

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**TRATAMENTO DE SEMENTES E ADUBAÇÃO FOLIAR NO
DESENVOLVIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DA SOJA**

BRUNO VICTOR NASCIMENTO RIGONATO

E

GUSTAVO DUARTE TONIOLLI

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL

2022

TRATAMENTO DE SEMENTES E ADUBAÇÃO FOLIAR NO DESENVOLVIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DA SOJA

BRUNO VICTOR NASCIMENTO RIGONATO

E

GUSTAVO DUARTE TONIOLLI

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Dourados

Mato Grosso do Sul

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

<p>Rigonato, Bruno Víctor Nascimento</p> <p>Tratamento de sementes e adubação foliar no desenvolvimento e na produtividade da soja. / Bruno Víctor Nascimento Rigonato; Gustavo Duarte Tonioli. – Dourados, 2022.</p> <p>Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza</p> <p>TCC (Graduação) Agronomia - Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. <i>Azospirillum</i>. 2. <i>Bradyrhizobium</i>. 3. Nutrientes foliares. 4. Macronutrientes - Micronutrientes. I. Título.</p>
--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**Tratamento de sementes e adubação foliar no desenvolvimento e na
produtividade da soja**

por

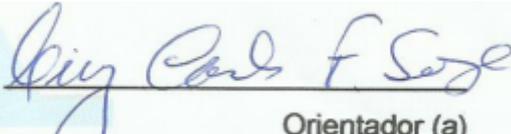
BRUNO VICTOR NASCIMENTO RIGONATO

E

GUSTAVO DUARTE TONIOLLI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

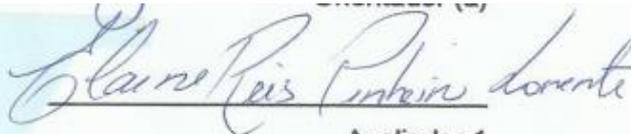
Aprovado em: 27 de outubro de 2022.



Orientador (a)

Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

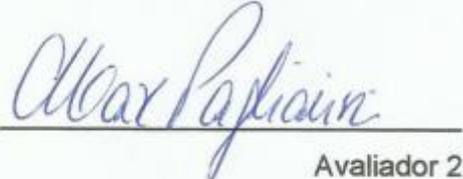
Orientador – UFGD/FCA



Avaliador 1

Prof. Dra. Elaine Reis Pinheiro Lourente

Membro da banca – UFGD/FCA



Avaliador 2

Dr. Maximiliano Kawahata Pagliarini

Membro da banca – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, que fez com que nossos objetivos fossem alcançados, durante todos os anos de estudos.

Aos nossos familiares, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao professor Luiz Carlos Ferreira de Souza, por ter sido nosso orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade e, à todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

A West fertilizantes, pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

Aos nossos colegas de curso, com quem convivemos intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que nos permitiram crescer não apenas como pessoa, mas também como profissional.

RIGONATO, B. V. N.; TONIOLLI, G. D. **Tratamento de sementes e adubação foliar no desenvolvimento e na produtividade da soja**. 2022. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2022.

RESUMO

A crescente produtividade da soja brasileira está relacionada aos avanços científicos e à utilização de tecnologias no setor produtivo. Dentre essas tecnologias está a aplicação de fertilizantes e bioestimulantes foliares, entre outros. O objetivo deste trabalho foi avaliar as aplicações de fungicidas associados de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum* e de cobalto e molibdênio em sementes de soja, assim como avaliar a aplicação, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta, de fertilizante foliar com macro e micronutrientes na produtividade de grãos. O experimento foi implantado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS, localizado nas coordenadas geográficas de latitude de 22° 14' S, longitude de 54° 59' W e altitude de 455 metros, na safra agrícola 2021/2022. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, com textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições com semeadura de 28 linhas. A variedade de soja semeada foi a KWS 6316 IPRO. As determinações realizadas foram: acúmulo de matéria seca da parte aérea, altura de planta, número de ramificações por planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, produtividade e massa de cem grãos. O tratamento de sementes com fungicida, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, Cobalto e Molibdênio aumenta a produtividade de soja. Fertilizante foliar com função de biorregulador, combinação de magnésio e ácidos carboxílicos promove maior engalhamento das plantas de soja. A aplicação foliar de macro e micronutrientes em diferentes estádios de crescimento e desenvolvimento da soja aumenta a produtividade mesmo em condições de veranicos.

Palavras-chave: *Azospirillum*. *Bradyrhizobium*. Nutrientes Foliares. Macronutrientes. Micronutrientes.

