



ANDRÉ CARVALHO DUARTE

**EFICIÊNCIA NA APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NA
CULTURA DA SOJA**

**LAVRAS-MG
2021**

ANDRÉ CARVALHO DUARTE

**EFICIÊNCIA NA APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NA
CULTURA DA SOJA**

Monografia apresentada ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Profa. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

**LAVRAS-MG
2021**

ANDRÉ CARVALHO DUARTE

**EFICIÊNCIA DE APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NA
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE SOJA**

Monografia apresentada ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em:

Pedro Yuri Cavasin
Cleber Lázaro Rodas

UFLA
Studio Olea Paisagismo

Profa. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

**LAVRAS-MG
2021**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por sempre guiar e iluminar meus passos me mostrando, que nas horas difíceis, posso contar com Ele. Obrigado meu Deus por cuidar de mim.

Aos meus pais Danilo e Neila, por serem meu alicerce e ponto de apoio para qualquer obstáculo a vencer. Por estarem comigo em qualquer situação e serem o meu exemplo.

À minha irmã Suzana, com quem eu sempre posso contar, me guiando e ajudando sem hesitar a qualquer momento.

À minha namorada Rennyane, por estar sempre comigo para o que der e vier, me apoiando.

Obrigado pai, mãe, Suzana e Rennyane por toda confiança, por nunca desistirem de mim e por serem os anjos da minha vida.

Aos meus familiares que sempre torceram por mim, me apoiando e desejando o melhor. Obrigado a todos pelo carinho e amor.

Aos meus amigos irmãos, Gabriel e Guilherme, por sempre estarem comigo, me apoiando e pela amizade. Por mostrarem que amigos podem ser como irmãos e que os levarei pela vida toda. Obrigado por tudo.

Aos companheiros e amigos da faculdade, por todos os momentos difíceis que passamos e seguimos juntos para vencermos.

À minha orientadora Heloísa, pelos ensinamentos, apoio, amizade e carinho. Por sempre estar presente quando mais precisei.

À equipe do Laboratório de Bioquímica/DQI/UFLA, por todo apoio, aprendizado e contribuição para meu crescimento. Em especial, a minha tia Profa. Angelita pela oportunidade, ensinamentos e por todo carinho.

À equipe do Laboratório de Sementes/UFLA que se dispuseram a me ajudar e me transmitiram muitos ensinamentos. Em especial à minha amiga Édila e Diego, a quem agradeço também pela amizade.

À equipe do Laboratório de Microbiologia do Solo/UFLA, pelo auxílio e ensinamentos.

À equipe do Núcleo de Estudos em Sistemas de Plantio Direto (NESP) pelo aprendizado, contribuição para o meu desenvolvimento e amizade.

Ao Grupo Terras Gerais pelo apoio na condução do experimento, além dos ensinamentos e contribuição para minha vida profissional.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade, e aos professores pelos ensinamentos para a minha formação profissional.

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelas bolsas concedidas.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para o meu crescimento e realização desse sonho,

MEU MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A soja é a cultura mais expressiva para o agronegócio brasileiro, representando cerca de 27% do PIB adquirido nesta categoria. No entanto, a produção nacional ainda apresenta muitas discrepâncias de produtividade, sendo uma das causas, o manejo do nitrogênio e molibdênio na cultura. O molibdênio atua diretamente na fixação biológica de nitrogênio sendo um cofator do complexo nitrogenase, onde se tem a redução do nitrato para o nitrito. Dessa forma, no presente trabalho teve-se como objetivo avaliar a eficiência agrônômica e viabilidade técnica de dois produtos comerciais A e B, mensurar o desempenho e os ganhos de produtividade na cultura da soja. O produto A é composto por: 1% de N, 2% de P_2O_5 , 1% de K_2O e 0,75% de Mo, e o produto B por: 16% de N, 2% de P_2O_5 , 4% de K_2O , 0,02% de B, e 0,01% de Mo. O experimento foi montado em blocos casualizados, com 5 tratamentos, sendo 1 controle, 3 do produto B e 1 do produto A, com 4 repetições, totalizando 20 parcelas de 5 linhas com 5 m de comprimento. As 2 linhas externas representaram a bordadura e as 3 centrais a área útil da parcela, com uma população de 320.000 plantas/ha. A utilização do produto B é eficiente para os ganhos em peso de mil grãos, comprimento de raiz e massa fresca de raiz. A melhor forma de aplicação do produto B é via foliar no estágio V3. Já o produto A é eficiente para o incremento em massa fresca de raiz.

