



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

USO DE COBALTO E MOLIBDÊNIO NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA E SEUS BENEFÍCIOS PARA O DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA¹

Cesar Fidel Lauschner²

Neuri Antonio Feldamn³

Fabiana Raquel Mühl⁴

Vilson José Gabriel⁵

Lauro Luiz Somavilla⁶

Danilo Pavan⁷

Resumo

O uso de sementes de alta qualidade, com atributos fisiológicos, físicos e sanitários adequados, é um dos fatores primordiais para alcançar maiores produtividades de soja. Pensando em qualidade, o tratamento de sementes é algo imprescindível quando se fala em sementes de alto potencial. A utilização de Cobalto e Molibdênio no tratamento de sementes, é uma prática que vem se tornando cada vez mais rotineira pelas empresas sementeiras e também pelos produtores. O uso destes micronutrientes nessa prática, é uma alternativa que pode trazer vários benefícios as plantas de soja, uma vez que estes estão diretamente ligados com o processo de fixação biológica de nitrogênio. O presente trabalho tem como objetivo expor as principais características do tratamento de sementes com Cobalto e Molibdênio, seja pelo tratamento industrial (TSI) ou “On Farm” e a diferença entre estes. Elencar os principais benefícios e a importância desses nutrientes para as plantas de soja e sua participação na eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio e incrementos de produtividade. Em avaliações a campo, durante o período de estágio curricular obrigatório, e em comparação às encontradas na literatura, observou-se que o uso de doses equilibradas de produtos a base de Cobalto e Molibdênio no tratamento de sementes, traz diversos benefícios para a cultura. Entre estes o aumento do sistema radicular, maior eficiência da nodulação, maior uniformidade e altura de plantas e também incrementos na biomassa.

Palavras-chave: Minerais. Produtividade. Nodulação.

Introdução

Com as constantes expectativas de aumento exponencial da população até o ano de 2050, um dos principais desafios dos produtores rurais é aumentar a produtividade,

¹ Pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

² Centro Universitário FAI – UCEFF. Acadêmico do curso de Agronomia. E-mail: cesar_lauschner@hotmail.com

³ Centro Universitário FAI – UCEFF. Engenheiro Agrônomo. Me. em Fitotecnia.

⁴ Centro Universitário FAI – UCEFF. Bióloga. Dra. em Agronomia.

⁵ Centro Universitário FAI – UCEFF. Engenheiro Agrônomo. Me. em Agronomia.

⁶ Centro Universitário FAI – UCEFF. Engenheiro Agrônomo. Me. em Agronomia.

⁷ Centro Universitário FAI – UCEFF. Engenheiro Agrônomo. Esp. Em Direito Ambiental e Georrefenciamento.



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

conseguindo assim, atender a demanda do mercado do consumidor, bem como, manter a viabilidade da atividade agrícola.

No Brasil, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2021) a soja é a cultura de grãos com maior extensão territorial e isso ocorre devido a sua ampla utilização em produção de alimentos, uso em dietas de alimentação animal, e exportação. Desta forma, com o aumento da população e demanda mundial de alimentos, se torna cada vez mais necessário ter um bom manejo físico e químico do solo, para que a cultura possa expressar maiores rendimentos no campo.

O correto fornecimento de macro e micronutrientes para soja, é uma ferramenta que se torna imprescindível para um maior rendimento de grãos. A cultura da soja possui uma vantagem muito grande, por conseguir fixar grande parte do nitrogênio necessário para o desenvolvimento da cultura pela Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), a qual é realizada por bactérias do gênero *Rhizobium*. Por outro lado, o fornecimento de nutrientes como Fósforo, Potássio, Cálcio, Enxofre, entre outros, através da adubação é indispensável para o desenvolvimento e produtividade da cultura.

Outro fator que é imprescindível para uma lavoura de soja de alta produtividade é a utilização de sementes de qualidade, que é definida por atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários. Sementes com boa germinação e vigor, possuem um potencial de germinação e emergência mais acelerado e, conseqüentemente, apresentam uma lavoura com plântulas mais uniformes. Com isto é possível afirmar que a germinação e o vigor da semente estão diretamente ligados com a obtenção de maiores produtividades (CARMO FILHO, 2022).

O uso de nutrientes essenciais e benéficos no tratamento de sementes de soja é uma prática que pode trazer muitos benefícios para o desenvolvimento da cultura e conseqüentemente o aumento de produtividade, pelo fato de poder fornecer nutrientes para a planta, desde o início do desenvolvimento. Além disso, também garante um aporte em processos metabólicos e bioquímicos, nos quais esses nutrientes são requeridos (CARMO FILHO, 2022).



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

O Cobalto e o Molibdênio são micronutrientes considerados essenciais e benéficos para a soja, devido a sua participação em importantes processos e reações bioquímicas que favorecem a fixação biológica de nitrogênio. Desta forma, a baixa disponibilidade destes micronutrientes no solo, mesmo que estes sejam exigidos em pequenas quantidades pela planta, podem ocasionar deficiência de nitrogênio, nutriente este que é o mais exportado pela cultura. Isto pelo fato de que estes nutrientes estão diretamente ligados com a eficiência da nodulação e da fixação do nitrogênio da atmosfera (DALL'AGNOL; NOGUEIRA, 2021).