ABSTRACT

The increasing productivity of Brazilian soybean is related to scientific advances and the use of technologies in the production sector. Among these technologies is the application of foliar fertilizers and biostimulants, among others. The objective of this work was to evaluate the application of fungicides associated with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum*, and cobalt and molybdenum in soybean seeds, as well as to evaluate the application of foliar fertilizers with macro and micronutrients at different stages of plant development on grain yield. The experiment was implemented at the Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), in the municipality of Dourados, MS, located at geographical coordinates of latitude 22° 14' S, longitude 54° 59' W and altitude 455 meters, in the 2021/2022 agricultural season. The soil of the experimental area is classified as Dystrophic Red Latosol with clayey texture. The experimental design used was a randomized block design with six treatments and four repetitions, and sowing of 28 rows. The soybean variety used was KWS 6316 IPRO. The determinations made were: accumulation of dry matter of the aerial part, plant height, number of branches per plant, insertion of the first pod, number of pods per plant, productivity and mass of hundred grains. Seeds treatment with fungicide, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, Cobalt and Molybdenum increases soybean yield. Foliar fertilizer with bioregulator function, combination of magnesium and carboxylic acids promotes greater engraftment of soybean plants. Foliar application of macro and micronutrients at different stages of growth and development of soybean increases yields even under veranic conditions.

Key words: *Azospirillum*. *Bradyrhizobium*. Leaf Nutrients. Macronutrients. Micronutrients.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTO	14
3.2 DETERMINAÇÕES	17
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
7. APÊNDICE	27

1. INTRODUÇÃO

A crescente produtividade da soja brasileira está relacionada aos avanços científicos e à utilização de tecnologias no setor produtivo. Dentre essas tecnologias está a aplicação de fertilizantes e bioestimulantes foliares, entre outros (BALEN et al., 2015). Para entender estas tecnologias é preciso saber que, para que ocorra a absorção de íons e moléculas, estes devem romper duas barreiras: a cuticular, para entrarem no apoplasto, e o plasmalema, para passarem do apoplasto para o simplasto (CASTRO e CARVALHO, 2014). Assim como a absorção radicular, a absorção foliar também ocorre em duas fases, uma ativa e a outra passiva. Na fase passiva, o elemento aplicado atravessa a cutícula, a parede celular e os espaços intercelulares, chegando até a superfície externa do plasmalema, se movimentando através do ectodesmata. Já na fase ativa, o elemento atravessa o plasmalema, atingindo o citoplasma, podendo se acumular no vacúolo ou ser transportado para outras partes da planta (ROSOLEM, 2002). Após atravessar o mesófilo, os solutos entram no apoplasto e em seguida são transferidos ao floema por um processo ativo (FRANCESCHI e GIAQUINTA, 1983).

A velocidade com que um nutriente é absorvido via foliar, varia conforme o nutriente em questão, tipo de cultura e o ambiente. Ao ser considerado todos os outros fatores em igualdade de condições, a velocidade de absorção foliar de alguns nutrientes, baseando-se no tempo necessário para a absorção de 50% do total aplicado nas folhas, tem-se: Nitrogênio (uréia): 0,5 - 36 horas; Fósforo: 01 – 15 dias; Potássio: 01 – 04 dias; Cálcio: 10 – 96 horas; Magnésio: 10 - 24 horas; Enxofre: 05 – 10 dias; Cloro: 01 – 04 dias; Ferro: 10 – 20 dias; Manganês: 01 – 02 dias; Molibdênio: 10 – 20 dias e Zinco: 01 – 02 dias (MARSCHNER, 2012).

Os micronutrientes, Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Molibdênio (Mo), Cobalto (Co), apresentam pouca ou quase nenhuma mobilidade no solo. Assim muitas vezes a absorção desses nutrientes é dificultada para as plantas, e nestes casos, a adubação foliar pode ser uma prática importante, pois pode suplementar ou corrigir a demanda desses nutrientes nas épocas em que as plantas mais necessitam, o que pode interferir na produtividade final de uma lavoura (BRAKEMEIER, 1999).

Garcia e Hanway (1976), relatam que em fase de enchimento de grãos da soja, R5 a R7, há depleção dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e

enxofre (S), e resulta em redução de produção. Os autores relataram que a aplicação foliar desses nutrientes nas doses de 80, 8, 24 e 4 kg ha⁻¹ de N, P, K e S, respectivamente, na fase de enchimento de grãos das plantas aumentou a produção de grãos, justificado pelo aumento de número de vagens e não pelo peso de grãos. Quando esses nutrientes são aplicados via foliar na fase vegetativa da planta, até o estágio V5, há resposta em produção quando há alguma condição de estresse como indisponibilidade de água no solo ou ausência desses nutrientes no solo (HAQ e MALLARIANO, 2000).

