

MAIK ROBERTO DA SILVA BATISTA

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*
(L.) Merrill) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TECNOLOGIA EM NUTRIÇÃO VIA
ADUBAÇÃO FOLIAR**

Ji-Paraná

2022

MAIK ROBERTO DA SILVA BATISTA

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*
(L.) Merrill) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TECNOLOGIA EM NUTRIÇÃO VIA
ADUBAÇÃO FOLIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
São Lucas Ji-Paraná como requisito
parcial para obtenção de grau de
engenheiro agrônomo.

Profº. orientador: Msc. Alisson Nunes
da Silva

Ji-Paraná
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

B333d Batista, Maik Roberto da Silva.

Desenvolvimento e produtividade da cultura da soja (*glycine max (l.) merrill*) sob diferentes níveis de tecnologia em nutrição via adubação foliar. / Maik Roberto da Silva Batista. – Ji-Paraná, 2022.

40 p. ; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) – Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná, 2022.

Orientador: Prof. Msc. Alisson Nunes da Silva

1. *Glycine max (L.) Merrill*. 2. Nutrientes. 3. Adubação foliar. 4. Produtividade. 5. Produção de soja. I. Silva, Alisson Nunes da. II. Título.

CDU 633.34

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Bibliotecário Giordani Nunes da Silva CRB 11/1125

MAIK ROBERTO DA SILVA BATISTA

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*
(L.) Merrill) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TECNOLOGIA EM NUTRIÇÃO VIA
ADUBAÇÃO FOLIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro
Universitário São Lucas Ji-Paraná como requisito parcial para
obtenção de grau de engenheiro agrônomo.

Prof^o. orientador: Msc. Alisson Nunes da Silva

Ji-Paraná, 14 de junho de 2022.

Avaliação/ Nota:

BANCA EXAMINADORA

Resultado: APROVADO

Orientador

Prof^o. Msc. Alisson Nunes da Silva

Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca

Prof^o. Msc. Celso Pereira de Oliveira

Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca

Prof^o. Dr. Francisco Carlos da Silva

Centro Universitário São Lucas

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS por tudo o que tem feito a mim.

A minha mãe Vilma da Silva por seu cuidado e por me apoiar durante todo o processo até aqui.

Ao meu pai Demerval Roberto Batista por ser minha inspiração para iniciar o curso de Agronomia.

Aos todos os meus colegas de curso e, em especial, ao Joab Ferreira e Renan Melo por me auxiliarem no desenvolvimento do experimento e Thiago Guerson por auxiliar também no fornecimento de materiais para a realização do trabalho.

Aos meus docentes que contribuíram para a minha formação e aprendizado.

Ao coordenador do curso Msc. Celso Pereira de Oliveira por promover a oportunidade de realizar o experimento.

Ao meu orientador Msc. Alisson Nunes da Silva por estar me ajudando e orientando no TCC.

As empresas Masutti e West fertilizantes por fornecerem os materiais necessários para a realização da pesquisa.

Ao representante da empresa West fertilizantes, Anderson Deganuti, por promover o acesso aos materiais utilizados na pesquisa e auxiliar no desenvolvimento do trabalho.

A todos que de alguma forma participaram de todo processo para minha formação durante o curso.

RESUMO

O Brasil se tornou o maior produtor e exportador de soja no mundo. Foi possível obter esse volume de produção através do desenvolvimento e uso de tecnologias no cultivo, principalmente no uso de adubos e fertilizantes. Além das adubações via solo e do FBN, pode ser necessário a aplicação de macronutrientes e de micronutrientes via foliar na cultura. O objetivo do trabalho foi acompanhar o desenvolvimento e avaliar a produtividade da cultura da soja mediante a aplicação de diferentes níveis de tecnologia em nutrição por adubação via foliar. O experimento foi conduzido na área experimental do Parque Tecnológico Vandeci Rack, localizado na Rodovia Br-364, Km 333, Zona Rural, em Ji-Paraná, Rondônia. No delineamento, foram realizados 4 tratamentos: Controle (1), tratamento foliar com 1,5 l/ha de Mn a 7% e S a 4% em V3 e V8 e 3,0 l/ha de S a 5%, B a 0,5%, Cu a 0,5%, Mn a 6%, Mo a 0,1% e Zn a 3% em V4 (2), tratamento foliar com 1,5 l/ha de Mn a 7% e S a 4% em V3 e V8, 3,0 l/ha de S a 5%, B a 0,5%, Cu a 0,5%, Mn a 6%, Mo a 0,1% e Zn a 3% em V4 e 400 ml/ha de Mg a 7% em V5 (3) e tratamento foliar com 1,5 l/ha de Mn a 7% e S a 4% em V3 e V8, 3,0 l/ha de S a 5%, B a 0,5%, Cu a 0,5%, Mn a 6%, Mo a 0,1% e Zn a 3% em V4, 100 ml/ha de Co a 1% e Mo a 7% em V4, 400 ml/ha de Mg a 7% em V5, 4 l/ha de N a 14%, P₂O₅ a 4%, K₂O a 4%, B a 0,1%, Mg a 0,5%, Mn a 1,5%, Mo a 0,05% e Zn a 2% em R1, 1,5 l/ha de N a 30% e 1,5 l/ha de K₂O a 30% em R4 (4), com 6 repetições. Foram avaliados altura de plantas, diâmetro do caule, número de botões florais por planta, número de vagens por plantas, número de grãos por planta e número de grãos por vagem. Houve diferença estatística para o número de botões florais (NBF), com as demais características não diferindo entre si conforme os tratamentos aplicados. Além da adubação foliar, fatores como a deficiência hídrica, a lâmina de água na irrigação e a incidência de luz podem influenciar no desenvolvimento e produtividade da soja.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, nutrientes, adubação foliar, produtividade.

ABSTRACT

Brazil has become the largest producer and exporter of soybeans in the world. It has been possible to obtain this volume of production through the development and use of technologies in cultivation, mainly in the use of fertilizers. In addition to soil fertilization and BNF, the application of macronutrients and micronutrients via foliar application to the crop may be necessary. The objective of this study was to monitor the development and evaluate the yield of soybean by applying different levels of nutritional technology through foliar fertilization. The experiment was conducted in the experimental area of the Vandeci Rack Technological Park, located on Highway Br-364, Km 333, Rural Area, in Ji-paraná, Rondônia. In the design, 4 treatments were performed: Control (1), foliar treatment with 1.5 l/ha of Mn at 7% and S at 4% in V3 and V8 and 3.0 l/ha of S at 5%, B at 0.5%, Cu at 0.5%, Mn at 6%, Mo at 0.1% and Zn at 3% in V4 (2), foliar treatment with 1,5 l/ha of 7% Mn and 4% S in V3 and V8, 3.0 l/ha of 5% S, 0.5% B, 0.5% Cu, 0.5%, 6% Mn, 0.1% Mo and 3% Zn in V4 and 400 ml/ha of 7% Mg in V5 (3) and foliar treatment with 1,5 l/ha of Mn 7% and S 4% in V3 and V8, 3.0 l/ha of S 5%, B 0.5%, Cu 0.5%, Mn 6%, Mo 0.1% and Zn 3% in V4, 100 ml/ha of Co 1% and Mo 7% in V4, 400 ml/ha of Mg 7% at V5, 4 l/ha of N at 14%, P₂ O₅ at 4%, K₂ O at 4%, B at 0.1%, Mg at 0.5%, Mn at 1.5%, Mo at 0.05% and Zn at 2% at R1, 1.5 l/ha of N at 30% and 1.5 l/ha of K₂ O at 30% at R4 (4), with 6 repetitions. Plant height, stem diameter, number of floral buds per plant, number of pods per plant, number of grains per plant, and number of grains per pod were evaluated. There was a statistical difference for the number of floral buds (NBF), with the other characteristics not differing according to the treatments applied. Besides foliar fertilization, factors such as water deficiency, irrigation water and light incidence can influence the development and productivity of soybeans.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill, nutrients, foliar fertilization, yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interferência no desenvolvimento das plantas pela incidência de luz noturna provocado pela iluminação pública, iniciado após a floração, que resultou em uma variação entre as repetições no número de vagens por planta e no número de grãos por planta.	32
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados analíticos de nutrientes da amostra de solo.	25
Tabela 2. Resultados analíticos das relações da amostra de solo.	25
Tabela 3. Resultados médios do número de botões florais (NBF) e altura de plantas no estágio R2 (APR2) em função do nível de adubação foliar.	28
Tabela 4. Resultados médios do diâmetro do caule (DC), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV) e altura de plantas no estágio R5 (APR5) em função do nível de adubação foliar.	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 A CULTURA DA SOJA	15
3.1.1 Aspectos morfofisiológicos	16
3.1.2 Nutrição da soja.....	18
3.2 ADUBAÇÃO FOLIAR.....	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário mundial da agricultura ocupando as primeiras posições tanto na produção quanto na exportação de diversas commodities agrícolas. Dentre as commodities, se destaca o cultivo de grãos em geral, com uma área plantada de 69,8 milhões de hectares e uma safra de 255,4 milhões de toneladas de grãos produzidos, com uma produtividade média de 3,7 toneladas por hectare plantado em 2020/21 (MAPA, 2022).