O cobalto é considerado um micronutriente benéfico e o molibdênio um micronutriente essencial. Estes nutrientes são constituintes da hemoproteína leghemoglobina e de enzimas como a nitrato-redutase e nitrogenase, que estão diretamente ligadas com a eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio (CARMO FILHO, 2022).

O objetivo da presente pesquisa, é apontar os efeitos da utilização de cobalto e molibdênio no tratamento de sementes de soja, seja pelo tratamento de sementes industrial ou "On Farm", e comparar com avaliações realizadas a campo durante o período de estágio curricular obrigatório.

Fundamentação teórica

Importância econômica da soja no Brasil

A cultura da soja possui grande relevância econômica no cenário nacional e mundial. No Brasil, hoje o maior produtor mundial, a soja é a cultura de grãos que desencadeia o maior movimento econômico dentre as demais culturas. Todavia é necessário salientar que durante muito tempo ela não era a principal cultura da economia brasileira. A expansão contínua que ela teve no país desde a sua implantação, até os dias atuais, aumentou cerca de 260 vezes sobre a produtividade e área cultivada, o que traz interessantes resultados para o país e fomenta de forma positiva a economia (NUNES, 2022).



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

A soja também pode ser considerada responsável por diversas mudanças no sistema brasileiro de comercialização de grãos. Nenhuma outra cultura de grãos ou cereais, teve tantos incentivos através de políticas públicas, financiamentos e fomentação da cadeia produtiva, como a soja a partir da década de 1960 (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

A soja foi responsável pela expansão da produção em territórios brasileiros que eram pouco utilizados, como a região do Cerrado. Após o início do cultivo de soja nessa região, a produção brasileira de soja começou a tomar novos rumos e isto fez com que uma região pouco valorizada e despovoada do país, com o decorrer dos anos, fosse responsável pela maior parte da produtividade da soja nacional, e tornar pequenas cidades em metrópoles (SEDIYAMA *et al.*, 2015; NUNES, 2022).

O grão de soja possui diversas utilizações no mercado nacional e internacional, sendo principalmente como fonte de proteína e óleo vegetal e por isso, possui um amplo comércio, que vão desde pequenas agropecuárias as quais fornecem insumos, até mesmo grandes exportações internacionais (HIRAKURI *et al.*, 2018).

Outro nicho de mercado para o uso de um derivado da soja é a produção animal. O farelo de soja é um insumo indispensável para a produção e nutrição animal. Devido ao alto consumo de carne mundial, o farelo de soja é principalmente utilizado na dieta de bovinos confinados, aves e suínos, visando potencializar a produção de carne (HIRAKURI *et al.*, 2018).

Existem também diversos produtos à base de soja que são utilizados para alimentação humana. Destaca-se o óleo de soja, o qual é amplamente utilizado na cozinha dos brasileiros, e supre cerca de 82% dos óleos utilizados para fins alimentícios. O uso do óleo vegetal também desencadeia uma função muito importante no setor de combustíveis, sendo o mesmo usado na produção de biodiesel. Outros produtos à base de soja também vêm tomando corpo nas gondolas dos supermercados, como é o caso de bebidas a base de soja. Essas bebidas estão ganhando cada vez mais adeptos por conceitos de alimentação saudável, e para consumidores que possuem intolerância a substâncias como a lactose e outros (HIRAKURI *et al.*, 2018).

Por ser a principal cultura de grãos entre as demais cultivadas no Brasil, a soja também movimentando setores que são indispensáveis para a produção do grão. A cultura é o



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

maior consumidor de fertilizantes, defensivos agrícolas e sementes, fato este que faz com que a cultura gere grande demanda destes insumos e movimente empresas que comercializem os mesmos (HIRAKURI *et al.*, 2018).

Além da produção da soja para o uso nacional com seus derivados, como comentado anteriormente, vale salientar e destacar outro importante escoamento desta commodity, que é a exportação do grão. Hoje o Brasil assume o posto de maior produtor e maior exportador de soja do mundo (HIRAKURI *et al.*, 2018). No ano de 2020, foram exportados cerca de 77 milhões de toneladas de grãos, 17 milhões de toneladas de farelo de soja e 900 mil toneladas de óleo (APROSOJA, 2020; CONAB, 2020).

O cenário produtivo da soja não apenas movimenta o mercado interno e externo, como também gera emprego para diversas áreas, como a produção, comércio, indústria, logística e afins. No Brasil, são cerca de 240 mil produtores de soja, que fazem com que estes números aumentem ano após ano (APROSOJA, 2020).

Na safra 2020/2021, foram cultivados 38.532 milhões de hectares de soja, um aumento de cerca de 4,3% comparada a safra anterior. A produtividade média por hectare, foi de 3.527 kg, com um aumento de 4,4% relacionado a safra anterior, alcançando assim uma produção total de 135.912 milhões de toneladas de grãos, desta forma, incrementando a produção em 8,9% comparado a safra anterior (CONAB, 2021).

Importância da nutrição de plantas de soja

Como outras plantas, a soja também necessita de nutrientes para o seu correto e pleno desenvolvimento. Mesmo com as condições adversas, é necessário e imprescindível fornecer nutrientes para a cultura, sendo através do tratamento de sementes, adubação ou aplicação foliar, para que a soja possa expressar seu potencial de rendimento (TRENTIN; PIRES, 2022).