Em trabalho desenvolvido por Galbardi e Simonetti (2019), os autores avaliaram a tecnologia da adubação foliar conforme as fases fenológicas da soja e verificaram que a aplicação de macro e micronutrientes no período vegetativo da soja aumentou a produção em função do aumento de biomassa de tecido fotossintético e de clorofila. Os autores ainda relatam que a aplicação de Ca e B no florescimento da soja, reduz a perda de flores com consequente aumento de produção e na fase de enchimento de grãos, a aplicação de K, Mg, S e B também aumentou a produção.

O objetivo deste trabalho foi avaliar aplicações de fungicida associado de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum* e de cobalto + molibdênio em sementes de soja, bem como avaliar a aplicação em diferentes estádios de desenvolvimento da planta de fertilizante foliar com macro e micronutrientes na produtividade de grãos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES, DAS BACTÉRIAS ASSOCIATIVAS E DO MACRO E MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA

A erradicação de qualquer fungo nas sementes de soja é a principal razão para o tratamento destas. Ao proteger sementes e plântulas de infecções fúngicas no solo, criam-se condições uniformes para germinação e emergência. Também ajuda a prevenir surtos de doenças na cultura já instalada a campo, por meio de residual dos produtos, proporcionando maior sustentabilidade a longo prazo à planta, reduzindo os riscos durante a fase de implementação da cultura. Proporcionando uma população ideal de plantas inicialmente estabelecida, com o auxílio deste método (FRANÇA NETO, 2009).

De acordo com Henning (2005), além desta prática controlar os patógenos transmitidos via semente, é uma prática eficiente em garantir uma população adequada de plantas na semeadura diante de condições edafoclimáticas prejudiciais para a germinação e a emergência de plantas, que permitem que a semente fique exposta a patógenos presentes no solo, que causam a deterioração das sementes ou a morte de plântulas.

O Brasil tem sido considerado um país modelo na aplicação dos benefícios da fixação biológica do N₂ (FBN), especialmente pela utilização de estirpes elite de *Bradyrhizobium* com a cultura da soja, em simbioses capazes de suprir totalmente a demanda da planta por nitrogênio (HUNGRIA et al., 2013). Estimativas apontam para contribuições da FBN da ordem de mais de 300 kg ha⁻¹ de N, além da liberação de 20 - 30 kg ha⁻¹ do nutriente para a cultura seguinte (HUNGRIA et al., 2007).

Outro grupo de microrganismos benéficos é representado por bactérias associativas capazes de promover o crescimento das plantas por meio de vários processos, incluindo a produção de hormônios de crescimento (como auxinas, giberelinas, citocininas e etileno), a indução de resistência sistêmica a doenças e estresses ambientais, a capacidade de solubilizar fosfato e, também, de realizar FBN. Dentre essas bactérias, destacam-se as pertencentes ao gênero *Azospirillum*, utilizadas mundialmente como inoculantes (HUNGRIA et al., 2010).

Além da utilização de produtos protetores, a adição de micronutrientes no tratamento das sementes, tais como cobalto e molibdênio apresentam relação positiva

com o aumento da produtividade da soja, estando ambos relacionados a processos metabólicos da planta. A participação do Mo como cofator nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfeto, está intimamente relacionada com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas, já o Co é essencial para a fixação do N₂, pois participa na síntese de cobamida e da leghemoglobina nos nódulos (SFREDO e OLIVEIRA, 2010).

Os teores de nutrientes nos solos brasileiros, de modo geral, não são elevados, situando-se geralmente na faixa de baixo a médio. Com a intensificação da agricultura, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, as exigências pelos diversos nutrientes, bem como sua remoção, sejam por plantas ou perdas por lixiviação tem sido relevante (STAUT, 2006).

Os nutrientes aplicados no solo precisam de várias reações para serem disponibilizados e absorvidos pelas plantas, além disso, sofrem a influência de vários fatores inerentes ao solo, tais como, textura e densidade, os quais reduzem a sua disponibilidade para absorção pelas raízes das plantas, esses fatores podem ser os principais responsáveis pelo sucesso da complementação por meio da adubação foliar, principalmente se fornecidos nos momentos críticos, isto é, nos períodos de maior demanda pelas plantas (STAUT, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA), da Universidade Federal da Grande Dourados, no município de Dourados – MS, com coordenadas geográficas de 22° 14' S e 54° 59' W e altitude de 455 m, na safra agrícola 2021/2022. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, com textura argilosa (Santos et al., 2013), conforme apresentado na Tabela 1 e os valores da análise química do solo amostrada de 0 - 20 cm no Quadro 1.

Tabela 1. Textura do solo em diferentes profundidades da área experimental da FAECA, UFGD, Dourados - MS.

