

**UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO AGRONOMIA**

DARLEI CASTILHO ANSCHAU

**INOCULAÇÃO, COINOCULAÇÃO E APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO E
COBALTO NA CULTURA DA SOJA**

**CERRO LARGO
2021**

DARLEI CASTILHO ANSCHAU

**INOCULAÇÃO, COINOCULAÇÃO E APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO E
COBALTO NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção
do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dra. Débora Leitzke Betemps

CERRO LARGO

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Anschau, Darlei Castilho

Inoculação, coinoculação e aplicação foliar de molibdênio e cobalto na cultura da soja / Darlei Castilho Anschau. -- 2021.

40 f.

Orientadora: Doutora em Fruticultura pela Universidade Federal de Pelotas Débora Leitzke Betemps

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

I. Betemps, Débora Leitzke, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

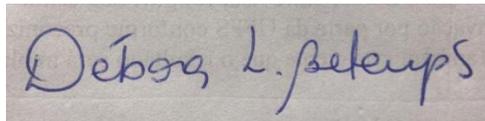
DARLEI CASTILHO ANSCHAU

**INOCULAÇÃO, COINOCULAÇÃO E APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO E
COBALTO NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção
do grau de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em:
12/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a. Débora Leitzke Betemps – UFFS
Orientadora



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira - UFFS
Avaliador



Prof. Dr. Luciano Campos Cancian – FASA
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por ter chegado nessa fase tão importante.

Aos meus pais, que me apoiaram em minhas decisões e acreditaram em mim no decorrer de todo o curso e aos meus irmãos que me deram todo o apoio durante essa trajetória.

Ao professor Dr. Luciano Campos Cancian pela confiança depositada em mim e incentivo para a realização desse trabalho, e a professora Dra. Débora Leitzke Betemps por ter aceitado me orientar nas fases finais do presente estudo.

Agradeço a todos os meus amigos que conheci durante esse tempo de universidade e que me auxiliaram de alguma forma para chegar a esse momento.

A todos os professores pelos conteúdos, conhecimentos e experiências ensinadas, que levarei para sempre na minha trajetória profissional.

MUITO OBRIGADO A TODOS!

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max*) é considerada uma das leguminosas de maior importância mundial, sendo essencial tanto para a alimentação humana, animal, cosméticos e biodiesel. Nos últimos anos vários estudos têm verificado efeitos benéficos devido as práticas de inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e coinoculação com bactérias dos gêneros *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* nas sementes de soja. Além disso, a aplicação dos micronutrientes molibdênio e cobalto também demonstram ser eficientes no processo de fixação biológica do nitrogênio. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade e os componentes de rendimento da cultura da soja frente à inoculação, coinoculação e aplicação foliar de molibdênio e cobalto. O experimento foi conduzido sob sistema de plantio direto no ano agrícola de 2019/20, em lavoura sem histórico de inoculação e coinoculação. A implantação foi realizada no município de Roque Gonzales – RS. Foi utilizado o delineamento experimental o inteiramente casualizado (DIC), o qual contou com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos de: testemunha (sem inoculação), inoculação com *Bradyrhizobium*, coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, inoculação com *Bradyrhizobium* juntamente com aplicação foliar de molibdênio e cobalto e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* acompanhado de aplicação foliar de molibdênio e cobalto. A avaliação de altura de plantas foi realizada em R1, matéria seca da parte aérea juntamente com número de vagens por planta e grãos por vagem em R6 e produtividade e peso de mil grãos em R8. Os resultados foram analisados por meio da análise de variância, quando ocorreu diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar. Os atributos avaliados não apresentaram diferença significativa entre si. A inoculação e coinoculação não resultaram em incremento na produtividade final da soja. A aplicação foliar de molibdênio e cobalto pode ter provocado fitotoxicidade as plantas. Outro fator que pode ter contribuído para tais resultados é a adição de N mineral na linha de plantio.

Palavras-chave: *Glycine max*. *Bradyrhizobium*. *Azospirillum*. Micronutrientes.

ABSTRACT

The cultivation of soy (*Glycine max*) is considered to be one of the most important legumes worldwide, being essential for both human, animal, cosmetics and biodiesel. In the last years, several studies have found beneficial effects due to the inoculation practices with bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and coinoculation with bacteria of the gender *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in soybean seeds. In addition, the application of the micronutrients molybdenum and cobalt also prove to be efficient in the biological nitrogen fixation process. Therefore, the objective of this work was to evaluate the productivity and the yield components of the soybean culture in the face of inoculation, co-inoculation and foliar application of molybdenum and cobalt. The experiment was carried out under no-tillage system in the 2019/20 agricultural year, in a crop without a history of inoculation and co-inoculation. The implantation was carried out in the municipality of Roque Gonzales - RS. The experimental design was completely randomized (DIC), which included 5 treatments and 4 repetitions, totaling 20 experimental units. The treatments consisted of: control treatment (without inoculation), inoculation with *Bradyrhizobium*, coinoculation with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum*, inoculation with *Bradyrhizobium* together with foliar application of molybdenum and cobalt and coinoculation with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* accompanied by foliar application of molybdenum and cobalt. The plant height assessment was carried out in R1, dry matter of the aerial part together with number of pods per plant and grains per pod in R6 and productivity and weight of a thousand grains in R8. The results were analyzed by means of analysis of variance, when significant differences occurred, the means were compared by the Tukey test at 5% probability with the aid of the Sisvar software. The evaluated attributes showed no significant difference between them. Inoculation and co-inoculation did not result in an increase in the final soybean yield. Foliar application of molybdenum and cobalt may have caused phytotoxicity to plants. Another factor that may have contributed to these results is the addition of mineral N in the planting line.

Keywords: *Glycine max*. *Bradyrhizobium*. *Azospirillum*. Micronutrients.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Características físicas e químicas na profundidade de 0-0 cm do solo do experimento.....	23
Figura 1 – Área da implantação do experimento.....	24
Figura 2 – Mensuração da altura de plantas no estágio R1 da cultura da soja.....	26
Figura 3 – Plantas de soja acondicionadas em estufa a 65°C para posterior avaliação da MSPA.....	27
Figura 4 – Colheita de plantas de soja para determinação de produtividade e PMG.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação dos tratamentos utilizados.....	24
Tabela 2 - Média da altura de plantas em R1 e matéria seca da parte aérea (MSPA) nos diferentes tratamentos na cultura da soja.....	29
Tabela 3 - Valores médios de grãos por vagem e peso de mil grãos (PMG) nos diferentes tratamentos na cultura da soja... ..	30
Tabela 4 - Valores médios da produtividade da soja nos diferentes tratamentos da cultura da soja.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento.
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado.
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio.
MSPA	Matéria Seca da Parte Aérea.
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
NGV	Número de Grãos por Vagem.
NVP	Número de Vagens por Planta.
PMG	Peso de Mil Grãos.
SPD	Sistema Plantio Direto.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 A CULTURA DA SOJA NO CENÁRIO BRASILEIRO	14
3.2 A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO	15
3.3 INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO.....	15
3.4 COBALTO E MOLIBDÊNIO	18
4 METODOLOGIA	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem uma grande importância mundial devido ao crescimento populacional e a demanda do setor produtivo. Além de ser utilizada na produção alimentícia, é também usada na produção de cosméticos e biodiesel. O Brasil atualmente é o maior produtor mundial de soja, ultrapassando os Estados Unidos, que sofreu com o mau tempo e com a redução de áreas cultivadas na safra 2019/20.