A importância da nutrição de plantas de soja se fundamenta pelo fato de que, se houver um desequilíbrio entre os nutrientes essenciais para a soja, ou seja, deficiência ou excesso de um nutriente, que pode comprometer a produtividade da lavoura. Este fato é



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

explicado pela lei do mínimo, que diz que mesmo que todos os demais nutrientes estejam com boa disponibilidade, o nutriente que estiver em teor inferior ao necessário, se torna um fator limitante de produtividade (TRENTIN; PIRES, 2022).

Fixação biológica de nitrogênio

O nitrogênio é o nutriente com maior extração e exportação na cultura da soja. O grão de soja possui alto teor de proteína, podendo chegar a 43%, sendo esta proteína composta por 16,5% de nitrogênio (FLOSS, 2022). O nitrogênio por ser um nutriente essencial, é responsável por diversos processos metabólicos dentro da planta, como a formação de raízes, formação de clorofila e eficiência do processo fotossintético, produção de fotoassimilados, entre outros processos (TAIZ; ZIEGER, 2004).

A soja possui uma grande vantagem quando comparada as outras plantas, devido a capacidade de realização da fixação biológica de nitrogênio. Esse processo é oriundo da associação de bactérias do gênero *Rhizobium* às raízes da soja, que captam o nitrogênio atmosférico (N_2) e o transformam em amônio (NH_4^+), o qual é absorvido pelas plantas através do processo de simbiose (TAIZ; ZIEGER, 2004; GERAHTY *et al.*, 1992 apud PAZZIN; SEDIYAMA; SOARES, 2016).

As principais bactérias que realizam a fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja através de nódulos associados ao sistema radicular da planta são o *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*. Essas bactérias são vendidas comercialmente na forma de inoculantes, os quais são utilizados no tratamento de sementes de soja, e ou diretamente aplicados no sulco da linha de semeadura (FLOSS, 2022).

A nodulação e a eficiência da fixação biológica de nitrogênio dependem de diversos fatores que envolvem a planta, a bactéria e o ambiente onde estes estão inseridos. A acidez do solo, temperaturas elevadas e baixo teor de umidade no solo, fazem com que a fixação biológica não seja eficiente (THOMAS; COSTA, 2010).

De acordo com Floss (2022), para que a nodulação e fixação do nitrogênio seja eficiente, além dos fatores climáticos e características da planta, deve-se ter uma boa



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

disponibilidade de cobalto, molibdênio, cálcio, enxofre, magnésio, fósforo e boro. O mesmo autor também cita que os nódulos somente são considerados ativos fornecedores de nitrogênio, quando a coloração interna do nódulo for rosada. Isto devido a presença de leg-hemoglobina, a qual a produção é dependente da disponibilidade de cobalto.

A inoculação de sementes ou o uso no sulco de semeadura de inoculantes a base de *Bradyrhizobium* é muito importante para a formação e a eficiência dos nódulos (FLOSS, 2022). Outra bactéria que pode ser utilizada na inoculação é o *Azospirillum*. Esta bactéria, além de atuar como fixador de nitrogênio no solo, também tem a função de ser uma bactéria promotora de crescimento. Ela traz inúmeras vantagens para a soja, pelo fato de ser produtora de hormônios vegetais como a citocinina e a auxina, que estimulam o desenvolvimento do sistema radicular da soja, e favorecem a nodulação das estirpes de *Bradyrhizobium* (HUNGRIA, 2011; HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2013 apud FLOSS, 2022).

Com estes benefícios, os produtores de soja do Brasil, utilizam menos que 5% do nitrogênio necessário para a cultura da soja, na forma de fertilizantes. A fixação biológica de nitrogênio fornece quase a totalidade da quantidade necessária para a cultura através da captação do nitrogênio atmosférico. Isto gera uma economia de aproximadamente 150 milhões de toneladas de nitrogênio, o que faz com que os produtores de soja tenham grande economia no uso de fertilizantes nitrogenados (PAZZIN; SEDIYAMA; SOARES, 2016).

Tratamento de sementes com elementos minerais

O tratamento de sementes resume-se na aplicação de produtos químicos, insumos e elementos em geral sobre as sementes. Estes produtos vão desde inseticidas, fungicidas, inoculantes biológicos e elementos minerais. Esses produtos são aplicados de forma uniforme e bem distribuída com suas respectivas dosagens, a fim de promover uma proteção as sementes e dar condições para ela germinar e emergir de maneira uniforme, e a proteger contra fatores adversos que podem ser encontrados no ambiente (AVELAR *et al.*, 2011 apud CARMO FILHO, 2022).



