



LAURA PEREIRA REIS

**NUTRIÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE
SOJA**

**LAVRAS – MG
2022**

LAURA PEREIRA REIS

NUTRIÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE SOJA

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira
Orientador
Me. Antonio Henrique Fonseca de Carvalho
Coorientador

**LAVRAS – MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Reis, Laura Pereira.

Nutrição Foliar na Produção de Grãos de Soja / Laura Pereira

Reis. - 2022.

36 p.

Orientador(a): Silvino Guimarães Moreira.

Coorientador(a): Antonio Henrique Fonseca de Carvalho.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. [Glycine max (L) Merrill]. 2. Nutrição foliar. 3.
Produtividade.

LAURA PEREIRA REIS

NUTRIÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE SOJA

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada: 23 de Setembro de 2022

Dr. Silvino Guimarães Moreira UFLA

Me. Antonio Henrique Fonseca de Carvalho

Me. Júlia Carvalho Costa

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira
Orientador

Me. Antonio Henrique Fonseca de Carvalho
Coorientador

LAVRAS – MG
2022

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Deus pela oportunidade, saúde e sabedoria que me foi concedida em todos os momentos, permitindo com que esta conquista fosse possível.

A meus pais Marco Antônio e Adriana e meu irmão Gabriel que me apoiaram em todas as etapas e por nunca medirem esforços em buscar o melhor para mim.

Aos meus padrinhos, Andrea, Fabio, Fernanda, Renata, Aloísio e Eliane que sempre apoiaram e torceram por meu sucesso.

Ao Vitor, por todo o companheirismo, carinho e apoio.

A todos os meus amigos e familiares, que me acompanharam nesta trajetória, por todo apoio e paciência.

Ao Prof. Silvino Guimarães, pela orientação nesse projeto, por ter a oportunidade de conhecê-lo e poder trabalhar ao seu lado e por ser um exemplo de profissional, que inspira diversos alunos e contribui muito para o curso de Agronomia.

Ao Prof. Adriano Bruzi e o coorientador Antônio Henrique por acreditar no meu trabalho desde o início da graduação e por todo apoio e amizade.

Ao agrônomo Breno Araújo, tutor de meu estágio, por sua amizade, apoio na minha formação e por todo o conhecimento passado.

A empresa Rehagro Agronegócios e ao Grupo G7 Agro Empreendimentos, em especial ao Evandro, que por meio do estágio me contribuiu com todo conhecimento, fornecendo total apoio.

Ao Dr. Devison Peixoto por todo apoio e paciência no desenvolvimento deste projeto.

Ao Grupo de Pesquisa e Manejo de Produção (G-MAP), que me permitiu realizar este projeto, fornecendo o apoio para que fosse possível e pelas amizades.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), por toda qualidade dos recursos físicos e humanos, prestados durante a graduação. Em especial ao setor de Grandes Culturas que contribuíram com todo o apoio para a realização deste trabalho.

RESUMO

Dentre os nutrientes exigidos em maior quantidade pela cultura da soja pode-se destacar o nitrogênio, o potássio, o enxofre e o fósforo. Embora os micronutrientes sejam exigidos em pequenas quantidades a sua falta acarreta redução do desenvolvimento vegetativo bem como na produtividade de grãos. Atualmente, vem sendo utilizado diversos produtos com finalidade de nutrição à base de micronutrientes na cultura da soja, juntamente ao tratamento de sementes. Assim, objetivou-se avaliar a nodulação, a produtividade e o peso de mil sementes de soja, através do emprego de diferentes produtos com finalidade nutricional. O trabalho foi realizado no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária (Fazenda Muquém) no município de Lavras- MG. O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados (DBC), com 4 tratamentos e 6 repetições. A cultivar utilizada foi NS 6010 IPRO, sendo os tratamentos compostos pelo controle e os demais com aplicação dos produtos de base nutricional, de ação fisiológica e de sanidade associados dentro do programa nutricional. Em R1 foi realizada avaliação de nodulação. Além disso, na colheita foi avaliada a massa de mil grãos e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo realizado pelo teste F, seguido pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os produtos aplicados mostraram-se respostas contraditórias na produtividade e nodulação da soja. Em solo que possui altos teores de macro e micronutrientes, a utilização de produtos para esse fim pode não acarretar em alto ganho em produtividade de forma economicamente viável.

Palavras-chave: *Glycine max.* Nutrição foliar. Nodulação. Produtividade.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	Aspectos gerais da cultura da soja.....	9
2.2	Importância de uma boa nutrição	9
2.3	Nutrientes minerais e consequências para a fixação biológica de nitrogênio	11
2.4	Adubações complementares e suas interações	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	21
5	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25
	ANEXOS.....	29
	Anexo 1 – Resumo da análise de variância para o desempenho da nodulação no estágio fenológico R1	29
	Anexo 2 – Resumo da análise de variância para os caracteres produtividade média (kg.ha ¹), peso de mil sementes (gramas).....	30

1 INTRODUÇÃO

Para a obtenção do máximo potencial produtivo da soja, as condições edafoclimáticas e suas exigências em fertilidade do solo, fotoperíodo, temperatura e disponibilidade hídrica devem ser atendidas. Além disso, há necessidade de um adequado manejo fitossanitário e o posicionamento correto das cultivares para cada região.

Atualmente o Brasil vive um paradoxo com crescimento da área de semeadura, na qual alcançou na última safra 2021/22 a marca de 41 milhões de hectares (CONAB, 2022), e junto a isso trouxe uma elevação nos custos de produção, principalmente devido a alta nos custos de fertilizantes e insumos ligados a produção, o que faz com que se exija uma busca pelas altas produtividades, para minimização desses altos custos, o que está impactando a lucratividade do empresário rural. O crescimento foi de 288% de janeiro de 2020 a março de 2022 e os preços das commodities, como a soja, de 110%, estreitando as margens de lucro do produtor (CNA, 2022).

A nutrição balanceada da cultura é de fundamental importância para o melhor desenvolvimento da planta, aprofundamento radicular, resistência a fatores bióticos e abióticos, funcionamento do metabolismo, produção de energia, crescimento vegetal, fecundidade, produção de frutos e todos os fatores que se referem a morfologia, fisiologia e reprodução da planta (MARSCHNER, 2012).

