2004), uma vez que a quitosana não é formada por um único composto, mas sim, por uma gama de componentes, cada um com peso molecular e grau de acetilação diferentes (DIAS, 2016).

Estudos indicam que o termo “quitosana” foi originado no ano de 1859, quando um processo de desacetilação da quitina, em uma solução concentrada de hidróxido de potássio resultou em um produto novo, a quitosana. É conhecida na forma de pó incolor, não apresentando solubilidade em água e composta por solventes orgânicos que permitem sua dissolução em ácidos minerais concentrados (ROBERTS, 1992).

Sua utilização é difundida devido ao grande potencial de aplicação em diferentes áreas e baixo custo de produção (DIAS, 2016). Goiri et al., (2009) propuseram a utilização da quitosana como moduladora da fermentação ruminal pela primeira vez em ruminantes. Devido a sua atividade microbiana ser reconhecida em fungos e bactérias, os pesquisadores acreditavam que ela teria um comportamento semelhante ao observado em monogástricos, pelo fato de selecionar microrganismos benéficos para o ecossistema ruminal.

O mecanismo de ação da quitosana como antimicrobiano ainda não é bem conhecido. Estudos sugerem que o mesmo ocorre por meio de uma mudança na permeabilidade celular, promovendo uma interação com a superfície lipopolissacarídea (LPS) das bactérias gram negativas e com a fração peptídeoglicana em gram-positivas. No entanto, bactérias gram positivas são mais susceptíveis que as gram negativas (WANG, 1992; NO et al., 2002; SENEL et al., 2004, KUMAR et al., 2005).

Estudos realizados por Raafat et al. (2009) indicam que a quitosana quando utilizada como antimicrobiano, se liga aos polímeros da parede celular bacteriana e causa efeitos secundários celulares por meio da desestabilização e interrupção

da membrana. Além disso, quando ligada à membrana, a quitosana afeta as vias de geração de energia, comprometendo a cadeia de transporte de elétrons, reduzindo as quantidades necessárias de oxigênio e forçando às células à mecanismos de anaerobiose, levando a disfunções do sistema celular. O acúmulo de polímeros nas proximidades da membrana também ocasiona efeitos negativos, desencadeando respostas ao estresse devido à queda do pH local.

Metabólitos secundários de plantas – extratos vegetais e óleos essenciais

As plantas em geral produzem grandes quantidades de metabólitos secundários. Estes, não apresentam nenhuma função direta no crescimento e desenvolvimento das plantas, mas sim, de atuar como defesa contra herbívoros e barreira química. Essa proteção se dá na forma de atrativos e agentes de competição entre plantas e microrganismos (BALANDRIN et al., 1985; TAIZ; ZEIGER, 2004; WINA et al., 2005). Estes, podem ser classificados em terpenos, compostos fenólicos e alcaloides, variando conforme a via de origem e estrutura química (PERES, 2004).

Os terpenos podem ser observados em diferentes formas, conforme variação de cadeia, terpenoides, monoterpênicos, sesquiterpenos, diterpenos e triterpenos. Estes, de forma química C_{30} , são amplamente distribuídos no reino vegetal e muito utilizados em farmacologia geral. Esteroides, saponinas triterpênicas ou esteroidais e glicosídeos cardiotônicos são os compostos mais importantes desta categoria (BODAS et al., 2012).

As saponinas são formadas por 27 carbonos, e consistem em três compostos básicos: esteroides, triterpenoides glicosilados e alcaloides esteroidais (WINA et al., 2005). Estas, possuem capacidade de interagir com esteróis da membrana plasmática das células, ocasionando mudanças na conformação e estrutura das mesmas, aumentando a permeabilidade permitindo a entrada de íons e água para o interior da célula, ocasionando sua ruptura (KARABALIEV; KOCHEV, 2003).

De acordo com Souza et al., (2016), as saponinas apresentam grande potencialidade na inibição de protozoários ciliados do rúmen, melhorando a síntese proteica por meio do aumento do fluxo de proteínas para o duodeno, pela redução da predação bacteriana pelos protozoários. Estudos realizados por Wallace et al. (1994) e Castro-Montoya et al. (2012) indicam que as saponinas foram eficientes em diminuir o desenvolvimento de bactérias gram-positivas, principalmente as celulolíticas, inibindo assim o crescimento de bactérias como *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Streptococcus bovis*.

A defaunação de protozoários pode promover o aumento da população de bactérias do rúmen em até quatro vezes, provando assim a atividade de maximização de proteína bacteriana pelas saponinas (NEWBOLD; HILMAN, 1990). Além disso, extratos vegetais contendo saponinas são ferramentas eficientes em reduzir a produção de metano, devido à sua ação sobre os protozoários (WANAPAT et al., 2013).

No entanto, alguns estudos indicam que a microbiota ruminal possa desenvolver mecanismos de adaptação às saponinas (IVAN et al., 2004), além de influenciar no perfil de ácidos graxos conforme a dieta e dose de saponina fornecidos ao animal (WINA et al., 2005). Isso porque o efeito das saponinas sobre o metabolismo ruminal é dose-dependente, assim, altas inclusões desse componente na dieta podem influenciar negativamente o desempenho animal, representando assim um desafio para a produção animal (LI; POWERS, 2012).

Outra classe de metabólito secundário, os taninos, podem se apresentar nas formas condensados (TC) ou hidrolisáveis (TH). Os TC são polímeros de flavonoides, principalmente catequina e galocatequina, com formas antocianidinas. Já os TH são compostos por polímeros de ácido gálico ou egálico esterificados (galotaninos e elagitaninos) ligados a uma molécula de açúcar ou polifenol (PATRA; SAXENA, 2010).

Na nutrição de ruminantes, os taninos atuam inibindo protozoários e bactérias metanogênicas, reduzindo assim a produção de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e metano (CH_4) e a proporção acetato:propionato (LIU et al., 2011; DSCHAAK et al., 2011; CIESLAK et al., 2012).

Acredita-se que os taninos podem atuar sobre os microrganismos de três formas diferentes (SCALBERT, 1991), sendo:

- Pela inibição de enzimas bacterianas e fúngicas e/ou pela complexação com os substratos destas enzimas;
- Pela atuação sobre as membranas celulares dos microrganismos, ocasionando modificações no metabolismo dos mesmos;
- Diminuindo a disponibilidade de íons essenciais para o metabolismo microbiano, por meio da complexação dos taninos com íons metálicos.

De acordo com Leinmuller et al., (1991) e Frutos et al., (2004), o pH favorável para a complexação dos taninos varia de 3,5 até 7. Quando acima de 8, o complexo tende a se desfazer e em pH de 1,0 a 3,0, quase que a totalidade de proteína se encontra livre.

A formação de complexos é mais facilitada no rúmen que no abomaso, onde as ligações são

quebradas quando encontram um pH em torno de 2. São os mecanismos de afinidade entre tanino, proteína e outras moléculas que determinam a quebra ou não das ligações (MAKKAR, 2003).

Assim, alguns complexos podem passar intactos pelo trato gastrointestinal e excretados nas fezes, como as ligações tanino-proteínas e tanino-polímeros (celulose, hemicelulose e pectina) (McNEILL et al., 1998). Situações como esta ocorrem quando os taninos são administrados em altas doses, prejudicando a digestão e degradação dos alimentos, principalmente as frações fibrosas e proteicas (McSWEENEY et al., 2001).

Conforme Souza et al., (2016), os TC também podem ser utilizados como proteção da proteína dietética, na forma *by-pass*, objetivando um aporte maior de aminoácidos para absorção duodenal. Baixas concentrações de TC reduzem a degradação proteica a nível de rúmen, devido a complexação com a proteína dietética ou ainda pelo fato de reduzir a população de microrganismos proteolíticos (MIN et al., 2003).

Os óleos essenciais podem ser caracterizados como compostos aromáticos voláteis, extraídos de diferentes partes de plantas (KUNG et al., 2008). Suas propriedades antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes são utilizadas como aditivos naturais em rações para animais – uma vez que seus componentes ativos possuem a capacidade de desestabilizar a membrana de protozoários e bactérias gram-positivas, com um mecanismo muito semelhante aos ionóforos (CASTILLEJOS et al., 2006).

Em geral, os óleos essenciais apresentam uma variedade de compostos de baixo peso molecular (DORMAN; DEANS, 2000). Os compostos ativos encontrados em maiores proporções nestes produtos são os terpenoides e fenilpropanoides, e destes, têm-se uma variação de componentes químicos (BENCHAAR et al., 2007; CALSAMIGLIA et al., 2007; SOUZA et al., 2016).

Pesquisas indicam que a atividade antibacteriana dos óleos essenciais não é atribuída a um único fator ou mecanismo. As interações vão desde alterações na membrana citoplasmática, mudança no fluxo de elétrons, alterações no transporte ativo, desnaturação e coagulação do conteúdo celular. Por isso, um mecanismo pode depender ou até mesmo vir a ocasionar outro subsequente (CHAO et al., 2000; DORMAN; DEANS, 2000; BURT, 2004).

Os efeitos observados na nutrição de ruminantes são ocasionados pelas diferentes estruturas químicas presentes nos óleos, é ela quem irá determinar o tipo de mecanismo e a potencialidade da ação (SOUZA et al., 2016).

