

ADUBAÇÃO FOLIAR POTÁSSICA NA CULTURA DA SOJA

por

DANIELLA FARIAS DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde - GO
junho - 2024

ADUBAÇÃO FOLIAR POTÁSSICA NA CULTURA DA SOJA

por

DANIELLA FARIAS DA SILVA

Comitê de Orientação:

Prof. Dr.^a Daline Benites Bottega - IF Goiano, Campus Iporá

Prof. Dr.^a Silvia Sanielle Costa de Oliveira - IF Goiano, Campus Iporá

Rio Verde - GO
2024

ADUBAÇÃO FOLIAR POTÁSSICA NA CULTURA DA SOJA

por

DANIELLA FARIAS DA SILVA

Orientador: Prof.^a Dr.^a Daline Benites Bottega - IF Goiano
Examinadores: Prof.^a Dr.^a Silvia Sanielle Costa - IF Goiano
Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz - IFGoiano
Prof. Dr. Carlos Jorge da Silva - IFMT

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Daniella Farias da Silva

Título do trabalho:

Adubação Foliar Potássica na Cultura da Soja

Matrícula:

2022102331540007

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 28 /06 /2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

· Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

· Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

· Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Jussara - GO

Local

28 /06 /2024

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Prof. Dr. Daniel Renato Botelho - 036733
IF Goiano - Campus Uruaçu

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 54/2024 - GE-IP/CMPIPR/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº 71 (SETENTA E UM)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos dezenove dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e quatro, às 18:00 h (dezoito horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada de forma virtual, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de DANIELLA FARIAS DA SILVA, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof.a Dr.a Daline Benites Bottega, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora da Dissertação que, em 45 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Nome	Instituição	Situação no Programa
Daline Benites Bottega	IF Goiano – Campus Iporá	Presidente
Sihélio Júlio Silva Cruz	IF Goiano – Campus Iporá	Membro interno
Sílvia Sanielle Costa de Oliveira	IF Goiano – Campus Iporá	Membro interno
Carlos Jorge da Silva	Instituto Federal do Mato Grosso – Campus Campo Novo do Parecis	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Sihelio Julio Silva Cruz, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/06/2024 13:23:27.
- Carlos Jorge da Silva, Carlos Jorge da Silva - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (1), em 26/06/2024 14:55:34.
- Silvia Sanielle Costa de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/06/2024 16:28:56.
- Daline Benites Bottega, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/06/2024 16:25:15.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/06/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 610357
Código de Autenticação: dc47052b2d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Iporá
Av. Oeste, Parque União, 350, Parque União, IPORA / GO, CEP 76.200-000
(64) 3674-0400

DEDICATÓRIA

Dedico este presente trabalho ao meu amado filho, Lucas Fernandes Farias. Você é a luz que ilumina os meus dias e a inspiração que me move. Sua presença constante em minha vida é a força que me impulsiona a seguir em frente, mesmo nos momentos mais difíceis. Cada sorriso seu me dá a coragem para não desistir e a determinação para ser uma pessoa melhor a cada dia, tanto no âmbito pessoal quanto profissional. Que você saiba o quanto é amado e o quanto sua existência torna tudo mais significativo e belo. Com todo o meu amor e gratidão, dedico a você este trabalho, como símbolo do meu empenho e da minha vontade de construir um futuro melhor para nós.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por ter me sustentado até aqui, e por me confortar na certeza que continuará sempre ao meu lado em todas as decisões da minha vida, abençoando dando sabedoria.

Agradeço com muito amor no coração a minha família, pelo apoio e pela ajuda, principalmente aos meus pais, Joelma Côrtes da Silva Farias, Wemerson Farias do Carmo, ao meu filho Lucas Fernandes Farias, meu irmão Daniel Farias da Silva e minha cunhada Helloinny Monick Farias, vocês são minhas maiores inspirações de vida e meus maiores incentivadores.

Agradeço também de forma muito especial ao meu colega de trabalho e amigo Fyllipe Carvalho, por ter cedido a área para o experimento e por todo suporte, apoio e consideração durante a execução de todo trabalho. Que Deus retribua em dobro e que você consiga alcançar todos os seus objetivos.

Não posso deixar de mencionar e agradecer as demais pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente: Raiani (Nani), Vô Dete, Emaiara (Bim), Samara, Rosana, Sandro, Daline, Silvia, Sihelio, Amanda, Alarisse e meu pai Wemerson, obrigada de coração, vocês foram peças chaves para a conclusão deste trabalho.

Agradeço também a empresa em que trabalho Nutrien, por cederem o produto e acreditarem em mim, apoiando nas diversas etapas de todo o processo.

Por fim, mas não menos importante, agradeço ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde e Campus Iporá, que foram minhas grandes escolas e referências nesses últimos anos de aprendizado. Que vocês continuem formando grandes profissionais.

“A maior recompensa do nosso trabalho
não é o que nos pagam por ele, mas
aquilo em que ele nos transforma.”

John Ruskin

SUMÁRIO

1.0 Introdução.....	12
2.0 Referencial Teórico	14
2.1 A Cultura da Soja: Relevância no Brasil e no Mundo	14
2.2 Relevância da Soja no Brasil e o Papel do Vale do Araguaia	15
2.3 Adubação Foliar	16
2.4 Adubação Foliar Potássica (K).....	18
3.0 Material e Métodos	20
4.0 Resultados e Discussão.....	28
5.0 Conclusão	43
6.0 Referências Bibliográficas	43

Lista de Figuras

Figura 1- Plantio realizado na fazenda em que o experimento foi instalado	21
Figura 2- Planta de soja em R4 e no momento da aplicação do adubo foliar potássico ..	22
Figura 3- Aplicação do adubo foliar potássico com o uso de um pulverizador manual costal	23
Figura 4- Colheita manual da área experimental.....	24
Figura 5- Sojas já colhidas e armazenadas em saco plástico, com identificação de cada tratamento.....	24
Figura 6 - Contagem de grãos e pesagem de 100 grãos em balança digital de precisão.	25
Figura 7- Grãos em estufa para determinação do teor de água de umidade.....	26
Figura 8 - Peneira de 4,75 mm sendo utilizada para avaliação da porcentagem de grãos retidos	27
Figura 9- Pesagem de grãos após passagem na peneira	28

Lista de Tabelas

Tabela 1- Doses recomendadas e doses aplicadas do produto para 1 e 0,001 hectares respectivamente, após cálculo.	23
Tabela 2- Número médio do teor de água (TA), grãos retidos na peneira (GRP) de 4,75 mm, grãos não retidos na peneira (GNRP) de 4,75 mm, massa de mil grãos (MMG), produtividade total (PT), obtidos a partir da avaliação de diferentes tratamentos com uso do adubo foliar potássico (K ₂ O: 32,5; N:2,6 %).	29

ADUBAÇÃO FOLIAR POTÁSSICA NA CULTURA DA SOJA

por

DANIELLA FARIAS DA SILVA

Sob Orientação da Professora Dr^a. Daline Benites Bottega - IF Goiano Campus Iporá

RESUMO: A adubação foliar com potássio foi avaliada quanto à produtividade e qualidade dos grãos de soja, além de uma análise econômica comparativa dos custos e benefícios dessa prática. O objetivo principal foi determinar a eficiência dos diferentes tratamentos de adubação foliar no aumento da massa de mil grãos (MMG), teor de água (TA), e produtividade total (PT) da soja, além de verificar a viabilidade econômica da utilização desses insumos. A metodologia consistiu em um experimento de campo, realizado em uma área de 100 hectares, e foram aplicados seis tratamentos com diferentes dosagens de adubo foliar potássico. Os dados foram coletados e analisados utilizando análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey para comparação das médias. Adicionalmente, foi realizada uma avaliação econômica dos custos e benefícios, considerando o preço líquido do grão de soja a R\$ 110,00 por saca. Os resultados indicaram que os tratamentos com 1,0 l/ha e 2,0 l/ha de adubo foliar potássico proporcionaram os maiores incrementos no MMG e PT, com valores de 15,57 g e 17,19 g, e 1621,5 kg/ha e 1738,0 kg/ha, respectivamente. A análise econômica demonstrou que, mesmo com os custos adicionais dos insumos, os aumentos na produtividade resultaram em retornos financeiros positivos, especialmente no tratamento de 2,0 l/ha, que gerou uma receita líquida significativa. A adubação foliar potássica não apenas melhora a produtividade e a qualidade dos grãos de soja, mas é uma prática economicamente viável. Conclui-se que a adoção dessa técnica pode beneficiar os produtores, recomendando-se ajustes nas dosagens conforme as condições específicas de cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: Adubo foliar potássico. Produtividade da soja. Análise econômica. Qualidade dos grãos. Manejo nutricional.

POTASSIUM FOLIAR FERTILIZATION IN SOYBEAN CULTIVATION

por

DANIELLA FARIAS DA SILVA

Sob Orientação da Professora Dr^a. Daline Benites Bottega - IF Goiano Campus Iporá

ABSTRACT: Potassium foliar fertilization was evaluated considering its impact on soybean grain yield and quality, along with a comparative economic analysis of the costs and benefits of this practice. The main objective was to determine the efficiency of different foliar fertilization treatments in increasing the thousand-grain weight (TGW), water content (WC), and total yield (TY) of soybeans, as well as to verify the economic viability of using these inputs. The methodology consisted of a field experiment carried out on a 100-hectare area, and six treatments with different doses of foliar potassium fertilizer were applied. Data were collected and analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test for mean comparisons. Additionally, an economic evaluation of the costs and benefits was performed, considering the net price of soybean grain at R\$ 110.00 per sack. The results indicated that treatments with 1.0 l/ha and 2.0 l/ha of foliar potassium fertilizer provided the greatest increases in TGW and TY, with values of 15.57 g and 17.19 g, and 1621.5 kg/ha and 1738.0 kg/ha, respectively. The economic analysis demonstrated that, despite the additional costs of inputs, the increases in productivity resulted in positive financial returns, especially in the 2.0 l/ha treatment, which generated significant net revenue. The results highlighted that foliar potassium fertilization not only improves the productivity and quality of soybean grains but is an economically viable practice. It is concluded that the adoption of this technique can benefit producers, with adjustments in dosages recommended according to specific cultivation conditions.