A produção no ano de 2018/19 foi de cerca de 115 milhões de toneladas e 35 milhões de hectares cultivadas. Na safra 2019/20 houve um aumento na área cultivada de 2,7% e a produção estimada é de algo em torno de 122 milhões de toneladas, sendo assim a maior safra na série histórica do Brasil (CONAB, 2020). O Rio Grande do Sul teve a pior safra dos últimos 8 anos, porém as condições climáticas favoráveis nos outros estados, contribuíram com o recorde na produção.

Tendo em vista o crescimento populacional e a demanda de produção, é de suma importância estudar um meio de obter melhores resultados produtivos através de estudos científicos e tecnológicos. Devido ao alto teor de proteína nos grãos da soja, o nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade. Esse nutriente pode ser fornecido de três formas que são: o solo, através da matéria orgânica; os fertilizantes nitrogenados; e pelo processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico N_2 (HUNGRIA et. al., 2001).

A fixação biológica do nitrogênio se dá principalmente pelo processo de simbiose, através das bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. Essas bactérias possuem uma enzima chamada nitrogenase, que transforma o N_2 atmosférico em amônia. Na cultura da soja, as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* formam os nódulos nas raízes, e estes são os responsáveis pelo processo de fixação biológica do N_2 (RONSANI et. al., 2013). Nessa circunstância, o uso de inoculantes têm se tornado uma ótima alternativa, pois auxilia no processo de fixação biológica do N_2 , que resulta na diminuição do uso de fertilizante e viabiliza economicamente a cultura.

Além disso, o molibdênio e o cobalto também têm um papel muito interessante no processo de fixação biológica do nitrogênio, principalmente em solos em que esses micronutrientes estão em deficiência. Segundo Ceretta et al. (2005), a utilização destes micronutrientes tem provocado aumento na produtividade da soja. Diante desse cenário, torna-se importante elucidar o conhecimento acerca do uso de

diferentes tipos de inoculante, bem como a relação destes com o uso de micronutrientes que possam vir a beneficiar a fixação biológica de N na cultura da soja.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produtividade e os componentes de rendimento da cultura da soja frente à inoculação, coinoculação e aplicação foliar de molibdênio e cobalto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar o desempenho da cultura da soja com a adição de *Azospirillum* em relação a tradicional inoculação com *Bradyrhizobium*.

Avaliar a aplicação foliar de produto comercial com molibdênio e cobalto na cultura da soja, visando aumento nos componentes de rendimento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A CULTURA DA SOJA NO CENÁRIO BRASILEIRO

A soja (*Glicine max* [L.] Merrill) é considerada a oleaginosa de maior importância mundial. A sua relevância nos dias de hoje é inquestionável, pois é utilizada para a produção de produtos alimentícios, na produção de cosméticos e do biodiesel. Além disso, ela tem uma grande importância na balança comercial do país. Graças aos avanços científicos e tecnológicos, em conjunto com boas práticas de manejo e sementes de alta qualidade, a produção brasileira vem crescendo nos últimos anos (DALMOLIN, 2015).

O Brasil atualmente é o maior produtor e exportador de soja do mundo. Na safra 2018/19 o país produziu cerca de 115 milhões de toneladas em 35,874 milhões de hectares. Em relação à safra anterior, em 2019/20 é estimada que a produção seja de aproximadamente 122 milhões de toneladas, um recorde histórico, e a área cultivada apresenta um crescimento de 2,7% em relação a última temporada. A estiagem que afetou o Rio Grande do Sul fez com que a produção tivesse perdas significativas em praticamente todo o Estado. A cultura foi afetada praticamente em todas as fases de desenvolvimento, mas principalmente na fase do enchimento de grãos, que reduziu significativamente o peso destes. Apesar disso, as condições climáticas favoráveis em outros estados fizeram com que a cultura apresentasse produtividades recordes em Mato Grosso, Paraná, Goiás, São Paulo, Maranhão, Rondônia e Distrito Federal (CONAB, 2020).

O incremento gradativo da produção de soja se dá principalmente pelo uso da tecnologia e de técnicas agrícolas sofisticadas. Em contrapartida, o uso intensivo destas técnicas vem retirando importantes nutrientes do solo, sem que haja uma devolução adequada. Além disso, o manejo inadequado do solo, vem promovendo uma redução no teor de matéria orgânica no solo, o que conseqüentemente acaba alterando a disponibilidade de macro e micronutrientes essenciais à cultura da soja (SFREDO; OLIVEIRA, 2010).

3.2 A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

A cultura da soja necessita de altos teores de nitrogênio em virtude de apresentar alto teor proteico nos grãos, sendo este em torno de 40% (BOHRER; HUNGRIA, 1998). Por ser um dos nutrientes mais importantes na produção de grãos em regiões tropicais, a fixação biológica do nitrogênio é de suma importância na produção vegetal, especialmente para a cultura da soja (BIZARRO, 2008).

As principais fontes de nitrogênio para a cultura são os fertilizantes nitrogenados e o processo de fixação biológica do N_2 . No entanto, o aproveitamento dos fertilizantes pelas plantas é algo em torno de 50%, por esse motivo a aplicação de fertilizantes é economicamente inviável no Brasil (PAVANELLI; ARAÚJO, 2009). Em contrapartida, quase toda a necessidade nutricional da soja é provida da fixação biológica do nitrogênio atmosférico, o que resulta na redução de custos com esse nutriente (DALMOLIN, 2015).

A fixação biológica do nitrogênio só é possível graças a simbiose da soja com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que foram as responsáveis por impulsionar o cultivo em larga escala no Brasil. Essas bactérias, ao entrarem em contato com as raízes através de pelos radiculares, são responsáveis pela formação dos nódulos. Todo esse processo de fixação biológica é caracterizado pela transformação do nitrogênio atmosférico (N_2) em nitrogênio amoniacal (NH_3) (DALMOLIN, 2015).