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

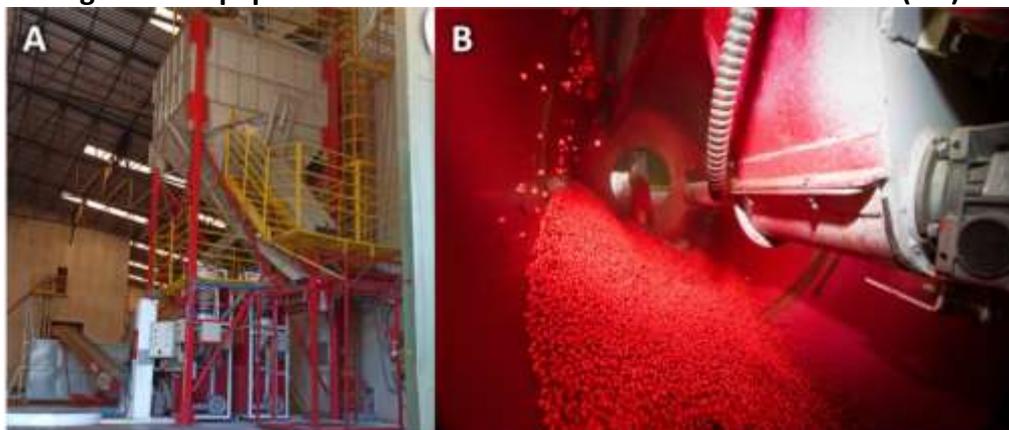
A utilização de produtos com macro e micronutrientes vem se tornando uma prática cada vez mais utilizada no campo. Isto pelo fato de que estes produtos associados ao tratamento de sementes, podem auxiliar de forma positiva o desempenho das plântulas de soja já estabelecidas na lavoura, fazendo com que se potencialize a capacidade produtiva da cultura. O uso de micronutrientes e elementos benéficos, mesmo que requeridos em menores quantidades comparadas aos macronutrientes, desempenham um papel importantíssimo para o bom desenvolvimento da cultura. Uma vez que se encontre deficiência desses nutrientes, ocorre uma redução de crescimento e desenvolvimento das plantas, e conseqüentemente efeitos negativos sobre a produtividade final da lavoura (FEDORUK *et al.*, 2021 apud CARMO FILHO, 2022).

O uso de produtos com micronutrientes e elementos benéficos, além de ser economicamente viável, também vem mostrando no campo um excelente estabelecimento inicial na cultura da soja. Com a adoção desta prática, é observado a campo, plantas que superam condições ambientais desfavoráveis, fornecem nutrientes e evitam deficiências nutricionais nos primeiros estádios vegetativos. Esta prática vem se tornando algo muito promissor para melhoria do desempenho das plantas e como consequência, o aumento da produtividade de grãos (CONCEIÇÃO *et al.*, 2020 apud CARMO FILHO, 2022).

O tratamento de sementes pode ser realizado de duas maneiras, seja ela realizado diretamente na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), na qual é chamado de Tratamento de Sementes Industrial (TSI), ou então, o tratamento pode ser realizado na fazenda, sendo conhecido como tratamento de semente “on Farm”. Estes apresentam vantagens e desvantagens, e, portanto, estas devem ser analisadas para então decidir qual a melhor opção para o produtor (SANTOS, 2020).

As sementes que são tratadas através de TSI (Figura 1), possuem uma qualidade melhor de tratamento, e com uma redução significativa de perdas de produto e danos mecânicos na semente. Isto por que esse processo industrial conta com equipamentos automatizados e de alta tecnologia, que aplicam de forma uniforme e otimizada, os produtos que são utilizados no tratamento de sementes (SYNGENTA, 2020).

Figura 1 – Equipamento de Tratamento de Sementes Industrial (TSI).



Fonte: Do Autor (2022); Agrosolsementes (2022).

Já o tratamento de sementes “on Farm” (Figura 2), é um tratamento realizado diretamente na fazenda ou propriedade. Para este, são utilizados equipamentos que são exclusivos para este processo, mas que não entregam o mesmo padrão de aplicação como os tratamentos industriais. O custo menor faz com que muitos produtores optem por esse tratamento, todavia, é necessário ressaltar que nem sempre essa economia se mostra viável, visto que não possui uma uniformidade de distribuição de produtos, podem ser ocasionados danos mecânicos na semente, subdosagem de produtos, entre outros problemas que podem ocorrer (LERSCH JUNIOR, 2015).

Figura 2 – Sementes de soja com tratamento “on Farm” com defensivos e produto com Cobalto e Molibdênio.



Fonte: Do Autor (2022).



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

Importância do cobalto na cultura da soja

Na soja, o cobalto é absorvido na forma de cátion (Co^{2+} , micronutriente que traz muitos benefícios para a cultura, atuando diretamente na formação da leg-hemoglobina, a qual traz a tonalidade avermelhada no interior dos nódulos. Ele também é responsável pelo controle da oxigenação do nódulo, tornando-se essencial para uma eficiente fixação biológica de nitrogênio (FLOSS, 2022).

O fornecimento de cobalto na cultura da soja pode ser realizado através do tratamento de sementes, onde rotineiramente é associado com o molibdênio, e/ou via aplicação foliar. As recomendações de cobalto para soja giram em torno de 3 a 5 gramas por hectare. O excesso de cobalto no tratamento de sementes pode ocasionar deficiências de ferro. Entretanto, com a aplicação de cobalto via foliar, este é um problema que não acontece (FLOSS, 2022).

Importância do molibdênio na cultura da soja

O molibdênio é um micronutriente que é absorvido em pequenas quantidades pela cultura da soja. Esse micronutriente possui grande importância para a planta, pois atua diretamente na nitrogenase, a qual é responsável pela fixação biológica do nitrogênio dos nódulos e também atua na enzima nitrato redutase. Com isto, o molibdênio está diretamente envolvido em todo processo de disponibilização de nitrogênio para a soja (FLOSS, 2022).

O molibdênio é absorvido pela soja na forma de (MoO_4^{-2}), e sua disponibilidade no solo tem uma relação direta com o aumento do pH. Desta forma, a calagem é uma das formas de aumentar a disponibilidade de molibdênio (MALAVOLTA, 1980 apud SOARES; SEDIYAMA; TOBAR, 2016). O fornecimento de molibdênio para a cultura da soja ocorre normalmente no tratamento de sementes, associado ao cobalto e/ou através da pulverização foliar entre os estádios vegetativos de V3 à V5 (SFREDO; OLIVEIRA, 2010 apud SOARES; SEDIYAMA; TOBAR, 2016).



