

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA

JOÃO VICTOR CARNIEL

**RESPOSTAS DA SOJA À INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum* e
*Azospirillum brasilense***

CHAPECÓ
2022

JOÃO VICTOR CARNIEL

**RESPOSTAS DA SOJA À INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum* e
*Azospirillum brasilense***

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

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Mattias

CHAPECÓ

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Carniel, João Victor
RESPOSTAS DA SOJA À INOCULAÇÃO COM Bradyrhizobium
japonicum e Azospirillum brasiliense / João Victor
Carniel. -- 2022.
37 f.:il.

Orientador: Dr. Jorge Luis Mattias

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2022.

1. Soja, Bradyrhizobium japonicum, Azospirillum
brasiliense. I. Mattias, Jorge Luis, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JOÃO VICTOR CARNIEL

**RESPOSTAS DA SOJA À INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum* e
*Azospirillum brasiliense***

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 16/08/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Luis Mattias – UFFS

Orientador

Prof. Dr. João Alfredo Braida – UFFS
Avaliador

Prof. Dr. João Guilherme Dal Belo Leite – UFFS
Avaliador

Dedico a Deus, ao meu pai Flávio Carniel, minha mãe Marilete Fatima Ficagna Carniel, e a minha irmã Ana Flávia Carniel pela ajuda, estímulo e apoio em toda esta minha jornada.

AGRADECIMENTOS

A minha família, por todo apoio, incentivo, força e pelas oportunidades dadas, não medindo esforços para a realização desta conquista e por sempre ajudarem para que meus sonhos se tornem realidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Luis Mattias, pela orientação, apoio, confiança e amizade construída durante esta vida acadêmica e elaboração deste e dos demais trabalhos realizados.

Ao corpo docente do curso de Agronomia por todo conhecimento transmitido durante esta graduação.

Aos meus amigos, que sempre se dispuseram a ajudar nos mais diversos momentos e pelo companheirismo, agradeço muito por tê-los e muito obrigado pelo apoio de todos.

RESUMO

Um dos motivos para a realização deste trabalho foi de ver os efeitos de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* na cultura da soja, tanto no crescimento da mesma como na produtividade. A soja não precisa de adubação nitrogenada, pois a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* supre a demanda total de Nitrogênio para a planta. Outro inoculante que pode ser utilizado na soja é o *Azospirillum brasiliense*, que auxilia na fixação de Nitrogênio, porém, sua principal função é promover maior desenvolvimento radicular. Esse trabalho buscou analisar os efeitos de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* na cultura da soja. O experimento teve quatro tratamentos: Soja inoculada com *Bradyrhizobium japonicum*; Soja inoculada com *Azospirillum brasiliense*; soja coinoculada, que é a inoculação com os dois microrganismos simultaneamente; e o tratamento testemunha, que é sem inoculação. Os parâmetros analisados foram a altura de plantas (avaliada nos estádio fenológicos V3 e R5); a massa seca de parte aérea e teor de N no tecido de folhas (analisados em R6); a produtividade; número de vagens por planta; e peso de mil sementes. Cada Tratamento contou com 3 linhas úteis, espaçadas a 0,45m cada, e com 5 m de comprimento. Cada tratamento teve 4 repetições. Conforme os resultados, observou-se que o peso de mil sementes e o teor de N na planta não tiveram influência da inoculação, não havendo diferença entre os tratamentos. Os resultados de altura de plantas, e massa seca de parte aérea tiveram influência significativa, sendo que o tratamento coinoculado teve maior altura e maior massa seca de parte aérea. Na avaliação do número de vagens por planta, o tratamento com coinoculação foi superior à todos os tratamentos. Em produtividade, o tratamento coinoculado foi superior ao tratamento testemunha, sendo recomendada portanto a coinoculação, pois aumenta o lucro dos produtores de soja.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium japonicum*; *Azospirillum brasiliense*; Soja; Produtividade.