Das culturas produzidas no Brasil, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ocupa a posição mais elevada com 38,5 milhões de hectares plantados, uma produção de 136 milhões de toneladas de grãos e uma produtividade de 3,52 toneladas por hectare na safra 2020/21 (CONAB, 2021). Esses valores registrados para a safra da soja representam 55,15 % da área dedicada a produção de grãos e 53,24 % dos grãos produzidos no país. Com esse resultado o Brasil se torna o maior produtor e o maior exportador de soja do mundo (MAPA, 2022).

Em Rondônia, na safra de grãos 2020/21, a área plantada foi de 657,3 mil hectares e a safra foi de 2,59 milhões de toneladas de grãos produzidos, com uma produtividade média de 3,9 toneladas por hectare (MAPA, 2022). No estado a soja se tornou a principal commodities agrícola, na safra 2019/2020 foram plantados 392,6 mil hectares e 1,34 milhões de toneladas de grãos produzidos, com destaque para a região sul, com os municípios de Vilhena com uma produção de 197 mil toneladas, Pimenteiras do Oeste com uma produção de 145 mil toneladas e Corumbiara com uma produção de 142 mil toneladas (IBGE, 2020).

Foi possível alcançar esse volume de produção na agricultura brasileira através de estudos referente a fertilidade do solo, a conservação do solo e as necessidades nutricionais das plantas, que possibilitaram conhecer os elementos necessários para o desenvolvimento vegetal, qual o momento de maior necessidade nutricional das plantas e qual a condição do solo para fornecer os nutrientes (DALL'AGNOL, 2016; IPEA, 2016).

Através dos conhecimentos adquiridos, com o desenvolvimento de técnicas de conservação do solo, de calagem e através da adubação, ou seja, da aplicação dos elementos minerais essenciais para o desenvolvimento vegetal no solo ou através de fertilizantes aplicados via foliar (BRASIL, 1980), possibilitou-se a expansão da agricultura para áreas antes consideradas limitadas para o plantio e o

aumento do volume de grãos produzidos no país (GAZZONI e DALL'AGNOL, 2018; SEDIYAMA et. al., 2015).

A cultura da soja teve papel importante no desenvolvimento da agricultura brasileira por ser uma das culturas que detém os maiores avanços em tecnologias de produção no país, com cultivares de alto valor genético e o desenvolvimento de técnicas de agricultura de precisão para o seu cultivo (DALL'AGNOL, 2016).

Tais avanços resultaram no destaque do Brasil na produção de soja. Porém, mesmo ocupando a primeira posição, o potencial produtivo da soja no país ainda não é expresso ao máximo, já que a maior parte dos custos da produção está no uso dos adubos e fertilizantes. Como os custos com adubos e fertilizantes são parte consideráveis da produção, é essencial o desenvolvimento de tecnologias para a sua redução e que seu uso seja otimizado (PAS CAMPO, 2005).

Foi possível reduzir parte importante dos custos através da fixação biológica de Nitrogênio (FBN), pois o Nitrogênio é o elemento mais requerido pela planta e o de maior custo para ser fornecido (HUNGRIA et. al., 2001). A utilização de técnicas conservacionistas como o plantio direto e a rotação de culturas possibilitou a redução da quantidade de adubo necessário para repor os nutrientes retirados do solo pela planta após a colheita (SEIXAS et. al., 2020).

Além de técnicas para reduzir a quantidade utilizadas de adubos e fertilizantes é preciso otimizar o seu uso, de modo que as plantas sejam capazes de absorver ao máximo os nutrientes que lhes é fornecido (PAS CAMPO, 2005). Em alguns casos, mesmo com tecnologias que permitiram produzir com custos reduzidos em adubação, apenas a adubação via solo e pela FBN não é suficiente para obter a produtividade esperada (NACHTIGALL e NAVA, 2010).

A aplicação de macronutrientes e micronutrientes via foliar é uma técnica que visa fornecer os nutrientes requeridos pela planta conforme a necessidade no momento da aplicação, assim como estimular na planta comportamentos benéficos para a produção. A aplicação beneficia-se da capacidade da folha de absorver água e nutrientes, que possibilita uma rápida assimilação do nutriente aplicado. Utiliza-se desta técnica em casos de deficiência e no momento de maior demanda de um nutriente específico, em momentos críticos do desenvolvimento da planta e quando há situações adversas para a absorção de nutrientes via raiz (FERNÁNDEZ et. al., 2015; NACHTIGALL e NAVA, 2010).

Para estimar os efeitos da aplicação de nutrientes nas folhas e quais benefícios podem ser obtidos, o trabalho teve como objetivo acompanhar o desenvolvimento e avaliar a produtividade da cultura da soja mediante a aplicação de diferentes níveis de tecnologia em nutrição por adubação via foliar.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Acompanhar o desenvolvimento e avaliar a produtividade da cultura da soja mediante a aplicação de diferentes níveis de tecnologia em nutrição por adubação via foliar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito da aplicação de fertilizantes foliares no desenvolvimento da soja nas fases vegetativas e reprodutivas e na produtividade.

Estimar a diferença na altura de plantas, diâmetro do caule, número de botões florais por planta, número de vagens por plantas, número de grãos por planta e número de grãos por vagem, entre os tratamentos conforme o nível de tecnologia em nutrição via foliar aplicado, a fim avaliar o efeito da aplicação dos fertilizantes foliares sobre essas características.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A CULTURA DA SOJA

A soja cultivada (*Glycine max* (L.) Merrill) pertence à família Fabacea, também chamada de Leguminosae, sendo os representantes dessa família comumente conhecidos como leguminosas (MORAGA, 2018).

Os primeiros relatos da domesticação da soja ocorreram na região nordeste da China, na região da Manchúria por volta de 5000 anos antes de Cristo. Originalmente, a soja era uma planta rasteira e, com cruzamentos de duas espécies selvagens no processo de domesticação, as plantas de soja passaram a ser eretas, permitindo o cultivo local e a sua expansão. O cultivo da soja expandiu-se primeiramente para outros países asiáticos e chegou no Ocidente no ano de 1712, quando foi cultivada na Europa. A soja chegou nos Estados Unidos da América no ano de 1765, sendo cultivada no estado da Geórgia (GAZZONI e DALL'AGNOL, 2018).

No Brasil, soja foi inicialmente introduzida no estado da Bahia por Gustavo D'Utra em 1882, nessa ocasião a tentativa de produção comercial fracassou devido as variedades utilizadas serem adaptadas a climas temperados de latitudes próximas dos 40° Norte, diferente do clima tropical e da baixa latitude (12° sul) do local que se pretendia cultivá-la. O êxito da soja no Brasil ocorreu quando foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul no início do século XX, pois o clima subtropical e a latitude entre 27° e 34° Sul do estado foram favoráveis ao cultivo das variedades utilizadas (DALL'AGNOL, 2016). A partir de 1950, com o desenvolvimento de variedades mais adaptadas ao clima brasileiro, o cultivo da soja expandiu-se para as regiões Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste do país (SEDIYAMA et. al., 2015). Atualmente o estado do Mato Grosso é o maior produtor do país com 73,07 milhões de toneladas de grãos produzidos na safra 2020/21 (MAPA, 2022).

3.1.1 Aspectos morfofisiológicos

A germinação da semente de soja é epígia, com os cotilédones se elevando acima do nível do solo após o crescimento da raiz (MENDES et. al., 2015; SEDIYAMA et. al., 2015). A raiz da soja é do tipo pivotante, bem ramificada, com raiz principal bem desenvolvida e com muitos nódulos de bactérias fixadoras de Nitrogênio (FREITAS, 2019). O caule principal é ereto e herbáceo podendo também haver ramificações (CABRAL, 2019). O desenvolvimento do caule inicia-se no eixo embrionário e o porte final pode ser de 0,30 metros e chegar a 2 metros (FREITAS, 2019).

Ocorrem três tipos de crescimento, o determinado, quando a planta não emite novos nós no caule após o florescimento e a gema terminal transforma-se em inflorescência racemosa, o semideterminado, quando a planta possui características intermediárias, com emissão de novos nós após a floração e a gema terminal transformando-se em inflorescência racemosa e o indeterminado, quando a planta continua emitindo novos nós no caule após o florescimento (THOMAS, 2018).