Estudos comprovam que determinados componentes químicos dos óleos essenciais são

capazes de modificar favoravelmente a fermentação ruminal, ocasionando alterações no perfil de ácidos graxos, na metanogênese e no metabolismo de proteínas (CALSAMIGLIA et al., 2007).

A utilização destes produtos também pode ser favorável para a digestibilidade dos alimentos. Compostos ativos como a capsaicina, eugenol e cinamaldeído vem se mostrando eficazes em estimular enzimas pancreáticas e intestinais, tornando o processo digestivo mais eficiente (BRUGALLI, 2003).

Além destes, limoneno e timol são outros dois compostos com grande atuação sobre a nutrição, tendo ação sobre bactérias gram-positivas e gram-negativas alterando assim o metabolismo proteico e o perfil de ácidos graxos, de forma positiva (SOUZA et al., 2016).

Própolis

Produzida pelas abelhas, a partir de exsudatos resinosos de diferentes partes das plantas e secreções, a própolis é um material lipofílico, resinoso, de aroma acentuado e com coloração variável conforme a floração polinizada pelas abelhas (BONVEHÍ et al., 1994; MARCUCCI, 1995; PARK et al., 2002; SFORCIN, 2009).

Sua composição química é bastante variável, consistindo basicamente em resina e bálsamos, cera, óleos vegetais e pólen (PAULINO, 2004). Flavonoides, ácidos aromáticos, ácidos graxos, fenóis, aminoácidos, diferentes vitaminas e minerais são os principais constituintes químicos desse produto natural (SILVA, 2009).

Os relatos envolvendo a utilização da própolis na nutrição animal são escassos, não existem estudos efetivos sobre a aplicabilidade da própolis como aditivo nutricional para animais ruminantes nem sobre seus efeitos propriamente ditos, no entanto, estudos realizados indicam que a mesma possui capacidade em inibir bactérias gram-positivas, principalmente quando relacionadas à problemas de mastite em bovinos leiteiros (PINTO, 2000; STRADIOTTI Jr et al., 2004).

Estudos confirmam que a própolis possui efeitos sobre a permeabilidade da membrana citoplasmática bacteriana aos íons, promovendo assim a dissipação do potencial da mesma, dando à ela a característica de substância ionófora (MIRZOEVA et al., 1997).

Além da atuação como ionóforo, acredita-se que a própolis possa atuar inibindo o crescimento de bactérias proteolíticas (HINO; RUSSELL, 1986). Com respeito aos ácidos graxos voláteis, têm-se um aumento na produção de propionato, levando a uma redução na relação acetato:propionato no rúmen.

Essa diminuição da relação acetato:propionato é benéfica, devido ao fato de disponibilizar uma menor quantidade de carbono e hidrogênio no rúmen, diminuindo então a produção de metano. Sabendo que eficiência energética elevada está totalmente associada à uma menor produção de metano, e animais que produzem quantidades menores deste gás apresentam um desempenho animal elevado (STRADIOTTI Jr et al., 2004).

Além disso, a própolis promove uma redução no processo de desaminação dos aminoácidos, possibilitando uma economia de energia para o animal, além de um incremento na produção de leite (FREITAS et al., 2009).

Bacteriocinas – Nisina e Bovicina HC5

Conhecidas por serem peptídeos sintetizados de forma ribossomal e por possuírem ação antimicrobiana contra organismos filogeneticamente relacionados, as bacteriocinas são produzidas por microrganismos dos domínios *Bacteria* e *Archaea* (NES et al., 2007).

Estes peptídeos vêm sendo muito estudados devido ao fato de apresentarem algumas facilidades em relação à outros produtos, por desempenharem atividade antimicrobiana em concentrações nanomolares, sendo eficazes no combate de patógenos e serem livres de resíduos para segurança alimentar (COTTER et al., 2013).

As bactérias presentes no rúmen podem produzir uma gama muito grande de bacteriocinas, incluindo *S. equinus* HC5, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus albus*, *Enterococcus faecium* e demais (RUSSELL; RYCHLIK, 2001, MANTOVANI et al., 2002, HAN et al., 2015).

O mecanismo de atuação da nisina e da bovicina são semelhantes. Ambas ligam-se ao precursor da síntese de peptideoglicano inibindo a formação da parede celular. Os peptídeos utilizam o peptideoglicano como sítio de ligação para a formação de poros na membrana citoplasmática, promovendo um extravasamento do conteúdo celular (BREUKINK; KRUIJFF, 1999; MANTOVANI et al., 2011; PAIVA et al., 2012).

Estudos relacionados à utilização de nisina na alimentação animal indicam que esta foi eficiente em diminuir as concentrações de amônia, metano, ácidos voláteis e hidrogênio, além de influenciar negativamente a relação acetato:propionato inibindo assim a fermentação de celulose, amido e aminoácidos (CALLAWAY et al., 1997; OEZTUERK et al., 2010).

No entanto, o fornecimento de doses baixas de nisina à ruminantes tem acarretado mecanismos de resistência, o que inviabiliza a aplicação e

manipulação do produto na fermentação ruminal (RUSSELL, 2001).

A bacteriocina surge como uma alternativa de utilização para animais que criaram mecanismos de resistência à nisina (LIMA et al., 2009; MANTOVANI et al., 2002; MANTOVANI; RUSSELL, 2008). Além disso, estudos realizados à cerca de sua utilização em bovinos leiteiros, indicam a potencialidade do peptídeo em reduzir a produção de metano pelos animais (LEE et al., 2002).

Enzimas fibrolíticas

As enzimas fibrolíticas utilizadas na nutrição animal são de origem bacteriana ou fúngica, *Bacillus* sp. e *Trichoderma aspergillus* spp., respectivamente. Estas, são incluídas na dieta em um percentual de 0,01 até 1% na MS total, podendo contribuir em até 15% da atividade fibrolítica total do fluxo ruminal (CHIZZOTTI et al., 2006).

O mecanismo de ação das enzimas pode ser explicado pela facilidade na aderência de outros microrganismos à parede celular, provocada pela liberação de açúcares solúveis ou alterações na superfície da fibra, ocasionando uma atração quimiotática (NEWBOLD, 1997). O mecanismo de aderência é facilitado por meio de enzimas polissacaridases (xilanasases e celulasas) nos extratos, proporcionando a manipulação do ambiente ruminal (POSSAMAI et al., 2011).

Quanto mais ativa for a população ruminal de fungos, maior será a secreção de enzimas que irão promover um maior contato dos fungos com determinados componentes das plantas, resultando assim em uma maior infiltração dos rizoides dos fungos. A invasão bacteriana é acelerada e as camadas interiores das plantas acessadas com maior rapidez e facilidade (POSSAMAI et al., 2011).

Conforme Lee et al. (2000), o fornecimento de enzimas fibrolíticas para ruminantes pode resultar em um aumento da digestibilidade dos nutrientes e na retenção de nitrogênio (N). Isso ocorre devido ao aumento do número de bactérias e fungos no rúmen e alterações no perfil de ácidos graxos voláteis produzidos.

Muitos complexos enzimáticos, formados por um conjunto de enzimas fibrolíticas, amilolíticas e proteolíticas vem sendo utilizados em combinação com inoculantes bacterianos no processo de ensilagem, buscando melhores valores nutritivos do alimento conservado. No entanto, estudos indicam que este fator está intimamente ligado às características do material ensilado, a taxa de aplicação do produto e o tempo de ensilagem (REIS et al., 2015a; REIS et al., 2015b).

Lipídios

Os lipídios são amplamente utilizados na nutrição animal devido à sua capacidade de aumentar a densidade energética da dieta. No entanto, o uso incorreto como quando em altas dosagens, provoca alterações na digestibilidade e absorção de nutrientes (POSSAMAI et al., 2011).

Sua inclusão na dieta acarreta uma diminuição da fermentação ruminal de carboidratos estruturais, além da diminuição na concentração de amônia produzida pela proteólise e reciclagem de bactérias (POSSAMAI et al., 2011). Conforme Nagaraja et al. (1997), os efeitos dos lipídios na fermentação ruminal ocorrem pelo aumento do fluxo de proteína microbiana devido à redução na concentração de protozoários, o que proporciona uma maior eficiência microbiana. Assim, pode-se ter um aumento da produção ruminal de propionato e redução da metanogênese.

Podem apresentar um comportamento muito semelhante ao dos ionóforos na dieta, assim, a gordura apresenta elevado potencial de utilização, visando principalmente a diminuição da emissão de gases do efeito estufa (MEDEIROS et al., 2015).

Dietas contendo gordura como suplemento proporcionam uma fermentação ruminal mais eficiente, uma vez que se têm maior produção de ácido propiônico e maior retenção de carbono. No entanto, a utilização desse produto na alimentação animal deve ser tratado com cuidado, recomenda-se que a dieta não contenha mais que 6% na MS de inclusão de lipídios (60 gramas de lipídios para cada kg de MS), evitando assim a não degradação da fibra e efeitos tóxicos às bactérias ruminais (MEDEIROS et al., 2015).

Tamponantes

A utilização de tamponantes na dieta é dependente do sistema em que os animais são criados e da alimentação fornecida. Ruminantes à pasto em geral não necessitam da utilização de tampões, uma vez que a base da sua alimentação, pastagem, é rica em fibra, estimulando assim a produção de grandes quantidades de saliva, que por sua vez é rica em substâncias de caráter tamponante (ORTOLAN, 2010).