Palavras-chave: Nitrogênio, Ganho produtivo, *Glycine max*, Molibdênio, Nutrição

ABSTRACT

The soybean is the most expressive crop for Brazilian agribusiness, representing about 27% of the GDP acquired in this category. However, national production still has many productivity discrepancies, one of the causes being the management of nitrogen and molybdenum in the crop. Molybdenum acts directly on biological nitrogen fixation, being a cofactor of the nitrogenase complex, where there is a reduction from nitrate to nitrite. Thus, this study aimed to evaluate the agronomic efficiency and technical feasibility of two commercial products A and B, to measure the performance and productivity gains in the soybean crop. Product A is composed of: 1% N, 2% P₂O₅, 1% K₂O and 0.75% Mo, and product B by: 16% N, 2% P₂O₅, 4% K₂O, 0.02% B, and 0.01% Mo. The experiment was set up in randomized blocks, with 5 treatments, being 1 control, 3 of product B and 1 of product A, with 4 replications, totaling 20 plots of 5 lines with 5 m in length. The 2 external lines represented the border and the 3 central ones represented the useful area of the plot, with a population of 320,000 plants / ha. The use of product B is efficient for the gains in weight of a thousand grains, length of root and fresh weight of root. The best way to apply product B is via leaf at stage V3. Product A, on the other hand, is efficient for increasing fresh root mass.

Keywords: Nitrogen, weight gain, *Glycine max*, Molybdenum, Nutrition

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1.	<i>A cultura da soja</i>	10
2.2.	<i>Importância da nutrição mineral</i>	11
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1.	<i>Local de condução</i>	13
3.2.	<i>Descrição dos tratamentos</i>	13
3.3.	<i>Arranque e vigor inicial</i>	13
3.4.	<i>Comprimento e volume de raiz 40 dias após plantio (DAP)</i>	13
3.5.	<i>Massa fresca da parte aérea e do sistema radicular 40 DAP</i>	14
3.6.	<i>Massa de 1000 grãos</i>	14
3.7.	<i>Produtividade</i>	14
3.8.	<i>Análise estatística</i>	14
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
5.	CONCLUSÕES	18
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro representa 26,6% do PIB brasileiro. E dentro deste cenário a soja representa 27,33%, evidenciando desta forma a grande importância desta cultura para a economia nacional (CEPEA, 2021). Na safra de 2019/2020, o Brasil se tornou o maior produtor mundial, com uma produção recorde de 124,8 milhões de toneladas, que em relação à safra anterior (2018/2019) obteve-se um ganho de 4,3%, com produtividade média estimada de 3.379 kg.ha⁻¹ (56 sacas/ha) (CONAB, 2020).

Embora esteja crescendo em relação aos anos anteriores a produtividade média nacional ainda é considerada baixa. Visto que, o campeão nacional do Comitê Estratégico de soja no Brasil (CESB), alcançou uma produtividade de 118,82 sacas/ha na safra 2019/2020 (CESB, 2020). Isso mostra que nacionalmente ainda temos muito para explorar, deixando clara a importância de sempre buscar desenvolvimento e adequação das tecnologias para que se obtenha o máximo potencial produtivo.

Para que se atinja uma boa produtividade deve-se entender que a soja é uma cultura que tem uma alta exigência nutricional, mas também é muito eficiente na absorção dos nutrientes (SOUZA, 2008). Além de, atrelar esse fator com a escolha de sementes de qualidade, tratamento de semente, época de plantio correta, o preparo e a correção adequada do solo disponibilizando um ambiente ideal ao crescimento e desenvolvimento da planta (DEUNER, 2013).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura da soja. No entanto, a forma mais eficiente de se suprir essa necessidade é fazendo uma inoculação bem efetuada com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Estas bactérias são capazes de estabelecer uma associação simbiótica com as leguminosas fornecendo a elas o nitrogênio suficiente para o desenvolvimento das plantas. E nesta relação destaca-se o micronutriente molibdênio, o qual é um cofator da principal enzima atuante na fixação do nitrogênio, o complexo da nitrogenase.

