

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE EM CACHOEIRA DO SUL – RS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

BRUNO MARCELO DORNELES SILVEIRA

**EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO ASSOCIADA A APLICAÇÃO DE
MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA**

CACHOEIRA DO SUL - RS

2021

BRUNO MARCELO DORNELES SILVEIRA

**EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO ASSOCIADA A APLICAÇÃO DE
MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso II do
Curso de Agronomia da Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul Unidade
em Cachoeira do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alberto E. Knies

Cachoeira do Sul - RS

2021

BRUNO MARCELO DORNELES SILVEIRA

**EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO ASSOCIADA A APLICAÇÃO DE
MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado como requisito parcial para
obtenção de título de Bacharel em Agronomia
na Universidade Estadual do Rio Grande do
Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

Aprovada em: 16 / 12 / 2021

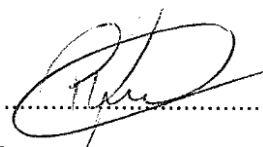
BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies
UERGS Unidade em Cachoeira do Sul



Profa. Dra. Zanandra Boff de Oliveira
UERGS Unidade em Cachoeira do Sul



Engenheiro Agrônomo Romeu Fabio Wyzykowski
Agrican – Planejamento Agrícola e Consultoria

EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO ASSOCIADA A APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA

Estudante: Bruno Marcelo Dorneles Silveira

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

RESUMO

Nos últimos anos a produção da cultura da soja vem crescendo cada vez mais no Brasil, que inclusive, é atualmente o maior produtor mundial da cultura. No Rio Grande do Sul não é diferente, sendo o mesmo um dos maiores produtores de soja do país. A busca por elevadas produtividades gera a necessidade de se aderir as tecnologias novas que são eficazes e podem vir a diminuir custos de produção, como a inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* nas sementes da soja. Mas, a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) pode depender também dos micronutrientes, como o Cobalto e o Molibdênio. Assim, este trabalho buscou avaliar os efeitos da inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* nas sementes associado a aplicação de Cobalto (Co) e Molibdênio (Mo) via foliar sobre o desempenho da cultura da soja. Para isso, foram realizados 2 experimentos nas safras 2019/20 e 2020/21 na Estação Agronômica da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, localizada em Cachoeira do Sul - RS, com delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 repetições e, quatro tratamentos na primeira safra e oito tratamentos na segunda safra, devido a adição de micronutrientes. Foram avaliados o índice de área foliar (IAF), altura de plantas, peso de planta e peso de raiz, peso dos nódulos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a produtividade em cada tratamento. A coinoculação proporcionou incrementos significativos na produtividade da soja nos dois anos agrícolas, sendo de 15% na safra 2019/2020 e, 38% na safra 2020-2021. A aplicação de micronutrientes também contribuiu para incrementos de produtividade da cultura da soja, com uma produtividade média superior de 7,5 sc ha⁻¹ em relação à testemunha.

Palavras-chave: Fixação Biológica de Nitrogênio, Cobalto, Molibdênio.

EFFECTS OF INOCULATION AND COINOCULATION ASSOCIATED WITH THE APPLICATION OF MICRONUTRIENTS IN SOYBEAN CULTURE

Student: Bruno Marcelo Dorneles Silveira

Advisor: prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

ABSTRACT

In recent years, soybean production has been growing more and more in Brazil, which is currently the world's largest producer of the crop. Rio Grande do Sul is no different, being one of the largest soybean producers in the country. The search for high yields generates the need to adhere to new technologies that are effective and may reduce production costs, such as inoculation and co-inoculation with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in soybean seeds. But Biological Nitrogen Fixation (BNF) may also depend on micronutrients, such as Cobalt and Molybdenum. Thus, this work sought to evaluate the effects of inoculation and co-inoculation with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in seeds associated with the application of Cobalt (Co) and Molybdenum (Mo) via foliar on soybean performance. For this, 2 experiments were carried out in the 2019/20 and 2020/21 seasons at the Agronomic Station of the State University of Rio Grande do Sul, located in Cachoeira do Sul - RS, with a completely randomized design with 4 replications and four treatments in the first crop and eight treatments in the second crop, due to the addition of micronutrients. Leaf area index (LAI), plant height, plant weight and root weight, nodule weight, number of pods per plant, number of grains per pod and yield in each treatment were evaluated. Co-inoculation provided significant increases in soybean productivity in the two agricultural years, being 15% in the 2019/2020 harvest and 38% in the 2020-2021 harvest. The application of micronutrients also contributed to increases in soybean productivity, with an average productivity of 7.5 sc ha⁻¹ higher than the control.