Segundo Fagan et al. (2007), esse processo de fixação só é possível em condições anaeróbicas, pois os nódulos possuem uma proteína chamada leghemoglobina que é responsável pelo transporte do oxigênio. Tanto a leghemoglobina quanto a barreira de difusão de oxigênio no nódulo são reguladores essenciais, pois são responsáveis pela proteção do complexo enzima nitrogenase que é definitivamente desativado pelo oxigênio, podendo tornar o processo de fixação não efetivo.

3.3 INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO

Segundo Mercante et al. (2011), a pesquisa brasileira vem trabalhando bastante para garantir a máxima eficiência simbiótica entre a soja e estirpes de rizóbio, objetivando incrementos na produtividade da cultura.

De acordo com Hungria et al. (2001), o nitrogênio (N) é o nutriente mais requerido na cultura da soja. Para a produção de 1000 kg de grãos, são necessários aproximadamente 80 kg de N. Como forma de diminuir os gastos com fertilizantes nitrogenados, é realizada a prática de inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que são responsáveis pelo processo de fixação biológica do nitrogênio (FBN).

Além do uso de *Bradyrhizobium* na inoculação, a utilização de bactérias promotoras de crescimento também vem sendo utilizadas, mais especificamente as do gênero *Azospirillum*. Estas são responsáveis por aumentar o sistema radicular e o volume de solo explorado, permitindo assim uma maior nodulação e absorção de nutrientes do solo (GITTI, 2019). Com um maior enraizamento, conseqüentemente, ocorre uma maior nodulação através das bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, e com isso uma maior fixação biológica de nitrogênio (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

Estas bactérias são responsáveis por promover alguns hormônios vegetais: auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. Além disso, elas induzem uma resistência sistêmica nas plantas, que deixam estas menos suscetíveis a agentes bióticos e abióticos. A associação das bactérias *Bradyrhizobium* com as do gênero *Azospirillum* podem incrementar a produção em até 8% (HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAÚJO, 2013).

As auxinas são os reguladores vegetais de maior eficiência no processo do enraizamento. Sua principal função é o alongamento e expansão celular, que promove o crescimento de raízes e caule. As citocininas atuam em associação com as auxinas, sendo responsável pela divisão celular e no controle da dominância apical. O etileno é um gás que desempenha uma função na regulação do processo deteriorativo intrínseco na planta, além disso, ele controla vários estádios de desenvolvimento das plantas. As giberelinas atuam no alongamento e na divisão celular e são muito importantes no processo de germinação das sementes, expansão foliar, florescimento e desenvolvimento dos frutos (ALMEIDA; RODRIGUES, 2016).

O inoculante é comercializado na forma líquida ou turfosa, a concentração recomendada pelo MAPA (BRASIL, 2011), conforme a Instrução normativa DAS Nº 13, de 24 de março de 2011, é de, no mínimo, 1,2 milhão de células por semente. No caso do inoculante líquido, a dose não poderá ser inferior a 100 mL de inoculante para 50 kg de sementes. Já para o inoculante turfoso, é recomendado umedecer as sementes com uma solução açucarada a 10% (100g de açúcar / litro de água) para

melhor aderência. Além disso, é recomendado deixar a semente inoculada protegida do sol e à sombra.

Alguns fatores nutricionais e ambientais também devem ser levados em consideração para potencializar a eficiência do uso de inoculantes. Entre os fatores nutricionais, a deficiência de fósforo (P) pode afetar a fixação biológica de N₂. A deficiência de cálcio (Ca) pode influenciar o desenvolvimento e estabelecimento da planta, assim como, a interação planta-rizóbio. Em relação aos fatores ambientais, temperaturas do solo superiores a 32°C e estresse hídrico, podem afetar desde o desenvolvimento da bactéria e até mesmo as interações entre macro e microorganismos. Neste contexto, a adoção de práticas conservacionistas, como sistema de plantio direto (SPD), são de suma importância, pois ajudam a amenizar a temperatura nas camadas mais superficiais do solo, além de melhorar a umidade do mesmo (MERCANTE et al., 2011).

De acordo com Prando et al. (2019), a inoculação é indispensável em áreas de primeiro ano de plantio ou onde a soja não é cultivada há muito tempo, devido as bactérias fixadoras de N estarem em baixa população ou até mesmo ausentes no solo. A reinoculação também deve ser realizada em áreas com histórico de cultivo, pois na entressafra de soja, geralmente ocorre competição entre bactérias fixadoras de nitrogênio e microrganismos presentes na área agrícola (GITTI, 2016).

Gitti (2016) realizou quatro tratamentos para avaliar a influência da inoculação e coinoculação nas características agronômicas e componentes de produção em sucessão no milho em consórcio com braquiária. Como resultado, a utilização do *Azospirillum brasilense* em associação com o *Bradyrhizobium* aumentou o número de nódulos por planta e a massa de raízes. O autor também observou que a inoculação com *Bradyrhizobium* resultou em um incremento de 3,3 e 5,6 sc há⁻¹, e a coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* incrementou 6,0 e 8,7 sc há⁻¹.

Entretanto, Bárbaro et al. (2009), realizaram trabalho em cinco ensaios, e não observaram respostas estatísticas significativas entre os tratamentos sem e com a inoculação de *Bradyrhizobium*. A cultivar avaliada foi a MG BR 46 Conquista, e os parâmetros analisados foram a massa de nódulos, massa foliar e massa de raiz. Com isso, foi possível observar que há resposta positiva apenas em áreas de primeiro cultivo de soja, pois em áreas cultivadas anteriormente, já apresentam muitas vezes altas populações de *Bradyrhizobium*.

Conforme experimento de Flauzino et al. (2018), não houve incremento na massa de plantas verdes e no número de grãos por planta em soja inoculada com *Bradyrhizobium* e coinoculada com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*. Só ocorreram incrementos na produtividade da soja quando cultivada após o milho solteiro e consórcio de milho com *Brachiaria* e coinoculada.

Autores como Hungria et al. (2013), conduziram quatro experimentos em Londrina e Ponta Grossa, no estado do Paraná levando em consideração os benefícios da coinoculação, e constataram que a reinoculação anual com *Bradyrhizobium* teve um incremento médio de 222 kg há⁻¹ (3,7 sacas), ou 8,4%, no rendimento de grãos. Já a coinoculação resultou em um incremento médio de 427 kg há⁻¹ (7,1 sacas), ou 16,1%. Comparando a inoculação e a coinoculação, a coinoculação teve um ganho adicional de 205 kg ha⁻¹ (3,4 sacas), ou 7,1% a mais, o que tornou os resultados estaticamente significativos.