Para o crescimento e desenvolvimento das plantas, 17 elementos são considerados essenciais, assim chamados de nutrientes. As necessidades e quantidades exigidas vai estar relacionado com cada planta. Dentre estes têm-se os macronutrientes, exigidos em maiores quantidades e os micronutrientes, em menores quantidades. Porém, sem o fornecimento desses em quantidades ideais o desenvolvimento das plantas é prejudicado (FERNANDES, 2006; NOVAIS, 2007).

O carbono, oxigênio e o hidrogênio são adquiridos pela planta através do ar e da água, os demais necessitam ser fornecidos através de fontes minerais. A principal forma de fornecimento dos nutrientes minerais é através do solo, seja por sua disponibilidade natural ou aplicação de fertilizantes. Porém, formas complementares também tem importância na nutrição de plantas, como fertilização foliar e através das sementes.

A adubação via solo torna possível o fornecimento de quantidades maiores dos nutrientes requerido, sendo como formas de aplicação o sulco de plantio, chamada adubação de base, e à lanço em área total em pré ou pós-plantio da cultura semeada, chamada de adubação de cobertura. No entanto, existem condições em que a adubação via solo pode ser

complementada, sendo justificável a implementação da adubação foliar ou via semente, sendo esses fatores listados a seguir: 1) condições de solo que limitam a disponibilidade de nutrientes a ele aplicados, por exemplo, baixa umidade, compactação severa, etc.; 2) condições em que podem ocorrer altas perdas de nutrientes aplicados ao solo; 3) quando a quantidade a ser aplicada é muito pequena, por exemplo, Mo, Co, Ni; 4) quando na fase de crescimento, a demanda interna da planta e as condições do ambiente interagem para limitar o suprimento de nutrientes a órgãos essenciais da planta (FERNÁNDEZ et al., 2015).

A adubação foliar vem como uma estratégia para suprir a necessidade da planta frente a necessidade de complementar a adubação via solo, corrigindo deficiências eventuais durante o ciclo da cultura, fornecendo macro e micronutrientes. Além disso, aumenta a eficiência da absorção nutricional, servindo de estímulo para a planta, sendo importante para o sistema de produção sustentável (FERNÁNDEZ et al., 2015).

Alguns fatores fisiológicos e ambientais podem influenciar na eficiência da adubação foliar. Os fisiológicos, como a idade da planta, formação de cera, expansão foliar, ontogênese e desenvolvimento do dossel por exemplo, interferem nas propriedades químicas, físicas e estado metabólico da folha para absorção. Os ambientais como luz, umidade e temperatura, interferem tanto diretamente na solução aplicada, como nos processos de desenvolvimento das folhas, na atividade metabólica de absorção e translocação dos nutrientes (FERNÁNDEZ et al., 2015).

Dependendo da cultura e do nutriente há a possibilidade de fazer a nutrição via semente. No caso da soja, a fertilização de Co, Mo e Ni é uma importante técnica de nutrição, visando o aumento da eficiência da fixação biológica de nitrogênio, principal forma de nutrição nitrogenada para a cultura (SEIXAS et al., 2020). Esse é um processo enzimático, em que o N_2 é reduzido a NH_3 pela ação de bactérias fixadoras de N, associados às plantas ou simbioses (CÂMARA, 2014).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da utilização de produtos com base nutricional, de ação fisiológica e de sanidade na nodulação e produtividade da soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura da soja

O Brasil é o maior produtor e exportador de soja do mundo com cerca de 124 milhões de toneladas e produtividade média 3.029 kg ha^{-1} na safra 2021/2022 (CONAB, 2022). Esse destaque na produtividade se dá pela soma de diversos fatores, como o melhoramento genético da cultura, a qual possibilitou diferentes cultivares adaptadas em todo o território nacional, além dos conhecimentos desenvolvidos através de pesquisas em relação ao manejo de solos tropicais e tecnologias, como o sistema de plantio direto (SPD), fornecendo melhores condições de cultivo (SEIXAS, 2020; SAKO, 2016).

Alguns fatores são determinantes para a soja expressar o seu máximo potencial produtivo, como a disponibilidade hídrica durante todo o seu desenvolvimento, o fotoperíodo e a nutrição. A disponibilidade hídrica é fundamental e mais requerida nas fases de germinação, floração e enchimento de grãos, onde a deficiência hídrica nestes estádios pode causar queda prematura das flores e menor enchimento de grãos (SEIXAS, 2020; SILVA, et al., 2022).

Em relação ao fotoperíodo o tempo reduzido de horas de luz é o fator que determina desenvolvimento e iniciação do processo reprodutivo da cultura, tendo seu florescimento induzido quando a cultura fica exposta a uma condição em que o número de horas de luz é menor ou igual ao fotoperíodo crítico, sendo variável de acordo com a cultivar. Quando a cultura é exposta a um fotoperíodo curto, resulta em florescimento precoce e, conseqüentemente plantas pequenas e com baixo rendimento de grãos (SEIXAS, 2020).

Outro ponto limitante para a produção de soja está relacionado à nutrição desta cultura. O adequado aporte nutricional é fundamental para o bom aprofundamento radicular e desenvolvimento da cultura, para se obter maiores produtividades, e aumento da resiliência às condições ambientais (SEIXAS, 2020).

2.2 Importância de uma boa nutrição

A soja é uma cultura exigente nutricionalmente e bastante eficiente em absorver e utilizar os nutrientes contidos no solo, principalmente os chamados macronutrientes, elementos em que a planta exige em maior quantidade, como carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e enxofre (S). Os

nutrientes exportados em maior quantidade pela cultura, de acordo com Seixas (2020), são o N, K, S e P (Tabela 1).

Os micronutrientes (B, Cu, Mo, Cl, Ni, Fe, Zn e Mn) são elementos essenciais para o crescimento das plantas, exigidos em menores quantidades. Porém, mesmo que a exigência dos micronutrientes sejam pequenas, a falta de qualquer um deles pode resultar em perdas significativas de produção (BARBOSA FILHO et al., 2002).

Os nutrientes podem ser fornecidos via solo ou via foliar. Quando se diz respeito no fornecimento via folha, a maior dificuldade está relacionada aos nutrientes de baixa mobilidade no tecido vegetal (POZZEBON et al., 2018; MALAVOLTA et al., 2006). O uso da adubação foliar e parcelada dos nutrientes pode ser uma alternativa viável para amenizar os efeitos de deficiência nutricional ao longo do desenvolvimento da cultura. O parcelamento da adubação possibilita a aplicação dos nutrientes em estádios de maior demanda (BEVILAQUA et al., 2002).