KEYWORDS: Foliar potassium fertilizer. Soybean productivity. Economic analysis. Grain quality. Nutritional management.

1.0 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.), é uma planta de porte herbáceo pertence à família das Fabaceae, produzindo nas vagens sementes com altos teores de óleo (20%) e proteína (40%), caracterizando grande interesse comercial pela cultura (VELLO; SILVA, 2006). A espécie é cultivada fortemente em todas as regiões do Brasil, tornando-a uma das mais importantes no país, economicamente, fato recorrente dos diferentes usos, desde a alimentação humana e animal, até para fins industriais (Bueno, 2019).

A soja é capaz de desenvolver em inúmeros climas, apresentando algumas produtividades médias superiores à soja norte-americana (Campos & De Menezes, 2016). Porém, embora seja uma cultura amplamente difundida no mundo, o sucesso do cultivo depende de diferentes fatores como temperatura, pluviosidade, qualidade dos solos, incidência de pragas e doenças, nutrição, genética, entre outros (Kotz, 2018).

Segundo Souza (2020), outros fatores contribuem para o desenvolvimento da cultura de soja no Cerrado Goiano, que são as boas condições de solo, regime de chuvas demasiadamente favorável, o custo da terra, rotas de via de acesso para o processo de comunicação e urbanização. Em condições ideais e de chuvas equilibradas, as lavouras desempenham altas produtividades, mas com atenção a dois fatores que devem ser considerados, já que podem ser desfavoráveis à produção: que é a estiagem e o excesso de precipitação (Leitão *et al.*, 2017).

No noroeste do estado de Goiás, mais precisamente na região considerada como Vale do Araguaia, a adubação foliar entra como uma alternativa eficiente para minimizar os impactos do estresse hídrico, devolvendo de certa forma o potencial produtivo da cultura (Silva *et al.*, 2020). A aplicação de nutrientes via foliar suplementa com os elementos necessários às plantas, mantendo a taxa de fotossíntese por tempo maior, além de assegurar outros benefícios (Chiochetta Junior, 2020). Essa prática de adubação destina-se não somente a reduzir os

problemas provocados pela deficiência, mas, possivelmente fornece os nutrientes específicos e necessários para cada fase da cultura, uma vez que eles podem estar com a disponibilidade reduzida no solo ou até mesmo a falta (Coelho, 2018).

A soja é extremamente exigente e eficiente em absorver e utilizar os nutrientes presentes no solo, principalmente o nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e enxofre (S) (Silva *et al.* 2017), por isso, a adubação adequada dos solos é tão importante, uma vez que para desempenhar o potencial produtivo, demanda de adubação equilibrada, e doses em quantidade e qualidade adequadas (Coelho, 2018).

O potássio (K) de maneira especial, apresenta baixa disponibilidade nos solos brasileiros, e por ser um elemento de suma importância para as plantas, e não somente à soja, a reposição deve compensar a perda nos solos (De Brito *et al.*, 2019). Em culturas anuais, como no caso da soja, a adubação potássica é feita no plantio, em cobertura ou ambos (De Brito *et al.*, 2019). Este nutriente tem como uma das principais funções a ativação de sistemas enzimáticos nas plantas, afetando diretamente o processo de respiração e fotossíntese, quando avaliado as condições fisiológicas (Taiz *et al.* 2017), relacionando diretamente com a abertura e fechamento dos estômatos (Novais *et al.* 2007).

Neste sentido a Loveland, uma marca própria da Nutrien, com sua linha de adubos foliares tornou-se referência mundial em agrotecnologia e inovação. Para suprir a demanda dos produtores, desenvolveu um fertilizante potássico complexado por acetato para aplicação via foliar, corrigindo as deficiências nutricionais, e propondo, de forma geral, melhora no processo de maturação e produtividade das lavouras (Loveland, 2022).

Deste modo, o presente trabalho tem por finalidade avaliar o desempenho do produto em diferentes doses, para validar a porção ideal de aplicação com base nos resultados obtidos a campo, considerando também o custo de produção para uma análise econômico-financeira.

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Cultura da Soja: Relevância no Brasil e no Mundo

A soja cultivada, cientificamente conhecida como *Glycine max (L.) Merrill*, é uma planta herbácea que se destaca pelo rápido ciclo de desenvolvimento, completando-o entre 100 e 150 dias (Gazzoni, 1995). O fruto da soja é um legume, popularmente chamado de vagem, que contém as sementes ou grãos de soja (Gazzoni, 1995).

Durante o processo de maturação, as vagens da soja apresentam comprimento que varia de 2 a 7 cm e largura de 1 a 2 cm (Silveira, Conte & Mesquita, 2022). Os grãos de soja são geralmente esféricos, embora possam apresentar formas ligeiramente alongadas ou ovaladas (Silveira, Conte & Mesquita, 2022). O peso médio de 100 grãos de soja varia entre 10 e 20 gramas, podendo atingir até 40 gramas em alguns casos, dependendo das condições de cultivo e da variedade da planta (Silveira, Conte & Mesquita, 2022).

A soja é uma das principais culturas agrícolas do mundo por causa da versatilidade e importância econômica (Gazzoni, 1995; Sousa, 2021). Utilizada para a produção de óleo vegetal, como fonte de proteína na alimentação animal e humana, a soja é uma commodity crucial para a indústria alimentícia global (Gazzoni, 1995; Sousa, 2021). Além disso, a planta contribui para a rotação de culturas e a fixação de nitrogênio no solo, beneficiando a sustentabilidade agrícola (Gazzoni, 1995; Sousa, 2021).

Globalmente, os maiores produtores de soja são os Estados Unidos, o Brasil e a Argentina, que juntos dominam o mercado de exportação (Umbelino, 2021; Sousa, 2021). O crescimento da demanda mundial por soja é impulsionado principalmente pelo aumento do consumo de carne, dado que a soja é a principal fonte de proteína para a alimentação de animais de corte, como suínos e aves (Umbelino, 2021; Sousa, 2021). Além disso, a soja também tem papel importante no mercado de óleos vegetais, competindo com o óleo de palma, canola e outros

(Umbelino, 2021; Sousa, 2021).

Assim, a soja tem impacto significativo nas políticas agrícolas e comerciais, influenciando acordos comerciais e estratégias de desenvolvimento sustentável (Umbelino, 2021; Sousa, 2021). A soja, portanto, não apenas é uma planta de rápido crescimento e alto rendimento, mas, também desempenha papel essencial no desenvolvimento econômico e na sustentabilidade ambiental das regiões produtoras (Umbelino, 2021; Sousa, 2021).

2.2 Relevância da Soja no Brasil e o Papel do Vale do Araguaia

A soja é uma leguminosa de grande relevância agrícola e econômica no mundo, sendo um dos principais cultivos de grãos globais (Silveira, Conte & Mesquita, 2022). A importância ocorre pela versatilidade de uso, que inclui a produção de óleo vegetal, proteína para alimentação animal e humana, além de biocombustíveis (Silveira, Conte & Mesquita, 2022). A soja é um componente crucial na cadeia alimentar mundial, sendo um alimento básico em muitas culturas e um insumo essencial para a indústria de rações (Silveira, Conte & Mesquita, 2022).

O Brasil é o segundo maior produtor e exportador de soja do mundo, tendo superado os Estados Unidos em algumas safras recentes (Silveira, Conte & Mesquita, 2022). A soja é uma das principais commodities agrícolas do país, desempenhando papel vital na economia brasileira (Silveira, Conte & Mesquita, 2022). A produção de soja no Brasil é responsável por grande parte das receitas de exportação e gera milhões de empregos diretos e indiretos no setor agrícola (Silveira, Conte & Mesquita, 2022).

Uma das regiões emergentes na produção de soja no Brasil é o Vale do Araguaia, que se destaca pela expansão agrícola recente e pelo uso de tecnologias modernas de cultivo (Demambro *et al.*, 2017; Quinquilo, 2016). Localizada na região central do Brasil, abrangendo partes dos estados de Mato Grosso e Goiás, o Vale do Araguaia tem se beneficiado de

investimentos em infraestrutura e pesquisa agrícola, que possibilitaram a ampliação das áreas cultivadas e o aumento da produtividade (Demambro *et al.*, 2017; Quinquilo, 2016).

A região do Vale do Araguaia tem se destacado no cenário agrícola brasileiro pela significativa expansão das áreas de cultivo e pela adoção de tecnologias avançadas que aumentam a produtividade (Demambro *et al.*, 2017; Quinquilo, 2016). A produção de soja no Vale do Araguaia, por exemplo, é impulsionada pela fertilidade do solo, condições climáticas favoráveis e melhorias na infraestrutura de transporte, facilitando o escoamento da produção para os mercados nacionais e internacionais (Demambro *et al.*, 2017; Quinquilo, 2016).