A soja possui dois tipos de folhas, as primeiras folhas são unifoliadas, opostas e localizam-se no primeiro nó acima do nó cotiledonar, as demais folhas são trifoliadas e localizam-se alternadamente nos nós acima do nó da folha simples, inseridas no caule principal ou nas ramificações. As flores são completas, de cor branca ou roxa conforme a cultivar, agrupadas em racemos curtos de 9 a 10 flores e autógamias, que se autofecundam antes da antese. Os frutos são do tipo legume ou vagem, contendo de uma a cinco sementes. Ocorrem de dois a 20 legumes por inflorescência, podendo chegar a 400 legumes por planta. (CABRAL, 2019). A altura de inserção da primeira vagem é de 10 a 20 centímetros acima do solo (SEDIYAMA et. al., 2015). As sementes são redondas, aplanadas e podendo apresentar a cor verde, creme, palha, marrom ou preta (FREITAS, 2019).

O metabolismo da soja é C_3 , tendo a conversão de CO_2 atribuída a ação da enzima ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxidase (RuBisCo). Essa conversão não é tão eficiente como ocorre com planta do ciclo fotossintético C_4 , pois a enzima Rubisco atua tanto na reação de carboxilase quanto na reação de oxidase devido a sua capacidade de assimilar O_2 e CO_2 . Em condições climáticas favoráveis e com

boas concentrações de CO₂ nas folhas aumenta-se as reações de carboxilase, já em condições de estresses, como em temperatura alta, os estômatos das folhas se fecham e a absorção de CO₂ é reduzida e aumenta-se a reação de oxidase. Essa ação das plantas também impedem a entrada de água e outros solutos através dos estômatos (CABRAL, 2019; TAIZ et. al., 2017).

A soja é uma cultura anual e o seu desenvolvimento é influenciado por condições edafoclimáticas como o fotoperíodo, a temperatura e a umidade. O ciclo produtivo pode durar de 70 dias para cultivares precoces até 200 dias para cultivares tardias (FREITAS, 2019; SEDIYAMA et. al., 2015).

Devido a sensibilidade ao fotoperíodo, o comportamento de uma cultivar de soja em relação ao ciclo produtivo pode ser alterado quando for inserida em uma região de latitude diferente da de origem. Por esse motivo foi criada uma divisão considerando as diferentes latitudes do país, chamados grupos de maturidade relativa (GMR), que variam do zero até o dez de forma que quanto maior o número mais próximo da Linha do Equador, cada cultivar é inserida a um grupo de maturidade conforme a sua adaptabilidade e, geralmente, conforme for maior o número do grupo de maturidade maior é o ciclo do cultivo (THOMAS, 2018).

O desenvolvimento da soja passa por diversos estádios, que são separados em duas fases, a vegetativa (V) e a reprodutiva (R) (CÂMARA, 2006). Os estádios vegetativos iniciam no estágio VE, que representa a emergência dos cotilédones, e em seguida vem o estágio VC, em que os cotilédones estão completamente abertos e os bordos de suas folhas unifoliadas não se tocam. Após o VC, os estádios vegetativos são numerados sequencialmente (V1, V2, V3, V4, V5, V6, ..., Vn), em que o número representa o último nó da planta com a folha completamente desenvolvida, ou seja, quando as folhas unifoliadas estiverem completamente desenvolvidas e os bordos dos folíolos não mais se tocarem, a planta estará no estágio V1. Em condições normais, demora entre três e cinco dias para que se tenha a mudança de um estágio vegetativo para outro, com um maior tempo para a mudança nos estádios iniciais e um menor tempo para os estádios finais (FARIAS et. al., 2007; NEUMAIER et. al., 2000).

Os estádios vegetativos terminam quando é iniciado o florescimento e, portanto, os estádios reprodutivos da soja. Os estádios reprodutivos consistem nas fases do florescimento (R1 e R2), de desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8) conforme o

tipo de crescimento da soja, com os estádios nomeados em R para o crescimento determinado e por fases (florescimento, vagens, grãos e maturação) para o crescimento indeterminado (FARIAS et. al., 2007; NEUMAIER et. al., 2000; OLIVEIRA JUNIOR et. al., 2016).

3.1.2 Nutrição da soja

Os nutrientes minerais são elementos essenciais para o desenvolvimento da soja. Para Taiz et. al., (2017) um elemento essencial é um componente intrínseco na estrutura e no metabolismo da planta que, sem ele, há anormalidades na estrutura, no crescimento, no desenvolvimento e na reprodução e o ciclo de vida da planta é impedido de ser completado. Esses elementos, junto com a água e a energia solar, são fundamentais para a síntese dos compostos necessários para o desenvolvimento vegetal. Mendes et. al., (2015) complementam relatando que os elementos essenciais agem diretamente no metabolismo da planta e o seu requerimento é específico, não podendo ser substituído por outro elemento.

Dos elementos minerais essenciais, a soja, assim como a bactéria fixadora de Nitrogênio, requer Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Enxofre (S), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Boro (B), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Cobalto (Co), Molibdênio (Mo), Cloro (Cl) e Níquel (Ni) para se desenvolverem (MORAGA, 2018; RITCHIE et. al., 1994).

Os elementos minerais são classificados em macronutrientes e micronutrientes conforme as concentrações relativas nos tecidos vegetais (TAIZ et. al., 2017). Os macronutrientes para a cultura da soja são o Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) e os micronutrientes são o Boro (B), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cobalto (Co), Molibdênio (Mo), Cloro (Cl) e Níquel (Ni) (MENDES et. al., 2015).

Dos macronutrientes o Nitrogênio é o elemento requerido em maior quantidade e, atualmente, a fonte primária de Nitrogênio para a cultura da soja é através da fixação biológica (HUNGRIA et. al., 2001). A maior parcela do Nitrogênio presente na planta, Cerca de 90%, encontra-se na forma orgânica. O Nitrogênio constitui a maioria dos aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas e atua na ativação de enzimas, também atua no pegamento das flores e influencia no número e retenção de vagens e no peso dos grãos. O Fósforo compõe os ésteres de

carboidratos do desdobramento respiratório dos açúcares, os nucleotídeos dos códigos genéticos e síntese de proteínas (RNA e DNA), os fosfolipídios, o ácido fítico e seus sais de Cálcio e Magnésio nas reservas das sementes e os fosfatos de adenosina ATP, ADP e AMP. Na fisiologia da planta, O Fósforo atua no armazenamento e fornecimento de energia para as reações de biossíntese e para o metabolismo vegetal. Atua no enchimento de grãos e influencia na altura de plantas e inserção da primeira vagem. Do Potássio presente nas plantas, 70 % está livre na célula podendo ser retirado pela água e 30% estão adsorvidos nas proteínas e são liberados com o envelhecimento das plantas. O Potássio é ativador enzimática de cerca de 60 enzimas e de forma insubstituível para algumas delas. Dentre as enzimas estão as que atuam no desdobramento de açúcares e na síntese de amido e proteína. O Potássio atua nas células-guarda dos estômatos regulando a abertura e o fechamento, sendo importante para as reações da fotossíntese e a absorção de água pelas folhas. Provoca a redução da incidência de doenças, aumenta a resistência ao acamamento por acelerar a lignificação das células do esclerênquima na presença de nitrogênio e promove o amadurecimento uniforme da cultura. Estes três elementos são essenciais na adubação da soja, conhecidos pela denominação N-P-K (SEDIYAMA et. al., 2015; SFREDO, 2008).

O Cálcio integra a parede celular, atua na permeabilidade da membrana celular e na alongação e divisão celular. O desenvolvimento dos nódulos radiculares, o crescimento e a germinação dos grãos de pólen e o crescimento do tubo polínico necessitam do Cálcio. O Cálcio é um componente da molécula de clorofila e ativa as enzimas que regulam a senescência e a abscisão das folhas, tornando-se importante para o processo da fotossíntese (SEDIYAMA et. al., 2015). O Magnésio é fundamental para a fotossíntese, pois faz parte da estrutura das moléculas de clorofila e corresponde a cerca de 2,7% da sua massa molecular. O Magnésio ativa diversas enzimas relacionadas a síntese de carboidratos e de ácidos nucleicos e participa das reações metabólicas de transferência de energia via trifosfato de adenosina (ATP). O Cálcio e Magnésio são elementos geralmente associados por estarem presentes no calcário (CASTRO, 2020).

O enxofre, em termo de adubação, é considerado um macronutriente secundário. A soja é capaz de absorver Enxofre do ar na forma de SO_2 e H_2S . (RITCHIE et. al., 1994). O enxofre compõe as proteínas e as enzimas em que o grupo ativo é o radical sulfidrílo (SH) e compõe outras enzimas e coenzimas e

participa do metabolismo dos carboidratos e lipídios pela formação de tioéteres. É um componente dos aminoácidos sulfurados cistina, cisteína e metionina. Atua na síntese de proteínas, enzimas e vitaminas. Ativa a enzima nitrogenase nas fixações livres e simbióticas do Nitrogênio e participa do processo de formação dos grãos. A falta de Enxofre provoca a diminuição da fotossíntese e da atividade respiratória e a redução do teor de lipídios da soja (SEDIYAMA et. al., 2015; SFREDO, 2008).