Tabela 1. Quantidade de nutrientes acumuladas e exportadas pela cultura da soja.

Partes da planta	Nutrientes										
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹				
Grãos	187	38	74	10	9	9,5	106	39	223	135	142
Restos culturais	83	16	126	66	28	4,9	177	29	1062	545	116
Total	270	54	200	76	37	14,4	283	68	1285	680	258
% Exportada	69	163	45	13	24	66	38	58	17	20	55
	kg t ⁻¹ de grãos						g t ⁻¹ de grãos				
Grãos	54	11	22	2,8	2,5	2,8	31	11,5	65	39	41
Restos culturais	24	5	36	19,3	8,2	1,4	51	8,3	310	159	34
Total	78	16	58	22,1	10,7	4,2	82	19,8	375	198	75

Fonte: Adaptado de Seixas (2020).

Durante o desenvolvimento da soja, existe algumas fases mais críticas e com maiores exigências nutricionais. Pode-se destacar o período determinado de maior exigência para o desenvolvimento da cultura desde o estágio fenológico do V2 (emissão da primeira folha trifoliada completamente desenvolvida) até o estágio fenológico de desenvolvimento R5 (início de enchimento de grãos). Durante essas fases, a boa nutrição tem ocasionado altos ganhos de produtividade, bem como incrementos em qualidade de sementes. Carvalho et al. (2014) observaram que a aplicação foliar de Mn proporcionou incrementos em sementes submetidas à

testes de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas, condutividade elétrica e tetrazólio (viabilidade, vigor e danos mecânicos).

Durante os estádios fenológicos R1 e R5, floração e início de enchimento de grãos, respectivamente, existe um acréscimo na velocidade de absorção de nutrientes, ocorrendo uma alta na taxa de translocação na planta ao longo desse período (STAUT, 2016). E alguns micros e macronutrientes são comumente estudados e aplicados nessa etapa, principalmente devido a um possível incremento na massa de grãos. Bevilaqua et al. (2002) avaliaram os efeitos da aplicação de Ca e B via foliar nas fases vegetativa e reprodutiva da soja sobre os componentes de rendimento e a qualidade fisiológica das sementes. Os autores observaram que a aplicação de Ca e B aumentou a massa de grãos por planta, porém não afetou a qualidade fisiológica das sementes. Além disso, os autores verificaram que as melhores respostas da aplicação de Ca e B sobre os componentes de rendimento foram verificadas nas fases de floração e pós-floração.

2.3 Nutrientes minerais e consequências para a fixação biológica de nitrogênio

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja. Para cada 1000 kg de grãos são necessários, aproximadamente, 80 kg de N. Basicamente, as fontes de N disponíveis para as plantas são o N proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo, os fertilizantes nitrogenados e a FBN. A FBN é a principal fonte de N para a cultura da soja, podendo fornecer todo o nitrogênio que a cultura necessita para completar seu ciclo de desenvolvimento (HUNGRIA et al., 2006; HUNGRIA; MENDES, 2015; Hungria et al., 2019).

Diversos são os fatores que interferem na atividade das bactérias *Bradyrhizobium* que infectam as raízes das plantas para formação dos nódulos. Dentre eles, podem ser citadas, a qualidade do inoculante, assim como sua concentração, local de armazenamento e temperatura a qual esses materiais são expostos, data de vencimento, entre outros (SEIXAS, 2020). E se tratando sobre os nutrientes importantes nessa fase, três micronutrientes são indispensáveis para uma melhor eficiência da FNB, cobalto, molibdênio e níquel.

O Mo é essencial na atividade de duas das principais enzimas da FBN, a nitrogenase e a redutase do nitrato, influenciando, assim, decisivamente no metabolismo do nitrogênio. É especialmente importante na FBN nas leguminosas, pois o Mo é constituinte da enzima nitrogenase, relacionado com transportes de elétrons durante as reações bioquímicas (FLOSS, 2011).

O fator que tem maior importância na limitação da disponibilidade do Mo é a acidez do solo, na qual o nutriente é aniônico, ou seja, com o aumento do pH do solo existe automaticamente um aumento da sua disponibilidade (NOVAIS, 2007). Desse modo, os solos corrigidos normalmente apresentam teores adequados desse micronutriente.

Os sintomas de deficiência de Mo apresentados pela cultura são caracterizados por plantas amareladas, folhas jovens retorcidas com pequenas manchas de necrose. Podem apresentar ainda clorose total das folhas mais velhas seguidas de necrose (SFREDO & OLIVEIRA 2010). Um estudo realizado por Floss (2011), aponta que o aumento do teor de Mo nas sementes tem forte influência no rendimento de grãos.

Em relação ao Co, após sua absorção pelas raízes, o nutriente apresenta elevada mobilidade no floema, porém plantas que necessitam da FBN como as leguminosas, mas que têm acesso ao nitrato, aminoácidos ou ao amônio, não necessitam de um grande aporte do Co. Em algumas exceções, onde as plantas não possuem entrada a esses compostos nitrogenados, o Co se torna indispensável para a planta (AHMED; EVANS, 1961 apud NETO J. 2017).

A sua deficiência impede a formação da leghemoglobina no nódulo, o que limita a FBN. A leghemoglobina tem o papel de disponibilizar oxigênio para a planta degradar os açúcares e obter energia (FLOSS, 2011). Sendo assim, as plantas que apresentam a deficiência de Co tendem a mostrar clorose total, contínua necrose nas folhas mais velhas (SFREDO et al., 2010), conseqüentemente, deficiência de N (SFREDO e OLIVEIRA, 2010), causando clorose total das folhas mais velhas seguida de necrose. A necessidade de Co pela planta de soja é menor que a de Mo, e as doses excessivas desse elemento, principalmente em aplicações via tratamento de sementes, podem resultar em fitotoxicidade e deficiência na absorção de ferro (Fe) pela planta (SFREDO; OLIVEIRA, 2010).