As formas de aplicação desse micronutriente na soja pode ter interferência direta no seu aproveitamento. Pois, têm-se que a aplicação de molibdênio na semente poderá, em função do pH, da salinidade e da ação bactericida acarretar redução da sobrevivência da bactéria (SILVA et al., 2011). Diante do exposto, no presente trabalho teve-se como objetivo avaliar a eficiência agrônômica e viabilidade técnica de dois produtos comerciais A e B, mensurar o desempenho e os ganhos de produtividade na cultura da soja.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cultura da soja

A soja (*Glycyne max* L.) é originária da China, pertence à família *Fabaceae* (leguminosas). É um grão rico em proteínas, sendo consumido tanto pelo homem como animais. Ele apresenta formato arredondado com cor amarelada. Em sua constituição possui de 18% a 20% de óleo e o farelo de 79% (com teor de proteína de 45%). A sua vagem pode conter até cinco sementes sendo limitada pelo ácido linolênico (JARDINE e BARROS, 2017).

A ampla utilização da soja se justifica pelas características bromatológicas dos grãos, os quais são riquíssimos em proteínas (~45%) (SALES et al., 2016), além de possuir altos teores de lipídios, fibras, vitaminas, minerais e fito-hormônios (VIEIRA; CABRAL; PAULA, 1999). Desta forma, a cultura se destaca tanto na alimentação humana, quanto animal. Sendo a fonte de melhor custo benefício para se produzir carnes, leites, ovos e derivados da soja (APROSOJA, 2018).

No ano de 2020, a soja completou 138 anos no Brasil. A exploração dessa oleaginosa iniciou-se na região Sul do país e hoje se encontra nos mais diversos ambientes, graças ao trabalho dos melhoristas, que desenvolveram cultivares com menor sensibilidade ao fotoperíodo e devido ao avanço tecnológico de cultivo em áreas de Cerrado (FREITAS, 2011).

Ainda segundo Freitas (2011), o crescimento da soja no Brasil se deve aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Somado à mecanização e a criação de cultivares altamente adaptativas às diversas regiões, manejo adequado de todo sistema de produção.

Os principais estados produtores de soja no Brasil são: Mato Grosso, Paraná, Goiás, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. A produção para a safra de 2019/2020 no Brasil foi de 124 milhões de toneladas, das quais 40% é destinado ao mercado interno e 60% ao mercado externo. A cadeia produtiva da soja tem um impacto socioeconômico muito elevado, pois envolve vários fatores como insumos, pessoas e tecnologias de forma que, tudo isso contribui significativamente para o produto interno bruto do país. A produtividade estimada para essa safra é de 3.379 Kg/ha (56 sacas/ha) em uma área de 36.949,8 mil hectares (CONAB, 2020).

A cultura da soja, após passar por intensos processos de melhoramentos, foi amplamente distribuída pelo território nacional. Graças a esses processos, as cultivares de soja

foram classificadas por grupos de maturidade, possibilitando desta forma a utilização de cultivares adaptadas aos diferentes ambientes edafoclimáticos do Brasil. Vale ressaltar que o sucesso da produção depende de outros fatores, como a utilização de sementes certificadas com garantia de qualidade, em conjunto com um pacote tecnológico de manejo (CONAB, 2020).

As exportações em 2020 foram de 77 milhões de toneladas de soja em grãos, 17 milhões de toneladas em farelo e 900 mil toneladas de óleo. Para a China teve-se o destino de 66 milhões de toneladas de soja em grão, o que corresponde a 85% de toda exportação da safra 2019/2020 (APROSOJA, 2020).

2.2. Importância da nutrição mineral

Um manejo inadequado do solo, com a má correção da acidez, associado a um cultivo sem alternância de culturas, promovem uma redução expressiva nos teores de matéria orgânica do solo, o que afeta diretamente o estabelecimento da associação *Bradyrhizobium x soja* (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Este fator associado ao depauperamento do solo pela reposição inadequada de micronutrientes e de nutrientes exportados em grande quantidade pela cultura da soja pode estar gerando fatores que comprometem a fixação biológica de nitrogênio e por consequência afetando a produtividade das cultivares (SFREDO e OLIVEIRA, 2010).

A simbiose realizada pelas bactérias do gênero rizóbio com a soja é caracterizada como um dos sistemas mais eficientes já estudados. As leguminosas que estão eficientemente noduladas chegam a apresentar concentrações de molibdênio dez vezes superiores às encontradas nas folhas. Em caso de deficiência de molibdênio, este tende a se concentrar apenas nos nódulos (PATE, 1977).