ABSTRACT

One of the reasons for carrying out this work was to see the effects of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasiliense* on soybean, both on growth and productivity. Soybeans do not need nitrogen fertilization, as inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* supplies the total nitrogen demand for the plant. Another inoculant that can be used in soybean is *Azospirillum brasiliense*, which helps in nitrogen fixation, however, its main function is to promote greater root development. This work sought to analyze the effects of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasiliense* on soybean. The experiment had four treatments: Soybean inoculated with *Bradyrhizobium japonicum*; Soybean inoculated with *Azospirillum brasiliense*; co-inoculated soybean, which is the inoculation with both microorganisms simultaneously; and the control treatment, which is without inoculation. The parameters analyzed were plant height (assessed at phenological stages V3 and R5); shoot dry mass and N content in leaf tissue (analyzed in R6); the productivity; number of pods per plant; and weight of a thousand seeds. Each Treatment had 3 useful lines, spaced at 0.45 m each, and 5 m long. Each treatment had 4 replicates. According to the results, it was observed that the weight of a thousand seeds and the N content in the plant were not influenced by inoculation, with no difference between treatments. The results of plant height and shoot dry mass had a significant influence, and the co-inoculated treatment had higher height and shoot dry mass. In the evaluation of the number of pods per plant, the treatment with coinoculation was superior to all treatments. In productivity, the co-inoculation treatment was superior to the control treatment, therefore, co-inoculation is recommended, as it increases the profit of the soy producers.

Keywords: *Bradyrhizobium japonicum*; *Azospirillum brasiliense*; Soy; Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração do semeadura da soja

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variável de altura de plantas no estágio V3 da soja, com a inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tabela 2 - Tabela 2 – Variável de altura de plantas no estágio R5 da soja, com a inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*

Tabela 3 – Variável de massa seca de parte aérea da planta de soja, submetida à inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tabela 4 – Variável de teor de nitrogênio na folha da soja, sendo a mesma submetida à inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tabela 5 – Variável de número de vagens por planta de soja, diante da inoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tabela 6 – Variável de massa de mil grãos de soja, comparando a massa dos grãos de soja inoculada com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tabela 7 - Variável de produtividade de soja, com a inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	Ácido indol acético
BPCP	Bactérias Promotoras de Crescimento em Plantas
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
m ²	Metro quadrado
m	Metro
N	Nitrogênio
UFC	Unidade Formadora de Colônia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivos gerais:.....	14
1.1.2 Objetivos específicos:	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 SOJA (<i>Glicyne Max</i>).....	15
2.2 <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	16
2.3 <i>Azospirillum brasiliense</i>	17
2.4 COINOCULAÇÃO.....	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 SEMEADURA.....	23
3.2 TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO.....	23
3.3 ANÁLISE DE ALTURA DE PLANTAS NO ESTÁDIO V3 E R5.....	24
3.4 ANÁLISE DE MASSA SECA DE PARTE AÉREA DAS PLANTAS.....	24
3.5 ANÁLISE DE TEOR DE NITROGÊNIO NA FOLHA.....	24
3.6 CONTAGEM DE VAGENS POR PLANTA.....	25
3.7 COLHEITA E TRILHA.....	25
3.8 CÁLCULO DA MASSA DE MIL GRÃOS.....	25
3.9 CÁLCULO DE PRODUTIVIDADE.....	26
3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
5 CONCLUSÕES.....	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O principal motivo para a realização deste trabalho foi a de ver os efeitos da coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja, no crescimento da mesma, avaliando altura de plantas e massa seca de parte aérea, além de observar se há aumento do teor de N foliar; como na produtividade, avaliando a massa de mil grãos, número de vagens e o rendimento em sacas/ha.

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é um dos pilares de sustentabilidade do sistema de produção de soja no Brasil e resulta em grandes benefícios para o produtor e para o meio ambiente, por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura, aumentando a competitividade do produto no mercado externo com menor impacto ambiental (EMBRAPA, 2020). Esse processo se dá pela simbiose entre bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e as plantas de soja, formando os nódulos radiculares, nos quais as bactérias se abrigam e recebem proteção, nutrientes e fontes de energia da planta hospedeira (EMBRAPA, 2020).