O micronutriente Cobre compõe e ativa diversas enzimas, como as oxidases lacase, polifenol, oxidase, ácido ascórbico, do citocromo e diamino oxidase. Encontra-se em abundância no cloroplasto e faz parte da plastocianina. O Cobre é ativador de enzimas que participam do transporte eletrônico terminal da respiração e da fotossíntese. A ausência de cobre reduz a nodulação e oxidase do citocromo, a síntese de proteínas e a atividade fotossintética. O zinco ativa as enzimas sintetase do triptofano, desidrogenase, aldolases e anidrase carbônica e a ausência do zinco provoca a redução do tamanho das células. O boro atua na divisão celular, formação das paredes celulares, síntese de ácidos nucleicos (DNA e RNA) e dos fitohormônios, no metabolismo e transporte dos carboidratos (glúcídeos) e transportes de açúcares através das membranas. O boro está ligado a estrutura primária da parede celular e ao funcionamento das membranas celulares, sendo necessário na alongação e divisão das células. (SFREDO, 2008).

Para cada tonelada de grãos produzidos, a soja absorve 300 gramas de manganês e da quantidade absorvida, 56% estão nas raízes, 29% estão na parte aérea e 15% é exportado para os grãos. O manganês atua na ativação de enzimas, na síntese de clorofila e na fotossíntese. O manganês é essencial para a geração de energia fotossintética por estar associado às proteínas do sistema de oxigênio em evolução nos tecidos das plantas (PINTO, 2012).

O cobalto e molibdênio estão associados a fixação do Nitrogênio. O cobalto é importante para a fixação biológica de nitrogênio (FBN) na soja. O cobalto constitui a enzima cobalamina, requerida na síntese de leghemoglobina, pigmento vermelho que atua no transporte de oxigênio para a geração de energia das bactérias fixadoras. Com a deficiência de cobalto pode ocorrer também a deficiência de nitrogênio. O molibdênio está envolvido em diversos processos bioquímicos e é fundamental para a incorporação de Nitrogênio através da fixação biológica. O molibdênio é componente das metaloenzimas nitrogenase, que participa da fixação simbiótica de Nitrogênio e a reductase do nitrato, que reduz o nitrato à amônia. A falta

de molibdênio na planta interfere na formação de ácido ascórbico, no conteúdo de clorofila e na atividade respiratória e na concentração e metabolismo de Nitrogênio (MORAGA, 2018).

O ferro atua nas enzimas catalase, peroxidase, aconitase, nitrogenase, citocromos a, b e c, leghemoglobina, ferredoxina, redutases do nitrito e do sulfito. O ferro faz parte da molécula de uma proteína ribossômica e a carência de ferro reduz o RNA e a síntese de proteína. Cerca de 75% do ferro nas plantas está nos cloroplastos e sua deficiência reduz o teor de clorofila e o número de cloroplastos. O Cloro participa da reação de fotólise da água, transporta elétrons e reduz oxidantes durante a fase luminosa da fotossíntese. O níquel atua no aumento da massa dos nódulos e dos grãos de soja e a urease é uma metaloenzima que necessita do níquel para a sua estrutura e funcionamento (SFREDO, 2008).

As quantidades absorvidas de nutrientes são inicialmente baixas devido ao pequeno porte das plantas e cresce à medida que a planta aumenta seu porte. Para alguns nutrientes a quantidade absorvida e acumulada na planta é contínua ao longo do crescimento até a maturidade, já para outros nutrientes a absorção é completada no estágio R6 (RITCHIE et. al., 1994).

Para Sfredo (2008), a absorção de nutrientes na soja é medida pela quantidade acumulada nas folhas e caules. Essa absorção é crescente até atingir o máximo acúmulo, que ocorre no processo de enchimento de vagens e grãos, passando a ser decrescente logo após devido a translocação dos nutrientes para os grãos em formação. A máxima velocidade de absorção ocorre no início da floração e permanece até o ponto de máximo acúmulo, considerado o período crítico da cultura da soja em que fatores adversos podem reduzir drasticamente a produção de grãos. A quantidade extraída nesse período corresponde a 52% da quantidade máxima acumulada e, portanto, quando houver necessidade de aplicação de nutrientes para as plantas, deve-se efetuar-las antes do início da floração.

Na redistribuição de nutriente de partes mais velhas para partes mais novas das plantas, o Nitrogênio é o nutriente de maior mobilidade enquanto o Cálcio é o de menor mobilidade, sendo praticamente imóvel. O Fósforo e o Enxofre possuem alta mobilidade, o Potássio possui boa mobilidade, o Zinco e o Cobre possuem baixa mobilidade e o Manganês, Magnésio, Ferro, Boro, Cobalto e Molibdênio são relativamente imóveis (RITCHIE et. al., 1994).

A mobilidade dos nutrientes no interior das plantas é uma característica que pode determinar o seu crescimento e sua sobrevivência em condições de menor disponibilidade de nutrientes. Os estádios de desenvolvimento da planta, como a germinação, o crescimento vegetativo e a formação das flores, vagens e sementes afetam a mobilização dos nutrientes na planta. No desenvolvimento reprodutivo ocorre intensa remobilização de nutrientes das folhas para os frutos e sementes. A aplicação de nutrientes via foliar em momentos específicos podem melhorar significativamente a qualidade dos grãos (FERNÁNDEZ et. al., 2015).

3.2 ADUBAÇÃO FOLIAR

As plantas são capazes de assimilar os nutrientes minerais aplicados no solo pela raiz e aplicados às folhas por aspersão (TAIZ et. al., 2017). A adubação foliar é uma técnica de fertilização que se baseia na assimilação de nutrientes pelas folhas. Porém, devido ser pouca a quantidade de nutrientes que pode ser absorvido pelas folhas em relação a quantidade de nutrientes necessário para a produção, considera-se que a maior quantidade de nutrientes é assimilada pela raiz e, portanto, a adubação foliar é uma técnica complementar de adubação (NACHTIGALL e NAVA, 2010).

A adubação foliar é utilizada em momentos específicos da produção, considerados críticos, quando a adubação via solo não é suficiente para a produção esperada, quando é observado deficiência de um nutriente específico ou quando a planta sofre algum estresse ambiental (NACHTIGALL e NAVA, 2010).

A aplicação de nutrientes via foliar tem o papel importante de prevenir deficiências imediatas e transitórias que não podem ser sanadas rapidamente por aplicação via solo (FERNÁNDEZ et. al., 2015). O uso dessa técnica pode promover a redução do tempo entre a aplicação e a absorção pela planta, promover o fornecimento de um nutriente que tem sua absorção pelo solo restringida e prevenir a deficiência de micronutriente na cultura (MENDES et. al., 2015).

Para se ter efetividade na adubação foliar, as quantidades de nutrientes fornecidos devem ser baixas, a aplicação deve ser uniforme, deve-se evitar que a solução aplicada entre em contato com o solo para minimizar interações e reações químicas com os elementos do solo e a taxa de absorção da planta deve ser compatível com a quantidade aplicada (NACHTIGALL e NAVA, 2010). Deve-se ter

cuidado ao utilizar esta técnica, pois na aplicação via foliar há uma baixa taxa de penetração, a solução aplicada pode ser lavada pela chuva ou secar muito rápido e pode ocorrer necrose e queima de folhas pela aplicação de soluções muito concentradas. (MENDES et. al., 2015)

O processo pelo qual as plantas utilizam os nutrientes aplicados as folhas envolvem a adsorção foliar, a penetração na cutícula e a absorção no interior dos compartimentos celulares metabolicamente ativos da folha, a translocação e a utilização do nutriente absorvido (FERNÁNDEZ et. al., 2015).

O processo de absorção dos nutrientes aplicados nas folhas inicia-se com o molhamento da superfície foliar, em seguida há a penetração dos nutrientes pela parede externa das células epidérmicas, a entrada dos nutrientes na parede celular, a absorção dos nutrientes pela célula e a distribuição dos nutrientes para os demais tecidos da planta (NACHTIGALL e NAVA, 2010).

As estruturas aéreas das plantas possuem um conjunto complexo e diversificado de adaptações químicas e físicas especializadas que aumentam a tolerância aos fatores adversos. As superfícies são adaptadas para controlar a passagem de vapor de água e gases e limitar a perda de nutrientes, metabolitos e água para o ambiente. Essas capacidades, além de fornecer proteção para a planta aos estresses ambientais, afetam a absorção de nutrientes aplicados via foliar. Nas folhas, os estômatos podem desempenhar um papel importante na absorção de nutrientes. Os estômatos são células epidérmicas modificadas que controlam as trocas gasosas e a perda de água nas folhas. A soja é uma planta anfiestomática, pois possui estômatos tanto no lado inferior quanto no lado superior das folhas (FERNÁNDEZ et. al., 2015).