Keywords: Biological Fixation of Nitrogen, Cobalt, Molybdenum.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Croqui com os tratamentos e repetições do experimento da safra 2020/2021. Cachoeira do Sul, 2021.....	16
Figura 2. Semeadura do experimento com a cultura da soja. Cachoeira do Sul, 2021.	16
Figura 3. Limpeza das caixas da semeadora antes e após a semeadura de cada tratamento. Cachoeira do Sul, 2021.....	17
Figura 4. Aplicação de fertilizante foliar com pulverizador costal. Cachoeira do Sul, 2021.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Altura das plantas e índice de área foliar (IAF) dos diferentes tratamentos avaliados na safra 2019/2020. Cachoeira do Sul-RS, 2020.....	20
Tabela 2. Peso plantas, peso raízes, número de nódulos e peso de nódulos dos diferentes tratamentos avaliados na safra 2020/2021. Cachoeira do Sul-RS, 2021.	21
Tabela 3. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade de grãos nos diferentes tratamentos avaliados na safra 2019/2020. Cachoeira do Sul-RS, 2020.....	22
Tabela 4. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade de grãos nos diferentes tratamentos avaliados (safra 2020/2021). Cachoeira do Sul-RS, 2021.	22
Tabela 5. Parâmetros do balanço hídrico da cultura da soja para safra 2019/20 e 2020/21. Cachoeira do Sul, RS, 2021.	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
	2.1 A CULTURA DA SOJA	10
	2.2 INOCULAÇÃO NA SOJA.....	10
	2.3 COINOCULAÇÃO NA SOJA	12
	2.4 MICRONUTRIENTES NA SOJA	12
3	OBJETIVOS	14
	3.1 OBJETIVO GERAL.....	14
	3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4	MATERIAL E MÉTODOS	15
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) tem grande importância econômica para o Brasil, sendo a principal cultura do agronegócio brasileiro e, o Rio Grande do Sul aparece como um dos maiores produtores de soja do Brasil, na safra 2020/2021 estima-se uma produção equivalente a números de 20,7 milhões toneladas, com uma área plantada equivalente a 6055,2 milhões de hectares, tendo assim uma produtividade por hectare de 3.433 kg/ha (CONAB, 2021).

Com o passar dos anos, o produtor rural brasileiro vem adaptando-se e aderindo tecnologias para produzir mais e melhor, também buscando preços mais em conta de insumos essenciais para a produção sem perder o rendimento da cultura. Na soja um dos nutrientes de extrema importância, o N, pode entrar nos sistemas agrícolas através da fixação biológica do nitrogênio (FBN). A fixação biológica de nitrogênio é definida como um processo no qual o nitrogênio presente na atmosfera (N_2) é convertido em formas absorvíveis e utilizáveis pelas plantas, essa mesma reação é catalisada pela enzima Nitrogenase, a qual todas bactérias fixadoras possuem (MACHADO, 2013).

A FBN na soja é realizada por bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, sendo que, as leguminosas têm alta capacidade de terem relações simbióticas. Segundo estudos, a cultura da soja, em simbiose com estirpes selecionadas por pesquisa consegue suprir as necessidades de N da planta, originando um alto desempenho. Há também outro grupo de microrganismos benéficos, as bactérias promotoras de crescimento das plantas, do gênero *Azospirillum*, que são utilizados mundialmente como inoculantes, mesmo caso citado anteriormente quando falado dos rizóbios, ambos podem ser também utilizados juntos na chamada coinooculação (HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A, 2017).

Segundo estudos para se ter uma produtividade de 60 sc/ha de soja é extraído aproximadamente 300 kg/ha de N. Para patamares acima desse valor, a coinooculação de sementes pode contribuir, tendo em vista o potencial de aumentar o sistema radicular da soja e o número de nódulos por planta (GITTI, 2016).

Em solo brasileiro, a inoculação substitui totalmente a necessidade do uso de adubos nitrogenados nas lavouras de soja, chegando a produzir em torno de 300 kg de N/ha, que serão utilizados pelas plantas, além disso é uma tecnologia que não

polui em relação aos fertilizantes nitrogenados que apenas 50% é absorvido pela planta, o resto irá para o meio ambiente, além disso o custo do inoculante é relativamente baixo chegando a valores em torno de oito reais por hectare (MENDES; JUNIOR; CUNHA, 2010).

Segundo Hungria (2014), o *Azospirillum* é capaz de produzir fitormônios que resultam em aumento de enraizamento, acréscimo de nodulações nas raízes e da solubilização do fosfato, facilitando o aproveitamento da água e dos nutrientes disponíveis, assim dando um melhor estado nutricional para a planta que pode vir a enfrentar as situações de estresse hídrico e outras intempéries.

Levando em conta as necessidades crescentes de N para se obter uma alta produtividade na soja, também considerando as limitações climáticas globais e as maiores demandas de outros nutrientes, deduz-se que a coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* pode melhorar o desempenho da cultura, em uma abordagem que respeita as demandas atuais de sustentabilidade agrícola, econômica, social e ambiental (HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A, 2017).

É importante ressaltar que devido alguns fungicidas aplicados nas sementes, podem reduzir a nodulação e a fixação biológica de N na cultura da soja, assim pode-se optar pela utilização do dobro da dose de inoculante no cultivo da soja, para de ter maior número de células viáveis das bactérias, resultando em maior nodulação, fixação biológica de N e assim melhor desempenho da cultura da soja (MERCANTE, 2011).

Outro incremento para se ter um maior rendimento na inoculação ou coinoculação segundo estudos é a utilização de micronutrientes mais especificamente Cobalto(Co) e Molibdênio(Mo), sendo assim dois dos elementos essenciais para a fixação biológica de nitrogênio, devendo ser aplicados entre os estádios de desenvolvimento vegetativo da planta V3 e V5. As recomendações técnicas para aplicação destes nutrientes são de 2 a 3 gramas de Cobalto por hectare e de 12 a 30 gramas de Molibdênio por hectare, por meio de pulverização foliar (MERCANTE, 2011).

O presente trabalho buscou estudar o efeito da inoculação e coinoculação com as bactérias *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, aliado a aplicação de micronutrientes Cobalto e Molibdênio na cultura da soja, para fins de levantamentos de dados para a Região Central do Rio Grande do Sul. E, também, pensando nessa opção como uma estratégia de se obter uma melhor produção com uma maior sustentabilidade econômica e ambiental

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) a qual pertence à família Fabaceae é uma das mais importantes culturas na economia mundial, segundo estudos a mesma tem sua origem no nordeste da Ásia e a sua disseminação do Oriente para o Ocidente ocorreu através de navegações (DE FREITAS, 2011).