Já em relação ao *Azospirillum*, na literatura existem vários trabalhos confirmando que *Azospirillum* produz fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas. Tien et al. (1979), por exemplo, verificaram que os componentes responsáveis pelo estímulo do crescimento de raízes liberados por *A. brasilense* eram o ácido indol-acético (AIA), giberilinas e citocininas. Já foram relatados incrementos na absorção da água e minerais, maior tolerância a estresses como salinidade e seca, resultando em uma planta mais vigorosa e produtiva (ex.: Bashan & Holguin, 1997; Dobbelaere et al., 2001; Bashan et al., 2004).

Segundo uma tabela da Embrapa (2020) com descrição “Dados do levantamento em números absolutos e porcentagem (%) sobre uso de inoculantes realizado durante os Giros Técnicos na safra 2019/2020 no estado do Paraná”, 68% dos produtores consultados utilizaram inoculante, e somente 31% dos produtores consultados fizeram uso da tecnologia de coinoculação; portanto outro motivo para a realização desse trabalho é de incentivar o uso da realização da coinoculação por meio dos resultados que a mesma causa na soja.

O presente trabalho analisou as respostas da soja com a inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasiliense*, e com a combinação dos mesmos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais:

Analisar a resposta da soja à inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense*.

1.1.2 Objetivos específicos:

Analisar o efeito da inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* na altura de plantas; massa seca de parte aérea; teor de nitrogênio na folha; número de vagens na planta; massa de mil grãos; e produtividade na cultura da soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SOJA (*Glycine Max*)

A produção brasileira de soja apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual de 6,2% entre as safras agrícolas 2000/2001 e 2017/2018, o que fez a quantidade colhida mais do que triplicar, saltando de 38,4 milhões para 119,3 milhões de toneladas. Para tanto, dois elementos tiveram grande importância: área e produtividade (EMBRAPA, 2020).

Um dos grandes desafios enfrentados pela agropecuária é a produção sustentável, tanto na dimensão ambiental quanto na econômica, possível não somente por meio do avanço tecnológico nos elos da cadeia produtiva, mas principalmente pela gestão eficiente do processo produtivo (EMBRAPA, 2020). No cenário atual, a viabilidade econômica é garantia fundamental, não apenas para a sobrevivência do produtor rural, mas também para o desenvolvimento das atividades agropecuárias adotadas em seu empreendimento, tais como produção vegetal e pecuária, dentre outras (EMBRAPA, 2020).

Segundo Embrapa (2020) entre os motivos alegados pelos produtores que não fizeram uso da tecnologia (inoculação de sementes), destacam-se:

- (i) falta de praticidade.
- (ii) temor em perder a garantia do tratamento industrial de sementes.
- (iii) pouco tempo para fazer inoculação de forma adequada.
- (iv) desconhecimento sobre a importância da inoculação na soja.
- (v) entendimento equivocado de que não é necessário inocular todo ano em áreas onde a soja já vem sendo cultivada por anos seguidos.
- (vi) falta de recomendação pela assistência técnica.

2.2 *Bradyrhizobium japonicum*

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é um dos pilares de sustentabilidade do sistema de produção de soja no Brasil e resulta em grandes benefícios para o produtor e para o meio ambiente, por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura, aumentando a competitividade do produto no mercado externo com menor impacto ambiental (EMBRAPA, 2020).

Esse processo se dá pela simbiose entre bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e as plantas de soja, formando os nódulos radiculares, nos quais as bactérias se abrigam e recebem proteção, nutrientes e fontes de energia da planta hospedeira (EMBRAPA, 2020). Em troca, capturam o nitrogênio atmosférico (N₂) e, pela ação da enzima nitrogenase sintetizada pela bactéria, o reduzem a amônia que, na sequência, é transformada em compostos nitrogenados exportados para a planta (EMBRAPA, 2020).