A participação do Vale do Araguaia na produção de soja é significativa por várias razões. Primeiramente, a região tem grandes áreas disponíveis para o cultivo, com solos férteis e condições climáticas favoráveis que permitem a produção em larga escala (Costa *et al.*, 2015). Além disso, o uso de tecnologias avançadas, como a agricultura de precisão e a biotecnologia, tem aumentado a eficiência e a sustentabilidade da produção de soja na região (Costa *et al.*, 2015). Outro fator importante é a integração logística: melhorias na infraestrutura de transporte, incluindo estradas e ferrovias, facilitaram o escoamento da produção para os principais portos de exportação, reduzindo custos e aumentando a competitividade (Costa *et al.*, 2015).

O Vale do Araguaia, portanto, desempenha papel estratégico no aumento da produção brasileira de soja, contribuindo para o fortalecimento do país como um líder global no mercado de soja (Costa *et al.*, 2015). A região também enfrenta desafios, como a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis para minimizar o impacto ambiental, mas seu potencial de crescimento continua a ser uma força motriz na economia agrícola do Brasil (Costa *et al.*, 2015).

2.3 Adubação Foliar

A adubação foliar é uma técnica agrícola que envolve a aplicação de nutrientes diretamente sobre as folhas das plantas, permitindo que essas assimilem os nutrientes por meio

da superfície foliar (Nachtigall *et al.*, 2010; Nicchio *et al.*, 2020). Embora não substitua a adubação convencional via solo, em que os nutrientes são absorvidos pelas raízes, a adubação foliar serve como complemento importante, garantindo que as plantas recebam a nutrição necessária (Nachtigall *et al.*, 2010; Nicchio *et al.*, 2020).

A importância da adubação foliar reside na capacidade de proporcionar nutrientes em períodos críticos de crescimento das plantas, quando a demanda por certos nutrientes pode ser excepcionalmente alta (Nachtigall *et al.*, 2010; Nicchio *et al.*, 2020). Além disso, esta técnica é particularmente útil em situações que o solo apresenta condições adversas que comprometem a absorção de nutrientes pelas raízes, tais como pH desfavorável, compactação do solo ou presença de patógenos (Nachtigall *et al.*, 2010; Nicchio *et al.*, 2020).

A adubação foliar permite a correção rápida e eficaz de deficiências nutricionais específicas, contribuindo para o aumento dos rendimentos e a melhoria da qualidade da produção agrícola (Nachtigall *et al.*, 2010; Nicchio *et al.*, 2020). Portanto, constitui uma ferramenta estratégica em programas de manejo nutricional que visam maximizar a produtividade e a saúde das plantas (Nachtigall *et al.*, 2010; Nicchio *et al.*, 2020).

A realização da adubação foliar ocorre pela pulverização de soluções nutritivas diretamente sobre as folhas das plantas (Dos Santos *et al.*, 2021; Nachtigall *et al.*, 2010). A adoção dessa técnica é indicada em situações específicas, como no fornecimento de baixas quantidades de nutrientes, sendo ideal para a aplicação de micronutrientes necessários em quantidades muito pequenas e podem ser aplicados de forma uniforme (Dos Santos *et al.*, 2021; Nachtigall *et al.*, 2010).

A adubação foliar permite distribuição homogênea de nutrientes, especialmente quando as quantidades a serem aplicadas são reduzidas (Dos Santos *et al.*, 2021; Nachtigall *et al.*, 2010). Ademais, ao evitar o contato dos nutrientes com o solo, reduz-se o risco de reações químicas adversas que poderiam diminuir a disponibilidade dos nutrientes para as plantas (Dos Santos *et*

al., 2021; Nachtigall *et al.*, 2010). A adubação foliar apresenta alta eficiência na utilização dos nutrientes aplicados, uma vez que estes são absorvidos diretamente pelas folhas e utilizados rapidamente pelas plantas (Dos Santos *et al.*, 2021; Nachtigall *et al.*, 2010).

Os princípios fisiológicos que governam o transporte dos nutrientes absorvidos pelas folhas são análogos aos envolvidos na absorção pelas raízes, contudo, com algumas diferenças notáveis (Dos Santos *et al.*, 2021; Nachtigall *et al.*, 2010). O tempo e a forma de deslocamento dos nutrientes aplicados foliarmente para os demais órgãos da planta podem variar, assim como a mobilidade dos diferentes nutrientes através do floema (Dos Santos *et al.*, 2021; Nachtigall *et al.*, 2010).

Deste modo, a adubação foliar é uma técnica complementar valiosa para programas de adubação, essencial para atender às necessidades nutricionais específicas, melhorar a produtividade e a qualidade das colheitas, especialmente em condições que a absorção de nutrientes pelo solo é limitada (Dos Santos *et al.*, 2021; Nachtigall *et al.*, 2010). A aplicação foliar de nutrientes é, portanto, uma prática agrônômica que desempenha papel crucial na maximização do rendimento das culturas e na garantia de uma produção agrícola sustentável e eficiente (Dos Santos *et al.*, 2021; Nachtigall *et al.*, 2010).

2.4 Adubação Foliar Potássica (K)

A adubação foliar potássica consiste na aplicação de soluções contendo potássio diretamente sobre as folhas das plantas, complementando a adubação convencional via solo, fornecendo potássio de forma rápida e eficiente, especialmente em situações em que a absorção radicular é limitada ou o solo apresenta baixa disponibilidade do nutriente (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). A produtividade, eficiência e lucratividade são aspectos cruciais na cultura da soja, devendo sempre buscar a sustentabilidade dos processos produtivos (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010).

O potássio (K) é um dos nutrientes mais exigidos pela soja, desempenhando papéis vitais na fisiologia da planta (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). Ele é o segundo elemento mais extraído pela cultura da soja, sendo essencial para mais de 60 enzimas envolvidas em processos bioquímicos críticos (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010).

Os fertilizantes representam significativo percentual do custo de produção da soja, variando de 20 a 30%, dependendo do nível tecnológico do produtor, segundo dados da Embrapa Agropecuária Oeste (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). A adubação foliar, portanto, é uma estratégia valiosa para aumentar a eficiência do uso de nutrientes e potencializar a produtividade (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). Em solos tropicais brasileiros, em que a concentração de potássio é frequentemente baixa, a aplicação foliar de potássio pode ser particularmente benéfica (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010).

O potássio é fundamental na regulação osmótica das plantas, promovendo a abertura dos estômatos ao aumentar o potencial osmótico das células-guardas (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). Facilitando a absorção de água e a manutenção do turgor celular, essencial para a fotossíntese eficiente (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023). Em condições de deficiência de potássio, o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos é comprometido, reduzindo a fotossíntese e levando ao acúmulo de elétrons excedentes (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023). Esses elétrons são desviados para a produção de espécies reativas de oxigênio, aumentando a produção de radicais livres e causando estresse oxidativo nas plantas (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010).

A aplicação foliar de potássio é realizada através da pulverização de soluções nutritivas diretamente sobre as folhas das plantas (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). No mercado, existem inúmeros produtos comerciais contendo macro e micronutrientes,

e a utilização de adubação foliar tem aumentado nos últimos anos (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). Resultados experimentais mostram variabilidade na resposta da soja à adubação foliar, mas, muitos produtores adotam essa prática visando aumentos na produtividade e redução do custo relativo de produção (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010).

A adubação foliar potássica deve ser utilizada em momentos críticos de crescimento da planta ou em situações em que a nutrição via solo é inadequada (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). Os benefícios incluem a correção rápida de deficiências nutricionais, melhoria na eficiência do uso de nutrientes e potencial aumento na produtividade e qualidade da produção (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). No entanto, é crucial monitorar e manejar adequadamente a adubação foliar para evitar excessos e garantir que os nutrientes aplicados sejam efetivamente absorvidos e utilizados pelas plantas (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010).

Assim, a adubação foliar potássica é uma técnica complementar essencial na cultura da soja, contribuindo significativamente para a nutrição das plantas e a sustentabilidade dos sistemas de produção (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010). A sua correta aplicação pode resultar em plantas mais saudáveis, maiores rendimentos e melhor qualidade dos grãos de soja, posicionando-se como uma prática agrônômica de grande valor para os produtores (Embrapa, 2023; Quirino *et al.*, 2023; Nachtigall *et al.*, 2010).

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Água Santa, em área comercial no município de Jussara - GO, com as coordenadas em -15.48174 Sul; - 50.57540 Oeste, apresentando altitude de 360 metros, em solo predominante e classificado como Cambissolo, em região de clima tropical com incidência de chuvas no verão. Na área em questão, não foi realizada uma análise de solo prévia, visto que se trata de uma área em segundo ano de plantio. A coleta de solo para

análises foi realizada recentemente, porém, até o momento da redação deste projeto, os dados resultantes dessas análises ainda não estavam disponíveis.

O plantio foi realizado no dia 20 de novembro de 2023 (Figura 1), de forma mecanizada em área corrigida com o sistema de manejo já determinado rotineiramente na fazenda. A área experimental foi definida e delimitada em 10 metros quadrados (2x5 m) para cada tratamento, considerando o espaçamento de 45 centímetros entre linhas.