Diversos são os produtos com características tamponantes disponíveis no mercado para utilização na alimentação animal, dentre eles: bicarbonato de sódio (NaHCO_3), óxido de magnésio (MgO) e carbonato de cálcio (CaCO_3). Suas concentrações e recomendações de fornecimento variam conforme o tipo, marca comercial, concentração e demais.

São utilizados visando reduzir a incidência de problemas de acidose ruminal em animais alimentados com dietas contendo alto teor de grão, ou ainda, para melhorar a digestibilidade da fibra em dietas à base de silagem de milho. Problemas estes ocasionados pela elevada quantidade de ácidos orgânicos produzidos no rúmen durante o processo de fermentação microbiana (SIMIONI, 2010).

Em geral, tampões ruminais devem ter alta solubilidade em água e possuir um ponto de equivalência (pKa) próximo ao valor do pH ruminal (6,2 a 6,8) (POSSAMAI et al., 2011).

Sabe-se que o uso de tampões na dieta ocasiona modificações na fermentação ruminal. Seus principais efeitos são ao aumento e/ou resistência a mudanças de pH e ao aumento da taxa de diluição ruminal. Este, ocorre pelo aumento da osmolaridade, que ocasiona de forma indireta um aumento no consumo de água e influxo pela parede do rúmen (NAGARAJA et al., 1997).

Uma dieta com alta densidade de fibras com baixa concentração de carboidratos não-estruturais (CNE), reduz a necessidade da utilização de aditivos com ação tamponante, visto que a fibra estimula a ruminação a qual mantém o pH do rúmen estável e consequente saudável (ORTOLAN, 2010).

CONCLUSÕES

- A população microbiana ruminal pode ser manipulada com facilidade por meio da utilização de aditivos.
- A fermentação ruminal, processo indispensável para que o alimento fornecido seja digerido e aproveitado da melhor forma possível, pode ocorrer intermediada por diferentes fatores.
- A manipulação da população de microrganismos ruminais é de extrema importância, afinal, a partir dela pode-se presumir as melhores dietas para determinados objetivos finais – produção de carne, leite, entre outros.

REFERÊNCIAS

- BALANDRIN, M.F.; KLOCKE, J.A.; WURTELE, E.S.; BOLLINGER, W.H. Natural plant chemicals: sources of industrial and medicinal materials. **Science**, v. 228, n. 4704, p. 1154-1160, 1985.
- BENCHAAR, C.; CHAVES, A.V.; FRASER, G.R.; BEACHEMIN, K.A.; McALLISTER, T.A. Effects of essential oils and their components on in vitro rumen microbial fermentation. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 87, n. 3, p. 413-419, 2007.

- BERTO, D. A. **Levedura seca de destilaria de álcool de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de leitões em recria**. 1985. 132 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura - Luiz de Queiroz), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.
- BODAS, R.; PRIETO, N.; GARCIA=GONZÁLEZ, R.; ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F.J.; LÓPEZ, S. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, n. 1-4, p. 78-93, 2012.
- BONVEHI, J.S.; COLL, F.V.; JORDÁ, R.E. The composition, active components and bacteriostatic activity of propolis in dietetics. **Journal of American Oil Chemists Society**, v. 71, n. 5, p. 529-532, 1994.
- BREUKINK, E.; DE KRUIJFF, B. The lantibiotic nisin, a special case or not? **Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes**, v. 1462, n. 1-2, p. 223-234, 1999.
- BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.
- BURT, S. Essential Oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 233-253, 2004.
- CALLAWAY, T.R.; CARNEIRO DE MELO, A.M.S.; RUSSELL, J.B. The effect of nisin and monensin on ruminal fermentations in vitro. **Current Microbiology**, v. 35, n. 2, p. 90-96, 1997.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007.
- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in in vitro systems. **Journal Dairy Science**, v. 89, n. 7, p. 2649-2658, 2006.
- CASTRO-MONTOYA, J.; CAMPENEERE, S.; VAM RANST, G.; FIEVEZ, V. Interactions between methane mitigation additives and basal substrates on in vitro methane and VFA production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, n. 1-4, p. 47-60, 2012.
- CHAO, S.C.; YOUNG, D.G.; OBERG, C.J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, v. 12, n. 5, p. 639-649, 2000.
- CHAUCHEYRAS, F.; FONTY, G.; BERTIN, G.; GOUET, P. Effects of live *Saccharomyces cerevisiae* cells on zoospore germination, growth, and cellulolytic activity on the rumen anaerobic fungus, *Neocallimastix frontalis* MCH3. **Current Microbiology**, v. 31, n. 4, p. 201-205, 1997.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1813-1821, 2006.
- CIESLAK, A.; ZMORA, P.; PERS-KAMCZYK, E.; SZUMACHER-STRABEL, M. Effects of tannins source (*Vaccinium vitis idaea* L.) on rumen microbial fermentation in vivo. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, n. 1-4, p. 102-106, 2012.
- COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin Family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 43, n. 2, p. 145-192, 1979.
- COE, M.L.; NAGARAJA, T.G.; SUN, Y.D.; WALLACE, N.; TOWNW, E.G.; KEMP, K.E.; HUTCHESON, J.P. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentrate diet and during an induced acidosis. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 8, p. 2259-2268, 1999.
- COTTER, P.D.; ROSS, R.P.; HILL, C. Bacteriocins - a viable alternative to antibiotics? **Nature reviews. Microbiology**, v. 11, n. 2, p. 95-105, 2013.
- DE SOMER, P.; VAN DIJCK, P. A preliminary report on antibiotic number 899, a streptogramin-like substance. **Antibiotics Chemother**, v. 5, n. 11, p. 632-639, 1955.
- DIAS, A.O.C. **Quitosana em suplementos para bovinos em pastejo**. 2016. 38 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.
- Di GIAMBATTISTA, M.; CHINALI, G.; COCITO, C. The molecular basis of the inhibitory activities of type A and B synergimycins and related antibiotics on

- ribosomes. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 24, n. 4, p. 485-507, 1989.
- DORMAN, H.J.D.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal Applied Microbiology**, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000.
- DSCHAAK, C.M.; WILLIAMS, C.M.; HOLT, M.S.; EUN, J.S.; YOUNG, A.J.; MIN, B.R. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 94, n. 5, p. 2508-2519, 2011.
- FREITAS, J.A.; ANTONAGELO, R.O. RIBEIRO, J.L.; JOSLIN, M.; NOGUEIRA, S.R.P. Extrato etanólico de própolis na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 333-343, 2009.
- FRUTOS, P.; RASO, M.; HERVÁS, G.; MANTECÓN, Á.R. PÉREZ, V.; GIRÁLDEZ, F.J. Is there any detrimental effect when a chestnut hydrolysable tannin extract is included in the diet of finishing lambs? **Animal Research**, v. 53, n. 2, p. 127-136, 2004.
- FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 66, n. 5, p. 365-378, 1989.
- GERACI, J.I.; GARCIARENA, A.D.; GAGLIOSTRO, G.A.; BEACHEMIN, K.A.; COLOMBATTO, D. Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, n. 1-4, p. 123-130, 2012.
- GOIRI, I.; GARCIA-RODRIGUEZ, A.; OREGUI, L. M. Effects of chitosans on in vitro rumen digestion and fermentation of maize silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, n. 2-4, p. 276-287, 2009.
- GOMES-SILVA, M. **Influência de bacteriocinas e antibióticos sobre a fermentação ruminal, digestibilidade de fibra e produção de metano in vitro**. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- HAN, X.; YANG, Y.; YAN, H.; WANG, X.; QU, L.; CHEN, Y. Ruminal Bacterial Diversity of 80 to 110-Day-Old Goats Using 16S rRNA Sequencing. **PLoS One**, v. 10, n. 2, p. e0117811, 2015.
- HINO, T.; RUSSELL, J.B. Relative contributions of ruminal and protozoa to the degradation of protein in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 1, p. 261-270, 1986.
- IVAN, M.; KOENIG, K.M.; TEFEREDEGNE, B.; NEWBOLD, C.J.; ENTZ, T.; RODE, L.M.; IBRAHIM, M. Effects of the dietary *Enterolobium cyclocarpum* foliage on the population dynamics of rumen ciliate protozoa in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 52, n. 1-2, p. 81-91, 2004.
- KARABALIEV, M.; KOCHEV, V. Interaction of solid supported thin lipid films with saponin. **Sensors and Actuators B**, v. 88, n. 1, p. 101-105, 2003.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica de ruminantes**. Santa Maria, RS: UFSM, 2011. 216 p.
- KUMAR, A.B.V.; VARADARAJ, M.C.; GOWDA, L.R.; THARANATHAN, R.N. Characterization of chito-oligosaccharides prepared by chitosan analysis with the aid of papain and Pronase, and their bactericidal action against *Bacillus cereus* and *Escherichia coli*. **The Biochemical Journal**, v. 15, n. 391, p. 167-175, 2005.
- KUNG Jr., L.; WILLIAMS, P.; SCHMIDT, R.J.; HU, W. A blend of essential plant oils used as an additive to alter silage fermentation or used as a feed additive for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 91, n. 12, p. 4793-4800, 2008.
- LANNA, D.P.D.; FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O. Exigências nutricionais de gado de corte: o sistema NRC. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.138-67.
- LEE, S.S.; HA, J.K.; CHENG, K.J. Influence of anaerobic fungal culture administration on in vivo ruminal fermentation and nutrient digestion. **Animal Feed Science and Technology**, v. 88, n. 3-4, p. 201-217, 2000.
- LEE S.S.; HSU, J.T.; MANTOVANI, H.C.; RUSSEL, J.B. The effect of bovicin HC5, a bacteriocin from *Streptococcus bovis* HC5, on ruminal methane production in vitro. **FEMS Microbiology Letters**, v. 217, n. 1, p. 51-55, 2002.
- LEINMÜLLER E.; STEINGASS H.; MENKE K.H. Tannins in ruminant feedstuffs. **Biannual Collection of Recent German Contributions Concerning Development through Animal Research**, v. 33, p. 9-62, 1991.