As indicações técnicas atuais de Co e Mo são para aplicação de 2 a 3 g/ha de Co e 12 a 25 g de Mo/ha (SFREDO; OLIVEIRA, 2010). A aplicação deve ser realizada, preferencialmente, em pulverização foliar, nos estádios de desenvolvimento V3-V5, para evitar o contato com as bactérias nas sementes. A dose para aplicação foliar é a mesma recomendada para o uso em sementes. Por outro lado, Mata et al. (2011) observaram redução no número de nódulos por planta com a aplicação de 5 g ha⁻¹ de Co e 42 g ha⁻¹ de Mo no tratamento de sementes, em comparação à menor dose. Por outro lado, essa mesma dose aplicada via foliar aos 30 dias após a emergência das plantas proporcionou maior nodulação, além de maior rendimento de grãos. O Ni por muito tempo foi considerado um elemento tóxico às plantas por fazer parte do grupo de metais pesados, pois no solo com pH baixo faz com que aumente sua disponibilidade, chegando em concentrações tóxicas (SIEBIELEC, 2006). Apesar dos estudos

com Ni no solo concentrarem, na grande maioria, em aspectos ambientais (MOLAS, 2002), o Ni exerce diversas funções nas plantas.

Como funções do Ni, pode-se citar metabolismo de aminoácidos e de ácidos orgânicos (BAI et al., 2006), produção de etileno (SINGH et al., 1994), germinação das sementes (BROWN et al. 1987), aumento na resistência das plantas a doenças (WELLS e WOOD, 2008), além de componente de algumas enzimas (EVANS et al., 1987). Entre as enzimas dependentes do Ni são conhecidas a urease, hidrogenase de níquel, monóxido de carbono desidrogenase, metil coenzima M redutase, superóxido dismutase, NiFe hidrogenases, acetil coenzima A sintase, Rnase-A.

O Ni é cofator da enzima uréase, fazendo com que ocorra a degradação dos ureídeos durante a assimilação do N, do qual o composto intermediário é a ureia. A degradação final de ureia é catalisada pela enzima uréase, que necessita, obrigatoriamente do Ni como cofator, ou seja, composto químico essencial para realizar a atividade (MARSCHNER, 1995). Conforme o estudo realizado por Lavres et al. (2016), a taxa de Ni aplicada nas sementes aumentou a FBN em 12% em comparação às plantas controle, além de aumentar o acúmulo de N nos grãos

Embora os sintomas da deficiência do Ni sejam difíceis de serem reconhecidos no campo, de acordo com a literatura, eles aparecem inicialmente em folhas novas, pois se tratar de um nutriente pouco móvel. Eles se caracterizam por clorose uniforme em folhas novas, sendo que sua ausência inibe a assimilação do N pelas folhas (FLOSS, 2011). Na Tabela 2 são apresentadas algumas funções gerais dos nutrientes associadas à FBN, de acordo com Câmara (2014).

Tabela 2. Efeitos da deficiência do elemento na FBN.

Nutrientes	Efeitos da deficiência do elemento
Fósforo	Redução da nodulação e da FBN, induzindo deficiência de N.
Potássio	Redução da massa seca dos nódulos com redução na FBN
Cálcio	Redução na nodulação devido à redução na superfície radicular.
Magnésio	Deficiência de N induzida por redução da FBN.
Enxofre	Atraso e redução na nodulação das raízes.
Boro	Diminuição no tamanho dos nódulos.
Cobalto	Atraso do início e diminuição da nodulação.
Cobre	Redução na FBN.
Ferro	Atraso no início, diminuição da nodulação e redução da FBN.
Molibdênio	Nodulação pouco efetiva e deficiência de N.
Níquel	Atraso do início da nodulação e redução da FBN.
Zinco	Redução do número e tamanho dos nódulos.

Fonte: CÂMARA (2014).

2.4 Adubações complementares e suas interações

De forma complementar à adubação via solo, atualmente alguns nutrientes vêm sendo fornecidos via foliar ou via tratamento de sementes, principalmente os micronutrientes (Co, Mo, Ni e Zn).

Assim como as raízes, as folhas da soja têm a capacidade de absorver os nutrientes depositados na forma de solução líquida em sua superfície (STAUT, 2016). Devido aos fatores econômicos e vários resultados experimentais positivos, mostrando boas respostas da cultura da soja à aplicação dos nutrientes, a adesão dos produtores à adubação foliar tem aumentado nos últimos anos. Atualmente existem muitos produtos comerciais no mercado sendo fonte de macro e micronutrientes para as culturas (STAUT, 2016).

A adubação foliar precisa ser definida e utilizada com objetivos específicos e baseada em critérios técnicos e econômicos, assim como a adubação tradicional via solo. A decisão de usar ou não algum nutriente via foliar, deve ser medida em relação a critérios técnicos, apoiada na análise foliar, como a adubação via solo é apoiada em análises de solo (STAUT, 2016). A adubação foliar não deve ser substitutiva da adubação via solo, levando em síntese que para suprir a necessidade dos macronutrientes nas plantas, seriam necessárias muitas aplicações (FERNANDÉZ, 2015).

Os principais interesses e eficiência da adubação foliar são em momentos como: correção de deficiências eventuais dentro do ciclo da planta, fornecendo macro e micronutrientes. Além disso, para alguns nutrientes imóveis como o Ca, o fornecimento pode ser diretamente via frutos (FERNANDÉZ, 2015).

Um dos processos que os nutrientes podem ser fornecidos, é por meio da solução nutritiva, sendo os elementos aplicados às plantas a partir daí inicia o processo de adsorção, penetração cuticular e absorção no interior dos compartimentos celulares, metabolicamente ativos na folha e posterior translocação e utilização do nutriente absorvido pela planta (FERNANDÉZ, 2015). Melhorias na eficácia da adubação foliar requerem conhecimento dos atributos químicos e físicos da superfície da planta e dos processos de penetração na planta.

A ureia, é um elemento importante na prática da adubação foliar, podendo potencializar a absorção de outros nutrientes quando associados à mesma aplicação. Segundo MALAVOLTA (1980), isso ocorre pelo fato de a ureia romper ligações químicas entre os componentes da cutícula, tornando a mais permeável e tornando a passagem pela cutícula mais rápida. Desta forma a passagem da ureia pela cutícula é realizada por meio da difusão facilitada. Além disso, a ureia também possibilita o aumento da permeabilidade da membrana celular (MALAVOLTA, 1980).