O molibdênio é crucial na atuação da enzima nitrato redutase, sendo esta responsável pela redução do nitrato em nitrito no citoplasma celular e na participação do metabolismo do nitrogênio como cofator das enzimas nitrogenase e redutase do nitrito (SFREDO e OLIVEIRA, 2010). Os sintomas de deficiência de molibdênio na planta expressam-se como amarelecimento das folhas mais velhas, devido a ser um nutriente móvel na planta, e pode ocorrer também necrose nas folhas marginais, devido ao acúmulo de nitrato (HANSEL e OLIVEIRA, 2016).

O acúmulo de nitrato se dá pelo fato que a falta de molibdênio diminui a redutase do nitrato, havendo acúmulo de compostos nitrogenados solúveis. De forma que, sua deficiência

também aumenta a atividade da ribonuclease, diminui a concentração de proteínas e a atividade de alanina aminotransferase, o que pode explicar a pronúncia da sua deficiência na concentração da clorofila. Além de ocorrer o retardamento no florescimento e na formação de pólen, pois ocorre interferência na antese, no desenvolvimento da antera e viabilidade do pólen (TAIZ e ZEIGER, 2011).

Cerca de 70% de todo o molibdênio absorvido pela planta é exportado pelos grãos, dessa forma a medida que a agricultura avança e as produtividades aumentam, se observa uma constante necessidade de adubação mineral com este elemento (OLIVEIRA et al., 2007). Porém, sua forma de aplicação pode afetar diretamente o seu aproveitamento pela planta. Alguns estudos mostram que sua aplicação via foliar, antes do início da floração é uma boa alternativa. Mas, como é exigida em pequenas quantidades, sua aplicação poderá ser via semente (SILVA et al., 2011). Ainda segundo Silva et al (2011), a aplicação de molibdênio via semente, poderá em função do pH, salinidade e da ação bactericida para o *Bradyrhizobium*, comprometer a sobrevivência da bactéria.

Os resultados referentes à aplicação via foliar tem sido muito variáveis, sendo que, alguns não têm apresentado incremento no rendimento de grãos (CAMPOS e GNATTA, 2006). Porém, em outros trabalhos citam-se que a aplicação de metade da dose na semente e metade via foliar tem apresentado incremento significativo no rendimento de grãos (CERETTA et al., 2005).

Segundo Hansel e Oliveira (2016), solos ácidos com pH menores que 5,5, solos arenosos, doses pesadas de sulfato e níveis elevados de cobre são fatores que limitam a disposição de molibdênio no solo para a planta.

O boro possui uma função muito importante para diversas etapas da fase reprodutiva das plantas (FAGERIA, 2009). Além de participar de muitos processos fisiológicos como a síntese e integridade da parede celular. Muitas das vezes seus sintomas de deficiência são confundidos com os de fósforo e potássio (YAMADA, 2000). De forma que, sua deficiência acarreta o não crescimento de novas raízes e brotações. A deficiência de boro também é influenciada por solos arenosos, alta pluviosidade, veranicos e estação seca, baixos teores de matéria orgânica e pH fora da faixa de 5,0 a 7,0 (HANSEL e OLIVEIRA, 2016).

Na solução do solo o boro encontra-se na forma de ácido bórico, chegando às raízes por fluxo de massa. Dessa forma, a sua absorção ocorre de maneira passiva em função do gradiente de concentração (TANAKA e FUJIWARA, 2008). Quando se aplica boro por meio da adubação no solo, pode se ter perdas por lixiviação (ROSOLEM e BÍSCARO, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de condução

O experimento foi conduzido na estação de pesquisa Terras Gerais Experimental na cidade de Lavras-MG. A variedade de soja utilizada foi a M6410, e a produção dos grãos na safra 2019/2020.

3.2. Descrição dos tratamentos

Foram realizados 5 tratamentos, sendo 1 controle, 3 do produto B e 1 do produto A, com 4 repetições, totalizando 20 parcelas de 5 linhas com 5 m de comprimento. Em blocos casualizados com uma população de 320.000 plantas/ha.

As 2 linhas externas representaram a bordadura e as 3 centrais a área útil da parcela.

Formas de aplicação:

- Produto A: Aplicação via tratamento de semente.
- Produto B: Aplicação via tratamento de semente, sulco e foliar no estágio fenológico

V3.