- LI, W.; POWERS, W. Effects of saponin extracts on air emissions from steers. **Journal Animal Science**, v. 90, n. 11, p. 4001-4013, 2012.
- LIMA, J.R.; RIBON, A.D.OB.; RUSSEL, J.B.; MANTOVANI, H.C. Bovicin HC5 inhibits wasteful amino acid degradation by mixed ruminal bacteria in vitro. **FEMS Microbiology Letters**, v. 292, n. 1, p. 78-84, 2009.
- LIU, H.; VADDELLA, V.; ZHOU, D. Effects of chestnut tannins and coconut oil on growth performance, methane emission, ruminal fermentation, and microbial populations in sheep. **Journal Dairy Science**, v. 94, n. 12, p. 6069-6077, 2011.
- MAKKAR, H.P.S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v. 49, n. 3, p. 241-256, 2003.
- MANTOVANI, H.C.; HU, H.; WOROBO, R.W.; RUSSEL, J.B. Bovicin HC5, a bacteriocin from *Streptococcus bovis* HC5. **Microbiology**, v. 148, n. 11, p. 3347-3352, 2002.
- MANTOVANI, H.C.; CRUZ, A.M.O.; PAIVA, A.D. Bacteriocin activity and resistance in livestock pathogens. In: **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances**. A. Méndez-Vilas (Ed.). Formatex, 2011.
- MANTOVANI, H.C., BENTO, C.B.P. Manipulação da Fermentação microbiana ruminal para máxima eficiência animal. In: II SIMBOV – II SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE. 2013. **Anais...** Cuiabá, 2013. p.1-31.
- MANTOVANI, H.C.; RUSSELL, J.B. Bovicin HC5, a lantibiotic produced by *Streptococcus bovis* HC5, catalyzes the efflux of intracellular potassium but not ATP. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 52, n. 6, p. 2247-2249, 2008.
- MARCUCCI, M.C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. **Apidologie**, v. 26, n. 2, p. 83-99, 1995.
- MARTIN, A.S.; NISBET, D.J. Effect of direct-feed microbial on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 6, p. 1736-1744, 1992.
- McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILJINSON, J.I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, sup. p. 194-203, 2001.
- McNEILL, D.M.; OSBORNE, N.; KOMOLONG, M.K.; NANKERVIS, D. Condensed tannins in the Genus *Leucena* and their nutritional significance for ruminants. In: SHELTON, H. M. et al (Ed.). **Leucena-Adaptation quality and farming system**. (Ed.) Canberra: ACIAR, 1998. p. 205-214.
- McSWEENEY, C.A.; PALMER, B.; McNEILL, D.M.; KRAUSE, D. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n. 1-2, p. 83-93, 2001.
- MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. (ed.). **Nutrição de bovinos de corte – Fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2015. 176 p.
- MIN, B.R.; BARRY, T.N.; ATTWOOD, G.T.; McNABB, W.C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1-4, p. 3-19, 2003.
- MINGOTI, R.D. **Desempenho produtivo, digestão e metabolismo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes concentrações de quitosana nas dietas**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.
- MIRZOEVA, O.K.; GRISHANIN, R.N.; CALDER, P.C. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. **Microbiology Research**, v. 152, n. 3, p. 239-246, 1997.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Manipulation of ruminal fermentation, In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Eds). **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academy & professional, 1997. p.523.
- NAGARAJA, T.G.; TAYLOR, M.B. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 53, n. 7, p. 1620-1625, 1987.
- NES, I.F.; DIEP, D.B.; HOLO, H. Bacteriocin diversity in *Streptococcus* and *Enterococcus*. **Journal of Bacteriology**, v. 189, n. 4, p. 1189-1198, 2007.

- NEWBOLD, C.J.; HILLMAN, K. The effect of ciliate protozoa on the turnover of bacterial and fungal protein in the rumen of sheep. **Letters in Applied Microbiology**, v. 11, n. 2, p. 100-102, 1990.
- NEWBOLD, C.J.; WALLACE, R.J.; MCINTOSH, F.M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. **British Journal Nutrition**, v. 76, n. 2, p. 249-261, 1996.
- NEWBOLD, J. Proposed mechanisms for enzymes as modifiers of ruminal fermentation. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 16, 1997, Gainesville. Proceedings... Gainesville: 1997. p. 3-17.
- NO, H.K.; PARK, N.Y.; LEE, S.H.; MEYERS, S.P. Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights. **International Journal of Food Microbiology**, v. 74, n. 1-2, p. 65-72, 2002.
- OEZTUERK H.; EMRE B.; VEDAT S.; PISKIN I.; REHA F.U.I.; PEKCAN M. **M66-Nisin_Propolis.pdf**, 2010.
- OJEU. Regulation (EC) N° 1831/2003 of the European parliament and the council of 22 september 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of the European Union**, L268, p. 29-43, 2003. Disponível em: <<http://irmm.jrc.ec.europa.eu/SiteCollectionDocuments/EC-1831-2003.pdf>>. Acesso em: 25 jan 2024.
- OMS. A crescente ameaça da resistência antimicrobiana: Opções de ação. Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75389/3/OMS_IER_PSP_2012.2_por.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2024.
- ORTOLAN, J.H. **Efeito de aditivos no metabolismo ruminal e parâmetros sanguíneos**. 2010. 66 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010.
- PAGE, S.W. Mode of action. In: _____. **The role of enteric antibiotics in livestock production**, Cambera: Avcare Limited, 2003. p. 1-2, 2-14.
- PAIVA, A.D.; OLIVEIRA, M.D.; PAULA, S.O.; BARACAT-PEREIRA, M.C.; BREUKINK, E.; MANTOVANI, H.C. Toxicity of bovicin HC5 against mammalian cell lines and the role of cholesterol in bacteriocin activity. **Microbiology**, v. 158, p. 2851-2858, 2012.
- PARK Y.K.; ALENCAR, S.M.; SCAMPARINI, A.RP.; AGUIAR, C.L. Própolis produzida no sul do Brasil, Argentina e Uruguai: evidências fitoquímicas de sua origem vegetal. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 997-1003, 2002.
- PATRA, A.K.; SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, v. 71, n. 11-12, p. 1198-1222, 2010.
- PAULINO, F.D.G. Produtos da colmeia. In: SOUZA, D. C. (Ed.). **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. Brasília: SEBRAE, 2004. 187p.
- PERES, L.E.P. **Metabolismo Secundário**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. p. 1-10.
- PINTO, M.S. **Efeito antimicrobiano de própolis verde do Estado de Minas Gerais sobre bactérias isoladas do leite de vacas com mastite**. 2000. 92 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- POSSAMAI, A.P.S.; LALA, B.; PEREIRA, V.; GOMES, L.; SILVA, S. Modificadores da fermentação ruminal: uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 5 n. 2, p. 108-116, 2011.
- RAAFAT, D.; SAHL, H.G. Chitosan and its antimicrobial potential – a critical literature survey. **Microbial Biotechnology**, v. 2, n. 2, p. 186-201, 2009.
- REIS, R.A.; MORAES, J.A.S.; SIQUEIRA, G.R. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL 2, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP: CBNA, 2006. p. 1-40.
- REIS, R.A.; LARA, E.C.; RABELO, C.H.S. An overview about the role of silage inoculants in Brazil: a good strategy to improve the silage quality. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 52, 2015, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: SBZ, 2015a. p. 1-43.
- REIS, R.A.; LARA, E.C.; RABELO, C.H.S. Enzimas na nutrição de ruminantes. In: X CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2015, Teresina. **Anais...** Teresina, PI: SNPA, 2015b. p. 55-76.
- ROBERTS, G.A.F. **Chitin chemistry**. London: Mc Millan Press, 1992. p. 350.