Camadas de profundidade	Argila	Silte	Areia
(cm)	-----%-----		
0-10	61,6	21,5	16,8
10-20	65,0	20,2	14,8
20-30	65,0	21,6	13,4
30-40	68,3	19,4	12,3
40-50	68,3	20,1	11,6

Fonte: Santos et al., 2013.

Quadro 1. Resultados da análise química de solo da área experimental amostrada na profundidade de 0 - 20 cm em setembro de 2021.

Elementos	mg dm ⁻³	Cmolc dm ⁻³	Interpretação		
			Baixo	Médio	Alto
pH CaCl ₂	-	5,2	-	-	-
Al	-	0,0	x	-	-
H + Al	-	4,99	-	-	x
Ca ⁺²	-	5,1	-	-	x
Mg+2	-	2,1	-	-	x
K+	-	0,75	-	-	x
P resina	14,7	-	-	x	-
S	-	10,64	x	-	-
CTC	-	12,94	-	-	x
B	0,2	-	x	-	-
Fe	23,60	-	-	x	-
Mn	38,50	-	-	-	x
Cu	10,90	-	-	-	x

Zn	2,2	-	-	-	x
	g dm⁻³	-	-	-	-
M.O	24,30	-	-	x	-

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo UFGD.

No Quadro 2 estão apresentados os dados de precipitação pluviométrica mensal, coletadas na estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias durante as fases vegetativas e reprodutiva da soja, no ano agrícola 2021/2022.

Quadro 2. Valores médios mensais de precipitação pluviométrica durante a condução do experimento na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da UFGD, no ano agrícola 2021/2022.

	Outubro 2021	Novembro 2021	Dezembro 2021	Janeiro 2022	Fevereiro 2022
Precipitação pluviométrica	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
	252,90	109,80	50,80	73,10	18,20

Fonte: Estação Meteorológica UFGD.

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTO

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, conforme descritos no Quadro 3. As parcelas mediam 12 m de largura por 35 m de comprimento, com corredor de 2 m entre as parcelas, nas quais foram semeadas 28 linhas de soja. A semeadura foi realizada no dia 23 de outubro de 2021 sobre a palhada de aveia preta utilizando uma semeadora pneumática de sete linhas, espaçadas entre si de 0,45 m. A variedade de soja utilizada foi a KWS 6316 IPRO, com densidade de 13 sementes por metro. A adubação de semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ de formulado NPK 04-14-08 e os tratamentos de sementes e as aplicações dos fertilizantes foliares foram apresentados no Quadro 3.

O controle de plantas daninhas foi realizado em pré-semeadura da soja com a aplicação de glifosato 15 dias antes da semeadura na dosagem de 3 L ha⁻¹. Os controles em pós-emergência foram realizados com duas aplicações de glifosato aos 15 e 35 dias após a emergência na dosagem de 3 L ha⁻¹.

Quadro 3. Tratamentos de sementes e adubação foliar no desempenho agrônômico da soja na safra 2021/2022.

Tratamentos	Tratamento de Sementes	V2/V3	V4/V6	R1	R4
1	Fungicida Standak Top				
	Fungicida Standak Top West CoMo Up – 2 ml kg ⁻¹ de semente		West CoMo – 0,08 L ha ⁻¹		
2	West Fix líquido - 4 doses ha ⁻¹				
	West Fix A - 1 dose ha ⁻¹				
	West Fix Prot - 1 dose ha ⁻¹				
	Fungicida Standak Top West CoMo Up – 2 ml kg ⁻¹ de semente	West Manganês - 0,5 L ha ⁻¹	West CoMo – 0,08 L ha ⁻¹	Boro - 1 L ha ⁻¹	
3	West Fix líquido - 4 doses ha ⁻¹	West Boro - 0,5 L ha ⁻¹			
	West Fix A - 1 dose ha ⁻¹				
	West Fix Prot - 1 dose ha ⁻¹				
	Fungicida Standak Top West CoMo Up – 2 ml kg ⁻¹ de semente	West Manganês - 0,5 L ha ⁻¹	Growon Amino - 1,5 L ha ⁻¹	Boro - 1 L ha ⁻¹	
4	West Fix líquido - 4 doses ha ⁻¹	West Boro - 0,5 L ha ⁻¹	West CoMo - 0,08 L ha ⁻¹		
	West Fix A - 1 dose ha ⁻¹		West Doble – 250 ml ha ⁻¹		
	West Fix Prot - 1 dose ha ⁻¹		West Magnésio – 1 L ha ⁻¹		