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

Para alcançar altas produtividades, a aplicação de molibdênio associado ao cobalto em forma de pulverização na fase reprodutiva traz resultados satisfatórios, pois com isto, é possível a mais rápida assimilação do nitrogênio e inibir a produção de etileno, que diminui a fase do enchimento de grãos (FLOSS, 2022).

Metodologia

O presente trabalho tem como objetivo verificar os benefícios da utilização de Cobalto e Molibdênio no tratamento de sementes de soja, de forma não experimental. A abordagem utilizada na pesquisa é do tipo quantitativa e qualitativa, tendo como objetivo comparar resultados de pesquisas da literatura com avaliações realizadas a campo durante o período de estágio curricular obrigatório.

O estágio ocorreu do dia 28 de setembro ao dia 28 de outubro na empresa ZS. Solos, de Pinhalzinho – Santa Catarina. Neste período de estágio foram realizadas diversas atividades que envolveram temas como fertilidade do solo, acompanhamento de semeadura de soja, visitação de UBS para conhecer o TSI, acompanhamento de tratamento de sementes de soja “on Farm” com produto a base de Cobalto e Molibdênio e avaliações iniciais de lavouras de soja com o uso desse produto.

Durante o período de estágio curricular obrigatório umas das principais atividades foi a avaliação de lavouras de soja nos estádios iniciais, onde foram utilizadas sementes tratadas com o produto comercial Fertiactyl Leguminosas. Este produto é utilizado no tratamento de sementes de soja por ter em sua composição a presença dos elementos minerais Cobalto e Molibdênio, além de hormônios vegetais, aminoácidos e ácidos húmicos e fúlvicos. A dosagem recomendada do produto foi de 2 ml por kg de semente de soja, aplicado junto ao TS “on Farm” com os demais produtos utilizados (Inseticidas e Fungicidas) no tratamento de sementes. A avaliação de lavouras de soja ocorreu nos municípios de Pinhalzinho/SC, Modelo/SC, Saudades/SC, Campo Erê/SC.

As avaliações foram realizadas em lavouras de soja, que foram semeadas no mesmo dia, e com a mesma cultivar. Ambas possuem o mesmo tratamento de sementes com

defensivos, mesma adubação e o mesmo manejo fitossanitário. A única diferença entre elas é o tratamento de sementes com o produto Fertiactyl Leguminosas. As avaliações que foram realizadas foram a de altura de plantas, pesagem de plantas frescas, pesagem do sistema radicular, contagem de nódulos e pesagem de nódulos frescos.

Para a avaliação de alturas de plantas e pesagem de plantas frescas, foram coletadas aleatoriamente 3 plantas médias, em uma lavoura com plantas com e sem o tratamento do produto a base de Co e Mo. As plantas foram coletadas com o auxílio de um canivete, buscando danificar o mínimo possível o sistema radicular. Após coletadas, as plantas, as mesmas foram colocadas em um banner régua, para melhor visualizar a diferença entre os tratamentos.

Na avaliação da pesagem de plantas frescas, as mesmas 3 plantas, com e sem o tratamento, foram cuidadosamente dobradas e posteriormente pesadas com o auxílio de uma balança de precisão. Após a pesagem, foi realizada uma média de peso, para então observar se houve um incremento de biomassa nas plantas que possuíam o tratamento com Co e Mo, em comparação a testemunha.

A pesagem do sistema radicular, também foi uma avaliação que foi realizada com a coleta de 3 plantas aleatórias, com e sem o tratamento. Já em um estágio de desenvolvimento mais avançado, com a presença de nódulos. As plantas foram coletadas com o auxílio de um canivete para evitar ao máximo danificar o sistema radicular. Após coletadas as plantas, foi realizado um corte na base das plantas, separando desta forma o sistema radicular. Após isso, os 3 sistemas radiculares, com e sem o tratamento foram pesados com o auxílio de uma balança de precisão, e posterior realização do peso médio de cada sistema radicular, para verificar se houve um incremento de peso de raízes com o tratamento a base de Co e Mo.

Para a avaliação de contagem de nódulos, foram cuidadosamente arrancados e contados os nódulos das 3 plantas com e sem o tratamento, para verificar se houve um aumento na média de nódulos por planta com o tratamento.

A pesagem de nódulos frescos foi realizada com a coleta de 25 nódulos de plantas com e sem o tratamento, e posteriormente pesados afim de verificar se houve um

incremento médio de peso de nódulos nas plantas com o tratamento em comparação a testemunha.

Apresentação e discussão dos dados

Após a semeadura foram realizadas diversas avaliações, buscando visualizar os benefícios oriundos do tratamento de sementes com Cobalto e Molibdênio. A primeira avaliação ocorreu em uma lavoura comercial no município de Pinhalzinho/SC, onde com o auxílio de um banner régua, foram cuidadosamente arrancadas 3 plantas oriundas de sementes não tratadas com esse produto e 3 plantas de sementes tratadas com Cobalto e Molibdênio (Figura 3).

Figura 3 – Plantas de soja sem o tratamento de sementes com Co e Mo representadas no banner do lado esquerdo e plantas de soja com tratamento de sementes com Co e Mo.