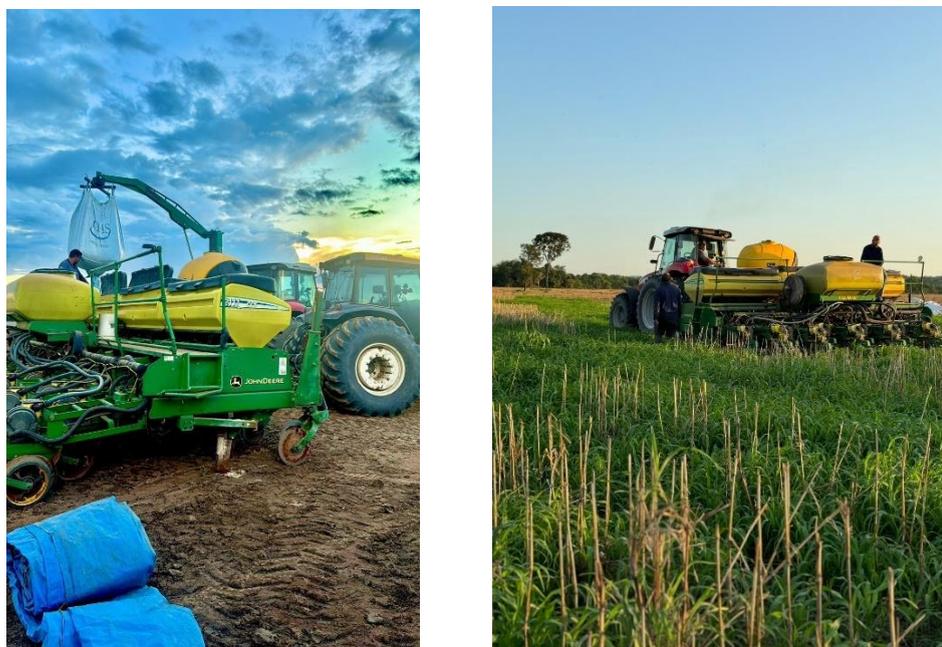


Figura 1- Plantio realizado na fazenda em que o experimento foi instalado.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 tratamentos, sendo estes tratamentos compostos por 6 doses (zero; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5 L há⁻¹) com 4 repetições, totalizando 24 amostras. A semente utilizada foi a cultivar Olimpo, de ciclo médio, alto potencial produtivo, hábito de crescimento indeterminado, e uma cultivar de bom desempenho para a região. A aplicação do fertilizante foliar ocorreu em R4 (Figura 2), no dia 05 de fevereiro de 2024, momento que as vagens apresentam-se completamente desenvolvidas e com foco, a partir deste momento, para enchimento dos grãos. Este estágio de desenvolvimento é de grande relevância para a cultura da soja, uma vez que define os componentes de rendimento, como o

próprio peso dos grãos, fator este de extrema relevância no momento da comercialização do grão. Desta forma, a reposição de nutrientes via foliar torna-se uma alternativa significativa para que a qualidade nutricional da planta não interfira na produtividade final.



Figura 2- Planta de soja em R4 e no momento da aplicação do adubo foliar potássico.

A adubação foliar potássica é uma técnica eficiente para fornecer nutrientes essenciais diretamente às plantas, garantindo rápida absorção e correção de deficiências nutricionais. A aplicação com pulverizador manual costal é uma forma prática e econômica de realizar essa tarefa, especialmente em pequenas propriedades e cultivos diversificados. Para aplicação uniforme do produto, foi utilizado um pulverizador manual costal de 5 L (Figura 3).



Figura 3- Aplicação do adubo foliar potássico com o uso de pulverizador manual costal.

Para o cálculo de produto aplicado, visto que a área total de cada tratamento foi de 10 m², foi feito seguindo regra de três, considerando as doses recomendadas (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 L há⁻¹). Sendo assim, foram obtidos respectivamente, conforme tabela 1 abaixo:

Tabela 1- Doses recomendadas e doses aplicadas do produto para 1 e 0,001 hectares respectivamente, após cálculo.

Dose Recomendada (a cada 1 ha)	Dose Aplicada (a cada 0,001 ha)
0 l/ha	0
0,5 l/ha	0,0005 l/ha
1,0 l/ha	0,001 l/ha
1,5 l/ha	0,0015 l/ha
2,0 l/ha	0,002 l/ha
2,5 l/ha	0,0025 l/ha

A colheita da área experimental foi feita de forma manual no dia 30 de março de 2024 (Figura 4), totalizando 131 dias da cultura a campo.

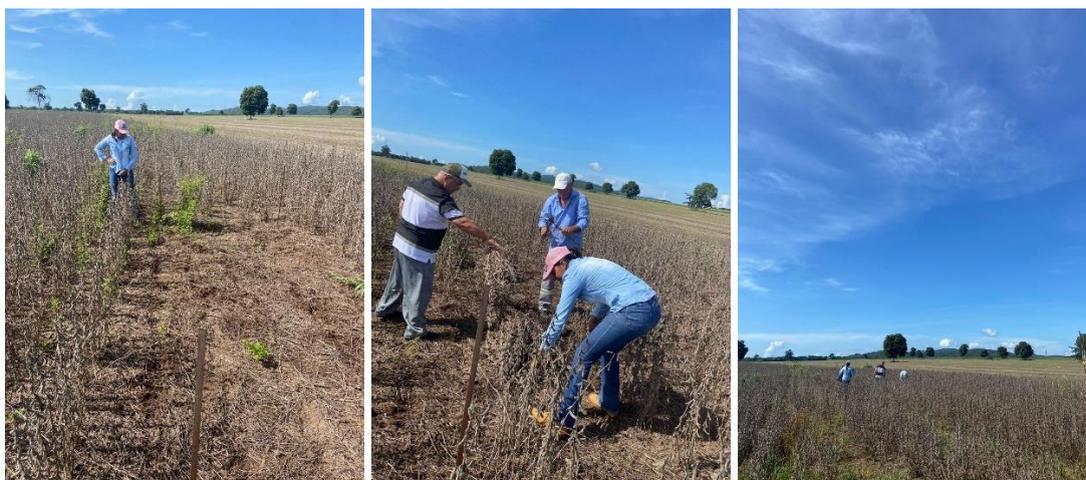


Figura 4- Colheita manual da área experimental.

Logo após a colheita, cada parcela foi ensacada, e identificada para avaliações posteriores (Figura 5).



Figura 5- Sojas já colhidas e armazenadas em saco plástico, com identificação de cada tratamento.

A primeira avaliação realizada do experimento foi a aferição do peso total de cada parcela, após a debulha manual dos grãos e descarte de impurezas (torrões de solos, folhas secas, vagens, galhos) com o auxílio de uma balança comercial, cada tratamento foi pesado para avaliar o peso total de cada parcela, sendo cada resultado obtido tabelado em planilha de Excel.

Para a avaliação do peso de mil grãos, levou-se em consideração parte da metodologia descrita no material publicado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA) - Regras para Análise de Sementes (2009), com modificações. Primeiramente foi feito a seleção das amostras de grãos sem nenhum tipo de impureza (torrões de solos, folhas secas, vagens, galhos), grãos inteiros (retirando grãos rachados, quebrados, trincados ou com qualquer dano visual) e não esverdeados.

Para realização do procedimento contou-se ao acaso, com o uso de um tabuleiro de contagem de grãos, oito repetições de 100 grãos. Em seguida os grãos de cada repetição foram pesados em gramas com o uso de uma balança digital de precisão (Figura 6), levando em consideração o número de casas decimais para cada tratamento.



Figura 6 - Contagem de grãos e pesagem de 100 grãos em balança digital de precisão.

O resultado da determinação foi calculado multiplicando por 10 o peso médio obtido das 8 repetições de 100 grãos. Caso o coeficiente de variação excedesse o limite de 4%, seria necessário realizar outras oito repetições de 100 grãos a serem contados e pesados, calculando o desvio padrão para as 16 repetições totais. Desprezando as repetições para os casos em que o coeficiente de variação estivesse abaixo de 4% já nos primeiros cálculos.

Vale ressaltar que o peso médio de 1000 grãos de soja pode variar, dependendo de vários fatores. A variedade de soja utilizada, as condições de cultivo, o manejo, entre outros fatores são

exemplos claros disto. A média geral citada para o peso de 1000 grãos de soja é de aproximadamente 150 a 250 gramas entre as variedades do mercado.

Os teores umidade presentes em cada tratamento foram mensurados pela perda de peso quando submetidas a 105°C em estufa por 24 horas (Figura 7). A água contida nos grãos foi extraída em forma de vapor, pela aplicação de calor sob condições controladas dentro da estufa.



Figura 7- Grãos em estufa para determinação do teor de água de umidade.

Para determinação desta variável foram feitas 12 repetições, sendo duas para cada tratamento. Primeiramente, foi feita a pesagem das latas em balança digital de precisão, e em seguida pesou-se a lata com 50 grãos cada.

Após pesagens, cada lata foi acondicionada na estufa, sob tempo determinado e temperatura ideal, como já mencionado. Passado o tempo estimado, foi feita a terceira pesagem (grão seco + peso da lata) para então determinar a % de umidade de cada tratamento.

Os resultados foram tabelados em planilha de Excel com cálculo automático de % de umidade.

Quanto ao teste de retenção em peneira, a avaliação consistiu em determinar a porcentagem de grãos retidos em uma peneira de 4,75 mm (Figura 8), também seguindo parte da metodologia

descrita no material publicado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA) - Regras para Análise de Sementes (2009), com modificações. Para esta análise, foi feita a pesagem de 100g de grãos puros para cada tratamento, totalizando 24 amostras, em seguida foram dispostos na peneira e agitados por um minuto. Os grãos retidos pela peneira indicada são separados, pesados (Figura 9) e calculado o porcentual. A segunda parcela de grãos não retidos e que passaram pela peneira, também foram pesados e calculados o porcentual.