De acordo com Battisti e Simonetti (2015), a coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* não influenciou a emergência de plantas e número de vagens por planta no experimento, sendo apenas significativo para a massa de mil grãos no tratamento com *Bradyrhizobium* e coinoculado com 100 ml de *Azospirillum*.

3.4 COBALTO E MOLIBDÊNIO

Os micronutrientes molibdênio (Mo) e cobalto (Co) também têm uma elevada importância no processo de fixação biológica do nitrogênio (FBN) (MERCANTE et al., 2011). O cobalto auxilia no processo de síntese da leghemoglobina, enquanto o molibdênio interfere no metabolismo do nitrogênio, contribuindo no processo da redutase do nitrato (MORAES, 2006).

Amplios acréscimos vêm sendo observados com a aplicação desses micronutrientes em solos que são deficientes, porém deve-se ter cuidado na forma de aplicação destes, pois formulações impróprias podem acabar prejudicando a conservação das bactérias, a nodulação e o processo de fixação biológica do N₂ (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

A utilização de cobalto e molibdênio na soja é uma prática bastante comum no cultivo dessa leguminosa no Brasil. No entanto, essa técnica apresenta problemas, como a fitotoxicidade na planta, interferindo diretamente na absorção do ferro (Fe)

pelas raízes, e conseqüentemente afetando a população das bactérias fixadoras do nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium*. Uma forma de evitar esses problemas seria a utilização de sementes com teores de cobalto e molibdênio, porém há carência de pesquisas para esse fim (GRUBERGER, 2017).

O cobalto é considerado um elemento essencial para a fixação do nitrogênio atmosférico em plantas superiores que apresentam a nodulação radicular (CORREA et al., 1990). Segundo Sfredo e Oliveira (2010), ele participa principalmente na síntese da cobamida e da leghemoglobina, e sua deficiência conseqüentemente provoca deficiência de nitrogênio. Os sintomas de deficiência mais comuns são clorose nas folhas seguidas de necrose.

Além disso, ele atua na ativação enzimática das desidratases, mutases, fosforilases e transferases, sendo assim essencial pelo *Rhizobium* presente nos nódulos que são responsáveis pela FBN, e a deficiência limita a produção da vitamina B12 que é importante na formação da enzima cobamida (MARSCHNER, 2012).

O solo é a fonte primária do cobalto, e sua disponibilidade é influenciada pelo baixo pH do solo ou pelo encharcamento, ou seja, solos ácidos e várzeas apresentam teores de cobalto inferiores. Nas plantas, em especial as leguminosas, o teor de cobalto nas sementes é de grande importância para aqueles solos que apresentam deficiência deste micronutriente. Contudo, a aplicação em plantas forrageiras, é interessante para animais ruminantes, devido ao cobalto ser essencial na microflora do rúmen, por participar da síntese da vitamina B12 (DECHEN; NATCHIGALL, 2007).

Em leguminosas cultivadas em solos em que o cobalto é deficiente, a atividade do nódulo é menor quando não há adição deste. Esta atividade resulta em atividade da nitrogenase reduzida ou menor teor de N das plantas. Além disso, a infecção pelo *Rhizobium* fica comprometida, e o início da fixação biológica do N₂ pode atrasar semanas (MARSCHNER, 2012).

Em solos deficientes, a aplicação de cobalto pode não apenas melhorar a fixação de N₂ das leguminosas, mas também melhora a qualidade nutricional das plantas forrageiras. Os teores de cobalto no solo variam de 1 a 40 mg dm⁻³, em solos originários de rochas ricas em minerais ferro-magnesianos os teores podem ser superiores. Contudo, solos com altos teores de óxidos de Mn podem ocasionar deficiência de cobalto devido à adsorção pelos óxidos de Mn. Por fim, em solos ácidos geralmente os teores de cobalto são menores que 10 mg dm⁻³ (MORAES, 2006).

O molibdênio (Mo) é um micronutriente que é exigido em pouca quantidade para o crescimento e desenvolvimento das plantas. A sua principal função é atuar no metabolismo do nitrogênio, pois ele participa com co-fator das enzimas nitrogenases e redutase do nitrato, sendo assim um nutriente de grande importância no desenvolvimento e rendimento da cultura da soja (MORAES, 2006).

O teor de Mo nos solos varia de 1 a 2 mg kg⁻¹, mas pode chegar até 24 mg kg⁻¹. Sua origem é da decomposição de rochas, apresentando-se principalmente na solução do solo como íons molibdato, MoO₄²⁻ ou HMoO₄⁻, adsorvidos em formas lábil e não-lábil, como constituinte dos minerais do solo e da matéria orgânica (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Diferente dos outros micronutrientes, a disponibilidade do molibdênio aumenta com a elevação do pH. Por isso, em solos básicos e ácidos a retenção do ânion MoO₄²⁻ é maior. Quando os teores de óxidos de ferro e alumínio são elevados e o pH baixo a fixação de molibdênio é mais intensa. Já a disponibilidade do molibdênio em relação e matéria orgânica são imprevisíveis, pois em alguns casos aumenta e em outros diminui (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

As plantas necessitam de pequenas quantidades de molibdênio, cerca de 1 mg kg⁻¹ deste nutriente na matéria seca, o que representa em torno de 40 a 50 g ha⁻¹ para suprir a necessidade das culturas. A absorção do molibdênio pela planta é na forma de MoO₄²⁻, e depende da concentração na solução do solo, um fator que pode influenciar é o efeito competitivo do So₄²⁻. O molibdato pode ser absorvido em grandes quantidades sem que tenha efeitos tóxicos, devido ao molibdato ser um ácido fraco que pode formar complexos com o fósforo (P) (TORQUATO, 2009).

O molibdênio catalisa a redução do N₂ atmosférico a NH₃ quando atua na molécula da nitrogenase. A nitrogenase de molibdênio consiste de uma ferro-proteína e de uma molibdênio-ferro-proteína. A Fe-proteína doa elétrons para a MoFe-proteína, em um processo dependente de hidrólise da MgATP (TEIXEIRA; MARIN; BALDANI, 1998).

Os sintomas característicos da deficiência são plantas amareladas e folhas jovens retorcidas, com manchas necróticas nas margens dos folíolos. Alguns sintomas são semelhantes a deficiência de nitrogênio, que é induzida pela falta de molibdênio, e causam clorose nas folhas mais velhas, seguida de necrose. Casos de toxidez são raros, porém em plantas forrageiras com alto teor de molibdênio interferem na retenção de cobre (Cu) pelos ruminantes (SFREDO; OLIVEIRA, 2010).