Composição dos produtos:

- Produto A: 1% de N, 2% de P_2O_5 , 1% de K_2O , e 0,75% de Mo.
- Produto B: 16% de N, 2% de P_2O_5 , 4% de K_2O , 0,02% de B e 0,01% de Mo.

3.3. Arranque e vigor inicial

A avaliação do vigor inicial foi realizada aos 20 dias após a emergência das plântulas determinada por medição, com auxílio de uma régua milimétrica. Mediu-se a distância entre o colo da planta e a extremidade apical da haste principal. Resultado expresso em centímetros.

3.4. Comprimento de raiz

O comprimento e o volume de raiz foram determinados após 40 dias após plantio, em 10 plantas retiradas da parcela útil, com o auxílio de uma pá, distanciando-se 10-15 cm da linha de plantio, para manter o máximo possível da integridade das raízes. A medição do

comprimento de raiz foi realizada do colo da planta até a raiz de maior comprimento, com utilização de régua milimétrica e o resultado expresso em centímetros.

3.5. Massa fresca da parte aérea e do sistema radicular

As plantas retiradas na avaliação anterior foram separadas em raiz e parte aérea, sendo pesadas separadamente em balança de precisão, com duas casas decimais, para obtenção da massa fresca. Os resultados foram expressos em gramas.

3.6. Massa de 1000 grãos

A massa de 1000 grãos foi determinada utilizando balança digital com duas casas decimais, pesando-se 100 grãos com 8 repetições. De forma que se obteve a massa de 1000 grãos por meio da média das oito pesagens (RAS, 2009). Os resultados expressos em gramas.

3.7. Produtividade

A produtividade foi obtida com a pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela experimental, com sua umidade corrigida para 13,0% e ajuste de dados para kg/ha.

3.8. Análise estatística

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR[®] (FERREIRA, 2014). As comparações entre as médias foram realizadas por teste Tukey (1955) ($p \leq 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 está apresentado o resumo da análise de variância para as características avaliadas. Observou-se que os resultados foram significativos para a matéria fresca de raiz e peso de mil grãos.

Um estudo realizado por Nakao et al. (2014) relatou que com a aplicação de molibdênio se tem um incremento de produtividade de grãos. Já Gris et al. (2005) não encontrou diferença significativa no incremento de produtividade com aplicação de molibdênio. Constata-se que tanto o produto A quanto o B, no presente trabalho, possuem em sua composição o molibdênio, o que pode explicar não diferirem estatisticamente entre si, na produtividade de grãos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para comprimento de raiz, matéria fresca de parte aérea (MFPA) e de raiz (MFR), peso de mil grãos (PMG) e produtividade para a cultura da soja oriunda de sementes tratadas com diferentes produtos (adubação complementar).

Fonte de Variação	GL	Comprimento de raiz (cm)	MFPA (g)	MFR (g)	PMG (g)	Prod (Kg/ha)
Produto	2	5,862	0,223	0,188*	120,80*	18,300
Bloco	3	0,403	0,929	0,001	5,487	13,787
Erro	6	3,150	0,467	0,004	7,822	13,815
CV		10,01	4,23	2,86	1,66	5,06

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Sementes tratadas com o produto A obtiveram maior massa fresca de raiz. Porém, as sementes tratadas com produto B apresentaram maior peso de mil grãos (Tabela 2). Observou-se que o aumento do peso de mil grãos pode ter sido ocasionado pelo boro e molibdênio. Principalmente, devido ao boro ter a função de melhoria no rendimento de grãos e no caso do molibdênio no auxílio a fixação biológica do nitrogênio.

Tabela 2. Matéria fresca de raiz (MFR) e peso de mil grãos (PMG) de plantas de soja, oriundas de sementes tratadas com diferentes produtos (adubação complementar).

Tratamentos	MFR (g)	PMG (g)
Testemunha	2,12 b	165,83 b
Produto A	2,51 a	165,74 b
Produto B	2,16 b	175,30 a

*Médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Um estudo realizado por Bevilaqua et al. (2002) concluiu que a aplicação de Cálcio e Boro aumentou o peso de grãos por planta. Outro estudo realizado por Gelain et al. (2011) indicou que a aplicação de molibdênio no tratamento de semente acarretou melhorias na fixação biológica de nitrogênio, aumentando o peso de mil grãos. Já Dourado Neto et al. (2012) registrou que o fornecimento via foliar de molibdênio afetou positivamente o mesmo parâmetro.