- RUSSELL, J.B.; RYCHLIK, J.L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, v. 292, n. 5519, p. 1119–1122, 2001.
- SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v. 30, n. 12, p. 3875-3883, 1991.
- SENEL, S.; McCLURE, S.L. Potential applications of chitosan in veterinary medicine. **Advanced Drug Delivery Review**, v. 56, n. 10, p. 1467-1480, 2004.
- SFORCIN, J.M. **Própolis e imunidade**. São Paulo: Editora UNESP. 2009. p. 72.
- SILVA A.F. **Própolis: caracterização físico-química, atividade antimicrobiana e antioxidante**. 2009. 145 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- SIMIONI, L.C. **Utilização de probióticos na alimentação de ovelhas lactantes e cordeiros em fase crescimento**. 2010. 75 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2010.
- SOUZA, F.M.; LOPES, F.B.; EIFERT, E.D.C.; MAGNABOSCO, C.D.U.; COSTA, M.; BRUNES, L.C. (ed.). Extratos vegetais como moduladores da fermentação ruminal. Planaltina, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. 42 p.
- STRADIOTTI JR, D.; QUEIROZ, A.C.D.; LANA, R.D.P.; PACHECO, C.G.; EIFERT, E.D.C.; NUNES, P.M.M. Ação da própolis sobre a desaminação de aminoácidos e a fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1086-1092, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: _____. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, 2004, p. 309-334.
- VANDERHAEGHE, H.; PARMENTIER, G. The structure of factor S of *Staphylomycin*. **Journal of the American Chemical Society**, v. 82, n. 16, p. 4414-4422, 1960.
- WALLACE, R.J. Ruminant microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 11, p. 2992-3003, 1994.
- WANAPAT, M.; KANG, S.; POLYORACH, S. Development of feeding systems and strategies of supplementation to enhance rumen fermentation and ruminant production in the tropics. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2013.
- WANG, G.H. Inhibition and inactivation of five species of foodborne pathogens by chitosan. **Journal of Food Protection**, v. 55, n. 11, p. 916–919, 1992.
- WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. The Impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant productions: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 21, p. 8093-8105, 2005.

INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO E DO ARMAZENAMENTO NO PONTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

Thaís Caroline Engel*; Graciela Maiara Dalastra**; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho***; Juliana Cristina Kreutz****; Leila Alves Netto*****; Priscilla Guedes Gambale*****

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: agro-ambiente@hotmail.com.

** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

*** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

**** Mestre em química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: juli_cristinakreutz@hotmail.com.

***** Mestre em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: leilaalvesnetto@gmail.com.

***** Doutora em Ecologia de Ambientes aquáticos continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: priscillagambale@gmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 20 mar. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma cultura agrícola de destaque, impulsionando o setor tanto nacional quanto internacionalmente. Neste estudo, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes métodos de classificação de sementes de acordo com o grau de maturação e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja. A pesquisa foi conduzida no Laboratório Central da Lar Cooperativa Agroindustrial, localizado em Medianeira, Paraná. As sementes foram classificadas em três grupos (esverdeadas, normais e mistas) e armazenadas por períodos de 0, 15, 30 e 45 dias. Utilizamos um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com um esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições compostas por duzentas sementes cada. Os tratamentos foram avaliados por meio de testes de germinação e envelhecimento acelerado. Os resultados mostraram que as sementes mistas apresentaram a maior porcentagem de germinação após 15 dias de armazenamento, enquanto todas as sementes atenderam aos critérios de qualidade para germinação. Quanto ao vigor, não houve diferenças significativas entre os tipos de sementes e os períodos de armazenamento, com todas as porcentagens classificadas como muito altas. Em suma, os diferentes métodos de classificação e períodos de armazenamento tiveram pouca interferência na qualidade das sementes de soja testadas, sugerindo sua viabilidade para a comercialização e destacando a importância da qualidade fisiológica das sementes para o sucesso da lavoura

Palavras-chave: *Glycine max*; viabilidade de sementes; qualidade fisiológica; potencial germinativo.

ABSTRACT

Soybeans (*Glycine max* L. Merrill) are a major agricultural crop, driving the sector both nationally and internationally. In this study, the aim was to evaluate the effect of different seed classification methods according to the degree of ripeness and storage periods on the physiological quality of soybean seeds. The research was conducted at the Central Laboratory of Lar Cooperativa Agroindustrial, located in Medianeira, Paraná. The seeds were classified into three groups (greenish, normal and mixed) and stored for periods of 0, 15, 30 and 45 days. We used a completely randomized experimental design, with a 3 x 4 factorial scheme, with four replications made up of 200 seeds each. The results showed that the mixed seeds had the highest germination percentage after 15 days of storage, while all the seeds met the quality criteria for germination. As for vigor, there were no significant differences between seed types and storage periods, with all percentages classified as very high. In short, the different classification methods and storage periods had little effect on the quality of the soybean seeds tested, suggesting their viability for commercialization and highlighting the importance of the physiological quality of the seeds for the success of the crop.

Keywords: *Glycine max*; seed viability; physiological quality; germination potential.

Copyright © 2024, **Thais Caroline Engel; Graciela Maiara Dalastra; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Juliana Cristina Kreutz; Leila Alves Netto; Priscilla Guedes Gambale.** This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: ENGEL, Thais Caroline; DALASTRA, Graciela Maiara; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; KREUTZ, Juliana Cristina; NETTO, Leila Alves; GAMBALÉ, Priscilla Guedes. Influência da maturação e do armazenamento no potencial fisiológico de sementes de soja. **Iguazu Science**, São Miguel do Iguazu, v. 2, n. 3, p. 60-64, maio 2024.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) destaca-se como uma das principais leguminosas cultivadas tanto no Brasil quanto no mundo, sendo reconhecida pelo seu significativo crescimento nas últimas três décadas, impulsionado pela sua rentabilidade e potencial econômico no mercado nacional e internacional. No contexto brasileiro, a soja se destaca como a principal "commodity" (ANJOS; FROEHLICH; CALDAS, 2024).

Essa ascensão é evidenciada pela expansão significativa da cultura, ocupando cerca de 41 milhões de hectares (IBGE, 2023), o que resultou em uma produção estimada de 153 milhões de toneladas na safra 2022/2023, segundo informações da CONAB no mesmo ano. Esses números reforçam a importância econômica e agrícola da soja, consolidando-a como uma das principais culturas do país.

O aumento contínuo na produção e na capacidade da soja brasileira está intrinsecamente ligado aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias para a cultura (NEITZKE et al., 2024). Esse progresso tem sido alcançado por meio do avanço tecnológico e do aprimoramento do manejo, visando garantir o plantio com sementes de alta qualidade, resultando em lavouras com um bom "stand" e alta produtividade.

Contudo, aspectos essenciais da qualidade das sementes são determinantes para o sucesso da semeadura, destacando-se a pureza física e a capacidade de germinação como critérios indispensáveis, especialmente no que diz respeito à relação entre qualidade e vigor das sementes, bem como aos efeitos adversos causados por sementes verdes ou esverdeadas, que comprometem a qualidade fisiológica das sementes de soja (PELISSARI; COIMBRA, 2023).

A integridade física das sementes de soja é crucial para o seu desempenho eficaz no campo, influenciando diretamente na germinação e na emergência das plântulas. Assim, a obtenção de sementes com qualidade fisiológica, capazes de gerar plantas vigorosas e em quantidade adequada, é um requisito fundamental para o sucesso da lavoura (KRZYŻANOWSKI et al., 2020; MACÊDO et al., 2024). Sementes de alto vigor geralmente apresentam uma germinação mais rápida e uniforme, além de serem mais capazes de suportar as adversidades ambientais (MACÊDO et al., 2024).

Durante o período normal de maturação, ocorre uma redução na quantidade de clorofila nas sementes devido à ação de enzimas como a clorofilase e a magnésio-chelatase, responsáveis pela degradação da clorofila e, conseqüentemente, pela perda da coloração verde (TEIXEIRA et al., 2020; NUNES et al., 2023). Contudo, em condições climáticas quentes e secas nos estágios finais de maturação, a atividade dessas enzimas pode ser afetada (TAIZ et al., 2017). Isso pode levar à morte precoce da planta e à maturação forçada das sementes, resultando na incidência de sementes verdes ou esverdeadas (MARCOS FILHO, 2015).

Sementes com diferentes níveis de coloração verde podem apresentar altos índices de deterioração, resultando na redução da germinação, do vigor e da viabilidade dos lotes de soja com essas características (CRUZ et al., 2020; RISTAU et al., 2020; PELISSARI; COIMBRA, 2023).

Assim, a qualidade fisiológica das sementes desempenha um papel crucial no potencial produtivo e na comercialização da cultura, uma vez que a seleção de sementes com alto vigor e germinação adequada impacta diretamente no sucesso da safra. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes métodos de classificação de sementes de acordo com o grau de maturação e diferentes períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja.

METODOLOGIA

As sementes de soja utilizadas neste estudo foram gentilmente cedidas pela empresa Lar Cooperativa Agroindustrial - Unidade de Beneficiamento Xanxerê, localizada em Xanxerê, Santa Catarina. O material genético corresponde à cultivar NA 5909 RG, colhida na safra 2020/2021 na mesma cidade, sendo retidas em peneiras de 6,5 mm e classificadas como categoria S1.

O experimento foi realizado no Laboratório Central da Lar Cooperativa Agroindustrial, situado em Medianeira, Paraná. As coordenadas geográficas do local são 25° 16' 31" S e 54° 04' 15" O, com uma altitude de 412 metros.

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em um esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições compostas por duzentas sementes cada. O primeiro

fator consistiu em três métodos de separação de sementes: sementes esverdeadas, sementes normais (amarelas) e sementes mistas (sem separação). O segundo fator consistiu em quatro períodos de armazenamento (0, 15, 30 e 45 dias), durante os quais as amostras foram mantidas em uma sala de armazenamento com temperatura e umidade controladas.