Segundo Embrapa (2020), os inoculantes turfosos, líquidos ou outras formulações, bem como outras tecnologias de inoculação devem comprovar a eficiência agrônômica, segundo protocolos definidos em instruções normativas vigentes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

A legislação brasileira exige uma concentração mínima de 1×10^9 células viáveis de *Bradyrhizobium* spp. por grama ou mL do inoculante para a soja (EMBRAPA, 2020).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais limitantes para as culturas em geral, e, na cultura de soja, isso não é diferente. Estima-se ser necessário 80 kg de N para se produzir 1.000 kg de grãos de soja (ZILLI et al., 2005).

De acordo com a citação acima, estimava-se para cada 1000 kg de soja seriam necessários 80 kg de nitrogênio, então, para uma produção de 4 a 5 toneladas de soja, que é uma produtividade considerada boa por hectare; seria necessário 320 a 400 kg de nitrogênio por hectare, caso não existissem os rizóbios fixadores de N.

A FBN, através da simbiose rizóbio/leguminosa, é uma forma barata e eficiente de suprir as necessidades de cultivo. Para a soja, por exemplo, a inoculação com estirpes de bradirrizóbio supre as necessidades da planta, dispensando o uso de fertilizantes nitrogenados (GIONGO, 2007).

A inoculação é essencial em áreas de primeiro ano de cultivo de soja, ou onde a leguminosa não é cultivada há muito tempo, pois as bactérias fixadoras de N₂ estão ausentes ou em baixa população no solo (EMBRAPA, 2020).

Entretanto, mesmo em áreas frequentemente cultivadas com soja, é vantajoso realizar a inoculação a cada safra, durante a instalação da cultura, seja via sementes ou aplicado no sulco de semeadura (EMBRAPA, 2020). Pesquisas mostram que o ganho médio da inoculação anual da soja com *Bradyrhizobium* em áreas tradicionais de cultivo é de 8% (HUNGRIA et al., 2007; HUNGRIA; NOGUEIRA, 2019), o que representa um grande retorno, frente ao baixo custo do inoculante (EMBRAPA, 2020).

Embora os benefícios da inoculação anual sejam comprovados, muitos agricultores ainda não utilizam tal prática, por observarem que em áreas cultivadas por várias safras consecutivas, mesmo sem inocular, ocorre a formação de nódulos nas raízes da soja pela população estabelecida de *Bradyrhizobium* no solo (EMBRAPA, 2020). Entretanto, o não uso de inoculante nessas áreas faz com que o produtor deixe de ganhar, em média, 8% de produtividade, conforme já mencionado (HUNGRIA et al., 2007; HUNGRIA; NOGUEIRA, 2019).

2.3 *Azospirillum brasiliense*

Azospirillum é um gênero de BPCP (bactérias promotoras de crescimento de plantas) de vida livre encontrado em quase todos os lugares da Terra e o mais estudado (HUNGRIA, 2016). A espécie *Spirillum lipoferum* foi primeiramente descrita por Beijerinck e, em 1978, foi proposta a sua reclassificação como *Azospirillum*, na época com duas espécies, *A. lipoferum* e *A. brasiliense* (HUNGRIA, 2016).

O Brasil sempre teve papel de destaque nos estudos com *Azospirillum*, iniciados pela Dra. Johanna Döbereiner, enfatizava a capacidade de FBN, enquanto que o Dr. Yakov Okon, de Israel, enfatizava a síntese de auxinas. Apesar dos grandes avanços obtidos em estudos básicos, as primeiras estirpes comerciais de *Azospirillum* no Brasil tiveram sua eficiência agrônoma confirmada pela Embrapa Soja em 2004 e o primeiro inoculante comercial foi comercializado em 2009 (HUNGRIA, 2016).

Por fim, em 2012 a Embrapa Soja também comprovou a eficiência agrônoma da coinoculação da soja e do feijoeiro com rizóbios e as estirpes Ab-V5 e Ab-V6. Hoje, mais de 2,5 milhões de doses de inoculantes contendo *A. brasilense* são comercializadas anualmente para gramíneas no Brasil, além das doses para coinoculação da soja e do feijoeiro (HUNGRIA, 2016).