Outra forma complementar de fornecimento de nutrientes, principalmente micronutrientes (Co, Mo, Ni, Zn) é via tratamento de sementes. Esse manejo, além de baixo custo para aplicação, tem como benefício maior a uniformidade de distribuição e bom aproveitamento pela planta (PARDUCCI et al., 1989; LUCHESE et al., 2004).

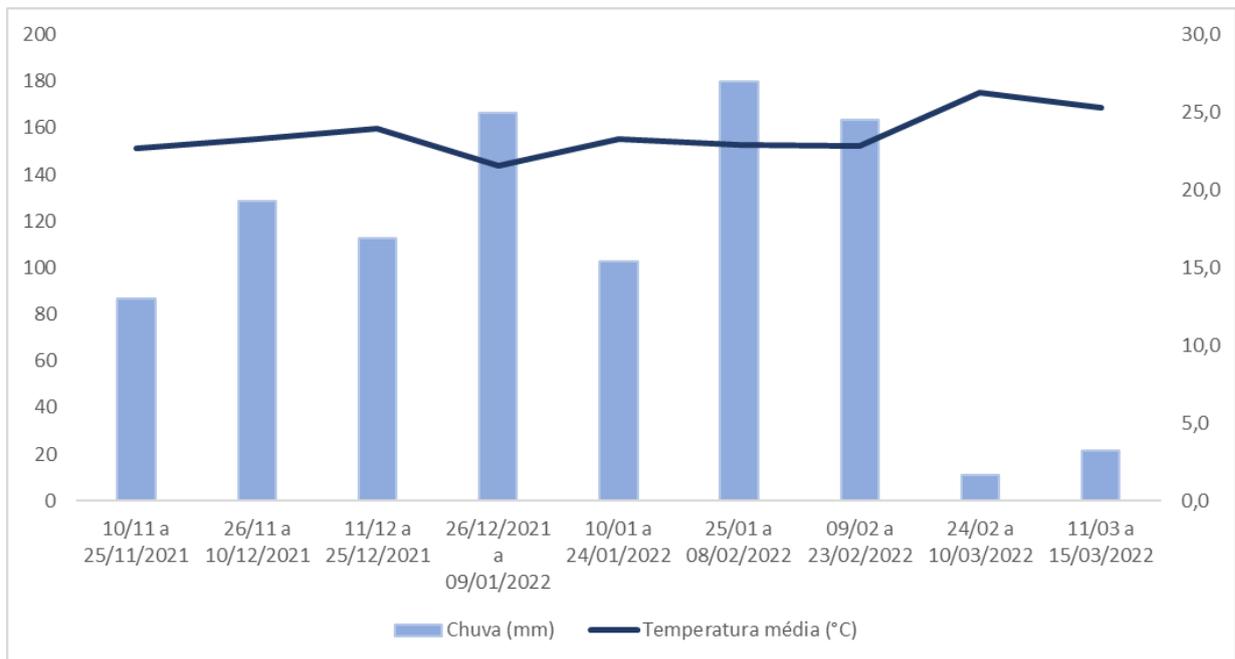
Desta forma fica evidente a importância do fornecimento adequado dos nutrientes às plantas, a fim de maximizar o potencial produtivo da cultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a safra 2021/22 na cidade de Lavras-MG, no Centro de Desenvolvimento Científico Tecnológico da Universidade Federal de Lavras (Fazenda Muquém), que está localizada a 21°40'0 "Sul e 45°00'00" Oeste. A altitude média é de 918 m. A área experimental possui solo do tipo Latossolo Vermelho Distroférico-típico (LVdf) (EMBRAPA, 2018). Na Tabela 3 é apresentada a caracterização dos atributos químicos do solo da área, coletados anteriormente à implantação dos experimentos.

O clima do município de Lavras possui duas estações definidas, seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. É do tipo Cwa (subtropical, com verão chuvoso e inverno seco), segundo a classificação de Köppen; com precipitação e temperatura média anual de 1529,7 mm e 19,5 °C, respectivamente. As temperaturas médias e precipitações quinzenais estão detalhadas na Figura 1.

Figura 1. Acumulado de precipitação (mm) quinzenal e temperatura média (°C) durante o ciclo da cultura.



Fonte: INMET.

Tabela 3. Propriedades químicas do solo coletados na área experimental no início do experimento.

Prof. (cm)	pH H ₂ O	K --- mg dm ⁻³ -	P ¹ mg dm ⁻³ -	S mg dm ⁻³ -	Ca ----- cmol _c dm ⁻³ -----	Mg ----- cmol _c dm ⁻³ -----	Al ----- cmol _c dm ⁻³ -----	H+Al ----- cmol _c dm ⁻³ -----	SB ----- cmol _c dm ⁻³ -----	T ----- % -----	V ----- g kg ⁻¹ -----	MO ----- g kg ⁻¹ -----	B ----- mg dm ⁻³ -----	Cu ----- mg dm ⁻³ -----	Fe ----- mg dm ⁻³ -----	Mn ----- mg dm ⁻³ -----	Zn ----- mg dm ⁻³ -----
0- 20	6,1	116	24,6	19,1	3,3	0,9	0,1	2	4,5	6, 5	69	2,2	0,2	0,1	54,3	20,6	2,6
20- 40	5,8	98	28,4	6,3	2,1	0,5	0,1	2,9	2,8	5, 7	51	2,4	-	-	-	-	-

K = potássio, P = fósforo, S = enxofre, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Al = alumínio, H+Al = poder tampão, SB = soma de bases, T = capacidade de troca de cátions potencial, V = saturação por bases, MO = matéria orgânica do solo, ¹ extrator utilizado Resina.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis repetições. Cada parcela foi composta por 24 m², sendo 4 linhas de 10 m, espaçadas por 0,6 m entre linhas. Como parcela útil, foram consideradas as duas linhas centrais com cinco metros cada, correspondendo a 5 m².

A semeadura da soja foi realizada no dia 10 de novembro de 2021, com espaçamento de 0,6 m. Na semeadura empregaram-se 250 kg ha⁻¹ do adubo NPK 13-33-00, fornecendo-se 32,5; 82,5 kg ha⁻¹ de N e P₂O₅, respectivamente. Na pré-semeadura foi realizada uma adubação com 200 kg ha⁻¹ de KCl. A cultivar semeada foi NS 6010 IPRO, com ciclo de 125 dias. As sementes foram tratadas industrialmente com os produtos Standak Top®, na dosagem de 200 mL L por 100 quilogramas de sementes. Na semeadura foi realizada a inoculação via sulco de semeadura, utilizando-se 10 doses do inoculante líquido BiomaBrady Soja®.