O teste de germinação foi realizado com duzentas sementes, inicialmente condicionadas sobre tela de arame galvanizado, em camada única, dentro de caixas plásticas "gerbox", contendo 40 ml de água destilada, por um período de 24 horas ± 4 horas, em câmara de germinação tipo "Mangelsdorf", a uma temperatura de 25°C ± 2°C. Após esse período, as sementes foram divididas em quatro subamostras de cinquenta sementes cada e transferidas para quatro rolos de papel "germitest" previamente umedecido com água, em uma proporção de 2,5 vezes o seu peso, seguindo a metodologia descrita pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). As sementes foram então condicionadas novamente em câmara de germinação a 25°C ± 2°C, por um período de cinco dias. Após esse tempo, foi realizada a contagem de plântulas normais, anormais, firmes e mortas, calculando-se a porcentagem de plântulas normais

Para o teste de envelhecimento acelerado, foi adotado o método descrito por Krzyzanowski et al. (1999), onde duzentas sementes foram colocadas sobre tela de arame galvanizado, em camada única, dentro de caixas plásticas "gerbox", contendo 40 mL de água destilada. As amostras foram incubadas em BOD, a uma temperatura constante de 41°C, por um período de 24 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao mesmo procedimento utilizado no teste de germinação.

Posteriormente, as porcentagens de plântulas normais das sementes esverdeadas, normais e mistas foram contadas e computadas, e quinze plântulas foram selecionadas aleatoriamente de cada teste e tratamento (0, 15, 30 e 45 dias).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR, versão 5.8 (FERREIRA, 2019). Em casos de diferenças estatisticamente significativas, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, com um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável porcentagem de germinação (Tabela 1), observa-se uma interação significativa entre os tipos de sementes e os períodos de armazenamento.

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de soja de três estágios de maturação em relação aos períodos de armazenamento.

Tipos de Sementes	Germinação (%)			
	Período de armazenamento (dias)			
	0	15	30	45
Normais	96,0 Aa	89,5 Ba	92,0 Aa	93,5 Aa
Mistas	95,0 Aab	98,0 Aa	89,0 Ab	95,0 Aab
Esverdeadas	96,5 Aa	84,0 Bb	88,5 Ab	88,5 Ab

Fonte: Autores (2021).

No desdobramento dos tipos de sementes durante o período de armazenamento, observa-se que as sementes mistas apresentaram uma maior porcentagem de germinação após 15 dias de armazenamento, embora não tenham diferido estatisticamente dos dias 0 e 45. Para as sementes normais, não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes períodos de armazenamento, sendo estatisticamente equivalentes em todos os casos. Já para as sementes esverdeadas, a maior porcentagem de germinação foi registrada aos 0 dias de armazenamento, o armazenamento causou a redução de germinação das sementes esverdeadas.

Conforme preconizado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), a porcentagem mínima de germinação para que as sementes sejam consideradas de boa qualidade e aptas para comercialização é de 80% de plântulas normais. Dessa forma, todas as sementes avaliadas no presente estudo atenderam a esse critério de qualidade em relação à porcentagem de germinação.

Para o vigor, não foi observada interação entre os tipos de sementes e os períodos de armazenamento. Dessa forma, os efeitos foram analisados separadamente (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Vigor de três tipos de sementes da cultivar NA5909 RG.

Tipos de Sementes	Vigor (%)
Normais	94,62 a
Mistas	93,18 a
Esverdeadas	91,75 a

Fonte: Autores (2021).

Foi observada uma ligeira redução na qualidade das sementes nos tratamentos em que todas as sementes apresentavam tons de verde nos cotilédones, quando comparadas com as sementes normais e mistas.

A influência do vigor das sementes na retenção da clorofila é um aspecto crucial que afeta diretamente a qualidade e o desempenho das plantas (TAIZ et al., 2017). Segundo Marcos Filho (2015), o vigor das sementes desempenha um papel fundamental na preservação da clorofila, cuja retenção está

intimamente relacionada ao estágio de maturação das sementes. Além disso, estudos de Krzyzanowski et al. (2020), destacam que as condições em que as sementes podem ser submetidas durante o processo de secagem também influenciam significativamente

A presença da clorofila e alta umidade durante a etapa de maturação das sementes apresentam em alta concentração, mas a clorofila pode ser degradada naturalmente se as sementes forem secas lentamente à temperatura ambiente (PELLISSARI; COIMBRA, 2023). Portanto, é essencial garantir condições adequadas de secagem para preservar a integridade e a qualidade das sementes, o que contribui para o sucesso do processo germinativo e o desenvolvimento saudável das plantas.

De acordo com Teixeira et al. (2020), a presença de pigmentação verde nos cotilédones das sementes de soja está diretamente relacionada à sua viabilidade e vigor. Sementes esverdeadas apresentam menor qualidade fisiológica devido à maior deterioração, conforme observado pela porcentagem de sementes afetadas. A presença de clorofila parece ser um indicativo de deterioração, influenciando negativamente a qualidade das sementes de soja, comprometendo assim seu potencial germinativo e vigor.

Segundo os resultados de Cruz et al. (2021), a análise conjunta da cor do fruto e das características físicas das sementes emerge como um método eficaz para determinar a maturidade fisiológica das sementes de *Anadenanthera colubrina*. Essa abordagem destacou a importância da cor do fruto como um indicador confiável desse estágio crucial de desenvolvimento. A correlação entre a coloração dos frutos e a qualidade fisiológica das sementes sugere que a observação visual pode fornecer informações valiosas para orientar práticas de manejo e conservação dessa espécie. Esses resultados oferecem insights promissores para aprimorar estratégias de colheita e seleção de sementes, visando maximizar o sucesso reprodutivo e a preservação genética dessa importante planta.

De acordo com os resultados de Ristau et al. (2020), a maturidade fisiológica das sementes da espécie *Albizia hasslerii* está diretamente relacionada à coloração dos frutos durante a colheita. Sementes provenientes de frutos verdes demonstraram uma germinação e vigor significativamente inferiores, além de apresentarem teores elevados de água e menor matéria seca. Os pesquisadores concluíram que sementes com alto potencial fisiológico são encontradas em frutos com coloração 100% marrom, indicando seu completo amadurecimento. No entanto, eles observaram que a partir de 50% de coloração marrom, as sementes já podem ser colhidas com resultados satisfatórios, o que sugere um ponto de colheita mais flexível, facilitando o manejo e a produção dessa espécie vegetal. Essas descobertas são

cruciais para orientar práticas de coleta e conservação de sementes, visando melhorar a eficiência e o sucesso reprodutivo de *Albizia hasslerii* em ambientes naturais e cultivados.

Na legislação vigente, não há uma porcentagem mínima de vigor estabelecida para que as sementes de soja sejam consideradas de boa qualidade para comercialização (BRASIL, 2009). No entanto, no laboratório da Lar Cooperativa Agroindustrial, onde os testes foram conduzidos, adota-se o critério de que vigores inferiores a 74% são classificados como baixos e inviáveis para comercialização. Valores entre 75% e 84% são considerados médios, entre 85% e 89% são classificados como altos, e acima de 90% são considerados muito altos. Com base nessa escala, as porcentagens de vigor obtidas nos testes realizados foram classificadas como muito altas, indicando excelente qualidade e evidenciando que o esverdeamento presente nos tegumentos das sementes não afetou o potencial fisiológico delas nos períodos de armazenamento avaliados.

Na Tabela 3, são apresentados os dados de vigor para os diferentes períodos de armazenamento das sementes. Pode-se observar que não foram encontradas diferenças significativas entre as sementes testadas.

Tabela 3. Vigor de sementes de soja cultivar NA5909 RG, submetidas a diferentes dias de armazenamento.

Período de armazenamento (dias)	Vigor (%)
0	94,41 a
15	93,00 a
30	91,33 a
45	94,00 a

Fonte: Autores (2021).

Os períodos de armazenamento estudados não foram suficientes para causar danos ou perda de qualidade nas sementes e plântulas, sugerindo que, mesmo com o tegumento esverdeado, as sementes mantêm-se de boa qualidade.

Em um estudo anterior realizado por Zanatta et al. (2018), a cultivar 5909 apresentou um vigor de 93%. Comparando esse resultado com os obtidos neste trabalho (Tabela 2), verifica-se que os valores são semelhantes, o que sugere que as cultivares testadas são vigorosas.

Os resultados deste estudo atenderam aos critérios de qualidade para germinação estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Apesar do leve esverdeamento, não houve comprometimento significativo no vigor, com todas as porcentagens classificadas como muito altas. Não foram encontradas diferenças significativas no vigor entre os períodos de armazenamento, sugerindo que não causaram danos às sementes e plântulas. Futuros

estudos podem investigar outros aspectos da qualidade das sementes, como a influência de diferentes condições de armazenamento e técnicas de processamento, visando melhorar ainda mais a qualidade das sementes utilizadas na agricultura.