Dezenas de resultados vêm sendo publicados com as duas principais estirpes, *A. brasilense* Ab-V5 e AbV6, principalmente nas culturas do milho e do trigo, mas também há registro para o arroz (HUNGRIA, 2016). Os resultados obtidos indicam que, em expectativas de baixo a médio rendimento, pode ser empregados somente o N na base, acrescido ou não de 50% da dose em cobertura, enquanto que, para altos rendimentos, podem ser adicionados 75% da dose em cobertura, resultando em rendimento igual ou superior ao controle com 100% de N (HUNGRIA, 2016).

Segundo Hungria (2016) também há resultados indicando incremento na tolerância a estresses hídricos moderados e na resistência a patógenos.

Hoje, mais de 2,5 milhões de doses de inoculantes contendo *A. brasilense* são comercializadas anualmente para gramíneas no Brasil, além das doses para coinoculação da soja e do feijoeiro (HUNGRIA, 2016).

Ao contrário de *Bradyrhizobium*, que em geral “quanto mais, melhor”, no caso de *Azospirillum*, um potente produtor do fitormônio ácido indol acético, a dose deve ser exatamente a recomendada, caso contrário poderá até haver inibição do crescimento da soja (EMBRAPA, 2020).

2.4 CO-INOCULAÇÃO

Além da inoculação anual com *Bradyrhizobium*, a Embrapa passou a indicar, a partir de 2013, o uso conjunto de uma segunda bactéria para a inoculação da soja, em um processo denominado de coinoculação (HUNGRIA et al., 2013). Essa bactéria, *Azospirillum brasilense*, já havia sido recomendada pela Embrapa para as culturas de milho, trigo e arroz desde 2009 (HUNGRIA, 2011; HUNGRIA; NOGUEIRA, 2019).

A capacidade de FBN pelo *A. brasilense* é muito modesta, quando comparada à do *Bradyrhizobium*; contudo, o principal processo microbiano do *Azospirillum* consiste na síntese de fitormônios que promovem o crescimento vegetal, principalmente do sistema radicular, o que favorece a nodulação e a FBN realizada pelo *Bradyrhizobium*, além de trazer outros benefícios, como ampliação do sistema de raízes, o que aumenta o volume de solo explorado (EMBRAPA, 2020).

As plantas de soja coinoculadas com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* apresentam uma nodulação mais abundante e precoce (CHIBEBA et al., 2015; HUNGRIA et al., 2015), com ganho médio de produtividade de 16% (HUNGRIA et al., 2013), que é o dobro do proporcionado pela inoculação anual apenas com *Bradyrhizobium*.

Além disso, a coinoculação resulta em incremento impactante em vários parâmetros das raízes de soja, como número de ramificações, comprimento e densidade, incidência e comprimento dos pêlos, o que implica em maior absorção de água e nutrientes, além de maior superfície para nodulação e FBN (RONDINA et al., 2020).

Segundo Embrapa (2020) a coinoculação, embora seja uma tecnologia mais recente, encontra-se em franca expansão e já atinge cerca de 25% das áreas cultivadas com soja no Brasil, segundo informações da Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes – ANPII.

Durante a safra 2017/2018, cerca de 90% das lavouras comerciais de soja assistidas pelo Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater PR) que adotaram a inoculação da semente com as bactérias *Bradyrhizobium* tiveram um aumento médio de 1,8 saca por hectare. Já as propriedades que empregaram a

coinoculação (formulação das bactérias *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) observaram aumento de 5,6 sacas/ha (EMBRAPA, 2019).