A absorção pode ser afetada por diversos fatores, tais como a aeração, a temperatura, a umidade e a presença de outros elementos que podem interagir e provocar sinergismo aumentando a absorção ou antagonismo reduzindo e inibindo a absorção (MENDES et. al., 2015)

Os processos fisiológicos envolvidos no transporte dos nutrientes fornecidos via adubação foliar são semelhantes aos da adubação via raiz, com diferenças no tempo e na forma de deslocamento do tecido que recebeu a solução para os demais órgãos. O tempo transcorrido entre a aplicação e a resposta da planta na adubação foliar é consideravelmente menor quando comparado com a adubação via solo (NACHTIGALL e NAVA, 2010). A capacidade de transporte dentro das plantas

influencia na eficácia da aplicação foliar em fornecer os nutrientes para tecidos que não tiveram contato com a solução pulverizada (FERNÁNDEZ et. al., 2015).

Para os macronutrientes, que são requeridos em maior quantidade, a aplicação é limitada pelo risco de fitotoxicidade e a dose de aplicação não pode ser elevada, o que leva a um maior número e aplicações, tornando viável apenas em momentos específicos, com o solo sendo a maior fonte desses nutrientes. Para os micronutrientes, requeridos em menor quantidade, a adubação foliar se torna uma forma adequada de aplicação devido a dose ser baixa e não necessitar de muitas aplicações (NACHTIGALL e NAVA, 2010).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Parque Tecnológico Vandeci Rack, localizado na Rodovia Br-364, Km 333, Zona Rural, em Ji-Paraná, Rondônia. As coordenadas são: latitude 10°57'27.84"S e longitude 61°54'22.56"O e a altitude é de 170 metros (GOOGLE, 2022). O clima, segundo a classificação de Köppen e Geiger, é tropical chuvoso com estação seca bem definida (Aw) (MARTINI et. al., 2015).

Previamente a implantação do experimento foi coletado a amostra de solo para análise a fim de conhecer as características do solo e as suas condições para receber o plantio. A análise do solo foi realizada no Laboratório de Solos do Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná. Os resultados obtidos são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados analíticos de nutrientes da amostra de solo.

Amostra	Ph		P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
	H ₂ O	CaCl ₂	-----cmolc/dm ³ -----						-----g/Kg-----		
01	7,77	6,71	10,33	0,12	3,5	1,1	0,6	21,61	491,570	326,530	181,900

Al, Ca, Mg trocáveis KCl = 1 mol/L; **H+Al** pelo método de Acetato de Cálcio; **P e K** = Melich-1

Tabela 2. Resultados analíticos das relações da amostra de solo.

Amostra	S ¹	T ²	V ³	M ⁴	Classificação de Textura do solo
	--cmolc/dm ³ --		-----%-----		Franco
01	4,72	26,33	17,93	11,28	Médio

(1) Soma de Bases; (2) Capacidade de Trocas de Cátions; (3) Saturação de Bases; (4) Saturação de Alumínio.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando vinte e quatro (24) parcelas. As parcelas foram compostas por 4 linhas com 3,60 metros lineares de plantio, com espaçamento entrelinhas de 0,45 metros e 10 plantas por metro linear. As linhas de plantio das extremidades e três plantas da extremidade das linhas (bordadura) foram descartadas e de cada parcela foram avaliadas 6 plantas das duas linhas centrais.

A cultivar utilizada foi a TMG 2185 IPRO com a maturação relativa 8.5, um ciclo completo de aproximadamente 115 a 120 dias no estado de Rondônia, mudando conforme a região, o tipo de crescimento é determinado, a cor da flor é

roxa, a cor da pubescência é cinza, o hilo é preto imperfeito, a exigência em fertilidade é média/alta, é moderadamente resistente ao acamamento e o peso de mil sementes é de 120 a 150 gramas (TMG TROPICAL MELHORAMENTO & GENÉTICA S.A.).

A semeadura foi realizada no dia 18/03/2022, no momento do plantio os tratamentos receberam uma dose de 120 ml/ha de inoculante a base de *Bradyrhizobium* e uma dose de 100 ml/ha de Cobalto (Co) a 1% (12,5 g/l) e Molibdênio (Mo) a 7% (87,5 g/l) em tratamento de sementes. No dia 23/03/2022 foi observado a emergência das plantas e 15 dias após a emergência foi realizado a adubação de cobertura com 60 kg/ha de formulado NPK 16-16-16, conforme a necessidade encontrada através da análise de solo.

O tratamento 1 (Controle) recebeu apenas o tratamento de sementes. O tratamento 2 (Tratamento foliar 1) recebeu o tratamento de sementes e um tratamento foliar em que foi aplicado 1,5 l/ha de Manganês (Mn) a 7% (87,5 g/l) e Enxofre (S) a 4% (50 g/l) nos estádios vegetativos V3 e V8, e 3,0 l/ha de Enxofre (S) a 5% (57,5 g/l), Boro (B) a 0,5% (6,75 g/l), Cobre (Cu) a 0,5% (6,75 g/l), Manganês (Mn) a 6% (81 g/l), Molibdênio (Mo) a 0,1% (1,35 g/l) e Zinco (Zn) a 3% (40,5 g/l) no estágio vegetativo V4.

O tratamento 3 (Tratamento foliar 2) recebeu o tratamento de sementes e o tratamento foliar com 1,5 l/ha de Manganês (Mn) a 7% (87,5 g/l) e Enxofre (S) a 4% (50 g/l) nos estádios vegetativos V3 e V8, 3,0 l/ha de Enxofre (S) a 5% (57,5 g/l), Boro (B) a 0,5% (6,75 g/l), Cobre (Cu) a 0,5% (6,75 g/l), Manganês (Mn) a 6% (81 g/l), Molibdênio (Mo) a 0,1% (1,35 g/l) e Zinco (Zn) a 3% (40,5 g/l) no estágio vegetativo V4 e 400 ml/ha de Magnésio (Mg) a 7% (89,6 g/l) no estágio vegetativo V5.

O tratamento 4 (Tratamento foliar 3) receberá o tratamento de sementes e o tratamento foliar com 1,5 l/ha de Manganês (Mn) a 7% (87,5 g/l) e Enxofre (S) a 4% (50 g/l) nos estádios vegetativos V3 e V8, 100 ml/ha de Cobalto (Co) a 1% (12,5 g/l) e Molibdênio (Mo) a 7% (87,5 g/l) no estágio vegetativo V4, 3,0 l/ha de Enxofre (S) a 5% (57,5 g/l), Boro (B) a 0,5% (6,75 g/l), Cobre (Cu) a 0,5% (6,75 g/l), Manganês (Mn) a 6% (81 g/l), Molibdênio (Mo) a 0,1% (1,35 g/l) e Zinco (Zn) a 3% (40,5 g/l) no estágio vegetativo V4, 400 ml/ha de Magnésio (Mg) a 7% (89,6 g/l) no estágio vegetativo V5, 4 l/ha de Nitrogênio (N) a 14% (182 g/l), Fósforo (P₂O₅) a 4% (52 g/l), Potássio (K₂O) a 4% (52 g/l), Boro (B) a 0,1% (1,3 g/l), Magnésio (Mg) a 0,5% (6,5

g/l), Manganês (Mn) a 1,5% (19,5), Molibdênio (Mo) a 0,05% (0,65 g/l) e Zinco (Zn) a 2% (26 g/l) no estágio reprodutivo R1, 1,5 l/ha de Nitrogênio (N) a 30% (390 g/l) no estágio reprodutivo R4 e 1,5 l/ha de Potássio (K₂O) a 30% (435 g/l) no estágio reprodutivo R4.

Os tratos culturais foram realizados conforme a necessidade da cultura, seguindo as doses específicas para a cultura da soja dos produtos comerciais utilizados e as recomendações técnicas para a cultura da soja (PAS CAMPO, 2005). Para o controle de pragas foi utilizado inseticida acefato em dose de 750 g/ha e no controle de plantas invasoras foi utilizado herbicida glifosato em dose de 2,75 L/ha. Para as aplicações foliares foi utilizado pulverizador costal.

Com as plantas atingindo o estágio R2 foi avaliado a altura de plantas com o auxílio de uma trena manual e contado o número de botões florais. Após atingir o estágio R5, foi avaliado altura de plantas com o auxílio de uma trena manual, o diâmetro do caule com o auxílio de um paquímetro, o número de vagens por planta, o número de grãos por planta e o número de grãos por vagem.

Os dados foram submetidos a análise de variância (teste F) e as medias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, através do software SISVAR.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os resultados obtidos através da análise de variância (teste F) e da comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, houve diferença estatística para o número de botões florais (NBF), com as demais características não diferindo entre si em ambas as tabelas apresentadas a seguir (Tabelas 3 e 4). A tabela 3 apresenta os resultados médios para as características coletadas no estádio R2 da soja.

Tabela 3. Resultados médios do número de botões florais (NBF) e altura de plantas no estádio R2 (APR2) em função do nível de adubação foliar.

Tratamento	NBF nº	APR2 cm
Controle	12,22 b	55,39 a
Tratamento foliar 1	13,72 b	57,97 a
Tratamento foliar 2	16,11 a	58,89 a
Tratamento foliar 3	15,94 a	58,25 a
CV (%)	13,98	8,9

Medias de tratamento seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados pela tabela 3 mostram que o número de botões florais foi estatisticamente maior no tratamento foliar 2 e no tratamento foliar 3. Para a altura de plantas no estádio R2 não houve diferença estatística. Em ambas as características foi observado que o tratamento foliar 2 apresentou um valor maior que os demais tratamentos, sem diferir estatisticamente.