A Embrapa Soja realizou um estudo para verificar a resposta dos micronutrientes na produtividade da soja. Foram avaliadas as safras de 1992/93, 1993/94 e 1994/95 em Londrina (PR), e a safra 1994/95 foi avaliada no Paraná e no Maranhão. Os resultados mostraram que houve um acréscimo de 36% na média dos 3 anos em Londrina (PR). Já na safra 1994/95 houve incremento de 53% em Medianeira (PR), de 29% em Ponta Grossa (PR) e 30% em Sambaíba (MA), com um acréscimo médio de 29% nesses três últimos locais.

Trabalhos avaliando o rendimento, o teor de proteínas nas sementes e as características agrônômicas em plantas de soja submetidas a adubação foliar de molibdênio e cobalto, onde a aplicação de molibdênio e cobalto via sementes e adubação foliar no estágio V₄ promoveram incrementos significativos nos grãos (MESCHEDE et al.,2004). O tratamento com molibdênio e cobalto via sementes promoveu aumento significativo, cerca de 7% na produtividade de grãos, enquanto a adubação foliar com Comol (Co + Mo) proporcionou um incremento de 20%. Além disso, o tratamento de sementes com molibdênio e cobalto melhoraram significativamente a qualidade das sementes em relação ao teor de proteínas (MESCHEDE et al.,2004),

Outro trabalho também visou avaliar diferentes formas de aplicação de inoculante e aplicações de cobalto e molibdênio em duas cultivares de soja, trabalho este de Santana et al. (2011). Os autores inferiram que houve maiores pesos de grãos quando foi aplicado molibdênio e cobalto em V₃, independente da forma de aplicação de inoculante.

Objetivando estudar o efeito da aplicação de molibdênio e cobalto na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo, Oliveira et al. (2014), na área experimental e no laboratório de sementes da Universidade Federal de Pelotas utilizou a cultivar de trigo BRS 177, e os tratamentos foram constituídos em aplicações do produto comercial Glutamin nas doses de 150 e 200 mL ha⁻¹, via tratamento de sementes e aplicação foliar, respectivamente. Os autores observaram que a aplicação de cobalto e molibdênio, via tratamento de sementes associado com aplicações foliares, promove aumentos no peso de sementes por planta de trigo além de proporcionar incrementos na qualidade fisiológica de sementes.

Outras formas de aplicação de molibdênio e cobalto têm se mostrado bastante eficientes, como a aplicação foliar nas mesmas doses utilizadas nas sementes (HUNGRIA, 2001). Segundo Dalmolin (2015), a aplicação de molibdênio e cobalto via

foliar no estágio V₅ não resultou em ganhos significativos na cultura da soja. Em contrapartida, o número de sementes por vagem aumentou quando foi realizada a aplicação de molibdênio e cobalto na dose de 240 mL ha⁻¹ de produto comercial.

Conforme Marcondes e Caires (2005), realizaram um experimento no município de Ponta Grossa (PR) e constataram que a aplicação de molibdênio não afetou o número, a massa de nódulos, além da matéria seca e altura de plantas. O número de vagens por planta e grãos por vagem, rendimento e teor de nitrogênio nos grãos também não foi influenciado pela aplicação de molibdênio. A aplicação de cobalto também não foi benéfica, e ainda foi tóxica para as plantas em doses acima de 3,4 g há⁻¹, ocasionando redução superior a 5% no rendimento de grãos.

Autores como Ferreira et al. (2015), avaliaram o efeito do tratamento de sementes de soja frente à aplicação de molibdênio e cobalto na produtividade da soja. Foram avaliadas 5 doses de molibdênio e cobalto em 4 repetições. Os componentes avaliados foram o conteúdo de nitrogênio na parte aérea e a produção de grãos por área. Os resultados mostraram que não houve aumento na quantidade de nitrogênio na massa seca da parte aérea e nem na produção de grãos com a aplicação de molibdênio e cobalto aplicados isoladamente na cultura da soja.

Já Silva et al. (2011), realizaram um experimento com o objetivo de avaliar respostas da cultura da soja sob diferentes doses de inoculante e formas de aplicação de cobalto e molibdênio. Pelos resultados, não obteve diferença significativa na produtividade da cultura da soja em primeiro ano de cultivo. Por outro lado, Neto (2017) obteve resultados onde a aplicação de níquel (Ni), cobalto (Co) e molibdênio (Mo) via adubação foliar no estágio V₃, com dose de 280 g há⁻¹ resultou em maior produtividade e plantas mais equilibradas nutricionalmente na cultura da soja.

4 METODOLOGIA

O experimento foi realizado na comunidade de Esquina Laranjeira, localizada no interior do município de Roque Gonzales – RS, posição geográfica 28°06'20,96" latitude sul e 55°02'12,54" longitude oeste, com altitude de 167 metros, durante o ano agrícola de 2019/2020. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho, que pertence a unidade de mapeamento de Santo Ângelo (Embrapa, 2018), o qual vem

sendo manejado em sistema de plantio direto durante aproximadamente 15 anos e não possui histórico de inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*.

As características químicas do solo foram determinadas através de análise de solo na camada de 0-10 cm, que foram analisadas pelo laboratório da Cooperativa Tritícola Regional Sãoluizense, e o resultado se encontra na Quadro 1.

Quadro 1 - Características físicas e químicas na profundidade de 0-10 cm do solo do experimento.

Profundidade (cm)	Argila (%)	pH (1:1)	Índice SMP	P mg/dm³	K mg/dm³	MO (%)
0-10	69	5,3	5,6	22,4	183	3,8
Al cmol_c/dm³	Ca cmol_c/dm³	Mg cmol_c/dm³	Fe mg/dm³	S mg/dm³	Cu mg/dm³	Zn mg/dm³
0,2	5,4	1,4	ns	4,6	10,6	4,9
B mg/dm³	H+Al cmol_c/dm³	CTC (cmol_c/dm³)		K cmol_c/dm³	Saturação (%)	
		Efetiva	pH 7		Al	Bases
0,5	6,5	7,4	13,8	0,468	3	53

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos analisados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados.

Tratamento	Descrição do tratamento
1	Testemunha (sem inoculação)
2	Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i>
3	Coinoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i>
4	Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i> + Adubação Foliar com Co e Mo
5	Coinoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i> + Adubação Foliar com Co e Mo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Antes da implantação do experimento, no dia 05 de novembro de 2019, foi realizada a dessecação da área que se encontrava com a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) (Figura 1), utilizando-se dois (02) kg ha⁻¹ de Roundup WG 72OWG e um (01) L ha⁻¹ de AMINOL 806CS.