A cultura foi introduzida no Brasil por volta do final do século XIX, no ano de 1882 no estado da Bahia. Dez anos após em 1892 seria levada ao estado de São Paulo pelo Instituto Agrônomo para ser cultivada. Más foi apenas em 1914 que chegou até o Rio Grande do Sul, mas somente em 1941 passou a ser vista como uma grande cultura, com produção em larga escala (INOUE, 2019).

Por volta do ano de 1970 com a criação da Embrapa e outras instituições de pesquisas que tinham como objetivo desenvolver novas tecnologias para cultivo da soja, começou o desafio de desenvolver cultivares da cultura para regiões subtropicais e tropicais no Brasil. Após vieram outras descobertas assim como para controle da diversidade de pragas e a intensidade de sua infestação e de seus danos que vinham a causar ameaças fitossanitárias, assim como o estudo de cientistas e pesquisadores para desenvolver cultivares que resistissem a condições ambientais severas e que mantivessem uma boa produção. E, também, pode-se citar a tecnologia de fixação simbiótica do N na soja, identificando estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, ou seja, a bactéria responsável pela fixação biológica de N na cultura (GAZZONI, 2018).

Devido a esse avanço da tecnologia de produção, hoje temos o Brasil liderando o ranking de maiores produtores de soja mundial, para a safra 2020/2021 tem-se estimativas na produção de 135,912 milhões de toneladas, com uma área plantada de 38,532 milhões de hectares e com uma produtividade de 3.527 kg/ha (CONAB, 2021).

2.2 INOCULAÇÃO NA SOJA

O Nitrogênio é um nutriente essencial para que deseja obter uma boa produtividade, na cultura da soja o nitrogênio (N) além de responsável pelo acréscimo

da produtividade também cresce o teor de proteína das sementes da soja (FAGAN et al., 2007).

Mas, para se obter altas produtividades, necessita-se de grandes quantidades de fertilizantes minerais que disponibilizem o N as plantas, esses mesmo também acarretam no aumento dos custos de produção além de ocasionar impacto ambiental, segundo Malavolta e Moraes(2006), as quantidades necessárias do nutriente chegam números expressivos, como de 300 a 400 kg ha⁻¹ .

Após diversos estudos e pesquisas realizadas, teve-se a descoberta de bactérias diazotróficas que intensificam à produção de soja, mais precisamente do gênero *Bradyrhizobium* (SILVA et al., 2011). As estirpes mais utilizadas na formulação dos inoculantes, tem-se a combinação de duas das quatro estirpes: *Bradyrhizobium elkanii*: Semia 587 e Semia 5019 e, *B. japonicum*: Semia 5079 e Semia 5080 (ZILLI et al., 2006; BIZARRO, 2008).

Estas bactérias tem a capacidade de infectar a planta, na qual são formados nódulos nas raízes, no interior desses organismos tem a capacidade de quebrar a tripla ligação do dióxido de N atmosférico (N₂), transformando o mesmo em forma disponível para absorvimento das plantas (MALAVOLTA e MORAES, 2006).

O processo citado anteriormente pode vir a suprir em alguns casos 100% a necessidade de N da planta ou a maior parte, deixando de lado a necessidade da utilização de fertilizantes (MENDES; JUNIOR; CUNHA, 2010).

Há fatores que podem interferir na fixação biológica de N, como por exemplo os estresses ambientais representam importantes fatores que influenciam a eficiência da FBN. Diversas condições ambientais podem ser consideradas limitantes à nodulação e a FBN. Fatores como a acidez dos solos, as elevadas temperaturas e o déficit hídrico, dentre outros, são fatores mais agravantes nas condições tropicais (FERNANDES et al, 2008).

Segundo a Embrapa (2007), os inoculantes são disponibilizados no mercado na forma líquida, em gel, turfoso, dessa forma o inoculante líquido pode ser aplicado via semente ou no sulco de semeadura, já o inoculante turfoso pode ser apenas aplicado na semente.

2.3 COINOCULAÇÃO NA SOJA

Também conhecida como inoculação mista, a coinoculação consiste na utilização de diferentes microrganismos, que quando combinados produzem um efeito sinérgico, em que se superam os resultados produtivos obtidos com os mesmos, quando usados de forma isolada (BÁRBARO et al., 2008).

Fora os rizóbios, tem-se as bactérias promotoras de crescimento de plantas, que por sua vez realizam uma ampla gama de processos biológicos beneficiando as plantas, como a inclusão da produção de hormônios de crescimento e a fixação biológica de nitrogênio. O *Azospirillum* é a Bactéria promotora de crescimento (BPCP) mais estudada e um dos seus efeitos é o aumento da produção de pelos radiculares e crescimento radicular, beneficiando as plantas com melhor absorção de água e nutrientes (CHIBEBA, et.al,2015).

O grupo de bactérias promotoras de crescimento do gênero *Azospirillum* pode ser utilizada na inoculação pelo produtor, no qual vai ser disponibilizado a lavoura plantas com um bom desenvolvimento radicular, quando utilizadas juntamente com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, ou seja, inoculadas incrementam ainda mais a produção (GITTI 2016).

2.4 MICRONUTRIENTES NA SOJA

Segundo pesquisas a eficiência do processo de fixação biológica pode ser prejudicada pela deficiência de micronutrientes, especialmente Co e Mo que vem sendo difíceis de serem encontrados no solo devido fatores como o cultivo sucessivo e o manejo inadequado dos nutrientes que reduzem a matéria orgânica e aumento da acidez no mesmo.