Essa diferença estatística pode ter sido provocada pela aplicação de Magnésio a 7% em ambos os tratamentos, pois Dantas e Santos (2021) ao utilizarem Magnésio associado a ácidos carboxílicos, semelhante ao utilizado no experimento, consideraram que, no desenvolvimento das culturas, as plantas apresentam menor porte e maior engalhamento lateral, que promove uma maior tolerância a acamamentos e que influencia na produtividade, qualidade de grãos e controle de doenças.

Para os resultados maiores obtidos no tratamento foliar 2 considera-se que a diferença deste tratamento para o tratamento foliar 3, como maior nível tecnológico em adubação foliar, está na aplicação de Cobalto a 1% e Molibdênio a 7% no estádio V4 e na aplicação no estádio R1. Com a aplicação de Cobalto e Molibdênio

via tratamento de sementes, entende-se que a aplicação desses nutrientes via foliar não provocará diferenças significativas no desenvolvimento, Moraga (2018) ao estudar os efeitos da aplicação foliar de Cobalto e Molibdênio, não observou diferenças no desenvolvimento e produtividade da soja.

Como os dados foram coletados no estádio R2, a aplicação no estádio R1 não influencia nas características avaliadas, mesmo que o tempo transcorrido entre a aplicação e a resposta da planta na adubação foliar seja consideravelmente menor quando comparado com a adubação via solo, conforme relata Nachtigall e Nava (2010). Para que uma planta assimile um nutriente fornecido é necessário que ocorra diversos processos fisiológicos que envolvem a absorção pela folha, o transporte e a utilização do nutriente pelos tecidos (FERNÁNDEZ et. al., 2015). Uma aplicação foliar a partir do estádio R1 irá influenciar no número de vagens, no número de grãos e no peso de grãos.

Tabela 4. Resultados médios do diâmetro do caule (DC), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV) e altura de plantas no estádio R5 (APR5) em função do nível de adubação foliar.

Tratamento	NVP nº	NGP nº	NGV nº	DC mm	APR5 cm
Controle	27,67 a	68,11 a	2,38 a	6,84 a	69,39 a
Tratamento foliar 1	30,42 a	72,89 a	2,38 a	6,94 a	70,86 a
Tratamento foliar 2	35,78 a	85,25 a	2,49 a	7,50 a	71,86 a
Tratamento foliar 3	37,19 a	91,94 a	2,52 a	7,79 a	70,78 a
CV (%)	39,13	37,99	6,08	10,57	6,28

Medias de tratamento seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Nos resultados médios para as características avaliadas no estádio R5 (tabela 4) observa-se que não houve diferença estatística para o diâmetro do caule (DC), o número de vagens por planta (NVP), o número de grãos por planta (NGP), o número de grãos por vagem (NGV) e a altura de plantas no estádio R5 (APR5) em função do nível de tecnologia em adubação foliar. Porém observa-se aumento dos valores médios das características diâmetro do caule, número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem, conforme o aumento do nível nutricional aplicados através dos tratamentos, com resultados maiores para o tratamento foliar 3, de maior nível tecnológico em adubação foliar. Para a

característica altura de plantas no estágio R5, os resultados foram similares ao obtido pela avaliação no estágio R2.

Houve um aumento na altura de plantas entre o estágio R2 e R5, exemplificando que há continuidade do desenvolvimento vegetativo após o florescimento mesmo em plantas de crescimento determinado. Conforme Thomas (2018), plantas do tipo determinado podem crescer aproximadamente 10% de sua altura após o florescimento. Uma boa nutrição e fatores como a alta incidência de luz também podem estimular o crescimento vegetativo após o florescimento.

O diâmetro do caule teve um aumento crescente conforme os tratamentos e foi maior no terceiro tratamento foliar, com maior nível nutricional. Um diâmetro maior de caule aumenta a sua rigidez e promove maior tolerância ao acamamento, o aumento do diâmetro do caule possui relação positiva com maiores produtividades e proporciona a redução da incidência de doenças radiculares (DANTAS e SANTOS, 2021).

Os números de vagens por planta, de grãos por planta e de grãos por vagem são maiores à medida que se aumenta o nível de tecnologia nutricional aplicado via foliar. Dessa forma, com o aumento do investimento em fertilidade e investindo no uso de tecnologias de adubação foliar, pode-se obter maiores produtividades. Veneziano (2018) constatou que os tratamentos com aplicação de fertilizantes foliares apresentam alta correlação com o crescimento, a produtividade e a nutrição da soja.

Em relação ao solo, Sediya et al. (2015) retrata um solo ideal para o cultivo de soja com textura média e pH entre 6,0 e 6,5 podendo chegar a 7,0. Fatores como o pH e a textura do solo podem influenciar a absorção de água, luz, CO₂ e nutrientes e, por consequência, no desenvolvimento da cultura (FREITAS, 2019). O solo em que foi realizado o experimento apresenta textura adequada ao cultivo e o pH levemente alcalino (tabela 1 e 2), fatores que se deve considerar em relação a disponibilidade e a absorção de nutrientes via raiz, principalmente elementos metálicos que tem sua disponibilidade reduzida com pH elevado. Nachtigall e Nava (2010) recomenda a adubação foliar quando o solo apresenta condições que reduzem a disponibilidade de um nutriente específico.

Considerando os nutrientes aplicados, Ceretta et al. (2005) ao obterem resultados contraditórios mediante a aplicação Cobalto, Molibdênio e Boro na cultura

da soja, consideraram que o solo poderia ter capacidade de fornecer estes micronutrientes nas quantidades necessitárias para o desenvolvimento das plantas.

Ao avaliarem a aplicação de Boro na cultura da soja, Souza e Roman (2018) não obtiveram resultados significativos e consideraram que condições ambientais atípicas ocasionaram stress fisiológico na planta e contribuíram para esses resultados. Santos et. al. (2019) consideraram que a suplementação exclusiva de Boro não seja um fator limitante de incremento em produtividade ao observarem que a aplicação não promoveu resultados significativos, pois resultados positivos foram obtidos com aplicações deste micronutriente agregado a outros nutrientes, aliado a cultivares geneticamente melhoradas e técnicas de manejo.

Em experimentos para avaliar o efeito da aplicação de Zinco na cultura da soja durante dois anos de cultivo, Bernardes et. al. (2018) observaram que não houve diferenças significativas no primeiro ano e no segundo ano a aplicação proporcionou um maior número de vagens por planta. Mediante isso, relataram que tal resultado pode estar relacionado ao teor de Zinco no solo e a baixa exigência desse micronutriente pelas plantas, que no primeiro ano de cultivo a quantidade contida no solo foi suficiente para desenvolvimento e no segundo ano, com a exportação de Zinco decorrente da colheita dos grãos, a disponibilidade no solo foi reduzida e ficou insuficiente para uma adequada formação de vagens. Para Oliveira et al. (2017), a adubação com Zinco influenciou positivamente o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

Quanto ao efeito da adubação foliar de Manganês, Pinto (2012) obteve resultado significativo, com efeito benéfica na produção de grãos, e considerou que a baixa concentração desse elemento no solo a exigência da cultura influenciou o resultado. Gonçalves et. al. (2017) ao observarem que a aplicação de Cobre e Manganês via foliar não influenciaram a produtividade constataram que esses nutrientes não foram limitantes à soja, mesmo cultivada em solo com pH maior. Para elementos metálicos como o Cu e o Mn espera-se que a absorção pela planta seja reduzida com o pH alto. Assim, consideraram que o solo em profundidade apresentou um pH menor que favoreceu a absorção, assim como a acidificação da rizosfera da soja causada pela extrusão de prótons no processo que fixação biológica que pode condicionar micro sítios de pH reduzido que favorece a absorção de micronutrientes metálicos.

Ao utilizar adubos potássicos via foliar, Paulino et al. (2013) obtiveram resultados positivos, com aumento da produtividade e do número de vagem por planta. Rezende et al. (2005) observaram que a aplicação de fósforo via foliar promoveu acréscimos no rendimento de grãos. No experimento realizado por Cruz et. al. (2018) a soja respondeu a suplementação da adubação nitrogenada utilizando fertilizante foliar. Bernis e viana (2015) observaram que o Nitrogênio aplicado via foliar melhoraram o número de vagens e o peso de mil sementes, incrementando a produtividade. Rezende de et al. (2009) obtiveram resultados significativos em relação ao rendimento de grãos com a aplicação de Enxofre na cultura da soja.