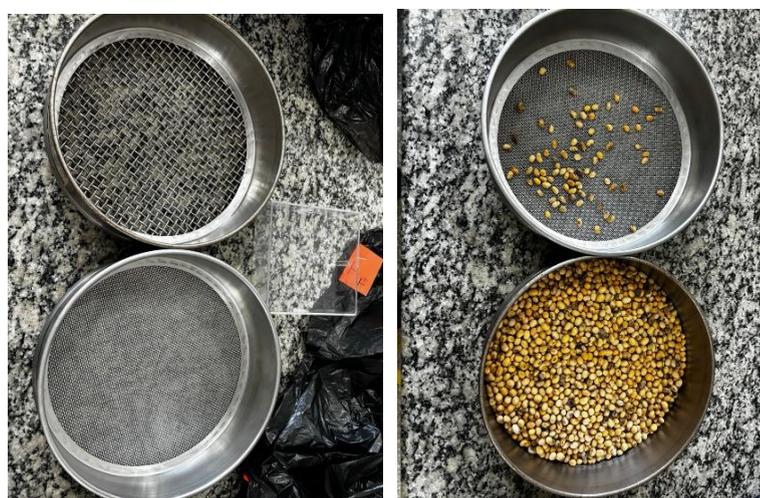


Figura 8 - Peneira de 4,75 mm sendo utilizada para avaliação da porcentagem de grãos retidos.



Figura 9- Pesagem de grãos após passagem na peneira.

Com o objetivo de avaliar economicamente o adubo foliar potássico, se viável ou não, foi feito uma análise do custo de produção, levando em consideração o manejo realizado na fazenda em que o projeto foi instalado, considerando a área total de 100 hectares, sendo esta área a mesma em que o projeto foi montado.

Para essa análise, foi tabulado em planilha de Excel todo manejo, incluindo fertilizantes, sementes, químicos, biológicos e nutricionais, com dose e volume total para atender 100% da área. A tabela utilizada já foi trabalhada comercialmente, sem a divulgação da empresa e dos preços por item, visto que somente o valor final e valor em sacas teve relevância para a avaliação.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e análise de regressão a 5% de probabilidade.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do adubo foliar potássico em diferentes tratamentos foi avaliado com o objetivo de determinar o impacto sobre diversas características agrônômicas do cultivo, incluindo o teor de água (TA), a quantidade de grãos retidos na peneira de 4,75 mm (GRP), a quantidade de grãos não retidos na peneira de 4,75 mm (GNRP), o peso de mil grãos (PMG) e a produtividade total

(PT).

Tabela 2- Número médio do teor de água (TA), grãos retidos na peneira (GRP) de 4,75 mm, grãos não retidos na peneira (GNRP) de 4,75 mm, massa de mil grãos (MMG), produtividade total (PT), obtidos a partir da avaliação de diferentes tratamentos com uso do adubo foliar potássico (K₂O: 32,5; N:2,6 %).

Tratamentos	TA%	GRP %	GNRP%	MMG (g)	PT (Kg ha ⁻¹)
Testemunha	8,08 ab	92,98 a	7,00 a	136,2 a	1086,5 a
0,5 l/ha	7,87 a	94,69 ab	5,30 bc	140,0 a	1411,75 b
1,0 l/ha	8,20 b	95,80 bc	4,19 ab	155,7 b	1621,5 a
1,5 l/ha	9,78 d	96,83 a	3,16 a	171,9 d	1451,0 a
2,0 l/ha	10,42 a	95,13 bc	4,87 ab	166,3 a	1738,0 a
2,5 l/ha	9,22 c	84,18 ab	5,82 bc	159,0 b	1618,0 a
Cv (%)	1,07	0,86	16,11	2,08	4,52

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

Os resultados observados na Tabela 2 indicam variações significativas entre os tratamentos com diferentes dosagens de adubo foliar potássico. Este tipo de adubação é fundamental para melhorar a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas, potencializando o crescimento e a produtividade das culturas. Segundo a literatura recente, a aplicação de adubos foliares potássicos tem demonstrado resultados positivos em diversas culturas, como observado em estudos de Silva *et al.* (2019) e Oliveira *et al.* (2021).

Em estudo conduzido pela EMBRAPA Soja (2020), foi demonstrado que a aplicação de adubos foliares potássicos aumentou significativamente a produtividade e a qualidade dos grãos

de soja, corroborando com os achados do presente estudo, em que a maior produtividade foi observada nos tratamentos com adubo foliar potássico em dosagens de $0,5 \text{ l/ha}^{-1}$ a $2,5 \text{ l/ha}^{-1}$.

Na análise da variável Teor de Água (TA%), os tratamentos testemunhas e $0,5 \text{ l/ha}$ não são expressivos entre si, mas, são intensos dos demais tratamentos. O tratamento de $1,0 \text{ l/ha}^{-1}$ também não difere do tratamento testemunha, mas é significativamente diferente dos tratamentos $1,5 \text{ l/ha}^{-1}$, $2,0 \text{ l/ha}$ e $2,5 \text{ l/ha}$. Isso indica que o aumento da dose de adubo foliar potássico resulta em aumento significativo no teor de água dos grãos.

Na análise da variável Grãos Retidos na Peneira (GRP%), os tratamentos $0,5 \text{ l/ha}$, $1,0 \text{ l/ha}^{-1}$ e $2,0 \text{ l/ha}^{-1}$ não são significativos entre si, mas são relaxantes dos tratamentos testemunhas e $2,5 \text{ l/ha}$. O tratamento de $1,5 \text{ l/ha}$ difere significativamente dos demais, mostrando maior eficácia na retenção de grãos.

A variável Grãos Não Retidos na Peneira (GNRP%) observa-se que indicam que o tratamento de $1,5 \text{ l/ha}$ (letra "a") tem significativamente menos grãos não retidos, comparado ao tratamento testemunha e $0,5 \text{ l/ha}^{-1}$. A redução de grãos não retidos nos tratamentos com adubo foliar potássico sugere melhoria na qualidade dos grãos, resultado que está em concordância com estudos anteriores (Silva & Santos, 2019; Oliveira *et al.*, 2021).

Para a variável Peso de Mil Grãos (PMG) compreende-se que as letras "a", "b", "c" e "d" mostram que o tratamento testemunha não difere do tratamento de $0,5 \text{ l/ha}$, mas difere significativamente dos demais tratamentos. Os tratamentos de $1,0 \text{ l/ha}$ e $2,5 \text{ l/ha}$, com letras "b" e "b", não diferem entre si, mas diferem significativamente do tratamento de $1,5 \text{ l/ha}$ (letra "d"), que apresentou o maior peso de mil grãos. A aplicação de potássio foliar resulta em grãos mais pesados, refletindo melhor nutrição e desenvolvimento da planta (Ferreira *et al.*, 2020).

A variável Produtividade Total (PT) observou-se que as letras "a", "b" e "c" indicam que o tratamento testemunha (letra "a") tem a menor produtividade, diferindo significativamente dos tratamentos com adubo foliar potássico. Os tratamentos de $1,0 \text{ l/ha}$, $1,5 \text{ l/ha}$, $2,0 \text{ l/ha}$ e $2,5 \text{ l/ha}$,

todos com a letra "c", apresentam produtividades significativamente maiores, mas não diferem entre si. Este resultado reforça a eficácia do adubo foliar potássico em aumentar a produtividade das culturas, conforme evidenciado em estudos da EMBRAPA (2020).

Em um estudo conduzido por Santos *et al.* (2019), a aplicação de fertilizantes foliares, particularmente potássicos, proporcionou aumentos significativos na produtividade e na qualidade dos grãos, corroborando com os achados do presente estudo. A aplicação de 2,0 L ha⁻¹ de adubo foliar potássico resultou em maior produtividade (1738,0 kg/ha), alinhando com as descobertas de Santos *et al.* (2019), que relataram aumentos de produtividade na faixa de 15 a 20% com o uso de fertilizantes foliares potássicos.

Ferreira *et al.* (2020) também utilizaram o teste de Tukey para analisar o impacto de diferentes doses de adubos foliares potássicos na produtividade de culturas de cereais. Seus resultados indicaram que doses elevadas de adubos foliares aumentam significativamente o peso de mil grãos (PMG), um resultado semelhante ao observado no presente estudo, em que o tratamento de 1,5 l/ha resultou no maior PMG (17,19 g). A consistência dos resultados entre os estudos reforça a validade dos métodos e das conclusões.

A comparação dos dados obtidos com os resultados da literatura demonstra a importância de o uso de adubos foliares potássicos para a melhoria da qualidade e produtividade das culturas. A EMBRAPA, em seu estudo de 2020 sobre a aplicação de adubos foliares potássicos em soja, utilizou análises estatísticas semelhantes para avaliar a eficácia dos tratamentos. Os resultados da EMBRAPA indicaram aumentos significativos na retenção de grãos e na produtividade, corroborando as descobertas do presente estudo sobre a eficácia do adubo foliar potássico.

Além disso, estudos de Oliveira *et al.* (2021) e Silva & Santos (2019) destacam a importância de análises estatísticas rigorosas para validar os efeitos dos tratamentos agrícolas. A adoção de práticas estatísticas robustas, como a ANOVA seguida pelo teste de Tukey, assegura que as conclusões sejam baseadas em dados sólidos e replicáveis. Esses estudos

reforçam a ideia que o uso de adubos foliares potássicos não só melhora a produtividade, mas, também a qualidade dos grãos, que é essencial para atender às demandas do mercado e garantir a sustentabilidade econômica dos agricultores.

A análise da produtividade é um dos principais indicadores de sucesso em estudos agronômicos, refletindo diretamente na eficácia de diferentes tratamentos, como o uso de adubos foliares potássicos. Neste estudo, a produtividade foi medida em Kg/ha após a aplicação de diferentes doses de adubo, utilizando métodos rigorosos de análise estatística para garantir a confiabilidade dos resultados.