O Molibdênio normalmente atua como um dos catalisadores da enzima nitrogenase, que é responsável pela transformação do N^2 atmosférico em NH_3 . Esse nutriente também faz parte da enzima redutase de nitrato, que catalisa a redução de NO_3^- a NO_2^- .

Já o Cobalto é essencial para a síntese da cobalamina (Vitamina B12), que participa da formação da leghemoglobina e regula sua concentração nos nódulos impedindo a inativação da enzima nitrogenase.

Em todos os solos da Brasil é comum de observar a diminuição da disponibilidade de alguns micronutrientes e a produtividade de grãos geralmente responde positivamente à adubação com micronutrientes (DOURADO NETO, 2012).

Alves et al. (2018) salienta a importância da interação dos micronutrientes para a produção de soja se caracteriza pela atividade bacteriana, sendo o cobalto (Co) um dos elementos essenciais para a fixação do N_2 por bactérias de vida livre, mas o mesmo não chegou a resultados significativos quando avaliou a introdução dos dois na cultura da soja. Necessitando-se assim mais estudos dos mesmos na cultura da soja.

WERNER et al. (2020), concluiu que a utilização de micronutrientes no tratamento de sementes de soja não influenciou o processo germinativo das sementes de soja, entretanto, proporcionou maior vigor às plântulas através dos parâmetros de peso de matéria fresca e comprimento da parte aérea. e massa fresca e massa seca de plântulas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da inoculação e coinoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* nas sementes associada a aplicação de micronutrientes na cultura da soja.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar se há influência da inoculação/coinoculação e aplicação de micronutrientes no peso de raiz seca, peso de nódulos secos, peso da parte aérea da planta e número de nódulos da cultura da soja.

Determinar o efeito dos diferentes tratamentos avaliados na altura, índice de área foliar (IAF) e nos componentes de rendimento de grãos: vagens planta⁻¹, grãos vagem⁻¹ e massa de mil grãos.

Avaliar a influência da inoculação/coinoculação e aplicação de micronutrientes na produtividade de grãos da cultura da soja.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos à campo com a cultura da soja na Estação Agronômica da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, localizada no distrito de Três Vendas em Cachoeira do Sul, com as seguintes coordenadas 29°53' S e 53° 00' W, nas safras 2019/2020 e 2020/2021. O município é pertencente à Região Central do Rio Grande do Sul e, o solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013), com altitude de 125 m.

Na safra 2019/2020 o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições e quatro tratamentos, sendo T1: *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, T2: *Azospirillum*, T3: *Bradyrhizobium* T4: Testemunha. Ao total, foram 16 parcelas experimentais, cada uma com dimensão de 10 metros de comprimento por 2,5 metros de largura (5 linhas de semeadura espaçadas em 0,5 m).

Na safra 2020/2021 o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, bifatorial com quatro repetições, sendo o fator A composto de 4 combinações de inoculação/coinoculação (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, *Azospirillum*, *Bradyrhizobium* e Testemunha) e, o fator D composto da aplicação ou não de fertilizante foliar. Ao total foram 32 parcelas experimentais, cada uma com 5 metros de comprimento por 2,5 metros de largura (5 linhas de semeadura espaçadas em 0,5 m), conforme a figura 1.

As culturas antecessoras na safra 2019/2020 era um mix de Nabo+Centeio+Azevém + Aveia, já na safra 20/21 era composta por um mix de Aveia+Azevém+Nabo.

A semeadura da safra 2019/2020 foi realizada em 26 de outubro de 2019, com 14 grãos por metro linear espaçamento entrelinhas de 0,50 m utilizou-se a cultivar de soja BMX Zeus (GMR 5.5) IPRO. A adubação de base consistiu de formulação comercial 02-30-10 (N-P-K), na quantidade de 345 kg ha⁻¹, conforme laudo da análise química do solo e recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2016).

Já, na safra 2020/2021 a semeadura foi realizada no dia 02 de novembro de 2020 com 13 grãos por metro linear e espaçamento entrelinhas de 0,5 m utilizando-se a cultivar de soja BMX RAI0 (GMR 5.0), conforme a figura 2. A adubação de base consistiu de formulação comercial 02-30-10 (N-P-K), na quantidade de 345 kg ha⁻¹, conforme laudo da análise química do solo e recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2016).

Figura 1. Croqui com os tratamentos e repetições do experimento da safra 2020/2021. Cachoeira do Sul, 2021.

8	8 B+AS	8 BC	8 AS	8 TC	5 m
7	7 B+AS	7 BC	7 AS	7 TC	5 m
6	6 B+AS	6 BC	6 AS	6 TC	5 m
5	5 B+AS	5 BC	5 AS	5 TC	5 m
4	4 B+AC	4 BS	4 AC	4 TS	5 m
3	3 B+AC	3 BS	3 AC	3 TS	5 m
2	2 B+AC	2 BS	2 AC	2 TS	5 m
1	1 B+AC	1 BS	1 AC	1 TS	5 m

COM MICRONUTRIENTES
 SEM MICRONUTRIENTES

Bradyrhizobium m + Azospirillum *Bradyrhizobium* *Azospirillum* Testemunha (sem Inocular)

Fonte: Autor, 2021

Figura 2. Semeadura do experimento com a cultura da soja. Cachoeira do Sul, 2021.



Fonte: Autor, 2021.

Os tratos culturais de ambas safras, como o controle de plantas daninhas, pragas e doenças seguiram as indicações técnicas conforme Caraffa et al. (2019).