			West Boro - 0,5 L ha ⁻¹		
	Fungicida Standak Top West CoMo Up – 2 ml kg ⁻¹ de semente	West Manganês - 0,5 L ha ⁻¹	Growon Amino - 1,5 L ha ⁻¹	West Boro - 0,5 L ha ⁻¹	
5	West Fix líquido - 4 doses ha ⁻¹	West Boro - 0,5 L ha ⁻¹	West CoMo - 0,08 L ha ⁻¹	West CoMo - 0,08 L ha ⁻¹	
	West Fix A - 1 dose ha ⁻¹		West Doble – 250 ml ha ⁻¹	West Magnésio – 1 L ha ⁻¹	
	West Fix Prot - 1 dose ha ⁻¹		West Magnésio - 1 L ha ⁻¹	Boro - 1 L ha ⁻¹	
			West Boro - 0,5 L ha ⁻¹		
	Fungicida Standak Top West CoMo Up – 2 ml kg ⁻¹ de semente	West Manganês - 0,5 L ha ⁻¹	Growon Amino - 1,5 L ha ⁻¹	West Boro - 0,5 L ha ⁻¹	
	West Fix líquido - 4 doses ha ⁻¹	West Boro - 0,5 L ha ⁻¹	West CoMo - 0,08 L ha ⁻¹	West CoMo - 0,08 L ha ⁻¹	
6	West Fix A - 1 dose ha ⁻¹		West Doble – 250 ml ha ⁻¹	West Magnésio – 1 L ha ⁻¹	West Boro - 0,5 L ha ⁻¹
	West Fix Prot - 1 dose ha ⁻¹		West Magnésio -1 L ha ⁻¹	Boro - 1 L ha ⁻¹	West K30 - 2,5 L ha ⁻¹
			West Boro - 0,5 L ha ⁻¹		

Fonte: próprios autores.

O controle de doenças foi realizado quimicamente com 3 aplicações de fungicidas. A primeira aplicação foi realizada 35 dias após a emergência, sendo aplicado um produto a base de azoxistrobina + benzovindiflupir, associado a outro fungicida a base de ciproconazol + difenoconazol. Na segunda aplicação, realizada 50 dias após emergência, utilizou-se dois fungicidas, sendo um a base de azoxistrobina + benzovindiflupir associado a outro a base de clorotalonil. Na terceira aplicação, realizada 70 dias após a emergência, utilizou-se a associação de fungicida a base de clorotalonil a outro produto contendo ciproconazol + difenoconazol.

Para o controle do percevejo marrom (*Euschistus heros*), foram realizadas duas aplicações, sendo uma a base de tiametoxam + lambda-cialotrina e outra à base de imidacloprido + bifentrina.

A aplicação dos tratamentos com nutrientes foliares foram realizadas de acordo com o Quadro 3. Para esta aplicação foi utilizado um pulverizador de 600 litros acoplado no trator com barra de 12 metros de comprimento, equipado com bico cone vazio, espaçados entre si a 0,5 m, com vazão de 150 L ha⁻¹. Todas as pulverizações foram realizadas no final da tarde, após as 17 horas, momento em que a umidade relativa do ar estava acima de 60% e baixa velocidade do vento.

3.2 DETERMINAÇÕES

Foram realizadas as seguintes determinações para a cultura da soja:

Acúmulo de matéria seca da parte aérea: nos estádios V3, V6, R1 e R4, foram coletadas cinco plantas, cortadas no coleto, amostradas ao acaso dentro da parcela por tratamento e repetição. As plantas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem peso constante para quantificação da massa da matéria seca em gramas.

Altura de planta: determinada no momento da colheita, medindo-se dez plantas ao acaso dentro de cada parcela, com trena graduada em centímetros, desde o nível do solo até o ápice da planta.

Número de ramificações por planta: na ocasião da colheita foram amostradas dez plantas ao acaso por parcela contando-se o número de ramificações por planta.

Inserção da primeira vagem: antes da colheita, a altura da inserção foi determinada em dez plantas ao acaso dentro de cada parcela, com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância desde o nível do solo e o início da inserção da primeira vagem.

Número de vagens por planta: antes da colheita, foram amostradas cinco plantas por parcela para, em seguida, realizar-se a contagem do número de vagens de cada planta, com os valores médios representando o número de vagens por planta.

Produtividade: foi determinada, após a maturidade fisiológica, amostrando-se duas áreas ao acaso de 4,5 m², dentro de cada parcela, representada pela colheita de duas linhas de soja com cinco metros de comprimento. Após a trilha das plantas em trilhadora

estacionária e limpeza dos grãos, os mesmos foram pesados em balança digital, corrigindo-se o grau de umidade para 13%, com os valores expressos em kg ha^{-1} .

Incremento de Produtividade: a partir da determinação da produtividade em kg ha^{-1} , foi realizado o cálculo do aumento de produtividade em porcentagem do tratamento 1 em relação aos demais tratamentos.