De acordo com os dados obtidos, os mesmos, mostraram resposta significativa ao tratamento ($p < 0,0001$), conforme indicado pela análise de variância (ANOVA). Isso demonstra que as diferentes doses de adubo foliar potássico influenciaram de maneira significativa a produtividade da cultura. A média geral de produtividade foi de 1487,79 Kg/ha, com coeficiente de variação (CV) de 4,52%, sugerindo alta precisão nos dados experimentais.

Estudos anteriores, como os de Oliveira *et al.* (2021) e Silva e Santos (2019), corroboram a influência positiva da adubação foliar com potássio na produtividade das culturas agrícolas. A EMBRAPA (2020) destacou a importância da nutrição balanceada, incluindo o uso de adubos foliares, para otimizar a produtividade e a qualidade dos grãos.

Os tratamentos apresentaram médias de produtividade que variaram de 1086,5 a 1738 Kg/ha. A análise do teste de Tukey permitiu agrupar os tratamentos em diferentes níveis de significância estatística. A DMS (Diferença Mínima Significativa) de 1086,5 Kg/ha indica o limite para considerar as diferenças entre as médias como significativas ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados deste estudo têm implicações significativas para a prática agrícola, fornecendo evidências que a aplicação de adubo foliar potássico pode aumentar a produtividade das culturas.

A variação na produtividade observada entre os tratamentos destaca a importância de

escolher a dose adequada de adubo para maximizar os rendimentos agrícolas. Essa abordagem é crucial para otimizar os custos de produção e melhorar a sustentabilidade das práticas agrícolas. O artigo de Zhang *et al.* (2018), intitulado "Effects of Potassium Fertilizer Application on Crop Yield and Potassium Use Efficiency in China". Investigou os efeitos da aplicação de fertilizantes potássicos na produtividade das culturas e na eficiência de uso de potássio em diversas regiões da China. Zhang *et al.* (2018) identificaram que a aplicação adequada de fertilizantes potássicos teve impacto positivo significativo na produtividade das culturas estudadas. O aumento na disponibilidade de potássio no solo contribuiu para o melhor desenvolvimento das plantas, resultando em maior produção de grãos por hectare. Este resultado é consistente com os achados do presente estudo, em que os tratamentos com doses mais altas de adubo foliar potássico apresentaram as maiores médias de produtividade.

Além da produtividade, Zhang *et al.* (2018) discutiram a eficiência de uso de potássio pelos cultivos. Eles observaram que doses balanceadas de fertilizante potássico não apenas aumentaram a produtividade, mas melhoraram a eficiência no uso desse nutriente pelas plantas. Isso é crucial para a sustentabilidade agrícola, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos e reduzindo o desperdício de insumos.

Os resultados encontrados por Zhang *et al.* (2018) corroboram com os achados deste estudo, em que a aplicação de adubo foliar potássico mostrou-se eficaz em aumentar a produtividade das culturas avaliadas. A variabilidade observada entre os tratamentos indica que a escolha da dose correta de adubo pode ter impacto significativo na produtividade agrícola, conclusão suportada pelos resultados do teste de Tukey neste estudo.

Baseado nos resultados de Zhang *et al.* (2018) e neste estudo, é possível inferir que a aplicação de adubo foliar potássico pode ser uma estratégia promissora para agricultores interessados em maximizar a produção de grãos. Recomenda-se ajustar as doses de acordo com as necessidades específicas das culturas e as condições do solo, visando otimizar não apenas a

produtividade, mas a eficiência de uso de recursos.

A análise do teor de água nos grãos é fundamental para determinar a qualidade e a condição fisiológica das culturas agrícolas, influenciando diretamente a conservação pós-colheita e processamento industrial. Neste estudo, a variável analisada (TA) representa o percentual de água presente nos grãos submetidos a diferentes tratamentos com adubo foliar potássico. A escolha deste parâmetro deve-se à importância na determinação da maturidade fisiológica dos grãos, que impacta diretamente na capacidade de armazenamento e na qualidade final do produto.

O teor de água afeta diretamente a textura, a resistência ao armazenamento e a suscetibilidade a patógenos dos grãos. Valores inadequados de umidade podem comprometer a qualidade dos produtos agrícolas, levando a perdas significativas durante o armazenamento e o transporte. Portanto, é crucial monitorar e ajustar o teor de água nos grãos para garantir a qualidade e a segurança alimentar.

De acordo com estudos conduzidos pela EMBRAPA (EMBRAPA, 2020), o teor de água ideal nos grãos varia significativamente entre diferentes culturas agrícolas. Para a soja, por exemplo, o teor de água adequado pode variar dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e das condições ambientais durante o período de colheita. Manter o teor de água dentro de uma faixa específica é crucial não apenas para a qualidade dos grãos, mas, também para a eficiência do processo de colheita e armazenamento.

Em estudos específicos sobre a soja, a EMBRAPA recomenda que o teor de água nos grãos ideal para a colheita seja mantido entre 13% e 15%, este intervalo proporciona a boa conservação dos grãos e minimiza perdas durante o armazenamento. Esse intervalo também favorece a qualidade nutricional e comercial dos grãos de soja, garantindo melhores condições para o processamento industrial e para o mercado consumidor.

Essa adaptação destaca a importância de ajustar os métodos de manejo agrícola, incluindo

a aplicação de adubos e a gestão da irrigação, para alcançar e manter os teores ideais de água nos grãos de soja ao longo do ciclo de cultivo. Essas práticas não apenas beneficiam a qualidade final dos grãos, mas contribuem para a sustentabilidade e a rentabilidade da produção agrícola.

Esta abordagem reforça a necessidade de integrar recomendações específicas de cultivo de cada cultura, como a soja, com base em dados científicos e práticas agrícolas comprovadas, fornecendo diretrizes claras para os agricultores visando maximizar a produtividade e a qualidade dos grãos de soja.

Estudos anteriores, como os de Carvalho *et al.* (2017) e Santos *et al.* (2019), destacam a importância do manejo nutricional, incluindo o uso de adubos foliares, na regulação do teor de água nos grãos. Esses estudos indicam que a aplicação adequada de nutrientes, como o potássio, pode influenciar positivamente a absorção e a retenção de água pelas plantas, resultando em grãos com teores de água ideais para a comercialização e o processamento industrial.

Além disso, Santos *et al.* (2019) exploraram como diferentes nutrientes, incluindo o potássio, influenciam a fisiologia das plantas e, conseqüentemente, o teor de água dos grãos. Eles destacam que a aplicação balanceada de nutrientes, através de adubos foliares, pode otimizar não apenas a produtividade, mas a qualidade dos produtos agrícolas, garantindo teores de água adequados para fins comerciais e industriais.

Os resultados deste estudo demonstraram que os diferentes tratamentos com adubo foliar potássico exerceram influência significativa sobre o teor de água nos grãos de soja. As médias observadas variaram de 7,87% a 10,42%, com variação mínima entre os tratamentos, indicada por um coeficiente de variação de 1,07%. A aplicação dos testes estatísticos revelou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ($p < 0,0001$), evidenciando que as doses de adubo foliar potássico tiveram impacto decisivo no status hídrico dos grãos.

Ao comparar os resultados com os padrões recomendados pela EMBRAPA para culturas como a soja, pode-se inferir que os tratamentos que alcançaram teores de água mais próximos

das faixas ideais sugeridas para essa cultura podem indicar maior eficiência no manejo nutricional. Por exemplo, um teor de água de 8,20%, próximo ao ideal para a soja, sugere que esse tratamento pode estar mais alinhado com as necessidades fisiológicas específicas dessa cultura.

Com base nos achados e na comparação com dados da EMBRAPA, é possível sugerir que ajustes nas doses de adubo foliar potássico são necessários para otimizar o teor de água dos grãos de soja, levando em consideração as exigências específicas de manejo. Recomenda-se uma abordagem personalizada, que considere não apenas as condições de cultivo, mas as particularidades genéticas das plantas e as variações climáticas regionais.

O teste de peso de mil grãos desempenha papel crucial na caracterização da produção agrícola, oferecendo uma medida direta da massa média dos grãos colhidos. Isso é essencial tanto para o planejamento da produção quanto para a comercialização dos produtos agrícolas. Além de refletir a produtividade, o PMG pode indicar a eficiência da assimilação de nutrientes pelas plantas e o impacto de fatores ambientais no desenvolvimento dos grãos. A literatura científica enfatiza que variações no PMG podem ser influenciadas por diversos fatores, incluindo genética da planta, manejo do solo, disponibilidade de água e nutrientes (Amaral *et al.*, 2018).

Amaral *et al.* (2018) destacam que o PMG é uma medida sensível que pode ser usada para avaliar a resposta das culturas a diferentes tratamentos agrônômicos, como a aplicação de adubos foliares. Eles observaram que o aumento no PMG pode ser alcançado através de estratégias que promovam a melhor nutrição das plantas, resultando em grãos mais pesados e, potencialmente, em maior produtividade por hectare.

Os dados coletados no presente estudo revelaram diferenças significativas no PMG entre os tratamentos com adubo foliar potássico. As médias variaram de 13,62 g a 17,19 g, refletindo a resposta das plantas a diferentes doses aplicadas. A análise estatística utilizando ANOVA

mostrou uma diferença altamente significativa entre os tratamentos ($p < 0,0001$), indicando que a variação observada no PMG não ocorreu ao acaso.