Figura 1 – Área da implantação do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

As parcelas foram dimensionadas com 2,76 metros de largura por 10 metros de comprimento, totalizando 27,6 m² por tratamento. Toda a adubação de base da área experimental foi realizada pela máquina semeadora adubadora que distribuiu, no sulco de plantio, 250 kg ha⁻¹ de adubo da formulação 05-25-05 e 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Os tratos culturais foram realizados através de recomendações técnicas indicadas para a cultura da soja (OLIVEIRA; ROSA, 2014).

A semeadura foi realizada no dia 20 de novembro de 2019, com a cultivar DM 5958 RSF IPRO, que possui ciclo super precoce (grupo de maturação 5.8) e um hábito de crescimento indeterminado. A densidade de semeadura foi de 11 plantas por metro linear no espaçamento de 0,45 metros entre linhas. As primeiras parcelas semeadas foram com sementes não inoculadas, posteriormente as sementes inoculadas com *Bradyrhizobium* e por fim as coinoculadas com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

As parcelas foram constituídas pela presença ou ausência de inoculação com *Bradyrhizobium* e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* brasileiro. Deste modo, 16 parcelas tiveram as sementes inoculadas e 4 parcelas não foram inoculadas. Oito parcelas foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* na dose de 60 g para cada 50 Kg de semente de soja, correspondendo à 5 x 10⁹ UFC/g e oito parcelas foram coinoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 587 e SEMIA 5019) e *Azospirillum brasilense* (Estirpes AbV5 e AbV6) na dose de 360 g/hectare de composto turfoso, correspondendo à 1,2 x 10¹¹ UFC/dose e 1,2 x 10⁹ UFC/dose, respectivamente.

A aplicação do cobalto e do molibdênio foi realizada 20 dias após a emergência. O produto comercial usado foi o CoMo da empresa Dinutrix (1,00% de cobalto e 10,00% de molibdênio, nutrientes solúveis em água e densidade de 1,35 g/mL; condutividade elétrica de 45,55 mS/cm e índice salino de 22,76%), aplicado com um pulverizador costal. A dose de produto comercial utilizada foi de 200 mL ha⁻¹.

A altura de plantas foi avaliada utilizando as três linhas centrais, evitando as linhas laterais de cada parcela para evitar influências externas (Figura 2). A altura foi mensurada no estágio R1 (início do florescimento), a partir da escolha de 10 plantas aleatórias por parcela, mediante a determinação da distância entre a inserção do caule no solo e a gema apical.

Figura 2 - Mensuração da altura de plantas no estágio R1 da cultura da soja.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A matéria seca da parte aérea (MSPA) foi mensurada no estágio R6 (vagem cheia), a partir da coleta de 11 plantas por parcela. As plantas coletadas foram conduzidas ao galpão de máquinas da UFFS – Campus Cerro Largo e foram acondicionadas em estufa a 65°C até atingirem peso constante e posteriormente foi realizada a pesagem. O número de vagens por planta (NVP) foi obtido através de contagem manual de todas as plantas coletadas por parcela, obtendo-se uma média por tratamento. O número de sementes por vagem (NSV) foi obtido por contagem manual de todas as sementes por vagens de todas as plantas coletadas por tratamento, obtendo assim uma média por tratamento.

Figura 3 - Plantas de soja acondicionadas em estufa a 65°C para posterior avaliação da MSPA.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A colheita foi manual no dia 26 de março de 2020, quando as plantas se encontravam no estágio R8 (maturação plena). Foram coletadas 11 plantas por parcela, após isso foi realizada a debulha manual dos grãos. Posteriormente, os grãos foram peneirados para a retirada das impurezas e colocados em sacolas individuais para posterior pesagem e determinação da umidade.

Figura 4 – Colheita de plantas de soja para determinação de produtividade e PMG.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Os resultados obtidos através da avaliação de cada uma das variáveis foram analisados estatisticamente, por meio da análise de variância, quando ocorreu diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença significativa para o parâmetro altura de plantas no estágio R1 (início do florescimento), o que demonstra que tanto a inoculação quanto a coinoculação não interferiram neste parâmetro (Tabela 2).

Quanto ao parâmetro de matéria seca da parte aérea (MSPA), este não apresentou diferença significativa entre os diferentes tratamentos (Tabela 2). O maior teor de MSPA ocorreu no tratamento onde as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium* e posteriormente receberam aplicação foliar de molibdênio e cobalto. O menor teor de MSPA ocorreu quando as sementes foram inoculadas apenas com *Bradyrhizobium*.

Este resultado está condizente com os resultados encontrados por Flauzino et al. (2018), que também não observaram acréscimo na massa de plantas verdes e no número de grãos por planta em soja inoculada com *Bradyrhizobium* e coinoculada com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*.

Tabela 2 – Média da altura de plantas em R1 e matéria seca da parte aérea (MSPA) nos diferentes tratamentos na cultura da soja.

Tratamento	Altura em R1 (cm)	MSPA (kg/ha)
Sem inoculação	70,9 ^{ns}	15.500 ^{ns}
Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i>	68,9	13.911
Coinoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i>	70,2	14.888
Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e aplicação de Molibdenio e Cobalto	73,3	15.778
Coinoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i> e aplicação de Molibdenio e Cobalto	72,8	14.833
CV (%)	8,13	9,91

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Na avaliação dos grãos por vagem, a coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* apresentou o maior número em relação aos outros tratamentos, porém não diferiu significativamente dos demais tratamentos (Tabela 3). Marcondes e Caires (2005) também não constataram diferença no número de vagens por planta, grãos por vagem e rendimento da soja com a aplicação de molibdênio. Além disso a aplicação de cobalto ainda foi tóxica quando as doses foram maiores que 3,4 g há⁻¹.

Em relação ao peso de mil grãos (PMG), os diferentes tratamentos não diferiram significativamente entre si (Tabela 3). O maior valor de PMG foi mensurado no tratamento em que houve coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. Por outro lado, a coinoculação combinada com a aplicação foliar dos nutrientes molibdênio e cobalto foi o que apresentou menor índice de PMG por hectare.

Tabela 3 – Valores médios de grãos por vagem e peso de mil grãos (PMG) nos diferentes tratamentos na cultura da soja.

Tratamento	Grãos por vagem	PMG (g)
Sem inoculação	2,41 ^{ns}	143,6 ^{ns}
Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i>	2,43	140,8
Coinoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i>	2,45	153,2
Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e aplicação de Molibdenio e Cobalto	2,37	142,7
Coinoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i> e aplicação de Molibdenio e Cobalto	2,36	138,2
CV (%)	1,96	5,25

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Alguns estudos sobre coinoculação tem mostrado uma grande variabilidade de resultados, desde incremento até redução de produtividade. Esse fato ocorre, provavelmente, devido as populações das bactérias existentes no solo já apresentarem estirpes eficientes e em número adequado (BIZARRO, 2008).