Fonte: Do Autor (2022).

Na figura acima, todas as plantas estão no estágio fenológico V2 e foram coletadas na mesma lavoura, a qual teve como intuito visualizar o efeito do tratamento de semente com Cobalto e Molibdênio em comparação com as sementes sem tratamento.



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

É possível observar nas plantas que foram tratadas com este produto, um sistema radicular mais desenvolvido, com a presença de um número maior de raízes e com uma exploração mais profunda do solo, comparadas as plantas sem esse tratamento. Outro ponto que pode ser analisado é a altura de plantas. As plantas com o tratamento apresentam-se com uma altura maior, cerca de 5 centímetros a mais comparado a testemunha.

De acordo com Carmo Filho (2022), o uso de doses mais elevadas do que as recomendadas de Cobalto e Molibdênio podem causar efeitos negativos sobre a altura das plantas. Isto por que doses mais elevadas de Cobalto podem ocasionar fitotoxidez nas plantas de soja. Isto acontece por que o excesso desse elemento, reduz a absorção de Ferro, o que causa atrofiamento e amarelecimento das folhas, e conseqüentemente trazendo efeitos negativos para a eficiência do processo fotossintético.

O molibdênio está diretamente ligado com o desenvolvimento e com o crescimento da planta de soja. Isto por que este micronutriente possui uma participação importante no metabolismo do nitrogênio na planta, agindo como co-fator enzimático das enzimas nitrato redutase e nitrogenase. Desta forma, ele se torna um nutriente fundamental para o correto desenvolvimento da cultura, e por incrementos de produtividade (FREITAS *et al.*, 2020).

Em um experimento realizado no município de Barra do Garças-MT, resultados apontam que após avaliação de soja em 61 dias após a semeadura, a aplicação de Molibdênio no tratamento de sementes, associada com uma aplicação foliar deste elemento, demonstrou um acréscimo na altura de plantas de 3,1 centímetros em comparação a testemunha, onde não se teve aplicação e inoculação. No mesmo experimento, também foram avaliadas aplicações somente no TS, somente aplicação foliar e somente aplicação no sulco de semeadura. Indiferente a forma de aplicação, as plantas com a aplicação de molibdênio apresentaram altura maior comparadas a testemunha (FREITAS *et al.*, 2020).

Após a avaliação no banner régua, foi utilizado a pesagem de plantas como outro parâmetro de avaliação (Figura 4). As mesmas 3 plantas, com e sem tratamento foram pesadas com o auxílio de uma balança de precisão. Essa avaliação teve como objetivo

identificar a biomassa fresca das 3 plantas com cada tratamento, para assim, identificar um possível incremento de biomassa com o uso desse produto.

Figura 4 – Pesagem de plantas de soja sem (A) e com (B) tratamento com Co e Mo.



Fonte: Do Autor (2022).

Na figura acima, as 3 plantas com o tratamento de sementes a base de Co e Mo, somadas apresentaram um peso de 9,4 gramas, considerando a média, o peso de cada plantas com sistema radicular é de 3,13 gramas. Já a testemunha, apresenta um peso de 3 plantas de 7,2 gramas, ou um peso médio por planta com o sistema radicular de 2,4 gramas. Tal informação representa um ganho de 30% na biomassa da planta neste estágio de desenvolvimento. Desta forma, é possível observar, que plantas oriundas de sementes tratadas com o produto comercial, além de apresentarem maior uniformidade, sistema radicular mais agressivo e uma altura de plantas maior, também apresenta plantas com biomassa maior, quando comparadas a testemunha.

De acordo com Freitas *et al.* (2020), após avaliação de biomassa de plantas de soja com 61 dias após a semeadura, os dados apontam que sementes de soja sem inoculante com diferentes aplicações de Molibdênio, como tratamento de sementes, aplicação foliar, tratamento de sementes + aplicação foliar e aplicação através do sulco de semeadura, resultaram em aproximadamente 49% de incremento de biomassa, em comparação a testemunha e a aplicação de Molibdênio traz benefícios independentemente da forma de aplicação.

Outra avaliação que foi realizada, ocorreu no município de Campo Erê/SC, com o intuito de realizar a pesagem do sistema radicular de plantas com e sem o tratamento a base

de Co e Mo (Figura 5). Novamente foram coletadas plantas na lavoura, que também teve o objetivo de comparar a eficácia deste tratamento.

Nesta avaliação, foram coletadas 3 plantas de soja em estágio vegetativo V6, com e sem este tratamento, e após isso, ocorreu o corte do sistema radicular com o auxílio de um canivete, na base da planta. Após isso, estas raízes foram pesadas juntas, com o auxílio de uma balança de precisão, para assim identificar um possível aumento de peso do sistema radicular com a aplicação de Co e Mo.

Figura 5 - Pesagem do sistema radicular de plantas de soja sem (A) e com (B) tratamento com Co e Mo.



Fonte: Do Autor (2022).

Como pode ser observado na figura acima, a pesagem do sistema radicular das três plantas sem tratamento com Co e Mo (A), somadas, representou um peso total de 4,5 gramas. Considerando a média, cada sistema radicular sem o tratamento apresentou um peso médio de 1,5 gramas. Já o sistema radicular das plantas com o tratamento (B), somadas, apresentaram um peso total de 5,5 gramas, o que dá uma média de peso de 1,83 gramas por sistema radicular individual.