A forma de aplicação do produto B alterou o comprimento de raiz e a matéria fresca de raiz, mas não interferiu na massa fresca de parte aérea, no peso de mil grãos e na produtividade (Tabela 3). Possenti e Villela (2010), afirmaram que, tanto a aplicação de molibdênio no tratamento de semente quanto à aplicação via foliar, não se observou incremento de produtividade e do peso de mil grãos. Um estudo realizado por Moraes et al. (2006) relatou que as aplicações de molibdênio via foliar ou nas sementes não afetou o rendimento da cultura. Porém, Mata et al. (2010) observaram que a aplicação de molibdênio via foliar sem o tratamento de semente resultou em incremento de produtividade.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para comprimento de raiz, matéria fresca de parte aérea (MFPA) e de raiz (MFR), peso de mil grãos (PMG) e produtividade para a cultura da soja tratada com o produto B (adubação complementar) sob diferentes formas de aplicação.

Fonte de Variação	GL	Comprimento de raiz (cm)	MFPA (g)	MFR (g)	PMG (g)	Prod (Kg/ha)
Formas de aplicação	2	20,387*	8,458	0,683*	28,762	2,178
Bloco	3	0,825	5,607	0,120	2,981	6,208
Erro	6	1,379	8,294	0,111	16,964	7,423
CV		6,19	16,49	13,21	2,36	3,62

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em relação ao produto B, a forma de aplicação que favoreceu o comprimento de raiz e massa fresca de raiz foi a via foliar no estágio vegetativo 3 (V3) (Tabela 4). O comprimento de raiz e a massa fresca de raiz se devem ao fato que o Boro tem função de ativação hormonal que pode ter influenciado os fitormônios (TAIZ e ZEIGER, 2011). E que no estágio V3 onde se tem um aumento na atividade de nodulação, incremento em matéria seca da parte aérea e raízes (CÂMARA, 2014), o produto pode ter favorecido nessa etapa.

Tabela 4. Comprimento de raiz e matéria fresca de raiz (MFR) de plantas de soja tratadas com o produto B (adubação complementar) sob diferentes formas de aplicação.

Formas de aplicação	Comprimento de raiz (cm)	MFR (g)
Semente	17,05 b	2,16 b
Foliar (V3)	21,46 a	2,97 a
Sulco	18,41 b	2,43 ab

*Médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

5. CONCLUSÕES

A utilização do produto A é eficiente para o incremento em massa fresca de raiz.

A utilização do produto B é eficiente para os ganhos em peso de mil grãos, comprimento de raiz e massa fresca de raiz.

A forma mais eficaz de aplicação do produto B é via foliar no estágio V3.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A soja além do óleo e do farelo. **Revista Globo Rural**, 2014. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Soja/noticia/2014/04/soja-alem-do-oleo-e-do-farelo.html>>. Acesso em: 25 de mar. de 2021.

A soja. **Aprosoja**, 2018. Disponível em: <<https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>>. Acesso em: 27 de mar. de 2021.

BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P. M.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 31-34, 2002.

CÂMARA, G. M. de S. Fixação biológica de nitrogênio em soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, SP, n. 147, p. 9, 2014. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/\\$FILE/Page1-9-147.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/$FILE/Page1-9-147.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2021.

CAMPOS, B. H. C. de; GNATTA, V. Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 69-76, 2006.

CERETTA, C. A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P. S.; MOREIRA, I. C. L.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. F. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 576-581, 2005.

CESB. Comitê Estratégico Soja Brasil. **Desafios da Soja**. 2020. Disponível em: <<http://www.cesbrasil.org.br/>> Acesso em: 10 fev. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2019/20 – Décimo segundo levantamento, Brasília, v. 7, p. 1-68, set. 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso: 20 fev. 2021.

DEUNER, C. Manejo nutricional na cultura da soja: Reflexos na produção e na qualidade da semente. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

DOURADO NETO, D.; DARIO, g. J. A.; MARTIN, T. N.; SILVA, M. R.; PAVINATO, P. S.; HABITZREITER, T. L. Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2741-2752, 2012.

FAGERIA, N. K. The use of nutrients in crop plants. Boca Raton: CRC Press, p.419, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 109–112, 2014. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542014000200001&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 26 fev. 2021.