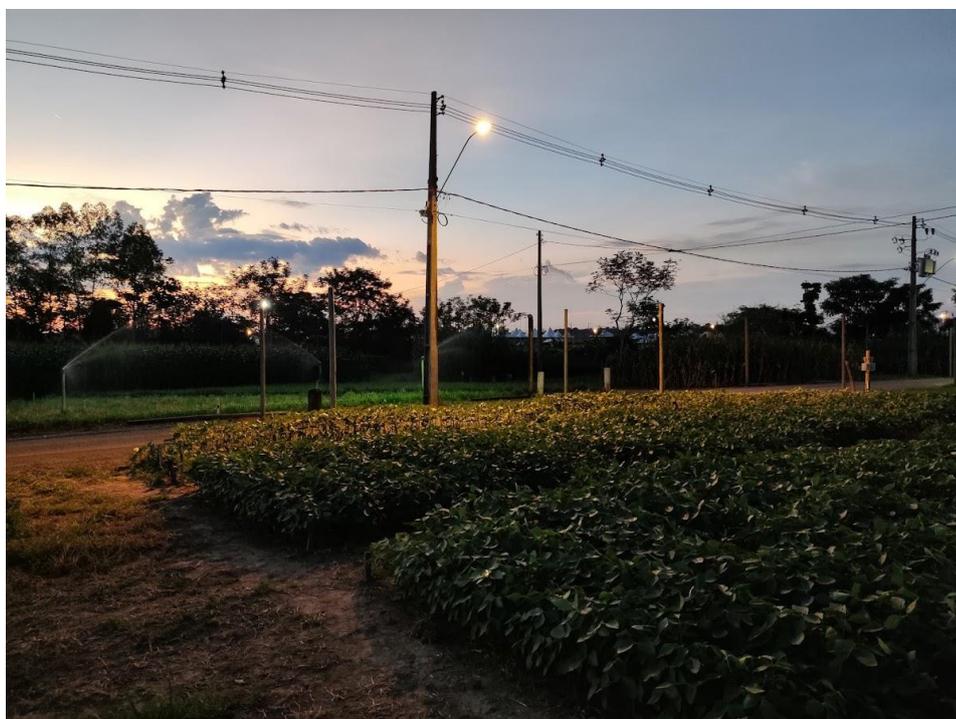


Figura 1. Interferência no desenvolvimento das plantas pela incidência de luz noturna provocado pela iluminação pública, iniciado após a floração, que resultou em uma variação entre as repetições no número de vagens por planta e no número de grãos por planta.

No experimento houve interferência no desenvolvimento das plantas que resultou em uma variação entre as repetições no número de vagens por planta e no número de grãos por planta (Tabela 4) devido haver incidência de luz durante a noite pela iluminação pública, iniciado após a floração (Figura 1). Esse efeito, conforme Thomas (2018), ocorre devido a soja se comportar como uma planta de dias curtos facultativa, tendo o desenvolvimento do seu ciclo produtivo ocorrendo em resposta a um fotoperíodo menor, necessitando do período escuro do dia para se desenvolver.

Bergamaschi (2017) destaca a importância do nictoperíodo ou período escuro para o ciclo da soja, com a sua redução ou aumento podendo ser uma das causas para a mudança do comportamento de cultivares em relação ao ciclo produtivo. Plantas que são submetidas a um fotoperíodo diferente do qual estão adaptadas podem originar flores, mas o aborto floral e de legumes será elevado e ocorrerá um desbalanço entre o crescimento vegetativo e reprodutivo (MUNDSTOCK e THOMAS, 2005). Desse modo, com a incidência de luz noturna, as plantas não se desenvolvem corretamente e não emitem as flores, as vagens e sementes como esperado.

Considera-se que o estresse hídrico e a irrigação tenham influenciado os resultados, já que as plantas passaram por um período de seca e a irrigação foi realizada esporadicamente com o auxílio de caminhão-pipa, sem um controle ideal da lâmina de irrigação. Sedyama et. al., 2015 descreve que a necessidade total de água na cultura da soja para obtenção do máximo rendimento varia entre 450 e 800 mm/ciclo e o período de máxima necessidade está entre a floração e o enchimento de grãos.

O estresse hídrico afeta o balanço entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Quando o estresse hídrico ocorre no período vegetativo, ocasiona no menor porte da planta e na redução do número de ramos laterais e no período reprodutivo a falta de água provoca reduções consideráveis no rendimento, pois a deficiência hídrica no florescimento aumenta o abortamento de flores e durante o desenvolvimento das vagens e início do enchimento de grãos causa o abortamento de vagens e falha no enchimento dos grãos, reduzindo o número de vagens e aumentando o número de vagens vazias (BONATO, 2000; MUNDSTOCK e THOMAS, 2005).

Quanto ao custo-benefício, mesmo que não houve resultados significativos, com os valores maiores apresentados nos tratamentos com o uso da adubação foliar e aumentando à medida que se aumenta o nível tecnológico, demonstra que o investimento em fertilizantes foliares pode ter resultados positivos quanto a sua lucratividade, corroborando com resultados obtidos por Ceretta et al., 2005. Estudos posteriores utilizando diferentes cultivares e em outras regiões do país podem fornecer dados que permitam conhecer a resposta da cultura quanto a aplicação dos fertilizantes foliares utilizados neste experimento e possibilitar uma melhor recomendação quanto a relação entre a cultivar e a adubação foliar.

6. CONCLUSÃO

Os diferentes níveis de nutrição via adubação foliar promoveram diferença estatística para o número de botões florais. A altura de plantas, o diâmetro do caule, o número de vagens por plantas, o número de grãos por planta e o número de grãos por vagem, não diferiram entre si conforme os níveis nutricionais aplicados.

Nas características avaliadas no estágio R2 da soja foi observado que o tratamento foliar 2 apresentou um valor maior que os demais tratamentos. Para as características avaliadas no estágio R5 houve aumento dos valores médios das variáveis testadas conforme o aumento do nível nutricional aplicados através dos tratamentos.

Além da adubação foliar, fatores como a deficiência hídrica, a lâmina de água na irrigação e a incidência de luz podem influenciar no desenvolvimento e produtividade da soja.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, Jefferson Rodrigues dos. **Aplicação foliar de nitrogênio, magnésio e enxofre em diferentes épocas na cultura da soja** [manuscrito]. Orientador: Prof. Dr. Claudio Hideo Martins da Costa. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Agronomia, Jataí, 2020.

BERNARDES, João Victor Silva; ORIOLI JÚNIOR, Valdeci; MELO, Leonardo Queiroz de. Fontes e doses de zinco para adubação foliar da cultura da soja. In: II SEMINÁRIO DE PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, v.2, n.1, set., 2018, Uberaba, MG. **Anais**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Uberaba, 2018.

BERNIS, Diego Juliano; VIANA, Octavio Henrique. Influência da aplicação de nitrogênio via foliar em diferentes estágios fenológicos da soja. **Revista Cultivando o Saber**, Edição Especial, p. 88 – 97. 2015.

BONATO, Emídio Rizzo (Editor). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 254 p.

BORKERT, Clóvis Manuel. et al. Seja o doutor da sua soja. **Potafós**, Arquivo Agrônomo, n. 5, 1994. Disponível em: <
[https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS3140/\\$File/Seja%20Soja.pdf](https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS3140/$File/Seja%20Soja.pdf),
acesso em: 21/03/2022.

BRASIL. **Lei Nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980**. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1980. Disponível em: < <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6894-16-dezembro-1980-371561-publicacaooriginal-1-pl.html>> Acessado em: 22/03/2022.

BUZZELLO, Gederson Luiz. **Uso de reguladores no controle do crescimento e no desempenho agrônomo da cultura da soja cultivar CD 214 RR**. Pato Branco. UTFPR, 2009, 157 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2008.

CABRAL, Ellen Mayara Alves. **Uso de reguladores de crescimento na cultura de soja**. Piracicaba, 2019. 72 p. Dissertação (Mestrado) USP. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

CALONEGO, Juliano Carlos; OCANI, Kaio; OCANI, Maicon; SANTOS, Carlos Henrique dos. Adubação boratada foliar na cultura da soja. **Colloquium Agrariae**, v. 6, n.2, Jul-Dez. 2010, p. 20-26.

CAMPOS, Marcelo Ferraz de. **de Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de soja (Glycine max (L.) Merrill)**. 2005. 126 p. Tese (doutorado) - Instituto de Biociências, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CÂMARA, Gil Miguel de Souza. **Fixação biológica de nitrogênio em Soja**. Piracicaba: IPNI, 2014. (Informações agronômicas, 147).

CÂMARA, Gil Miguel de Souza. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. **Visão agrícola**, nº5, jan./jun. 2006. disponível em: < <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-planta-e-ambiente01.pdf> >, acesso em: 21/03/2022.

CASTRO, César de et al. **Magnésio: manejo para o equilíbrio nutricional da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 54 p. - (Documentos / Embrapa Soja, n. 430).

CASTRO, Paulo Roberto de Camargo e; CAMPOS Gabriela Romêro; CARVALHO, Marcia Eugenia Amaral. **Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2019. 74 p.