Conforme os tratamentos, as sementes foram tratadas com inoculante a base de *Bradyrhizobium elkanii* (cepa SEMIA 5019) e *Bradyrhizobium japonicum* (cepa SEMIA 5079) em forma líquida com concentração mínima de $7,2 \times 10^9$ UFC/mL, com dose recomendada de 1mL Kg^{-1} de semente. Também foi usado inoculante na forma líquida contendo a bactéria *Azospirillum brasiliense* com cepas AbV5 e AbV6 de concentração mínima 4×10^8 UFC/mL, com dose recomendada de $2,5\text{mL Kg}^{-1}$ de semente. As doses de ambos inoculantes foram dobradas, pois a área experimental tem histórico recente de cultivo (3 safras).

Para a semeadura da testemunha, as caixas da semeadora foram anteriormente lavadas e após aplicado álcool 70% para limpeza e desinfecção. Essa mesma limpeza foi realizada após cada utilização para evitar qualquer contaminação das sementes, conforme figura 3.

Figura 3. Limpeza das caixas da semeadora antes e após a semeadura de cada tratamento. Cachoeira do Sul, 2021.



Fonte: Autor, 2021.

No segundo ano de experimento, safra 2020/2021 foram realizadas divisões de cada uma das parcelas para na metade de cada ser feita a aplicação de fertilizante foliar com micronutrientes, com a seguinte formulação: fósforo (6,0 % p/p), potássio (4,0 % p/p), magnésio (1 % p/p), enxofre (1,3 % p/p), cobalto (0,5 % p/p), molibdênio (10,0 % p/p) níquel (1,5 % p/p) e zinco (6,0 % p/p). A dose foi de 300 mL por 100 litros de água, via foliar em estágio V5/V6 da soja, com o auxílio de um pulverizador do tipo

costal, com vazão de 100 L ha⁻¹ equipado com uma barra de pulverização, com 4 pontas do tipo leque, conforme na figura 4. A aplicação foi feita no período da manhã, mais precisamente às 09:00, onde o tempo estava parcialmente nublado, com temperatura em torno dos 20 °C.

Figura 4. Aplicação de fertilizante foliar com pulverizador costal. Cachoeira do Sul, 2021.



Fonte: Autor, 2021.

Foi realizada avaliação da área foliar no mês de fevereiro/2019, coletando-se 1 planta em cada parcela e medindo a largura e comprimento de cada folha central do trifólio. Após, calculou-se a área foliar pela equação, conforme STRECK, et. al, 2014:

$$AF=2,0185. (C.L) \quad (1)$$

Onde: C: comprimento da folha central do trifólio (em metros);

L: largura da folha central do trifólio (em metros);

O Índice de Área Foliar (IAF) foi calculado pela soma de todas as áreas individuais de cada planta dividido pela área de solo ocupada por uma planta (STRECK, et. al, 2014).

Na safra 2020/2021 foram coletadas uma planta de cada parcela, totalizando 32 plantas, para avaliação do peso de raiz seca, peso de nódulos secos, peso da parte aérea da planta e número de nódulos.

Por ocasião da colheita, nos dois anos coletaram-se de cada parcela 2 plantas, das quais avaliou-se a altura e os componentes do rendimento: vagens planta⁻¹, grãos vagem⁻¹ e peso médio de 1.000 grãos.

Para a determinação do rendimento final, foram colhidos 3 m² da área central das parcelas, realizando a debulha e pesagem, corrigindo-se o peso dos grãos para 13 % de umidade.

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando a diferença entre as médias foi significativa, estas foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, sendo considerado um único fator para a safra 2019-20 (inoculação) e dois fatores para a safra 2020-21 (inoculação x micronutrientes), utilizando-se o software Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 são apresentados os resultados da altura das plantas e o IAF obtidos em cada um dos tratamentos na safra 2019/2020. Observa-se que o tratamento que obteve maiores números se destacando tanto em tamanho de planta (98,63 cm) quanto em Índice de área foliar (4,68), foi *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*,

Tabela 1. Altura das plantas e índice de área foliar (IAF) dos diferentes tratamentos avaliados na safra 2019/2020. Cachoeira do Sul-RS, 2020.

Tratamento	Altura plantas (cm)	IAF
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	98,63 ns*	4,68 ns
<i>Azospirillum</i>	98,50	3,96
<i>Bradyrhizobium</i>	97,25	4,51
Testemunha	94,88	3,24
C.V.	3,44%	22,70%

* ns: diferença estatística não significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O IAF é utilizado para representar a eficiência fotossintética, para análise do crescimento e, sendo fator condicionante da produtividade, através do mesmo é definida a capacidade do dossel em interceptar a radiação solar, converte-la em matéria seca através da fotossíntese, determinando o potencial produtivo da cultura. (BATTISTI et al., 2013; SENTELHAS et al., 2015; ZANON et al., 2016).

Segundo estudos para a cultura da soja os valores de IAF entre 3,5 a 4 maximizavam a produtividade de grãos da cultura (ZHOU et.al, 2011).

Segundo DA SILVA (2020) valores de IAF variam de 3,5 a 4,0 seriam valores suficientes para colher 60 sc ha⁻¹ a 70 sc ha⁻¹.

Na tabela 2 estão demonstrados dados referentes a nodulação de todos tratamentos da safra 2020/2021 os quais são peso da parte aérea da planta, peso das raízes, número de nódulos e o peso total dos nódulos contados. Não houve diferença significativa para o efeito da interação entre os fatores sobre as variáveis resposta.