FREITAS, Edipo Silva; GONÇALVES, Luiz Gustavo; JUNIOR, Ademir Bortoleti; OLIVEIRA, Jefferson A. G; VIEIRA. A importância da cultura da soja e a inoculação junto à fixação biológica de nitrogênio atmosférico. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 14, n. 1, p. 460-466, 2017.

FREITAS, Márcio de Campos Martins de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v. 7, n. 12; p. 1, 2011.

GELAIN, E.; ROSA JUNIOR, E. J.; MERCANTE, F. M.; FORTES, D. g.; SOUZA, F. R.; ROSA, Y. B. C. J. Fixação biológica de nitrogênio e teores foliares de nutrientes na soja em função de doses de molibdênio e gesso agrícola. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 259-269, 2011.

GRIS, E. P.; CASTRO, A. M. C.; OLIVEIRA, F. F. Produtividade da soja em resposta à aplicação de molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium Japonicum*. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 29, n. 1, p. 151-155, 2005.

HANSEL, Fernando Dubou.; OLIVEIRA, Maurício Limberger de. Importância dos micronutrientes na cultura da soja no Brasil. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, SP, n. 153, 2016.

MATA, Francinei de Senna Duarte da.; ALMEIDA, José Augusto Reis.; REIS, Tadeu Cavalcante.; SOUZA, Daniel Seixas.; MAURICIO, Ithana dos Santos. **Revista trópica: Ciências agrárias e biológicas**, v.5, n.2, 2011.

MORAES, Leila Maria de Freitas; Lana, Regina Maria Quintão.; MENDES, Camila.; MENDES, Eliezer.; MONTEIRO, Anderson.; ALVES, Juliana Fonseca. Redistribuição de molibdênio aplicado via foliar em diferentes épocas na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.32, n.5, 2008.

MOREIRA, F.M. de S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2.ed. atual. e ampl. Lavras: UFLA, 2006, 729p.

NAKAO, A. H.; VAZQUEZ, G. H.; OLIVEIRA, C. O.; SILVA, J. C.; SOUZA, M. F. P. Aplicação Foliar de molibdênio em soja: Efeitos na produtividade e qualidade fisiológica da semente. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, GO, v.10, n.18, p.343, 2014.

OLIVEIRA, F. A.; SFREDO, G. J.; CASTRO, C. KLEPKER, D. Fertilidade do solo e nutrição da soja. Londrina: Embrapa. (Circular técnica, 50), 2007.

PATE, J.S. Functional biology of dinitrogen fixation by legumes. In: HARDY, W.F.; SILVER, W.S. Eds. A treatise on dinitrogen fixation. III-Biology, New York: J. Wiley, p.473-518, 1977.

PIB do agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020. **CEPEA**. 2021. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_relatorio_2020.pdf>. Acesso em 30 mar. 2021.

ROSOLEM, C.A.; BÍSCARO, T. Adsorção e lixiviação de boro em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.1473-1478, 2007.

SALES, V. H. G.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; OLIVEIRA JUNIO, W. P.; SALES, P. V. G. Teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições da planta. **Revista Agro@ambiente**, [on-Line], [s. l.], v. 10, n. 1, p. 22–29, 2016. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/2462>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Soja: molibdênio e cobalto. Londrina: Embrapa Soja, p.36, 2010.

SILVA, A. F. da; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; CARVALHO, M. A. C. de; DALCHIAVON, F. C.; NOETZOLD, R. Inoculação com *Bradyrhizobium* e formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja, **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n.12, p. 98-104, 2011;

Soja brasileira: história e perspectivas. **Aprosoja**, 2020. Disponível em: <<https://aprosojabrasil.com.br/comunicacao/blog/2020/08/27/brazilian-soybean-exports/>>. Acesso em: 30 de mar. 2021.

SOUZA, E. A. Efeitos da aplicação de nutrientes na produtividade e qualidade de sementes de soja. 2008. Tese (Doutor em Agricultura). Universidade Estadual Paulista, UNESP-Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, p.952, 2013.

TANAKA, M.; FUJIWARA, T. Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *European Journal of Physiology*, v. 456, p. 671-677, 2008;

VIEIRA, C. R.; CABRAL, L. C.; PAULA, A. C. O. De. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 34, n. 7, p. 1277–1283, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999000700021&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 11 mar. 2019.

YAMADA, T. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 90, p. 1-5, 2000.