Todos os controles de plantas daninhas e insetos foram realizados via pulverizações, com produtos registrados para a cultura sob demanda e necessidade. O controle de pragas na cultura foi realizado de acordo com a necessidade, avaliada com emprego de pano de batida, seguindo os procedimentos descritos em Embrapa (2020). Foram efetuadas três aplicações inseticidas dos grupos químicos neonicotinóide, piretróide e organofosforado. O controle de plantas daninhas, em pós-emergência, foi realizado em uma única aplicação, utilizando-se glifosato 500 na dosagem de 3,0 L ha⁻¹.

Para as aplicações dos tratamentos com fungicidas, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com barra munida com pontas de pulverização tipo leque, com ângulo de 110°, com pressão média de 2,0 bar ele produz gotas médias e aplica um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

Em relação aos tratamentos, os produtos utilizados foram com base nutricional, de ação fisiológica e de sanidade associados dentro do programa nutricional de uma empresa, conforme

composição apresentados na Tabela 4. As aplicações dos produtos foram realizadas seguindo os estádios fenológicos da cultura, de acordo com cada tratamento, apresentados na Tabela 5.

Tabela 4. Composição percentual dos produtos utilizados nos tratamentos.

Produto	N	P₂O₅	K₂O	Ca	Mg	S	B	Cl	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Zn
Produto 1									0,6				12,1	1,2	
Produto 2	1	6	18		3		0,5								0,3
Produto 3		6	4		1	1,3			0,5				10	1,5	6
Produto 4		3										9			3
Produto 5		42	27,7		4	5,2				1					
Produto 6			10		2	12,9	1,5			0,5		14			4,5
Produto 7		2,6					4,5						1,3	0,5	
Produto 8			1							13,8					
Produto 9	11,6	2,6	1,3				0,1			0,1		0,1	0,1		0,1
Produto 10	5	10	20		9	11,7	0,5								

Fonte: Empresa fabricante dos produtos.

Tabela 5. Descrição dos tratamentos realizados, com os diferentes produtos, doses e épocas de aplicação.

	Tratamento	Produtos	Dose kg ou L/ha	Estádio
T1	Testemunha	-	-	
T2	Tratamento Padrão	CoMo	0,1	TS
		CoMo	0,1	V4
		Sulfato Mn	1,0	V4
T3	FBN	Produto 1	0,15	TS
		Produto 3	0,3	V4
T4	Nutrição Completa	Produto 1	0,15	TS
		Produto 4	0,5	V4
		Produto 3	0,3	
		Produto 6	1,5	R1
		Produto 5	0,5	
		Produto 7	0,3	
		Produto 8	0,05	R3
		Produto 9	1,0	
		Produto 2	1,0	R5.1
		Produto 10	2,0	
Produto 9	1,0			
		Produto 8	0,05	

Fonte: Protocolo nutricional da empresa fabricante dos produtos.

Foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos, produtividade de grãos, massa de mil grãos, teste de uniformidade e massa seca e número de nódulos, conforme descrito a seguir:

a) Produtividade de grãos: determinada a partir da colheita das parcelas. Após a padronização da umidade de grãos para 13%, foi definida a produtividade, em kg ha^{-1} , a partir da conversão da área de cada parcela;

b) Massa de mil grãos, com oito repetições de 100 grãos, calculado segundo a metodologia apresentada por Brasil (2009), com resultado obtido em gramas;

c) Massa seca e número de nódulos: foi contabilizado a quantidade de nódulos presentes na raiz na fase reprodutivo (R1) e após a contagem os nódulos foram secos em estufa e posteriormente pesados.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com o auxílio do software computacional R Development Core Team (2016), sendo atendidos os testes de pressupostos da ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para os caracteres número de nódulos por planta no estágio fenológico R1 (NNR), massa de nódulos em R1 (MNR), produtividade de grãos (kg ha^{-1}) e peso de mil sementes (PMS) estão representados nos anexos 1 e 2, respectivamente. Os tratamentos não promoveram diferenças significativas nas variáveis PMS, NNR, MNR e produtividade.

Os principais fatores que limitam a produtividade das culturas, além do potencial genético e sanidade, é o ambiente de produção e o fator nutricional (SEIXAS, 2020). No caso deste estudo, há boa disponibilidade de nutrientes no solo, com exceção do B e Cu, de acordo com as recomendações para o Estado de Minas Gerais (RIBEIRO, 1999). Também houve adequada quantidade e distribuição de chuvas durante todo o ciclo da cultura (Figura 1).

Diversos fatores afetam o desempenho da nodulação na cultura, com reflexos na disponibilidade de nitrogênio. Por outro lado, tanto o número quanto a massa de nódulos em R1 não foram afetados pelos tratamentos aplicados (Tabela 7). Possivelmente isso ocorreu porque todos os tratamentos receberam o mesmo inoculante em igual concentração e mesmas condições de umidade e temperatura do solo. Além disso, foi aplicada uma alta dose do inoculante (10 doses), acima das recomendações de Hungria et al (2001) e Zilli et al (2009), que preconizam no mínimo 6 doses por hectare.

Tabela 6. Médias para o caráter desempenho da nodulação em R1, em função de aplicações de produtos de nutrição foliar.

Tratamento	Número de nódulos em R1		Massa de nódulos seco em R1	
1	334,5	a	1,6	a
2	325,0	a	1,1	a
3	276,8	a	1,7	a
4	313,6	a	1,6	a

*Massa de nódulos seco (g)

Fonte: Do Autor (2022).

T1 = Testemunha; T2 = Tratamento Padrão; T3 = FBN; T4 = Nutrição Completa

Embora os nutrientes Mo e Ni e o elemento Co fornecidos via folha e semente tenham funções diretas na enzima nitrogenase, diretamente ligada à fixação biológica de nitrogênio (SEIXAS et al, 2020), os mesmos não aumentaram o número e massa de nódulos. É conhecido na literatura que quando as sementes de soja já apresentam

concentrações de Mo acima dos valores críticos, sua aplicação não contribui para aumentar a nodulação da cultura (EMBRAPA, 2020). Espera-se a mesma resposta da cultura quando os teores de Ni e Co já estejam adequados. Deve ser acrescentado também que os teores de Co, Ni e Mo não foram quantificados no solo por não se tratar de análise de rotina.