CONCLUSÕES

Os três tipos de sementes de soja da cultivar NA5909 RG, juntamente com o período de armazenamento utilizado, tiveram pouca interferência na qualidade e no potencial fisiológico do lote de sementes analisado. Os efeitos bióticos e abióticos, como o período de armazenamento, influenciaram minimamente na expressão máxima do potencial das sementes.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, F.S.; FROEHLICH, J.M.; CALDAS, N.V. Três mitos, três incômodas verdades sobre o agronegócio brasileiro. **Estudios Rurales**, v. 14, n. 29, p. 1-19, 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra Brasileira de Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 12 out. 2022.
- CRUZ, M.S.F.V.; MALAVASI, M.M.; RISTAU, A.C.P.; MALAVASI, U.C.; DRANSKI, J.A.L. Maturidade de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 515-532, 2021.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Área plantada de soja**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.
- KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.; MARCOS-FILHO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2ed. Londrina: ABRATES, 2020.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999, 218 p.
- MACÊDO, D.B.; OLIVEIRA, L.B.; OLIVEIRA, L.B.; CARVALHO, L.B.R.; CARVALHO, L.Z.S.R. Análise de qualidade fisiológica em cultivares de soja submetidas a testes de vigor. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 2, p. e3109-e3109, 2024.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.
- NEITZKE, T.R.; ROSA, R.; AMBROSANO, L.; SILVA, C.A.T.; SILVA, T.R.B. Análise de componentes agronômicos e suas correlações na cultura da soja. **Peer Review**, v. 6, n. 5, p. 281-296, 2024.
- NUNES, G.H.C.; MARTINS, A.B.N.; TUNES, L.V.M.; SILVA, T.A.; ALMEIDA, A.S.; PEREIRA, A.F.L.; TREMEA, M.C.; SOUZA, J.P.N. Sementes esverdeadas e qualidade de sementes de soja produzidas em campos de multiplicação com diferentes altitudes no sudoeste goiano. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 10, p. 23563-23581, 2023.
- PELLISSARI, F.; COIMBRA, R.C. Sementes de soja esverdeadas: causas e consequências na qualidade fisiológica. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 4, p. 86-93, 2023.
- RISTAU, A.C.P.; MALAVASI, M.M.; CRUZ, M.S.F.; MALAVASI, U.C.; DRANSKI, J.A.L. Momento de colheita de sementes de *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart em função da cor do fruto. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 556-564, 2020.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A.; OLIVEIRA, P.L.; MASTROBERTI, A.A.; DIVAN JUNIOR, A.M.; SANTARÉM, E.R.; MARIATH, J.E. A.; LIMA, J.C.; ASTARITA, L.V.; ROSA, L.M.G.; SANTOS, R.R. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TEIXEIRA, S.B.; SILVA, J.G.; MENEGUZZO, M.R.R.; MARTINS, A.B.N.; MENEGHELLO, G.E.; TUNES, L.V.M. Green soybean seeds: effect on physiological quality. **Ciência Rural**, v. 50, n. 2, p. e20180631, 2020.
- ZANATTA, T.P.; KULCZYNSKI, S.M.; DELLA LIBERA, D.; TESTA, V.; FONTANA, D.C.; WERNER, C.J.; BALLEEN, E.M. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em diferentes períodos de maturação. **Revista Cultivando o Saber**, v. 11, n. 1, p. 89-106, 2018.

CO-INOCULAÇÃO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA

Andre Alberton*, Graciela Maiara Dalastra**, Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho***; Max Sander Souto****; Franke Januário*****; Priscilla Guedes Gambale*****

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: andrealberton42@gmail.com.

** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

*** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

**** Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: max_souto@hotmail.com.

***** Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Assis Gurgacz (FAG). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: franksmi@hotmail.com.

***** Doutora em Ecologia de Ambientes aquáticos continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: priscillagambale@gmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 24 fev. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

O nitrogênio é o nutriente utilizado em maior quantidade pela cultura da soja. A coinoculação de sementes no momento da semeadura utilizando bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* é uma prática que vem sendo difundida, apresentando ótimos resultados suprindo a necessidade desse nutriente, porém, algumas dúvidas surgem em relação a influência da aplicação de nitrogênio na forma mineral na produtividade dessa leguminosa, neste sentido o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo da soja com a co-inoculação de sementes e a aplicação de ureia na fase reprodutiva da cultura. O trabalho foi realizado em uma propriedade rural na Linha São Francisco, interior da cidade de Medianeira PR, no ano agrícola 2021/22. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Os tratamentos foram: T1 - (sem inoculante); T2 - (sem inoculante, com aplicação em cobertura de N); T3 - (com inoculante); T4 - (com inoculante e com aplicação em cobertura de N), com 5 repetições. A dose padrão usada foi de 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (45% N). Aos 85 dias após a emergência foi avaliada a nodulação. Aos 120 dias foram aferidos os componentes de rendimento: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil sementes, e por fim obtendo a produtividade. Podemos concluir a importância da reinoculação em áreas já cultivadas pois os resultados mostram maior nodulação nos tratamentos coinoculados. Houve influência no peso de mil grãos onde os tratamentos com aplicação isolada de ureia e isolada de coinoculante expressaram resultado significativamente melhor que a testemunha, porém não influenciando a produtividade.

Palavras-chave: fixação biológica; mineral; *Glycine Max*.

ABSTRACT

Nitrogen is the nutrient used in greatest quantity by soybean crops. Coinoculation of seeds at the time of sowing using bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* is a practice that has been widespread, presenting excellent results in meeting the need for this nutrient, however, some doubts arise regarding the influence of nitrogen in mineral form on production of this legume, in this sense the present work aimed to evaluate the productive performance of soybeans with the coinoculation of seeds and the application of urea in the reproductive phase of the crop. The work was carried out on a rural property on linha São Francisco, in the interior of the city of Medianeira PR, in the 2021/22 agricultural year. The experimental design was in randomized blocks. The treatments were: T1 - (without inoculant); T2 - (without inoculant, with N top dressing application); T3 - (with inoculant); T4 - (with inoculant and N top dressing), with 5 repetitions. The standard dose used was 30 kg ha⁻¹ of N in the form of urea (45% N). At 85 days after emergence, nodulation was evaluated. At 120 days, the yield components were measured: number of

Pods per plant, number of grains per pod, weight of a thousand seeds, and finally obtaining productivity. We can conclude the importance of re-inoculation in already cultivated areas as the results show greater nodulation in coinoculated treatments. There was an influence on the weight of a thousand grains where the treatments with isolated application of urea and isolated application of coinoculant expressed significantly better results than the control, but did not influence productivity.

Keywords: biological fixation; mineral; *Glycine Max*.

Copyright © 2024, Andre Alberton; Graciela Maiara Dalastra; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Max Sander Souto; Franke Januário; Priscilla Guedes Gambale. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: ALBERTON, Andre; DALASTRA, Graciela Maiara; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; SOUTO, Max Sander; JANUÁRIO, Franke; GAMBALÉ, Priscilla Guedes. Co-inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio em cobertura no desempenho produtivo da soja. *Iguazu Science*, São Miguel do Iguacu, v. 2, n. 3, p. 65-69, maio 2024.

INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico mundial está exigindo cada vez mais o aumento na produção de alimentos para poder suprir as necessidades humanas. Desse modo, os países que possuem terras propícias ao cultivo de alimentos estão se destacando no mercado atual (MORAES, 2018).

O Brasil foi considerado o maior produtor de soja do mundo na safra 2020/2021 com uma área plantada de 38,502 milhões de hectares e uma produção total de 135,409 milhões de toneladas de acordo com EMBRAPA (2021). Sendo essa cultura de grande importância para a economia do país. De acordo com diversos pesquisadores a produção alcançada pelos produtores está muito abaixo do potencial genético da soja que pode alcançar 18 toneladas por hectare (TONATTO, 2020).

A produtividade não depende apenas do potencial genético, depende dos fatores climáticos, condição de solo, ataque de pragas, doenças, e condições nutricionais que acabam diminuindo a produtividade da cultura (VALE, 2017).

O nitrogênio (N) é o nutriente que a soja necessita em maior quantidade. Para Silva et al. (2011), a produção de uma tonelada do grão, são necessários proximadamente 80 kg de N. Deste, no momento da colheita são exportados aproximadamente 65% com o grão (DUARTE, 2007). A planta consegue esse nutriente por adubações nitrogenadas ou pelo processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) que é o modo mais viável para cultura, realizado por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (GUIMARÃES et al., 2021).

Segundo Santos et al. (2021) essas bactérias infectam o sistema radicular da planta formando nódulos, e através dessa associação a bactéria transforma nitrogênio da forma gasosa para a forma de amônio o qual é aproveitado pela planta. Se não houvesse essas bactérias simbióticas seria inviável a produção de soja pela quantia de adubo nitrogenado que teria de ser aplicado para alcançar uma produção razoável.

A soja possui uma alta demanda no mundo inteiro principalmente por ser matéria prima para produção de óleo vegetal e farelo de soja, fonte de proteína utilizado na formulação de rações para diversos animais. Desse modo, busca-se aumentar a produtividade na mesma área sem precisar desmatar, sendo também importante que sua qualidade acompanhe esse aumento, principalmente o teor de proteína que esta diretamente ligada com o seu rendimento na ração. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da soja com a co-inoculação de sementes e a aplicação de nitrogênio na fase reprodutiva da cultura.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma propriedade rural na Linha São Francisco, interior da cidade de Medianeira PR, compreendida pelas coordenadas geográficas 25°13'48,7"S e 54°06'11,0" O, no ano agrícola 2021/22. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2020), com teor de argila de 62,2%.

A camada inicial (0-20 cm) apresentou os seguintes valores de fertilidade: pH (CaCl₂) = 5,96; MO = 32,58 g dm⁻³; K⁺ = 0,61 cmolc dm⁻³; Ca⁺² = 6,09 cmolc dm⁻³; Mg⁺² = 2,92 cmolc dm⁻³; H⁺ = 3,97; H+Al = 3,97 cmolc dm⁻³; P = 9,4 mg dm⁻³; Cu = 4,36 mg dm⁻³; Zn = 4,59 mg dm⁻³; Fe = 28,09 mg dm⁻³; Mn = 142,23 mg dm⁻³ e com V = 70,79%.