Em experimento realizado por Zuffo et al. (2019), as aplicações de N na semeadura provocaram uma redução no número e volume de nódulos por planta, e

esse fato por estar relacionado às alterações no processo de translocação de fotoassimilados nas plantas. Vale salientar, que a infecção das bactérias *Bradyrhizobium* ocorrem principalmente quando o solo possui baixa disponibilidade de N, essa condição é responsável por induzir a produção de isoflavona para expressar o fator do gene NOD. Outro estudo, Hungria et al. (2000), observaram diminuição de 14% na nodulação quando foi utilizada 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, o que acabou ocasionando uma redução de 147 kg há⁻¹ na produtividade de grãos.

O rendimento de grãos não apresentou diferenças significativas entre o tratamento sem inoculação em relação aos tratamentos inoculados e coinoculados (Tabela 4), esse resultado está condizente com os resultados encontrados por Nogueira et al. (2018), em vários locais do estado do Paraná, a produtividade de grãos apresentou variações positivas e negativas. Em quatro locais a produtividade foi ligeiramente abaixo do tratamento não inoculado, no restante dos locais o incremento variou de 0 a 22%.

Tabela 4 – Valores médios da produtividade da soja nos diferentes tratamentos da cultura da soja.

Tratamento	Produtividade (kg/ha)
Sem inoculação	4446 ^{ns}
Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i>	3862
Coinoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i>	4671
Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e aplicação de Molibdenio e Cobalto	4130
Coinoculação com <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i> e aplicação de Molibdenio e Cobalto	3966
CV (%)	12,92

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Nas condições desse estudo, a ausência de resposta devido à adição de molibdênio e cobalto pode estar relacionada com níveis adequados de disponibilidade de Mo no solo ou com concentrações de Mo na semente suficiente para satisfazer as

necessidades das plantas (ISHIZUKA, 1982). Por outro lado, a aplicação foliar pode ter provocado efeito tóxico às plantas. Outro fator que pode ter contribuído para tal resultado é a adição de N mineral na linha de plantio, pois foram utilizados 12,5 kg há⁻¹ de N na semeadura.

O sucesso de uma estirpe em ocupar a maioria dos sítios de nodulação ao longo das raízes de uma leguminosa é afetado por muitas variáveis ambientais e características intrínsecas da estirpe (FILHO et al., 2005).

6 CONCLUSÕES

Para as condições realizadas nesse experimento não foram observadas diferenças entre os diferentes tratamentos para os parâmetros analisados.

Os parâmetros de altura de plantas, matéria seca da parte aérea, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de mil grãos não apresentaram respostas significativas nos diferentes tratamentos.

A inoculação e a coinoculação não interferiram no incremento de produtividade na cultura da soja.

A aplicação foliar de molibdênio e cobalto não promoveu incrementos significativos nos grãos, e ainda pode ter provocado fitotoxicidade na cultura da soja.

Os resultados do experimento podem ter sido afetados devido a adição de N mineral na linha de semeadura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G. M.; RODRIGUES, J. G. L. Desenvolvimento de plantas através da interferência de auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. **Brasilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 9, n. 3, p. 111-117, 2016. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/viewFile/4313/3301>. Acesso em: 20 abr. 2021.
- BÁRBARO, I. M. *et al.* Produtividade da soja em resposta a inoculação padrão e coinoculação. **Colloquium Agrariae**, v. 5, n. 1, p. 01-07. 2009. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ca/article/viewFile/372/510>. Acesso em: 25 mar. 2020.
- BATTISTI, A. M.; SIMONETTI, A. P. M. M. Inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. **Revista cultivando o saber**, Cascavel, v. 8, n. 3, p. 294-301, set. 2015. Disponível em: https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/564c636bdb0ff.pdf. Acesso em: 04 abr. 2020.
- BIZARRO, M. J. **Simbiose e variabilidade de estirpes de *Bradyrhizobium* associadas à cultura da soja em diferentes manejos do solo**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS. Brasil. (97p), 2008. Disponível em: www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/000664776.pdf?sequence=1. Acesso em: 15 abr. 2020.
- BOHRER, T. R. J. & HUNGRIA, M. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. **Pesq. Agropec. Bras.**, 33:937-952, 1998. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47122/1/AVALIACAO-DE-CULTIVARES-DE-SOJA-QUANTO-A-FIXACAO.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 13, de 24 de Março de 2011. **Aprovar as normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura, bem como as relações dos micro-organismos autorizados e recomendados para produção de inoculantes no brasil, na forma dos Anexos I, II e III, desta Instrução Normativa**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 25 março 2011. Seção 1. p. 3-7. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos->

agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-sda-13-de-24-03-2011-inoculantes.pdf. Acesso em: 10 abr. 2020.

CERETTA, C. A. *et al.* Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p. 576-581, Junho 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300013&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 16 abr. 2020.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**, v. 7 - Safra 2019/20 - Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-25 abril 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/grãos>. Acesso em: 30 abr. 2020.

CORREA, J. R. V.; JUNQUEIRA NETTO, A.; REZENDE, P. M. de; ANDRADE, L. A. de B. Efeitos de *Rhizobium*, molibdênio e cobalto sobre o feijoeiro comum cv. Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, p.513-9. 1990. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/13448/7570>. Acesso em: 08 abr. 2020.

CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11 ed.: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.

DALMOLIN, A. K. **Aplicação Foliar de Molibdênio e Cobalto na Cultura da Soja: Rendimento e Qualidade de Sementes**. 2015. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/3298>. Acesso em: 08 abr. 2020.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.; 2007. Elementos requeridos à nutrição de plantas. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N.F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 92-132. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202931/1/9268-2007-p.91-132.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2020.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. *In*: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.327-354. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000133&pid=S1806-6690201100020000100005&lng=pt. Acesso em: 10 abr. 2020.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., ver. e ampl. – Brasília – DF: Embrapa, 2018. 356p.

FAGAN, E. B. *et al.* Fisiologia da Fixação Biológica do Nitrogênio em Soja. **Revista da FZVA**. Uruguiana, v.14, n.1, p. 89-106. 2007. Disponível em: <http://itaya.bio.br/materiais/Fixa%C3%A7%C3%A3o%20biol%C3%B3gica%20do%20nitrogenio.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2020.

FERREIRA, M. M. *et al.* **Efeito do tratamento de sementes de soja com molibdênio e cobalto na produtividade da soja**. Anais [...] – Universidade Federal do Pampa, Itaquí, 2015. Disponível em: <http://200.132.146.161/index.php/siepe/article/download/16526/5574>. Acesso em: 17 abr. 2020.