Para o peso de planta foi possível observar-se destaque positivo no tratamento com *Bradyrhizobium*, o mesmo veio a se destacar tanto nas parcelas com (57 g) e sem (33,5 g) aplicação de micronutrientes, levando em conta o contexto total de

aplicação e da não aplicação, onde foram pulverizados micronutrientes houve diferenciação positiva de onde não foi utilizado os mesmos.

Na variável do peso das raízes, se repetiram os resultados assim como na anterior citada, ou seja, o tratamento *Bradyrhizobium* teve bom resultado tanto com ou sem micronutrientes. Avaliando os números de nódulos com aplicação de micronutrientes os tratamentos, já sem a aplicação dos mesmos citados, o tratamento com *Bradyrhizobium* veio a se destacar, más a aplicação de micronutrientes teve resultados melhores que a não aplicação. Bárbaro et. Al,2009, estudando a eficiência da inoculação conjunta com aplicação de Cobalto e Molibdênio via foliar, obteve que houve da soja quanto ao potencial de nodulação, respondendo positivamente à prática da inoculação e adubação foliar com cobalto e molibdênio em V5 da soja.

Tabela 2. Peso plantas, peso raízes, número de nódulos e peso de nódulos dos diferentes tratamentos avaliados na safra 2020/2021. Cachoeira do Sul-RS, 2021.

Variáveis respostas	Micron.	Inoculação							
		Testemunha		Br	Az		Br+Az		
Peso de planta (g)	Com	21,5	Da*	57,0	Aa	32,0	Ba	22,5	Ba
	Sem	14,5	Db	33,5	Ab	24,5	Cb	30,5	Bb
Peso de raíz (g)	Com	4,94	Ba	9,89	Aa	7,32	ABa	5,59	Ba
	Sem	3,02	Ba	7,26	Ab	6,25	ABa	5,95	ABa
Número de nódulos	Com	88,75	Aa	94,25	Aa	101,25	Aa	84,00	Aa
	Sem	63,25	Ba	127,75	Aa	75,00	Ba	81,5	Ba
Peso dos nódulos (g)	Com	0,654	Aa	0,864	Aa	0,883	Aa	0,642	Aa
	Sem	0,451	Aa	0,704	Aa	0,664	Aa	0,675	Aa

* Número seguido por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de "Tukey" em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Segundo as variáveis analisadas que foram citadas anteriormente buscando mensurar a eficiência da nodulação das plantas, é possível ver através de estudos se as mesmas contêm bons resultados, ou seja quanto mais nitrogênio melhor será o desenvolvimento da soja e conseqüentemente a produtividade, o N é constituinte de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, hexosamina entre outros, estando diretamente relacionada ao crescimento vegetal (Taiz et al., 2017).

Observa-se na tabela 3 os componentes de rendimento avaliados na safra 2019/2020, na qual os resultados do número de vagens por planta e a MMG não

apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Enquanto que, no número de grãos por vagem e na produtividade de grãos observa-se uma diferença significativa positiva do tratamento *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em comparação à testemunha.

Tabela 3. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade de grãos nos diferentes tratamentos avaliados na safra 2019/2020. Cachoeira do Sul-RS, 2020.

Tratamentos	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹	MMG (Kg)	Produtividade (Sc ha ⁻¹)
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	53,75 a*	2,43 a	0,181 a	72,37 a
<i>Azospirillum</i>	48,13 a	2,31 ab	0,179 a	67,11 ab
<i>Bradyrhizobium</i>	55,13 a	2,25 ab	0,191 a	68,26 ab
Testemunha	43,63 a	2,14 b	0,178 a	61,51 b
C.V.	14,91%	4,87%	4,73%	6,42%

* Número seguido por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de "Tukey" em nível de 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Em relação a produtividade de grãos na safra 2019/2020, o tratamento *Bradyrhizobium*+ *Azospirillum* obteve resultado de 10,86 sc ha⁻¹ (15%) a mais que a testemunha, a qual não foi inoculada. Os tratamentos com utilização individual de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* não diferiram entre si estatisticamente e tiveram resultados intermediários em relação aos demais. Considerando com o déficit hídrico que o município sofreu a produtividade de 72,37 Sc ha⁻¹ ficou acima da média da cidade de Cachoeira do sul que segundo o site Agrolink foi de 50 Sc ha⁻¹.

Na tabela 4 observa-se os dados referentes aos componentes de rendimento de grãos da safra 2020/2021.

Tabela 4. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade de grãos nos diferentes tratamentos avaliados (safra 2020/2021). Cachoeira do Sul-RS, 2021.

Variáveis respostas	Micron.	Inoculação/coinoculação			
		Testemunha	Br	Az	Br+Az
Vagens por planta	Com	51,7 Ca	116,4 Aa	71,0 Ca	94,7 Ba
	Sem	55,1 Ca	89,8 ABb	71,5 Ba	103,7 Aa
Grãos por vagem	Com	2,21 Aa	2,4 Aa	2,4 Aa	2,4 Aa
	Sem	2,31 Aa	2,4 Aa	2,4 Aa	2,3 Aa
Massa de Mil	Com	220,0 Ca	240,0 ABa	230,0 BCa	245,0 Aa
Grãos (g)	Sem	220,0 Ba	232,5 Aa	215,0 Bb	242,5 Aa
Produtividade de grãos (sc ha ⁻¹)	Com	37,5 Ba	39,9 Ba	44,5 Ba	60,1 Aa
	Sem	30,3 Cb	44,4 Ba	34,9 BCb	56,7 Aa

* Número seguido por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de “Tukey” em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O maior número de vagem por planta (116,4) foi observado para o tratamento *Bradyrhizobium* + micronutrientes.