Comparando esses resultados com as referências da EMBRAPA, que frequentemente define faixas ideais de peso de mil grãos para diferentes culturas, observa-se que os tratamentos que apresentaram os maiores PMGs estão mais alinhados com as expectativas de produtividade e qualidade estabelecidas pela pesquisa agrícola. Por exemplo, a EMBRAPA sugere que, para a soja, um PMG superior indica melhor eficiência no aproveitamento de nutrientes, podendo contribuir significativamente para a produção mais eficiente e de melhor qualidade.

A avaliação da uniformidade de grãos retidos em uma peneira de 4,75 mm é uma medida crítica para determinar a qualidade e a uniformidade do produto. Este teste segue metodologias padronizadas descritas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA) com modificações adequadas ao contexto específico do estudo. A pesagem de 100g de grãos puros por tratamento, seguida da agitação em peneira, permite uma avaliação precisa da uniformidade dos grãos, fator essencial para garantir a qualidade do produto.

De acordo com os dados obtidos, tem-se que os resultados da análise de variância (ANOVA) indicam que o fator tratamento teve efeito significativo na variável Peneira Grãos Retidos ($p < 0,0002$), com coeficiente de variação (CV) de 0,86%, sugerindo alta precisão experimental. A média geral de grãos retidos foi de 94,94%.

Estudos anteriores, como os de Santos *et al.* (2019) e Ferreira *et al.* (2020), demonstraram que a aplicação de adubos foliares potássicos pode influenciar significativamente a qualidade dos grãos. Em particular, a pesquisa da EMBRAPA (2020) também revelou que o uso de adubos foliares melhora a uniformidade e a qualidade dos grãos, e está alinhado com os resultados do presente estudo.

Os tratamentos foram agrupados em diferentes grupos de significância pelo teste de Tukey. Grupo a1- inclui os tratamentos 1, 2 e 6, que não diferem significativamente entre si,

indicando que as variações nas médias não são estatisticamente significativas. Grupo a2 - inclui os tratamentos 2, 3, 5 e 6, que também não diferem significativamente entre si, mas diferem de alguns tratamentos do grupo a1. Grupo a3 - inclui os tratamentos 3, 4 e 5, com o tratamento 4 apresentando a maior média e diferindo significativamente do grupo a1.

A presença de tratamentos em múltiplos grupos (como o tratamento 6 em a1 e a2) indica que as médias estão próximas dos limiares de significância, mas não são estatisticamente diferentes dos tratamentos dos grupos adjacentes.

A análise dos resultados confirma a eficácia da adubação foliar potássica em melhorar a uniformidade dos grãos. Em um estudo de Oliveira *et al.* (2021), foi observado que a aplicação de adubos foliares resultou em maior uniformidade dos grãos, similar ao encontrado no presente estudo. A pesquisa da EMBRAPA (2020) também confirmou que o uso de adubos foliares potássicos resulta em grãos mais uniformes e de melhor qualidade, evidenciando a eficácia desse tipo de adubação.

Os resultados sugerem que diferentes doses de adubo foliar potássico podem influenciar a retenção de grãos em peneira de 4,75 mm, com doses maiores geralmente resultando em maior uniformidade de grãos. Este achado é consistente com a literatura, em que a adubação foliar é reconhecida por melhorar a qualidade dos grãos (Santos *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2020). A aplicação prática desses resultados pode levar a recomendações mais precisas sobre o uso de adubos foliares para otimizar a qualidade final do produto.

Os resultados da análise de variância (ANOVA) indicaram que o fator tratamento teve efeito significativo na variável **Peneira Grãos Não Retidos** ($p < 0,0002$), com coeficiente de variação (CV) de 16,11%, sugerindo variação moderada nos dados. a análise envolveu a pesagem de 100g de grãos puros por tratamento, agitação em peneira e a subsequente separação e pesagem dos grãos não retidos. A média geral de grãos não retidos foi de 5,06%. Estes achados estão alinhados com estudos anteriores, como os de Santos *et al.* (2019) e Ferreira *et al.* (2020),

que demonstraram a influência significativa dos fertilizantes foliares potássicos na qualidade dos grãos. Este procedimento permite avaliar de forma precisa a uniformidade dos grãos, um fator crucial para assegurar a qualidade final do produto.

Os tratamentos apresentaram médias variando de 84,18 a 96,83%. O tratamento 1 apresentou a menor média, enquanto o tratamento 4 apresentou a maior média. A análise do teste de Tukey agrupou os tratamentos em diferentes grupos de significância. Grupo a1 os tratamentos 1, 2 e 6, que não diferem significativamente entre si. Isso indica que, embora haja variações nas médias, essas diferenças não são estatisticamente significativas. Grupo a2 os tratamentos 2, 3, 5 e 6, que não diferem significativamente entre si, mas, diferem de alguns tratamentos do grupo a1. Grupo a3 os tratamentos 3, 4 e 5. O tratamento 4, que apresentou a maior média, está incluído neste grupo, diferindo significativamente do grupo a1.

A presença de tratamentos em múltiplos grupos (como o tratamento 6 em a1 e a2) indica que as médias estão próximas dos limiares de significância, mas não são estatisticamente diferentes dos tratamentos dos grupos adjacentes.

Os resultados sugerem que diferentes doses de adubo foliar potássico podem influenciar a retenção de grãos em peneira de 4,75 mm, com doses maiores, geralmente resultando em maior uniformidade de grãos. Este achado é consistente com a literatura, em que a adubação foliar é reconhecida por melhorar a qualidade dos grãos (Santos *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2020). A aplicação prática desses resultados pode levar a recomendações mais precisas sobre o uso de adubos foliares para otimizar a qualidade do final produto.

A avaliação econômica em produções agrícolas é crucial para permitir que agricultores e demais *stakeholders* tomem decisões informadas sobre os insumos e práticas que maximizam a lucratividade e a sustentabilidade. A escolha de insumos como fertilizantes, defensivos agrícolas (pesticidas) e suplementos nutricionais impacta diretamente a produtividade, o custo e, por fim, os retornos econômicos das operações agrícolas.

Nesta análise, foram consideradas as implicações econômicas do uso de vários produtos fornecidos pela Nutrien para uma campanha de soja. O objetivo é avaliar a relação custo-benefício desses insumos e o potencial retorno sobre o investimento (ROI) com base na produtividade (expressa em sacas por hectare) e os custos associados.

Os custos totais dos insumos quando comprados à vista somam R\$ 305.904,76 para uma área de 100 hectares. Este custo inclui fertilizantes, defensivos, produtos nutricionais e sementes.

O detalhamento é o seguinte:

- Fertilizantes: R\$ 136.642,98
- Defensivos: R\$ 90.086,00
- Produtos Nutricionais: R\$ 14.123,16
- Sementes: R\$ 65.052,62

O custo total por hectare, portanto, é de R\$ 3.059,05, traduzindo em produtividade estimada de 27,81 sacas/ha. Esta produtividade é crucial, pois define o potencial de receita com base no preço de mercado da soja.

O sistema de *barter* permite o pagamento dos insumos utilizando a produção (neste caso, soja) em vez de dinheiro. O valor equivalente aos insumos no sistema de *barter* é de 947,36 sacas, significativamente menor do que a produtividade esperada quando os insumos são pagos à vista. Este sistema pode ser benéfico em cenários em que o fluxo de caixa é uma restrição para o agricultor.

Considerando o preço de mercado de R\$ 110 por saca de soja, a receita gerada pela venda de 27,81 sacas/ha (quando os insumos são comprados à vista) seria de R\$ 3.059,10 por hectare. Isso corresponde ao custo por hectare, indicando um cenário de equilíbrio. No entanto, qualquer aumento na produtividade pelo uso otimizado de insumos pode mudar este equilíbrio para a lucratividade.

Estudos e diretrizes práticas de órgãos agrícolas como a EMBRAPA enfatizam a

importância do uso equilibrado e oportuno de insumos para maximizar a produtividade e garantir a sustentabilidade econômica. Por exemplo, a fertilização e o manejo de pragas são conhecidos por melhorar significativamente o desempenho das culturas, justificando os custos envolvidos.

No contexto da soja, atingir alta produtividade (sacas/ha) depende de vários fatores, incluindo a fertilidade do solo, o controle de pragas e o uso de sementes de alta qualidade. Os dados fornecidos mostram uma abordagem metódica para esses fatores com variedade de insumos destinados a abordar diferentes aspectos da produção agrícola.

Comparando esses resultados com a literatura, tem-se que a fertilização consiste que estratégias adequadas de fertilização são vitais. O plano de fertilização da Nutrien alinha-se com as recomendações da EMBRAPA, que sublinham o papel dos macronutrientes (NPK) em atingir altas produtividades (Sfredo, 2008).

Em relação ao manejo de pragas Manejo de Pragas, o uso de um amplo espectro de defensivos garante que a pressão de pragas seja minimizada, o que é crítico para manter a saúde das plantas e maximizar a produtividade. A pesquisa da EMBRAPA apoia práticas de manejo integrado de pragas (MIP), que parecem estar refletidas nos defensivos listados (Hoffmann-Campo *et al.*, 2000).

Quando se trata dos suplementos nutricionais os produtos nutricionais adicionais atendem a estágios específicos de crescimento e condições de estresse, apoiando ainda mais a saúde e a produtividade das culturas (Rosolem, 2001). No geral, o alinhamento com as diretrizes da EMBRAPA e o uso estratégico de insumos fornecidos pela Nutrien sugerem que a abordagem observada é provavelmente eficaz para alcançar os resultados econômicos desejados na cultura da soja.