FLAUZINO, D. S.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Soja associada a inoculação e coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* após cultivos de outono-inverno. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 1, p. 47-53, jan./mar. 2018. ISSN 2358-6303. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188115/1/ID-36731.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

GITTI, D. C. **Inoculação e coinoculação na cultura da soja**. Fundação MS, 2019. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/234/234/newarchive-234.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.

GRUBERGER, G. A. C. **Enriquecimento de sementes de soja com cobalto e molibdênio**. Dissertação (Mestrado em Biologia na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, University of São Paulo, Piracicaba, 2017. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64133/tde-19052017-144600/en.php>. Acesso em: 25 abr. 2020.

ISHIZUKA, J. Characterization of molybdenum absorption and translocation in soybean plants. **Soil Sci. Plant Nutr.**, 28:63- 78, 1982. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00380768.1982.10432372>. Acesso em: 30 março de 2021.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in th tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, v. 65, p.151-164, 2000. Disponível em: <http://www.bashanfoundation.org/contributions/Hungria-M/2000.-Hungria-FCR.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48p. (Circular Técnica / Embrapa Soja, n.35) (Circular Técnica / Embrapa Cerrados, n.13). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>.

Acesso em: 21 abr. 2020.

HUNGRIA, M., CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura de soja**: Componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 80 p. 2007. (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n. 283). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139642/1/bolpd-283-soja.pdf>.

Acesso em: 16 abr. 2020.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and Azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 791-801, jan. 2013. Disponível em: <http://www.bashanfoundation.org/contributions/Hungria-M/2013.-Hungria-BFS.pdf>.

Acesso em 06 abr. 2020.

HUNGRIA, M. *et al.* Tecnologia de coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo. **Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil** - Londrina, PR, agosto de 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88704/1/Tecnologia-de-coinoculacao-da-soja-com-Bradyrhizobium-e-Azospirillum-incrementos-no-rendimento-com-sustentabilidade-e-baixo-custo.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. **A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro-comum e da soja**. Londrina: EMBRAPA-SOJA, 2013, 24 p. (Documentos, 337). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103488/1/ID-34572-1.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Editora Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 29 – 92, 2005. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cap6_000fm0xytj02wyiv80kxlb3612vq547.pdf. Acesso em: 30 mar. 2021.

- NETO, D. D. *et al.* Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2741-2752, 2012. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/8810/11770>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- MARCONDES, J. A. P.; CAIRES, E. F. Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo de soja. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.687-694, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/brag/v64n4/a19v64n4.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.
- MARSCHNER, P. Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3rd ed. New York, Academic Press, 2012, 651p.
- MATTOS, M. L. T. *et al.* **Novas estirpes de *Bradyrhizobium* para incremento da produtividade de genótipos de soja em terras baixas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2019. 15p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117798/1/Boletim330.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M.; MENDES, I. de. C.; REIS JÚNIOR, F. B. **Estratégias para Aumentar a Eficiência de Inoculantes Microbianos na Cultura da Soja**. Dourados. 2011. (Comunicado técnico). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/911982>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B. Estratégias para aumentar a eficiência de inoculantes na cultura da soja. Embrapa Agropecuária Oeste. **Comunicado Técnico 169**, Dourados, 4p, set. 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103488/1/ID-34572-1.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.
- MESCHEDE, D. K. *et al.* Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com Molibdênio e Cobalto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v26i2.1874>. Acesso em: 19 abr. 2020.
- MORAES, L. M. F. **Translocação de Co e Mo aplicados em diferentes épocas na cultura da soja**. 2006. 43 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v41n11/a15111cr2069.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

NETO, J. V. S. **Forma de aplicação de níquel, cobalto e molibdênio em sistema plantio direto na cultura da soja**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19841/1/FormaAplicacaoNiquel.pdf>.

Acesso em: 08 jun. 2020.

NOGUEIRA et al. Ações de transferência de tecnologia em inoculação/ coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná. **Circular técnica 143**. Embrapa. Londrina/PR. 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/182652/1/CT143-OL.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

OLIVEIRA, A. C. B.; ROSA, A. P. S. A. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado. 124 p. (Série Documentos 382 / Embrapa), 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120121/1/Indicacoes-Tecnicas-Embrapa-003.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2020.

OLIVEIRA, S. *et al.* Manejo nutricional com cobalto e molibdênio em trigo: efeito na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.8, n.5, p. 13-17, dez. de 2014. Disponível em: <https://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-08-2014/volume-8-numero-5-dezembro-2014/tca8503.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2020.

PAVANELLI, L. E.; DE ARAÚJO, F. F. Fixação biológica de nitrogênio em soja em solos cultivados com pastagens e culturas anuais no oeste paulista. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6783>. Acesso em: 05 abr. 2020.

PRANDO, A. M. *et al.* **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2018/2019 no paraná**. Embrapa, Circular Técnica, n. 156, nov. 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117312/1/Circtec156.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

RONSANI, A. L.; PINHEIRO, M. G.; PURIN, P. **Efeitos de diferentes formulações e técnicas de inoculação no crescimento da soja**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Ago. 2013. Florianópolis – SC. Disponível em:

<https://www.eventosolos.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/1181.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

SANTANA, M. J.; SOUZA, F. C. A.; SILVEIRA, A. L.; SILVA, C. A. Aplicação de cobalto, molibdênio e inoculante na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill). **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 04, n. 02, p.01 – 08, 2011. Disponível em: <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/109>. Acesso em: 21 abr. 2020.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Soja: Molibdênio e Cobalto**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 36p. (Embrapa Soja. Documentos, 322). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859439/soja-molibdenio-e-cobalto>. Acesso em: 10 abr. 2020.

SILVA, A. F. *et al.* Doses de inoculantes e nitrogênio da semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 404-412, 2011. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/8067/7555>. Acesso em: 23 abr. 2020.

TEIXEIRA, K. R. S.; MARIN, V. A.; BALDANI, J. I. Nitrogenase: bioquímica do processo de FBN. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 1998. 25p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/624308/nitrogenase-bioquimica-do-processo-de-fbn>. Acesso em: 06 jun. 2020.

TORQUATO, J. P. P. **Interação de fósforo e molibdênio nas concentrações de nutrientes e na produção de “feijão caupi”**. 2009. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Solos, Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.ppgsolos.ufc.br/images/Dis.Ped.Torq.Fer.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

ZUFFO, A.M.; STEINER, F.; BUSH, A.; SANTOS, D. M. S.. Adubação nitrogenada na soja inibe a nodulação e não melhora o crescimento inicial das plantas. **RAMA - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, p. 333-349, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5959/3413>. Acesso em: 28 abr. 2021.