Na análise de grãos por vagem não houve nenhuma diferença significativa. Quando foi avaliada a massa de mil grãos, obteve-se destaque significativo do tratamento que une a coinoculação com aplicação de micronutrientes. De forma semelhante, Battisti et al. (2014), em trabalho semelhante, encontraram efeito significativo da inoculação/coinoculação apenas para a massa de mil grãos, não encontrando efeito sobre o número de vagens planta⁻¹ e nem sobre a produtividade de grãos. Discutir que esse é um componente com maior influência genética

Em relação a produtividade de grãos, o tratamento com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* obteve um resultado bem superior à testemunha, tanto com ou sem a aplicação de micronutrientes. Na coinoculação de *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + micronutrientes obteve-se uma produtividade de 60,16 sc ha⁻¹, ou seja, 22,69 sc ha⁻¹ a mais do que a testemunha. Considerando o preço da saca de soja de R\$ 162,00, isso equivaleria um aumento de R\$ 3.675,78 ha⁻¹, em relação ao tratamento testemunha. O que indica um enorme potencial de retorno do uso deste tecnologia, já que representa um custo normalmente inferior a 1 sc ha⁻¹. Cabe destacar que este resultado foi obtido em uma área com histórico recente de cultivo com soja (3 safras) e o cultivo teve considerável restrição hídrica ao longo do ciclo, o que pode ter influenciado os resultados. Observa-se também um incremento na produtividade na testemunha que foram aplicados os micronutrientes como Cobalto e Molibdênio com 7,5 sc ha⁻¹ de diferença.

Pesquisas conduzidas por Hungria et al. (2013), indicaram que o tratamento com coinoculação resultou em um incremento médio de 7,1 sacas (16,1%) e a inoculação apenas com *Bradyrhizobium* resultou em incremento médio de 3,7 sacas (8,4%). Prando et al. (2019), ressalta que a prática da inoculação pode proporcionar o incremento de até 8% na produtividade da soja, enquanto a coinoculação pode incrementar em mais 8% a produtividade, somando-se assim, um ganho de produtividade de 16%.

Comparando os dois anos observou-se no primeiro ano (19/20) uma melhor produtividade que no segundo ano (20/21) de experimento, em 2019 teve-se um

melhor resultado na produção, podendo estar relacionado com as culturas antecessoras naquele local disponibilizarem mais N para culturas futuras ou também pela quantidade chuva dos dois anos, conforme tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros do balanço hídrico da cultura da soja para safra 2019/20 e 2020/21. Cachoeira do Sul, RS, 2021.

Etapa do ciclo	ETc (mm)	Chuva (mm)
Ano agrícola 2019/20		
Inicial	13	16
Rápido cresc.	98	100
Médio	177	172
Final	37	24
Ano agrícola 2020/21		
Inicial	11	0
Rápido cresc.	115	157
Médio	192	246
Final	81	120

Onde: ETc = evapotranspiração da cultura.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na safra 2019/2020 as chuvas que somaram 312 mm ao longo do ciclo, estas insuficientes para suprir a evapotranspiração da cultura de 325 mm e manter o armazenamento de água no solo em níveis desejados. As chuvas ocorreram durante boa parte da primavera e, a partir da segunda quinzena de novembro houve escassez de chuvas, caracterizando uma das maiores estiagens do estado. Segundo a Emater/RS-Ascar (2020), ocorreram perdas médias de produtividade em função do déficit hídrico de 55% no município de Cachoeira do Sul.

Na safra 2020/21 teve-se problemas com falta de chuvas no início da implantação da cultura, sendo a chuva total durante o ciclo da cultura de 523 mm, mas irregularmente distribuída. Segundo Zanon et al. (2018), a necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do seu ciclo. Assim, também neste ano agrícola ocorreram perdas de produtividade da cultura da soja pelo baixo volume e distribuição irregular das chuvas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A coinoculação proporcionou incrementos significativos na produtividade da soja nos dois anos agrícolas, sendo de 15% na safra 2019/2020 e, 38% na safra 2020-2021.

A aplicação de micronutrientes também contribuiu para incrementos de produtividade da cultura da soja, com uma produtividade média superior de 7,5 sc ha⁻¹ em relação à testemunha.

Ainda assim, necessitam-se de mais estudos em diferentes condições de manejo da cultura da soja para que se possa recomendar seu uso com segurança.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. V.; Valentini, C. S.; Valentini, D. H.; Maciel, C. G.; Naibo, G.; Nesi, C. N.; AMINOÁCIDOS E MICRONUTRIENTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA. Unoesc & Ciência -ACET Joaçaba, v. 9, n. 2, p. 99-104, jul./dez. 2018.

AGROLINK. Estatísticas Agropecuárias Município de Cachoeira do Sul. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/regional/rs/cachoeira-do-sul/estatistica>>. Acesso em 29/12/2021.

BÁRBARO, I. M. et al. Técnica alternativa: coinoculação com Azospirillum e Bradyrhizobium visando incremento de produtividade da cultura da soja no Norte do Estado de São Paulo. Informações Tecnológicas, Campinas, 2008;

BÁRBARO, I. M. et al. Produtividade da soja em resposta á inoculação padrão e coinoculação. Colloquium Agrariae, v. 5, n.1, p. 01-07. Presidente Prudente-SP, 2009.

BÁRBARO I. MARINO et al. Análise de cultivares de soja em resposta à inoculação e aplicação de cobalto e molibdênio. Revista Ceres. v. 56, n. 3 ,2009.