Diversos trabalhos relatam o efeito negativo da associação de micronutrientes a inoculação, no caso cobalto e molibdênio aplicados na cultura, principalmente junto às sementes. Albino e Campo (2001) mencionam que, ao efetuar aplicação de Mo nas sementes, o contato junto ao inoculante pode ocasionar redução no número de células de *Bradyrhizobium*, e conseqüentemente na fixação biológica de nitrogênio.

Alguns produtos a base de Mo e Co reduzem a nodulação (BARBARO et al., 2009; SILVEIRA, 2021) devido a elevada acidez, salinidade, além da ação bactericida de alguns produtos ao *Bradyrhizobium*, o que limita a sobrevivência da bactéria. Esses fatores vêm sendo estudados por diversos autores, como diferentes fontes de aplicação (sementes e sulco) e sua relação com os micronutrientes Co e Mo (PEREIRA et al., 2016; TEIXEIRA FILHO et al., 2017).

Embora as deficiências de macro e micronutrientes possam ser atenuadas pela adubação foliar (Segundo Fernández, 2015), principalmente quando a planta está sob algum estresse (CÂMARA, 2000), a produtividade da cultura não foi modificada pelos tratamentos no presente estudo (Tabela 7). A produtividade de grãos também não foi modificada pelos produtos à base de Co e Mo no sulco de semeadura nos trabalhos de Silveira (2021) e via pulverização foliar nos trabalhos de Barbaro et al. (2009).

Tabela 7. Médias para o caráter produtividade de grãos em kg.ha¹, em função de aplicações de produtos de nutrição foliar.

Tratamento	Produtividade		PMS	
1	4698	a	125	a
2	4785	a	160	a
3	4563	a	196	a
4	4678	a	198	a

*Prod.=kg.ha⁻¹; PMS = peso de mil sementes (g)

Fonte: Do Autor (2022).

T1 = Testemunha; T2 = Tratamento Padrão; T3 = FBN; T4 = Nutrição Completa

Na literatura existem diversos estudos com aplicações de macro e micronutrientes com objetivo de elevação da produtividade na cultura da soja. Por outro lado, grande parte deles não há ganho em produtividade, como observado por Kappes et al. (2008) e

Calonego et al. (2010), durante aplicação de diferentes doses de B na cultura da soja e por Basso et al. (2011), com a aplicação de manganês na cultura da soja. Já Mondo et al. (2012) observaram relação positiva entre o teor de Mn no solo e a produtividade da soja.

Nesse contexto, verifica-se que na grande maioria dos trabalhos não há respostas em produtividade das culturas, com aplicação dos produtos, devido aos teores no solo já estarem adequados, conforme observado por Basso et al. (2011). Nesse trabalho foi constatado que mesmo com aumento no teor foliar de Mn com a suplementação do micronutriente, não houve incremento na produtividade da soja, pois o solo apresentava alto teor de Mn no solo. No caso do Cu e Zn, Garcia et al (2009) obtiveram aumento da produtividade da soja, tanto com a aplicação foliar quanto na sementeira.

Diante do exposto, verifica-se que não houve incremento dos caracteres avaliados, às aplicações dos nutrientes no presente estudo devido principalmente à presença de teores adequados no solo, com condições climáticas adequadas.

5 CONCLUSÃO

O uso de produtos com base nutricional, de ação fisiológica e de sanidade mostrou-se contraditório na avaliação dos parâmetros de produtividade e nodulação da soja.

Em solo que possui altos teores de macro e micronutrientes, a utilização de produtos para esse fim pode não acarretar em alto ganho em produtividade.

REFERÊNCIAS

ALBINO, U. B.; CAMPO, R. J. **Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do Bradyrhizobium na fixação biológica de nitrogênio em soja.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.36, p.527-534, 2001.

BAI, C., REILLY, C.C.; WOOD, B.W. Nickel deficiency disrupts metabolism of ureides, amino acids, and organic acids of young pecan foliage. **Plant Physiology**, Rockville, v.140, p.433-443. 2006.

BARBARO, I. M. et al. **Análise de cultivares de soja em resposta à inoculação e aplicação de cobalto e molibdênio.** Ceres, Viçosa v. 56, n.3, p.342-349, 2009.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Arroz, milho e trigo. In: BINOVA. **Micronutrientes.** Ribeirão Preto: Binova, 2002. 3p. (Informativo Técnico).

BASSO, C. J. et al. (2011). Aplicação foliar de manganês em soja transgênica tolerante ao glyphosate. **Ciência Rural**, 41(10):1726-1731.

BEVILAQUA, G. A. P.; FILHO, P. M. S.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p-31-34, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/vHnHtbGwvs3pctFGtL4yWGh/?lang=pt&format=pdf>>.

BROWN, S. C. et al. Effects of fertilizer, variety and location on barley production under rainfed conditions in Northern Syria 2. Soil water dynamics and crop water use. **Field Crops Research**, v.16, p.67-84, 1987.

CALONEGO, J. C., OCANI, M., SANTOS, C. H. (2010). Adubação borata foliar na cultura da soja. **Colloquium Agrariae**, 5(1):20–26.

CÂMARA, G. M. de S. **Fixação Biológica de Nitrogênio em Soja.** IPNI – Informações Agronômicas nº 146. Setembro/2014.

CÂMARA G. M. de S. **Soja: tecnologia de produção II.** Piracicaba: ESALQ, 2000. p.1-18.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos.** V. 9, Safra 2021-22. N. 11, Décimo Primeiro Levantamento. Ago 2022. p. 58-61.

CNA, 2022. **CNA debate impactos do aumento dos preços dos fertilizantes para o produtor.** Disponível em: <<https://cnabrasil.org.br/noticias/cna-debate-impactos-do-aumento-dos-precos-dos-fertilizantes-para-o-produtor#:~:text=De%20janeiro%20de%202020%20a,do%20produtor%20est%C3%A3o%20se%20retraindo>>. Acesso em: 22 de ago. de 2022.

EMBRAPA Soja. **História da soja.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em 12 de ago. de 2022.

EMBRAPA Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição. Brasília, DF, 2018. Disponível em: < file:///C:/Users/Laura%20Reis/Downloads/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf >.