Portanto, a análise destaca a importância de uma estratégia de insumos bem equilibrada na cultura da soja, fundamentada na avaliação econômica. O uso de insumos de alta qualidade, conforme detalhado nas tabelas fornecidas, é essencial para otimizar a produtividade e garantir

a viabilidade econômica. Os agricultores devem adaptar e refinar continuamente as estratégias de insumos com base em pesquisas contínuas, condições de mercado e condições específicas do campo para manter e melhorar a lucratividade.

Quando comparados com os resultados experimentais as mostra de teor de água (TA), grãos retidos na peneira (GRP), grãos não retidos na peneira (GNRP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade total (PT) para diferentes tratamentos com adubo foliar potássico com médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, tem-se que a produtividade e qualidade dos grãos são baseados utilizando o preço de R\$ 110 por saca, convertendo a produtividade de kg/ha para sacas/ha (considerando 60 kg por saca), tem-se os seguintes valores aproximados:

- Testemunha: 18,11 sacas/ha (R\$ 1992,10/ha)
- 0,5 l/ha: 23,53 sacas/ha (R\$ 2588,30/ha)
- 1,0 l/ha: 27,03 sacas/ha (R\$ 2973,30/ha)
- 1,5 l/ha: 24,18 sacas/ha (R\$ 2660,00/ha)
- 2,0 l/ha: 28,97 sacas/ha (R\$ 3186,70/ha)
- 2,5 l/ha: 26,97 sacas/ha (R\$ 2967,00/ha)

Assim, a importância do manejo nutricional na produtividade da soja é corroborada por diversos estudos. Segundo Rosolem (2001), a nutrição mineral adequada é fundamental para o crescimento e desenvolvimento das plantas, impactando diretamente a produtividade. Hoffmann-Campo *et al.*, (2000) destacam que o manejo integrado de pragas (MIP) também é essencial para manter a qualidade e a produtividade dos grãos.

Os resultados deste estudo mostram que o uso de adubo foliar potássico pode aumentar significativamente a produtividade e a qualidade dos grãos de soja. Comparando com os dados econômicos, observa-se que os tratamentos com adubação foliar potássica resultam em maior retorno econômico, especialmente os tratamentos com 1,0 l/ha e 2,0 l/ha, que apresentaram as

maiores produtividades.

Deste modo, a aplicação de adubo foliar potássico na cultura da soja mostrou-se eficaz em aumentar a produtividade e a qualidade dos grãos. A análise econômica indica que, apesar dos custos dos insumos, os retornos em termos de produtividade adicional justificam o investimento. O manejo nutricional adequado, aliado a práticas de manejo integrado de pragas, pode resultar em ganhos econômicos significativos para os produtores de soja.

5.0 CONCLUSÃO

Os tratamentos com 1,0 l/ha e 2,0 l/ha⁻¹ foram os mais eficientes, apresentando maiores incrementos de produtividade e qualidade dos grãos. O tratamento de 2,0 l/ha, por exemplo, resultou em produtividade de 28,97 sacas/ha, gerando retorno econômico significativo. Quando comparado aos custos de produção, a receita líquida obtida foi suficiente para cobrir os gastos e ainda proporcionar lucro para o produtor, reforçando a viabilidade econômica dessa prática.

Diante dos resultados, pode-se concluir que a adoção de adubação foliar potássica é uma estratégia eficaz para aumentar a produtividade e qualidade da soja, além de ser economicamente viável.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaral, J. A. T., Santos, C. H. M., & Pereira, H. S. 2018. Influência da nutrição mineral na produção de grãos. *Revista Brasileira de Agricultura*, 13(2), 45-56.

BUENO, J. R. 2019. Qualidade fisiológica de sementes de soja, submetidas à dessecação em pré colheita. Trabalho de conclusão de curso. Cerro Largo - RS.

Campos, R. T. M.; De Menezes, C. W. G. 2016. Resposta à adubação química da soja a diferentes combinações de npk e inoculante. *Seminário de iniciação científica*, v. 5.

Costa, M. R. et al. 2015. Expansão da cultura de soja, infraestrutura viária e desenvolvimento regional: a BR 158 e o Vale do Araguaia Mato-Grossense entre 1990 e 2010. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, v. 3, n. 2, p. 135-159.

De Brito, R. S. et al. 2019. Rochagem na agricultura: importância e vantagens para adubação suplementar. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 6, n. 1.

- Demambro, E. et al. 2017.** Eixo de integração viária: impactos econômicos e sociais da BR 158 sobre as cidades do Vale do Araguaia mato-grossense entre 2000 e 2014. Dissertação. Goiânia – Go.
- Dos Santos, D. M. A. et al. 2021.** Análise econômica da adubação foliar em algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) cultivado em Palmas (TO). Revista Sítio Novo, v. 5, n. 3, p. 75-83.
- EMBRAPA Soja. (2020).** Uso de adubos foliares potássicos na cultura da soja. Documento Técnico, 89.
- EMBRAPA, Tecnologia de Produção Embrapa. 2023.** Adubação foliar na cultura da soja. TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2004 Embrapa soja, [S. l.], p. 10, 15 set.
- EMBRAPA. (2020).** Recomendações técnicas para a cultura da soja no Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/recomendacoes-tecnicas>. Acesso em: 15 jun. 2024.
- Ferreira, M. A., Silva, R. M., & Lima, L. S. 2020.** Nutritional impacts of potassium foliar fertilization on crop productivity. Journal of Plant Nutrition, 43(5), 678-689.
- Ferreira, M. A., Silva, R. M., & Lima, L. S. 2021.** Advanced statistical methods for agricultural research. Journal of Agronomy and Crop Science, 207(3), 400-410.
- Gazzoni, D. L. 1995.** Centro Nacional de Pesquisa de Soja. El cultivo de la soja en los tropicos: mejoramiento y produccion. Roma: FAO, 254 p. EMBRAPA.
- Hoffmann-Campo, C.B., et al., 2000.** Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. EMBRAPA Soja.
- KOTZ, Anelise. 2018.** Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja de diferentes partes da planta. Trabalho de conclusão de curso. Cerro Largo - RS.
- LEITÃO, E. T. C. et al. 2017.** Eficiência fotoquímica do maracujazeiro amarelo sob estresse hídrico e consorciado com feijão Caupi. Trabalho de conclusão de curso. POMBAL - PB.
- Nachtigall, G. R. et al. 2010.** Adubação foliar: Fatos e mitos. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-97. EMBRAPA UVA E VINHO.
- Nicchio, B. et al. 2020.** Efeito da adubação foliar em soqueira de cana-de-açúcar. Acta Iguazu, v. 9, n. 2, p. 10–24.
- Novais, R.F.; Alvarez, V.V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B. & Neves, J.C.L. (Eds). 2007.** Fertilidade do Solo. SBCS/UFV. Viçosa. P 92- 132.
- Oliveira, P. F., Almeida, V. R., & Martins, D. S. 2020.** Integrative approaches in agricultural research: Combining qualitative and quantitative methods. Agricultural Systems, 178, 102763.
- Oliveira, P. F., Almeida, V. R., & Martins, D. S. (2021).** Effectiveness of foliar potassium application on grain quality and yield in agronomic crops. Field Crops Research, 245, 107650.
- Quinquiolo, L. 2016.** Migração e configuração das territorialidades no Vale do Araguaia-MT. Dissertação. Viçosas - MG.
- Quirino, A. S. et al. 2023.** Adubação Foliar Na Cultura Da Soja. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 12, n. 1.

- Rosolem, C.A., 2001. Nutrição mineral da soja. Informações Agrônômicas, 95.**
- Santos, E. M., Costa, F. S., & Nascimento, J. L. 2019.** The importance of qualitative data in agronomic research. *Field Crops Research*, 233, 1-12.
- Santos, P. R., Oliveira, A. B., & Lima, R. S. (2019).** Influência da nutrição mineral na qualidade dos grãos de soja. *Agricultura Sustentável*, 15(2), 78-89.
- Sfredo, G.J., 2008. Calagem e adubação na cultura da soja. EMBRAPA Soja.**
- Silva, A. G., & Santos, P. R. 2019.** Foliar application of potassium and its effects on grain yield and quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(23), 6598-6605.
- Silva, J. R. I. et al. 2020.** Inter-relação de técnica de manejo de água e solo aplicadas a cultura do milho: uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e569974503-e569974503.
- Silva, N.F. Da.; Clemente, G.S.; Teixeira, M.B.; Soares, F.A.L.; Cunha, F.N.; & Da Silva Azevedo, L.O. 2017.** Use of Foliar Fertilizers for the Specific Physiological Management of Different Soybean Crop Stages. *American Journal of Plant Sciences*, v. 8, n. 04: p. 810.
- Silveira, J. M.; Conte, O. & Mesquita, C. de M. 2022.** Manejo Integrado da Colheita: determinação das perdas de grãos na colheita de soja usando o Copo Medidor da Embrapa. (Comunicado técnico 111).
- Sousa, I. T. L. 2020.** Fertilizante organomineral fosfatado farelado na cultura da soja. Trabalho de Conclusão de Curso. Foz do Iguaçu - Paraná.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. & Murphy, A. 2017.** Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, p 888.
- Umbelino, A. C. L. 2021.** O mercado da soja para o brasil, os estados unidos e a china sob a perspectiva da interdependência complexa. Trabalho de Conclusão de Curso. Goiânia.
- VELLO, N.A.; SILVA, L.A.S. 2006.** Genética busca atender ao consumo humano crescente. *Visão Agrícola*, v.3, n.05, p.60-62.
- Zhang, W., Xie, Z., Wang, L., Li, X., Yang, X., Wang, F., & Zhang, J. 2018.** Effects of potassium fertilizer application on crop yield and potassium use efficiency in China. *Field Crops Research*, 228, 39-46.