Massa de 100 grãos: após determinação da produtividade, foi efetuada a contagem de quatro amostras de 100 grãos utilizando um contador elétrico de sementes, sendo o peso médio da massa de grãos representado pela média das quatro amostras por parcela e repetição. As amostras foram pesadas em balança de precisão com três casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 13%.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos, a comparação entre as médias foi realizada por via do teste de Scott Knott, a 1% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo entre os tratamentos para a massa seca da parte aérea das plantas de soja determinadas nos estádios fenológicos V6, R1 e R4 (Quadro 4). No estádio V3, as plantas estavam na fase inicial de crescimento apresentando entre 18 a 23 cm de altura e quatro nós, cujas folhas apresentam folíolos desdobrados e neste estádio a demanda por nutrientes é menor, razão pela qual não houve diferença entre os tratamentos.

No estádio V6, o menor acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas foi observado no tratamento 1, no qual houve apenas o tratamento de sementes com fungicida diferindo dos demais tratamentos que além do tratamento das sementes com fungicida, também foram inoculados com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* e adicionados Co e Mo (Quadro 3). No estádio V6, as plantas apresentavam de 30 a 35 centímetros de altura e são formadas por sete nós com folhas com folíolos desdobrados e as folhas unifoliadas, onde os cotilédones já podem ter senescido e caído. As raízes laterais estão plenamente presentes no solo entre as linhas de plantas (PROCEDI, 2020).

Quadro 4. Valores médios da massa seca da parte aérea da soja em diferentes estádios fenológicos em função dos tratamentos de sementes e de nutrição foliar.

Tratamentos	Massa seca (g) V2/V3	Massa seca (g) V4/V6	Massa seca (g) R1	Massa seca (g) R4
1	11,02a	61,60b	64,97d	75,78c
2	11,21a	77,19a	81,86c	101,84b
3	11,25a	79,42a	89,07b	104,87b
4	11,80a	81,78a	89,13b	105,82b
5	11,80a	84,63a	94,17a	115,58a
6	11,80a	87,07a	95,43a	115,73a
C.V%	3,32	3,10	4,93	5,18

Fonte: próprios autores.

Além disso, foi observado nos estádios R1 e R4 plantas com menor acúmulo de massa seca no tratamento 1, diferindo dos demais tratamentos. As plantas em R1 caracterizam-se pelo início do florescimento e, nas variedades de hábito de crescimento indeterminado ele se inicia quando as plantas atingiram em torno de 50% da altura final,

podendo ter de 38 a 46 cm de altura. Nesta fase a demanda por nutriente aumenta em função da presença de drenos (botões florais e flores), que demanda mais gastos de energia (NEUMAIER et al., 2000). Também foi observado maior acúmulo de massa seca da parte aérea nas plantas nos estádios R1 e R4 nos tratamentos 5 e 6, os quais receberam maior aporte de adubação foliar com macro e micronutrientes, diferindo dos demais tratamentos (Quadro 3).

Quadro 5. Valores médios de altura de planta, altura de inserção de vagens, número de ramificações e número de vagens por planta de soja em função dos tratamentos de nutrição foliar.

Tratamentos	Altura de planta (cm)	Altura de inserção de vagem (cm)	Número de ramificações	Número de vagens
1	80,30a	20,70a	3,93c	53,66c
2	83,00a	21,33a	5,40b	67,00b
3	83,06a	21,53a	5,33b	68,00b
4	83,83a	21,90a	6,56a	70,00b
5	84,46a	22,30a	6,60a	71,33b
6	84,93a	24,36a	6,70a	79,33a
C.V%	3,50	6,46	5,07	3,61

Fonte: próprios autores.

Em relação aos tratamentos nutricionais para altura de planta e altura de inserção de vagem não houveram diferenças significativas, visto que estas características são influenciadas pela genética do material, da fertilidade do solo e da distribuição de chuva.

No que se refere ao número de ramificações, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os tratamentos 4, 5 e 6 possibilitaram plantas mais ramificadas, diferindo dos demais tratamentos (Quadro 5). Cabe ressaltar que além das adubações nutricionais foliares, foi adicionado nestes tratamentos o produto West Doble, que segundo a empresa detentora do produto, este é um fertilizante foliar, biorregulador, composto por uma combinação de Magnésio e ácidos carboxílicos e sua aplicação promove um maior engalhamento das plantas (WEST FERTILIZANTES, 2020).

Houve diferenças significativas entre os tratamentos para o número de vagens por planta, sendo que as plantas do tratamento 6, que receberam maior aporte de nutrientes

foliares apresentaram maior número de vagens, diferindo dos demais tratamentos, sendo o tratamento 1 o que apresentou menor número de vagens (Quadro 5). Cabe ressaltar que no período de formação das vagens (dezembro e janeiro), ocorreu baixa distribuição de chuva, com acumulado de 50,8 mm e 73,10 mm respectivamente, afetando o balanço nutricional e causando a queda de vagens.