Conforme a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfa – Clima Subtropical Úmido (Mesotérmico) Com média do mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes. Distribuindo-se pelo Norte, Centro, Oeste e Sudoeste do Estado, como também pelo vale do Rio Ribeira, com altitude média de 410 m. A precipitação média anual é superior a 1800 mm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Os tratamentos foram: T1 – (sem inoculante); T2 – (sem inoculante, com aplicação em cobertura de N); T3 – (com inoculante); T4 – (com inoculante e com aplicação em cobertura de N), todos

os tratamentos com 5 repetições. A dose padrão usada foi de 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (45% N).

As aplicações de N em cobertura foram feitas manualmente, a lanço, nas parcelas na fase fenológica reprodutiva R5. Cada parcela experimental foi composta por sete linhas de 8 metros, espaçadas entre si em 0,45 m. A área útil da parcela foi constituída pelas três linhas centrais descontando-se 0,50 m de cada extremidade da parcela, totalizando 9,45 m². A adubação de fundo à sementeira, foi realizada com aproximadamente 273 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 02-20-18 (N-P₂O₅-K₂O).

Foi utilizada a cultivar Monsoy 5947 IPRO, de hábito de crescimento indeterminado e porte ereto, com ciclo médio de 125 dias. Foram semeadas 9 sementes por metro linear almejando população final em torno de 170.000 plantas por hectare.

As sementes tratadas com Imidacloprid + Tiodicarbe 300 mL 100 kg⁻¹ (inseticida), Ipconazole + Tiram 200 mL 100 kg⁻¹ (fungicida). A co-inoculação usada na dose de 100 mL para cada 50 kg de semente, compostos por 2 estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079) e *Bradyrhizobium elkanii* (SEMIA 5019) na concentração de 5 x 10⁹ UFC mL⁻¹, e a dose de 50 ml para cada 50 kg de semente da estirpe de *Azospirillum brasiliense* (cepas AbV5 e AbV6). Os tratamentos fitossanitários para o controle de pragas e doenças foram realizados conforme a necessidade da cultura.

Aos 85 dias após a emergência foram coletadas 5 plantas representativas de cada parcela para ser contabilizado a nodulação. Aos 120 dias ocorreu a maturação fisiológica das plantas então foram colhidos 5 metros lineares, contendo 35 plantas equivalendo a 2,25 m² de cada parcela dos tratamentos e aferido os componentes de rendimento: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de mil sementes (PMS), e por fim obtendo a produtividade.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, seguida de teste Tukey (P<0,05), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

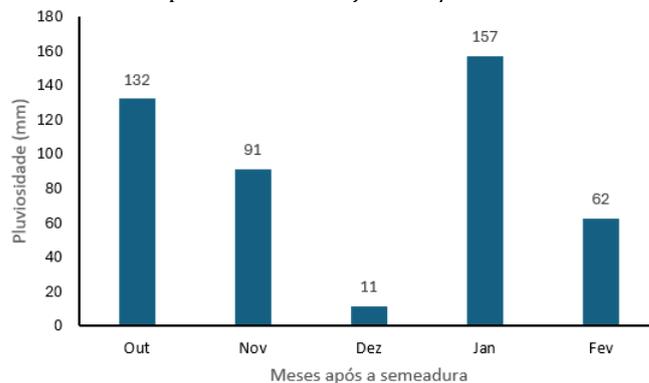
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi realizado a campo sob interferências bióticas e abióticas de um cultivo normal de soja da região, um fator determinante que teve grandes reflexos nos resultados quase comprometendo o experimento foi a ocorrência de uma estiagem no mês de Dezembro, na qual a cultura passou 30 dias sem precipitação, o regime pluviométrico durante o ciclo desse cultivo foi monitorado no local e é expressado na figura 1.

Os resultados obtidos nesse trabalho são demonstrados na Tabela 1 evidenciando se houve ou

não diferença estatística entre os tratamentos nas variáveis analisadas.

Figura 1. Regime pluviométrico durante a condução do experimento de soja 2021/2022.



Fonte: Autores (2022).

Tabela 1. Número de nodulos por planta (NOD), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de mil sementes (PMG) e produtividade (PROD), submetidas a co-inoculação de sementes e aplicação de N em cobertura na soja.

Tratamentos	NOD	NVP	NGV	PMG (g)	PROD (kg/ha ⁻¹)
T1*	21,80 b	25,92 a	2,64 a	104,00 b	918,00 a
T2	23,92 ab	26,40 a	2,63 a	116,00 a	1007,40 a
T3	27,04 ab	28,88 a	2,65 a	116,00 a	949,80 a
T4	30,08 a	31,04 a	2,67 a	112,00 ab	1036,80 a
CV (%)	15,17	17,72	2,65	5,59	13,4

*T1 - (sem inoculante); T2 - (sem inoculante, com aplicação em cobertura de N); T3 - (com inoculante); T4 - (com inoculante e com aplicação em cobertura de N)

Fonte: Autores (2022).

A variável NOD (Número de nodulos por planta) apresentou diferença estatística, onde o tratamento 4 que as plantas foram coinoculados com aplicação em cobertura de N, apresentou a maior nodulação nas raízes, propiciando assim um potencial maior de fixação biológica de nitrogênio, evidenciando a importância de se realizar a inoculação de sementes mesmo em áreas onde já se usa essa prática em safras anteriores e reforçando a pesquisa de Guimarães et al. (2021), realizando vários experimentos distribuídos nas regiões produtoras de soja brasileiras em que constata um incremento médio de 4,5% na produtividade em áreas onde é realizada a co-inoculação de sementes.

A variável NVP (Número de vagens por planta) não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. O que se observa é um baixo número de vagens por planta relaciona diretamente pelo fator abiótico seca. Floss (2011) em seu livro Fisiologia das plantas cultivadas aponta que a abscisão de flores e frutos esta correlacionada com o aumento do fitohormônio Ácido

abscísico na planta, produzido em maior quantidade quando a planta passa por estresse, responsável pelo fechamento estomático reduzindo a taxa fotossintética economizando água, sendo uma forma de sobrevivência da planta.

Em relação a variável NGV (Número de grãos por vagem) não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Analisando a variável PMG (Peso de mil sementes) constatamos que a testemunha tratamento 1 diferiu estatisticamente sendo menor que dos tratamentos 2 (aplicação de uréia) e o 3 (co-inoculação de sementes). O que podemos frisar a importância da co-inoculação de sementes, pois se equipara a aplicação de uréia porém sendo aproximadamente 10 vezes mais barato, no experimento o custo da co-inoculação foi de 35,80 reais por ha e a uréia teve um custo de 320,00 reais por ha.

A variável PROD (Produtividade kg/ha) não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. O que se observa são valores baixos, consequência principalmente de uma estiagem que atingiu a região comprometendo a produtividade, pois a água é essencial para o desenvolvimento da cultura, constituindo cerca de 90% do peso da planta atuando nos processos fisiológicos e bioquímicos, servindo de solvente para que os nutrientes e outras substâncias se movam na planta, tendo função de termorregulação, tendo uma necessidade de 7 a 8 mm/dia na fase reprodutiva (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

Segundo Bulegon et al. (2016), realizado um estudo com bactérias diazotróficas *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*, a planta de soja apresentou um potencial de crescimento vegetal, onde observou em seu estudo um resultado positivo em altura e massa seca satisfatórios, isto porque essas bactérias são capazes de fazer uma ótima fixação biológica de nitrogênio.

CONCLUSÕES

Houve influência no peso de mil grãos onde os tratamentos com aplicação isolada de uréia T2 e isolada de co-inoculante T3, expressaram resultado significativamente, porém não influenciou na produtividade final.

REFERÊNCIAS

- BULEGON, L.G.; RAMPIM, L.; KLEIN, J.; KESTRING, D.; GUIMARÃES, V.F.; BATTISTUS, A.G.; INAGAKI, A.M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Terra Latinoamericana**, v. 34, n. 2, p. 169-176, 2016.
- DUARTE, A.P.; CANTARELLA, H. Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha. In: Seminário nacional do milho safrinha: rumo a estabilidade, 2007, p. 44-61.
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em Números (safra 20/21)** Disponível em : <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> . Acesso em 15 de outubro de 2021.
- FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está atrás do que se vê**. 3.ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011.
- GUIMARÃES, V.F.; KLEIN, J.; KLEIN, D.K. Promoção de crescimento e solubilização de fosfato na cultura da soja: co-inoculação de sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e *Pseudomonas fluorescens*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e366101120078-e366101120078, 2021.
- MORAIS, A.F. **Estimativas de crescimento da demanda de mão de obra agropecuária no Brasil em 2030 diante da expansão do consumo de alimentos: uma análise via modelo de equilíbrio geral computável**. 2018. 170 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro Sócio-Econômico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SANTOS, A.F.; CORRÊA, B.O.; KLEIN, J.; BONO, J.A.M.; PEREIRA, L.P.; GUIMARÃES, V.F.; FERREIRA, M.B. Biometria e estado nutricional da cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) sob inoculação com *Bacillus subtilis* e *B. megaterium*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e53410515270-e53410515270, 2021.
- TONATTO, M. **Potencial de rendimento de cultivares modernas de soja na região sudoeste do Paraná**. 2020. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

VALE, N.K.A. Trajetória da produtividade da soja em função da variabilidade das chuvas no estado de Goiás. 2017. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