CERETTA, Carlos Alberto et al. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural** [online]. v. 35, n. 3, pp. 576-581, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300013>> acesso em: 21/03/2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro. 2021.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília: Conab, 2010. 60 p.

CRUZ, Simério Carlos Silva; MOURA, Arquimedes Gonçalves de; MACHADO, Carla Gomes; SENA JÚNIOR; Darly Geraldo, CRUZ, Sihélio Júlio Silva. Adubação nitrogenada foliar na cultura da soja leaf nitrogen fertilization on soybean. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.9, n.1, p.54-64, 2018.

DANTAS, Denis; SANTOS, Gabriel Pereira Pacheco dos. **Influência da remoção do meristema apical no crescimento e desenvolvimento de plantas de soja em condições de campo**. Orientadora: Profª Drª. Aline Maria Orbolato Gonçalves Zuliani. Artigo (graduação em Agronomia) - UNICESUMAR – Universidade Cesumar, Maringá, PR, 2021.

DALL´AGNOL, Amélio. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

FARIAS, José Renato B.; NEPOMUCENO, Alexandre L.; NEUMAIER, Norman. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 10 p. (Embrapa soja, circular técnica, 48).

FERNÁNDEZ, Victoria; SOTIROPOULOS, Thomas; BROWN, Patrick. **Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo**. São Paulo: Abisol, 2015. 150 p.

FREITAS, Ismael Lourenço de Jesus. **Fitotecnia: soja e milho**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 192 p., 2019.

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, Amélio. **A saga da soja: de 1050 a.C. a 2050 d.C.** Brasília, DF: Embrapa, 2018. 199 p.

GONÇALVES, Felipe Augusto Reis; XAVIER, Felipe Oliveira; OLIVEIRA, Thaísa Fernanda; GODINHO JÚNIOR, João de Deus; AQUINO, Leonardo Angelo de. Aplicação foliar de doses e fontes de cobre e manganês nos teores foliares destes micronutrientes e na produtividade da soja. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.26, n.3, p.384-392, 2017.

GOOGLE. **Google Earth**. 2021. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-10.95767084,-61.9061614,169.52426059a,24.99402782d,35y,-0.00000004h,0.31854139t,360r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=pt-BR>, Acessado em: 21/03/2022.

HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, Iêda Carvalho. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM). 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=31675&t=resultados>>, Acessado em: 14/04/2022.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para discussão. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, nov. 2016.

LOPES, Alfredo Scheid. **Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agrônômica**. São Paulo: ANDA, 1999. 58 p. (Boletim Técnico, 8)

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agropecuária brasileira em números – Fevereiro de 2022**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Brasília/DF, v. 2, p. 14, 2022.

MARCONDES, J. A. P.; CAIRES E. F. Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

MARTINI, Denise Zanatta; MOREIRA, Maurício Alves; DALLA-NORA, Elói Lennon. Emprego de Geotecnologias para identificar áreas para expansão agrícola de soja no Estado de Rondônia. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

MATOS, Gilson Sergio Bastos de; GAMA, Marcos André Piedade; MACEDO NETO, Anízio Leal. **Nutrição mineral de plantas: conceitos e funções dos nutrientes**. Especialização em Rochagem e Remineralização dos Solos (apostila). Módulo II. Belém, Pa. 2020.

MENDES, Roselita Maria de Souza; LUCENA, Eliseu Marlônio Pereira de; MEDEIROS, Jeanne Barros Leal de Pontes. **Princípios de fisiologia vegetal**. 2. ed., Fortaleza: EdUECE, 2015. 126 p.

MORAGA, Fabrício Gonçalves. **Adubação foliar com Cobalto e Molibdênio na cultura da soja**. 2018. 43 f. Orientador: Prof. Dr. Cassiano Spaziani Pereira. TCC (graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2018.

MOREIRA, Adônix; MORAES, Larissa Alexandra Cardoso. **Nutrição e adubação da cultura da soja: Macronutrientes**. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325069952_Nutricao_e_adubacao_da_cultura_da_soja_Macronutrientes>, acesso em: 21/03/2022.

MUNDSTOCK, Claudio M.; THOMAS, André Luís. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 31 p., 2005.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. Adubação foliar: fatos e mitos. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-97, 2010. Suplemento. Artigo apresentado no 9º Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, São Joaquim, SC, de 22 a 24 de junho de 2010.

NEUMAIER, Norman; NEPOMUCENO, Alexandre L.; FARIAS, José Renato B.; OYA, Tetsuji. **Estádios de desenvolvimento da cultura de soja**. In: BONATO, Emídio Rizzo. (Editor). *Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 19-44, 2000.

NONATO, Julio José. **Nutrição, fisiologia e produtividade de soja inoculada com Azospirillum brasilense e reguladores vegetais**. Guarapuava, 2016, 77 f. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2016.

OLIVEIRA, F. C.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; SILVA, L. M.; VIEIRA, B. C. Diferentes doses e épocas de aplicação de zinco na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 28-35, dez. 2017. ISSN 2358-6303.

OLIVEIRA JUNIOR, Adilson de; CASTRO, César de; PEREIRA, Leonardo Régis; DOMINGOS, Cleyton da Silva. **Estádios fenológicos e marcha de absorção de nutrientes da soja**. Paçandu: Fortgreen; Londrina: Embrapa Soja, 2016. 1 cartaz, color., 70 cm x 100 cm.

PAS CAMPO. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa Transferência de Tecnologia, 2005. 69 p.

PAULINO, Nathalia de Souza et al. Fontes de adubos potássicos aplicados no estádio reprodutivo da cultura da soja. **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Florianópolis: 28 jul. – 2 ago. 2013.

PEIXOTO, Clovis Pereira (organização). **Princípios de fisiologia vegetal: teoria e prática**. 1. ed., Rio de Janeiro: Pod, 2020.

PINTO, Anderson Santos. **Adubação com manganês em soja. Efeitos no solo e na planta**. Jaboticabal, 2012, 58 f. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012.

PRIMIERY, Bianca Fiori; SANTOS, Reginaldo Ferreira. Solo, adubação e nutrição da cultura da soja (*Glycine max* L.). **II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura Acta Iguazu**, v. 6, n. 5, p. 80-91, 2017.

REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. de A. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1616-1623, nov./dez., 2007.

REZENDE, Pedro Milanez de; CARVALHO, Everson Reis; SANTOS, Jacinto Pereira; ANDRADE, Messias José Bastos de; ALCANTARA, Helio Peres de. Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1255-1259, set./out., 2009.

REZENDE, Pedro Milanez de et al. Adubação foliar: I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia [online]**. 2005, v. 29, n. 6. pp. 1105-1111. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000600001>>, Acessado em: 17/05/2022.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. Como a planta de soja se desenvolve. Piracicaba: **Potafós**, p. 20, 1994.

SANTOS, Marcio dos; CERUTTI, Paulo Henrique; WILLE, Cleiton Luiz. Adubação foliar com boro em sistema de plantio direto na cultura da soja. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, v. 21, n. 1, 2019.

SEDIYAMA, Tuneo; SILVA, Felipe; BORÉM, Aluizio (Editores). **SOJA: DO PLANTIO A COLHEITA**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 333 p., 2015.

SEIXAS, Claudine Dinali Santos et al. (editores técnicos). **Tecnologias de Produção de Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 347 p.

SENGIK, Erico S. Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas. Maringá: **Nupel UEM**, 2003.

SFREDO, Gedi Jorge. **Calagem e adubação da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 61).

SFREDO, Gedi Jorge; OLIVEIRA, Maria Cristina Neves de. **Soja: molibdênio e cobalto**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. (Documentos. Embrapa Soja).

SFREDO, Gedi Jorge. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 148 p. (Documentos / Embrapa Soja, n.305)

SOUZA, Eduardo Schanoski de; ROMAN, Matheus da Silva. **Adubação foliar com boro em diferentes estádios fenológicos da soja**. 2018. 35 p. Orientador (a): Prof. Dr. Munir Mauad. TCC (graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS. 2018.

TAIZ, Lincoln, et al.; tradução: MASTROBERTI, Alexandra Antunes, et al.; revisão técnica: OLIVEIRA, Paulo Luiz de. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal** [recurso eletrônico]. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEJO, Débora Perdigão; FERNANDES, Carlos Henrique dos Santos; BURATTO, Juliana Sawada. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 1–9, 2019.

THOMAS, André Luís. **Soja: tipos de crescimento da planta**. Porto Alegre: UFRGS, 59 p., 2018.

TMG TROPICAL MELHORAMENTO & GENÉTICA S.A. **TMG 2185 IPRO**. Disponível em: <<https://www.tmg.agr.br/ptbr/cultivar/tmg-2185-ipro>>, Acessado em: 22/03/2022.

VENEZIANO, Vitor Martins. **Adubação foliar é essencial para o incremento da produtividade na cultura da soja?** Rio Verde, 2018. 46 p. Dissertação (Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2018.

VITTI, Godofredo Cesar; TREVISAN, William. Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja. **Potafós**, Informações Agronômicas nº 90, jun., 2000.