Tabela 2. Valores médios de produtividade (kg ha^{-1}), incremento de produtividade (%) e massa de 100 grãos (g) de soja em função dos tratamentos de nutrição foliar.

Tratamentos	Produtividade (kg ha^{-1})	Incremento de Produtividade (%)	Massa de 100 grãos (g)
1	1717,86c	100c	10,811a
2	2471,13b	143,84b	10,853a
3	2581,80b	150,29b	10,856a
4	2781,40b	161,91b	10,996a
5	2972,96a	173,06a	11,040a
6	3145,36a	183,09a	11,233a
C.V%	7,30	19,24	1,83

Fonte: próprios autores.

Houve diferenças significativas para produtividade entre os tratamentos, sendo que as maiores produtividades foram obtidas nas plantas dos tratamentos 5 e 6, os quais receberam maior aporte nutricional foliar, diferindo dos demais tratamentos, com 2.972,96 kg ha^{-1} e 3.145,36 kg ha^{-1} respectivamente. Cabe ressaltar que apesar de não ocorrer diferenças significativas entre os tratamentos 2, 3 e 4, observa-se ganho de produtividade em todos os tratamentos que receberam além do tratamento completo nas sementes, complementação foliar de macro e micronutrientes. O tratamento 1, no qual foi utilizado somente o tratamento das sementes com fungicida apresentou a menor produção de grãos (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos por Silva et al. (2018), onde houve aumento abrupto de produção na safra em questão, mostrando que a utilização da adubação foliar tem a tendência de favorecer maiores produtividades, devido ao programa nutricional de macro e micronutrientes, promovendo possivelmente maior equilíbrio nutricional para as plantas.

Estes resultados indicam a importância do tratamento de sementes com fungicida, inoculação e coinoculação associado com cobalto e molibdênio. As diferenças de incremento de produtividade do tratamento 1 para o tratamento 2, que recebeu tratamento completo nas sementes e adubação foliar com a aplicação de cobalto e molibdênio no estágio V4/V6 foi de 43,84% e quando comparado com o tratamento 6, este aumento foi de 83,09%. Segundo Fernandez et al., (2015), ocorre uma maior eficácia da adubação foliar justamente em área onde há condições que dificultem os processos de absorção de nutrientes do solo, como estresse hídrico, o que condiz com os resultados encontrados neste trabalho.

A produtividade obtida neste experimento foi fortemente afetada pelas condições climáticas, com veranicos longos, principalmente, na fase de enchimento de grãos, ocorrida em janeiro e fevereiro, com baixa distribuição de chuva, conforme Quadro 2. A planta atinge sua máxima absorção de água na fase de floração e de enchimento de grãos (NAOE et al., 2017).

Outro fator associado com a seca foi a ocorrência da podridão causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*, tendo como consequência os folíolos de soja ficarem amarelados, murchos e tornam-se pardos. A maturação precoce e desuniforme é um dos resultados do ataque de *M. phaseolina*, acompanhando a maturação precoce vem o enchimento de grãos com falhas (BOARETTO, 2012).

Na safra 2021/2022, a produtividade de soja atingiu média de 2.520 kg ha⁻¹ em Mato Grosso do Sul (CONAB, 2022). A produtividade de soja do trabalho variou de uma média de 1.717,86 kg ha⁻¹ no tratamento 1 a 3.145,36 kg ha⁻¹ no tratamento 6, o que resultou em um incremento de 625,36 kg ha⁻¹ do tratamento 6 em comparação a média produzida pelo Estado.

Para a massa de 100 grãos não houve efeito significativo entre os tratamentos, o efeito climático reduziu o acúmulo de massa nos grãos, considerando que a empresa detentora da variedade informa que a massa de 100 grãos é de aproximadamente 16 g, muito superior aos resultados obtidos nesta pesquisa que variou de 10,811 g a 11,233 g (Tabela 2).

Conforme relatado anteriormente, além do estresse hídrico, a ocorrência da *Macrophomina phaseolina*, ao matar a planta pela destruição dos vasos condutores, teve

como consequência a falta de translocação de fotoassimilados das raízes para a parte aérea interrompendo o enchimento de grãos, principalmente, as vagens localizadas no terço superior da planta.

5. CONCLUSÃO

O tratamento de sementes com fungicida, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, Cobalto e Molibdênio aumenta a produtividade de soja.

Fertilizante foliar com função de biorregulador, combinação de magnésio e ácidos carboxílicos promove maior engalhamento das plantas de soja.