O sistema radicular das plantas oriundas de sementes tratadas com Co e Mo, apresentou um incremento de peso de aproximadamente 19% comparados ao peso do sistema radicular da testemunha. Este fato é explicado, devido a um número maior de raízes



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

e nódulos presentes nas plantas que foram tratadas com o produto. Por terem um sistema radicular mais desenvolvido, essas plantas também são mais eficientes na absorção de nutrientes e água, o que é um sinônimo de maior produtividade.

A contagem de nódulos também foi um parâmetro de avaliação utilizado nesta lavoura. As mesmas plantas que foram coletadas para estimar o peso do sistema radicular, também foram utilizadas para realizar a contagem de nódulos. O objetivo desta avaliação foi realizar a contagem dos nódulos de 3 plantas com e sem o tratamento à base de Co e Mo, com a intenção de verificar se há um aumento do número de nódulos e conseqüentemente uma fixação biológica de nitrogênio mais eficiente, com o uso destes elementos no tratamento de sementes.

A contagem foi realizada com o arranquio dos nódulos para posterior contagem. Nas 3 plantas que não possuíam tratamento de sementes com o produto comercial, foram coletados 28 nódulos, o que considerando a média, dá a quantidade de 9,3 nódulos por planta. Já nas plantas oriundas de sementes tratadas com este produto, foram coletados 41 nódulos, que de acordo com a média, dá a quantidade de 13,6 nódulos por planta.

Com esta avaliação, foi possível identificar que as plantas com o tratamento apresentaram 4,3 nódulos a mais comparados a testemunha. Esta diferença é próxima de 31% de incremento de nódulos, comparados a testemunha neste estágio fenológico. Outro ponto que pode ser observado, é que um número maior de nódulos também resulta em uma eficiência maior do processo de fixação biológica de nitrogênio, nutriente este que é o mais exportado pela cultura da soja. Com alta disponibilidade de nitrogênio, também ocorre uma economia de insumos e o aumento do rendimento da cultura.

De acordo com Hungria, Campo e Mendes (2001) uma planta de soja que apresenta uma nodulação considerada boa, deve ter no início dos estádios reprodutivos, fase de florescimento pleno, a quantidade de 15 a 30 nódulos, para que a planta consiga absorver a quantidade de nitrogênio necessária através da simbiose, para alcançar altos rendimentos.

Após essa avaliação, também foi observado que o tamanho dos nódulos que foram coletados das plantas com o tratamento à base de Co e Mo, se apresentavam em formatos maiores em comparação aos nódulos coletados das plantas sem este tratamento. Para

quantificar esta diferença, foram pesados 25 nódulos, tanto das plantas com e sem tratamento a base de Co e Mo com o auxílio de uma balança de precisão, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Pesagem de nódulos de plantas de soja sem (A) e com (B) tratamento de sementes a base de Co e Mo.



Fonte: Do Autor (2022).

Após a pesagem, os nódulos das plantas sem o tratamento (A) pesaram 1,1 gramas, enquanto os nódulos das plantas oriundas de sementes tratadas com Co e Mo (B), apresentaram um peso de 1,5 gramas. Com isto, os nódulos das plantas com o tratamento, tiveram uma diferença de peso de 0,4 gramas, comparados a testemunha. Esse incremento de peso dos nódulos apresenta uma diferença de aproximadamente 30% em comparação a testemunha.

Hungria, Campo e Mendes (2001) também citam que características como o tamanho dos nódulos, seu peso e sua quantidade são essenciais para um adequado processo de fixação de nitrogênio. O tamanho ideal dos nódulos é que estes sejam iguais ou superiores a 2 mm e também que se tenha uma massa seca de nódulos de 100 a 200 mg na fase de florescimento pleno na cultura.



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

Considerações Finais

As avaliações realizadas no período de estágio curricular obrigatório em lavouras que tiveram sementes tratadas com o tratamento “On Farm” com o produto Fertiactyl Leguminosas, no qual possui em sua composição Cobalto e Molibdênio apresentaram resultados significativos em comparação a plantas oriundas de sementes sem este tratamento.

Observou-se um incremento médio de 5 centímetros na altura de plantas com o tratamento com Co e Mo em comparação a testemunha. Também foi possível visualizar uma lavoura com plantas mais uniformes e com sistema radicular mais desenvolvido nas plantas que tiveram o tratamento de sementes com o produto.

Na pesagem de plantas frescas, verificou-se um incremento de 30% de biomassa nas plantas com o tratamento, em comparação a testemunha.

A avaliação de pesagem do sistema radicular das plantas com e sem o tratamento, observou-se um incremento de peso do sistema radicular de 19% nas plantas com o tratamento à base de Co e Mo.

Observou-se também uma maior quantidade de nódulos nas plantas com o tratamento, apresentando uma quantidade média de 4.3 nódulos a mais, em comparação com a testemunha.

Também foi possível observar que as plantas oriundas de sementes com o tratamento apresentavam nódulos em formatos diferentes e que estes, após pesagem da mesma quantidade de nódulos, das plantas com e sem tratamento, apresentou um incremento médio de 30% no peso de nódulos frescos.

De forma geral, o tratamento de sementes com estes elementos, trouxe diversos benefícios a cultura da soja, os quais puderam ser nitidamente observados e avaliados a campo. Também pode-se observar que o uso de produtos à base de Co e Mo, no tratamento de sementes, é um investimento viável e que pode trazer ganhos em produtividade na cultura da soja.