BATTISTI, AMILCAR et.al. Inoculação e coinoculação com Bradyrhizobium japonicum e Azospirillum brasilense na cultura da soja. Revista Cultivando o Saber, vol 8, 2015.

BATTISTI, R .; SENDELHAS, P.C .; PILAU, F.G .; WOLLMANN, C.A. Eficiência climática das lavouras de soja e trigo no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, em diferentes épocas de semeadura. (Em português, com resumo em inglês.) Ciência Rural, v. 43, p. 390-396, 2013.

CARAFFA, M. et al. (org.). Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2018/2019 e 2019/2020: 42ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. Três de Maio - RS: Setrem, 2019;

CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. F.; BRITO, O. R.; ARAÚJO, R. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Inoculação de soja com bradyrhizobium e azospirillum promove nodulação precoce. In: Congresso brasileiro de soja, 7.; Mercosoja, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 4 p. 1;

CONAB. Boletim da safra de grãos 2020/2021. Setembro de 2021. Disponível em <http://www.conab.gov.br>, acesso em 22 de Set de 2021;

DA SILVA, R. SILVA. Ecofisiologia: mais área foliar para cultivares modernas de soja. Mais Soja, 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/ecofisiologia-mais-area-foliar-para-cultivares-modernas-de-soja/>;

DE FREITAS, Márcio de Campos Martins. A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, ano 2011, v. 7, n. 12, p. 2, 31 maios 2011;

DOURADO NETO 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> > DOI: DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2741;

EMATER/RS-ASCAR. Safra de verão 2020-2021. **Estimativas iniciais de área, produtividade e produção.** Setembro, 2020. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_10092020.pdf. Acesso em: 15 de maio, 2021.

EMBRAPA. Inoculação e inoculante. Embrapa Soja,2007. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_70_271020069133.html;

FAGAN, E. B., S. L. P. Medeiros, P. A. Manfron, D. Casaroli, J. Simon, D. D. Neto, Q. J. Lier, O. S. Santos, e L. Müller. 2007. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja-revisão. Rev. FZVA 14: 89-106;

FERNANDES, et al. Algumas Limitações à Fixação Biológica de Nitrogênio em Leguminosas. Embrapa. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. 2008;

GAZZONI, Decio Luiz. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. Cienc. Cult., São Paulo, v.70, n.3, p.16-18, jul. 2018. Disponível em http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000300005&lng=pt&nrm=iso;

GITTI, D.C. Inoculação e Coinoculação na Cultura da Soja. Tecnologia e Produção: Soja 2015/2016. Fundação MS, 2016;

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, 2013.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A. Coinoculação da soja com bradyrhizobium e azospirillum: uma tecnologia ambientalmente sustentável e economicamente bem-sucedida. Embrapa Soja, 2017. p. 203-205;

HUNGRIA. Tecnologia de coinoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do feijoeiro. Embrapa, 2014;

INOUE, LETPICIA. Cultura da soja: sua importância na atualidade. Janeiro de 2019. Disponível em: <https://agromove.com.br/cultura-soja-importancia-na-atualidade/>, acesso em 22 de Set de 2021;

MACHADO, L. Inoculação de sementes de soja – um fator determinante no sucesso da lavoura. Universidade Federal de Lavras, 2013;

MALAVOLTA, E. e M. F. Moraes. 2006. Serie estudos e documentos - O nitrogênio

na agricultura brasileira. CETEM. Rio de Janeiro, BR;

MERCANTE, et al. Estratégias para Aumentar a Eficiência de Inoculantes Microbianos na Cultura da Soja. EMBRAPA,2011;

PRANDO, A. M. et al. COINOCULAÇÃO DA SOJA COM Bradyrhizobium E Azospirillum NA SAFRA 2018/2019 NO PARANÁ. Embrapa, Circular Técnica, n. 156, 2019. Disponível em: <
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117312/1/Circtec156.pdf> >, acesso em: 29/12/2021.

SILVA, A. F., M. A. C. Carvalho, E. L. Schoninge, S. Monteiro, G. Caione, e P. A. Santos. 2011. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. Biosci. J. 27: 404-412;

STRECK, NEREU et. Al. Estimativa da área de folhas de cultivares antigas e modernas de soja por método não destrutivo. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),2014;

TAIZ, L. et al. FISIOLOGIA E DESENVOLVIMENTO VEGETAL. Porto Alegre, ed. 6, 2017.

WERNER, H. A.; ESTEVES, M. P. da C.; LIMA, B. M.; VALCÁCIO, T. L.; CASTRO, W. C. P. de; BARROS, S. C. S.; PAMPLONA, V. M. S.; QUADROS, B. R. de . Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycyne max* L. Merrill) tratadas com micronutrientes. Research, Society and Development. 9, n. 9, p, 2020.

ZILLI, J. E. et al. Avaliação da fixação biológica de nitrogênio na soja em áreas de primeiro cultivo no cerrado de Roraima. Roraima: Embrapa, 2006. 9 p. (Comunicado Técnico 20);

ZHOU, X. B; CHEN, Y. H .; OUYANG, Z. Efeito do espaçamento entre linhas no desenvolvimento da área foliar, interceptação de luz, crescimento da safra e rendimento de grãos de safras de soja de verão no norte da China. African Journal of Agricultural Research, Lagos, v.6, n.6, p.1430-1437, 2011;

ZANON, A. J.; SILVA, M. R., TAGLIAPIETRA, E.L.; CERA, J.C **Ecofisiologia da soja- Visando altas produtividades**. 1° ed. Santa Maria: [n.s.], 2018. ISBN: 978-85-54856-14-4. 136p.