A aplicação foliar de macro e micronutrientes em diferentes estádios de crescimento e desenvolvimento da soja aumenta a produtividade mesmo em condições de veranicos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALEN, A. B.; LANGE, A.; CAVALLI, E.; SANTOS, P. H. dos; CAVALLI, C. **Aplicação de Fertilizante Foliar na Cultura da Soja**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015. Disponível em: https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/anais/index_int0782.html. Acesso em: 18 abr. 2022.
- BOARETTO, C.; DANELLI, A. L. D. **Podridão cinzenta da raiz**. In: Reis, E. M.; Casa, R. T. Doenças da soja: etiologia, sintomatologia, diagnose e manejo integrado. Passo Fundo: Berthier, 2012. p. 281 - 296.
- BRAKEMEIER, C. **Revista Cultivar** (Org.). O adubo vem por cima. 1999. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/o-adubo-vem-por-cima>>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- CASTRO, P. R. C.; CARVALHO, M. E. A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ - (Série Produtor Rural, nº 57) - 58 p. 2014.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Histórico da soja – Mato Grosso do Sul (Março/2022)**. Disponível em: <<https://conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analise-regional-do-mercado-agropecuário/analise-regional-ms-soja>> Acesso em: 20 set. 2022.
- FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. **Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo**. São Paulo: Abisolo, 150 p. 2015.
- FRANÇA NETO, J. B. **Evolução do conceito de qualidade de sementes**. Informativo ABRATES, v. 19, n. 2, p. 76-80, 2009.
- FRANCESCHI, V. R.; GIAQUINTA, R. T. Specialized cellular arrangements in legume leaves in relation to assimilate transport and compartmentation: Comparison of the paraveinal mesophyll. **Planta**, 159: 415-422. 1983.
- GALBARDI, G. L. S. e SIMONETTI, A. P. M. M. **Adubação nitrogenada via foliar realizada em diferentes épocas na cultura da soja**. Revista Cultivando Saber, v. 12. n. 4, 2019.
- GARCIA, L. R.; HANWAY, J. J. Fertilização Foliar da Soja Durante o Período de Enchimento das Sementes. **Agronomy Journal**, 1976.
- HAQ, M. U.; MALLARIANO, A. P. **Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization**. Agronomy Journal, v. 92 p. 16-24. 2000. Disponível em: <10.2134/agronj2000.92116x.>. Acesso em 15 abr. 2022.
- HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. **Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E)**, 2005.
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. **Tecnologia de coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo**. Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil - Londrina, PR, agosto de 2013.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja:** componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina, Brasil, Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja - Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p. 413-425, 2010.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2012. p. 71-84.

NAOE, A. M. L.; PELUZIO, J. M.; SOUSA, J. P. **Estresse Ambiental na cultura da soja.** Revista de Integralização Universitária – RIU. Palmas, TO. v12 n° 16, 2017.

NEUMAIER, N. et al. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. **Embrapa Soja - Capítulo em livro científico**, 2000.

PROCEDEI, A. **Desenvolvimento da cultura da soja: estágio V6 (sexto nó) x práticas de manejo.** Mais soja, 2020. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/desenvolvimento-da-cultura-da-soja-estadio-v6-sexto-no-x-praticas-de-manejo>>. Acesso em: 10 set. 2022.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar.** Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, 99 p, 2002.

SANTOS, H. G. dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos.; OLIVEIRA, V. A. de.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos.** Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SILVA, L. C. de F.; do CARMO, S. S.; RAMOS, M. R.; dos SANTOS, D. M. A.; da SILVA, T. R.; SANCHES, C. V.; CROFFI, M. L.; Efeito da adubação foliar sobre a produtividade da Soja, Palmas, TO, 2018.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. SOJA: **Molibdênio e Cobalto.** Embrapa, Documentos, n. 322, jul. 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18872/1/Doc_322_online1.pdf>, acesso em: 11 abr. 2022.

STAUT, L. A. **Adubação foliar com macro e micronutrientes na cultura da soja.** Embrapa Agropecuária Oeste - Documentos (INFOTECA-E), 2006.

WEST FERTILIZANTES, 2020. Disponível em: <<https://westfertilizantes.com>>. Acesso em: 15 set. 2022.

7. APÊNDICE



Figura 1. Área do experimento com resteva de aveia branca. Fonte: próprios autores.



Figura 2. Semeadura do experimento no dia 23/10/2021. Fonte: próprios autores.



Figura 3. Emergência das plântulas de soja no estágio VC, dia 05/11/2021. Fonte: próprios autores.



Figura 4. Plantas de soja no estágio R1. Fonte: próprios autores.



Figura 5. Ocorrência de *Macrophomina phaseolina* no estágio R7. Fonte: próprios autores.



Figura 6. Momento da determinação da altura de planta e de inserção de vagens. Fonte: próprios autores.



Figura 7. Colheita do experimento. Fonte: próprios autores.