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

A realização de mais estudos que comparem sementes tratadas com Co e Mo de forma industrial em relação a sementes tratadas com tratamento “On Farm”, seriam de grande importância, uma vez que é perceptível uma maior qualidade e uniformidade de sementes tratadas de forma industrial, e que com mais pesquisas relacionadas ao tema, se possa ter uma melhor tomada de decisão.

Referências

APROSOJA BRASIL. **Soja brasileira**: história e perspectivas. Associação Brasileira dos Produtores de Soja, 2020. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/comunicacao/blog/2020/08/27/brazilian-soybean-exports/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

AGROSOL SEMENTES. **Tratamento de Sementes Industrial**: alta tecnologia a favor de melhores resultados. 2022. Disponível em: <https://agrosolsementes.com.br/tratamento-de-sementes-industrial-alta-tecnologia-a-favor-de-melhores-resultados/>. Acesso em: 16 nov. 2022.

CARMO FILHO, A. S. **Tratamento de sementes de soja com cobalto, molibdênio e níquel: efeitos no potencial fisiológico das sementes, nodulação e desempenho das plantas**. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-15092022-094047/publico/Abimael_dos_Santos_Carmo_Filho_versao_revisada.pdf. Acesso em: 10 nov. 2022.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2019/2020. 11º Levantamento, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 09 nov. 2022.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, safra 2021/21. 12º Levantamento, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 12 nov. 2022.

DALL’AGNOL, A.; NOGUEIRA, M. A. **Cobalto e molibdênio, parceiros na fixação biológica de nitrogênio**. 2021. Disponível em: [https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2021/03/01/cobalto-e-molibdenio-parceiros-na-fixacao-biologica-do-nitrogenio/#:~:text=O%20cobalto%20\(Co\)%20e%20o,N2%20\(FBN\)%20do%20ar](https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2021/03/01/cobalto-e-molibdenio-parceiros-na-fixacao-biologica-do-nitrogenio/#:~:text=O%20cobalto%20(Co)%20e%20o,N2%20(FBN)%20do%20ar). Acesso em: 10 nov. 2022.



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

EMBRAPA. **História da soja**. 2016. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 10 nov. 2022.

FLOSS, E. L. Fatores essenciais para altos rendimentos da soja. *In: Maximizando o rendimento da soja: Ecofisiologia, nutrição e manejo* 2. ed. Passo Fundo: Passografic: 2022. p. 61-297.

FREITAS, M. P. S. O *et al.* **Aplicação de molibdênio no tratamento de sementes (TS)**. 2020. Disponível em: [file:///C:/Users/cesar/Downloads/1045-Arquivo%20word%20\(.docx\)-3683-1-10-20200910%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/cesar/Downloads/1045-Arquivo%20word%20(.docx)-3683-1-10-20200910%20(2).pdf). Acesso em: 21 nov. 2022.

HIRAKURI, M. H. *et al.* **Análise de aspectos econômicos sobre a qualidade de grãos de soja no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1098236/analise-de-aspectos-economicos-sobre-a-qualidade-de-graos-de-soja-no-brasil>. Acesso em: 13 nov. 2022.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Soja, Circular Técnica, n. 35; Embrapa Cerrados, Circular Técnica, n. 13, 2001.

Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022

LERSCH JUNIOR, I. **Tratamento de sementes industrial versus tratamento de sementes “on Farm”**. 2015. Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/blog/27/tratamento-de-sementes-industrial-versus-tratamento-de-sementes-on-farm>. Acesso em: 18 nov. 2022.

NUNES, L. S. **Importância econômica da soja**. 2022. Disponível em: maio de 2022 https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/importancia_361510.html. Acesso em: 12 nov. 2022.

PAZZIN, D.; SEDIYAMA, T.; SOARES, M. M. **Fixação Biológica de Nitrogênio In: Produtividade da Soja**. Londrina: MECENEAS, 2016. p. 99-105.

SANTOS, M. S. **Tratamento de sementes industrial ou on Farm?** 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/tratamento-de-sementes-industrial-ou-on-farm/>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SEDIYAMA, Tuneo. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015.

SOARES, M.; SEDIYAMA T.; TOBAR, L. M. S. **Micronutrientes. In: Produtividade da Soja**. Londrina: MECENEAS, 2016. p. 81-98.

SYNGENTA. **Tratamento Industrial de Sementes**. 2020. Disponível em: <https://abrass.org.br/tratamento-industrial-de-sementes-tsi->



Vol 2, 2023 – ISSN 2764-9199

syngenta/#:~:text=O%20Tratamento%20de%20Sementes%20Industrial,e%20conveni%C3%A
Ancia%20para%20esse%20processo. Acesso em: 18 nov. 2022.

TAÍZ.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

THOMAS, A. L.; COSTA, J.A. Fixação biológica do nitrogênio na soja. *In Soja Manejo para alta produtividade de grãos*. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 113-123.

TRENTIN, F.; PIRES, M. A. B. **Nutrição mineral**: qual a importância dos nutrientes e como otimizar o seu uso na lavoura de soja? 2022. Disponível em: <https://maissoja.com.br/nutricao-mineral-qual-a-importancia-dos-nutrientes-e-como-otimizar-o-seu-uso-na-lavoura-de-soja/>. Acesso em: 13 nov. 2022.