EVANS, H. J. et al. **Physiology, biochemistry and genetics of the uptake hydrogenase in rhizobia**. Annual Review of Microbiology. Palo Alto; v. 41, p. 335-361, 1987.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa. MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006.

FERNANDÉZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. **ADUBAÇÃO FOLIAR: Fundamentos Científicos e Técnicas de Campo**. São Paulo, 2015.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas** (O estudo que está por trás do que se vê). 5. UPF, 2011.

GARCIA, G. G., SILVA, T. R. B., SECCO, D. (2009). Épocas de aplicação e doses de fertilizante a base de cobre e zinco no rendimento de grãos de soja. **Cultivando o Saber**, 2(4):18-25.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. de C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa, 2001. (Embrapa Soja-Circular -Embrapa Cerrado, n.13). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>.

HUNGRIA, M. et al. **Coinoculação da soja com Bradyrhizobium e Azospirillum na safra 2018/2019 no Paraná**. Londrina: Embrapa, 2019. Circular técnica 156. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117312/1/Circtec156.pdf> >.

HUNGRIA, M. et al. **Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: Contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield**. Londrina: Embrapa, 2006.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. de C. **Nitrogen Fixation with Soybean: The Perfect Symbiosis?** Jul, 2015.

KAPPES, C., GOLO, A. L., CARVALHO, M. A. C. (2008). Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agrônômicas e na qualidade de sementes de Soja. **Ciência Agrária**, 9(3).

LAVRES, J.; FRANCO, G. C.; CÂMARA, GIL, M. de S. **Tratamento de sementes de soja com níquel melhora a fixação biológica de nitrogênio e a atividade da urease**. 2016. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2016.00037/full>. Acesso em: 14 set. 2022.

LUCHESE, A.V. et al. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 6, p. 1949- 1952, 2004.

- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica. Ceres, 2006.
- MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**. Third Edition. Australia, 2012.
- MOLAS, J. Changes of chloroplast ultrastructure and total chlorophyll concentration in cabbage leaves caused by excess of organic Ni (II) complexes. **Environmental and Experimental Botany**, Kidlington, v. 47, p. 115-126, 2002.
- MONDO, V.H.V. et al. (2012). Spatial variability of soil fertility and its relationship with seed physiological potential in a soybean production area. **Revista Brasileira de Sementes**, 34(2): 193-201.
- NOVAIS, R.F. & MELLO, J.W.V. **Relação solo-planta**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.276-374.
- PARDUCCI, S. et al. **Micronutrientes**. Campinas: Microquímica, 1989.
- PEREIRA, C. S. et al. Diferentes vias, formas e doses de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja. **Global science and technology**, Cuiabá, v. 09, n. 01, p. 56-57, 2016.
- POZZEBON, N. J. et al. Caracterização do Manejo da Fertilidade do Solo em Sistemas de Cultivo de Soja no Município de Dom Pedrito -RS. **Revista Técnico-Científica**, Bagé-RS, v. 20, n° 1, 2018.
- RIBEIRO, A. C. et. al. RECOMENDAÇÕES PARA USO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES EM MINAS GERAIS – **5ª APROXIMAÇÃO**. Viçosa-MG, 1999.
- SAKO, H. et al. **Fatores decisivos para se obter produtividade de soja acima de 4.200 kg/ha**. CESB, 2016. Circular Técnica 2, v.2
- SEIXAS, C. D. S. et. al. **TÉCNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA**. **EMBRAPA Soja**. Londrina-PR, 2020.
- SFREDO, G. J.; de OLIVEIRA, M. C. N. Soja: molibdênio e cobalto – Londrina: **Embrapa Soja**, 2010. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; 322).
- SIEBIELEC, G.; CHANEY, R. L. Manganese Fertilizer Requirement to Prevent Manganese Deficiency When Liming to Remediate Ni-Phytotoxic Soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 37: 163–179, 2006.
- SILVA, F. et al. **Soja: Do plantio à colheita**. 2ª edição. UFV, 2022.

SILVEIRA, P. G. et al. **Efeito de doses de cobalto e molibdênio aplicadas no sulco de plantio da soja inoculada com Bradyrhizobium**. UNIFUNEC CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR, Santa Fé do Sul, São Paulo, v. 10, n. 12, p. 1–13, 2021. DOI: 10.24980/ucm.v10i12.4110. Disponível em: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/rfc/article/view/4110>. Acesso em: 14 set. 2022.

SINGH, Z. et al. Effect of cobalt, cadmium and nickel as inhibitors of ethylene biosynthesis on floral malformation, yield and fruit quality of mango. **Journal of Plant Nutrition, Germany**, v.17, n.10, p.1659-1670, 1994.

STAUT, L. A. **Adubação foliar com nutrientes na cultura da soja**. EMBRAPA, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/254238/1/Adubacaofoliar.pdf>. Acesso em: 13 de ago. de 2022.

TEIXEIRA, F. M. C. M. et al. **Inoculation with Bradyrhizobium sp. and Azospirillum brasilense Associated with Application of Cobalt and Molybdenum on Nutrition and Soybean Yield**. **Soybean: The Basis of Yield, Biomass and Productivity**. Croácia, p. 63 -73, 2017.

WELLS, M. L.; WOOD, B. W. Foliar boron and nickel applications reduce water-stage fruit-split of pecan. **HortScience**, Alexandria, v. 43, n. 5, p. 1437-1440, 2008.

ZILLI, J. E. et al. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 917-923, 2009.

ANEXOS

Anexo 1 – Resumo da análise de variância para o para desempenho da nodulação no estágio fenológico R1.

FV	GL	NNR1		MNR1	
		QME	p Valor	QME	p Valor
Fertilizantes	3	5440,8	0,358	0,3	0,333
Bloco	5	2107,1	0,807	0,2	0,632
Erro	15	4694,2		0,3	

*NNR1 = número de nódulos em R1; MNR1 = massa seca de nódulos em R1.

Fonte: Do autor (2022)

Anexo 2 – Resumo da análise de variância para os caracteres produtividade média (kg.ha⁻¹), peso de mil sementes (gramas).

FV	GL	PMS		Produtividade	
		QME	p Valor	QME	p Valor
Fertilizantes	3	493,6	0,222	33888	0,704
Bloco	5	430,4	0,27	198996	0,056
Erro	15	301,5		71397	

*PMS = peso de mil sementes.

Fonte: Do Autor (2022)