Segundo Caprio (2017) estudos relacionados com a interação entre genótipos vs inoculação demonstram que há resposta diferenciada dos genótipos quando estes são inoculados com bactérias diazotróficas. E segundo o trabalho de Peixoto (2018) quando se refere à produtividade, a cultivar Monsoy 6410 respondeu positivamente à co-inoculação. As cultivares Brasmax Garra, Nidera 6909, Brasmax Ponta e TMG 7063 não alteraram a produtividade com a co-inoculação. Isso quer dizer que existe uma compatibilidade entre cultivares e inoculantes, onde algumas cultivares respondem à inoculação, e outras não.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado à campo na safra 2021/2022, em uma área agrícola comercial situada em Linha Cairú, Coronel Freitas – SC (26°54'01" S e 52°49'33" W) com 323m de altitude e clima Cfa segundo Köppen-Geiger. O solo da área é utilizado para lavoura a cerca de 20 anos, sendo semeadas na área as culturas de milho, soja, trigo, milheto, aveia e nabo forrageiro.

Os tratamentos foram organizados em parcelas no Delineamento experimental de Blocos casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições. Os 4 tratamentos foram:

- A inoculação da soja com *Bradyrhizobium japonicum*;
- A inoculação com *Azospirillum brasiliense*;
- A co-inoculação com os dois inoculantes citados;
- E o tratamento testemunha, que não teve inoculação.

A semeadeira utilizada tinha 9 linhas, com espaçamento de 45cm entre linhas. Cada passada da semeadeira contou com 2 tratamentos, tendo 3 linhas para cada tratamento. As linhas das extremidades laterais, e a linha central da semeadeira não foram consideradas para o experimento, sendo que nessas linhas as sementes não eram inoculadas. Ressaltando que cada repetição continha 5 metros de comprimento, então a área ocupada por cada repetição era de 6,75 m² (3 linhas de espaçamento 0,45m X 5m de comprimento). Cada repetição foi espaçada 0,5m uma da outra, no sentido da passada da semeadeira. E os tratamentos foram dispostos da seguinte maneira à campo:

Figura 1 – Ilustração da semeadura da soja, mostrando a disposição dos tratamentos à campo



Legenda:

Plantas não consideradas para o experimento	
Tratamento testemunha	
Sementes inoculadas com <i>A. brasiliense</i>	
Sementes inoculadas com <i>B. japonicum</i>	
Sementes co-inoculadas	

Fonte: Autor, 2022

A semeadeira começou implantando os tratamentos testemunha do lado esquerdo e *Azospirillum* do lado direito. Posteriormente, foi implantado o tratamento *Bradyrhizobium* do lado esquerdo, e o tratamento coinoculado do lado direito. A semeadura foi feita da seguinte forma para não haver possíveis contaminações de um tratamento com outro.

No lado esquerdo da semeadeira foi implantado primeiramente o tratamento testemunha, pois a semeadeira não tinha semeado nenhuma área com inoculante, e portanto, estava sem restos de inoculante no sistema na semeadeira. Então, na outra passada, no lado esquerdo da semeadeira, foi implantado o tratamento com *Bradyrhizobium*, pois deste lado não havia contaminação com *Azospirillum*, eliminando riscos de coinoculação no tratamento que a intenção é inocular somente com *Bradyrhizobium*. Já no lado direito da semeadeira foi implantado primeiramente o tratamento com *Azospirillum* na primeira passada da semeadeira, e na segunda passada

o tratamento coinoculado. Como o lado direito estava teoricamente contaminado com *Azospirillum*, e o tratamento a ser implantado é coinoculado, então teoricamente não há problema, pois a semente foi inoculada com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* na segunda passada da semeadeira.

3.1 SEMEADURA

A semeadura foi realizada dia 29/01/2022, na safrinha, após a colheita do milho (*Zea mays*). A adubação química foi feita na formulação NPK 4-24-12, na dosagem de 300 kg/ha. A cultivar utilizada foi a AS 3590 IPRO2 e densidade de 400.000 plantas por hectare.

A inoculação foi feita cerca de 30 minutos antes da semeadura, e os inoculantes estavam dentro do prazo de validade, em dosagem recomendada pelo fabricante.

O produto comercial de *Azospirillum* era do tipo líquido e tinha a concentração de 2×10^8 UFC/ mL, e foi utilizado na dosagem de 100 mL a cada 40 Kg de semente. O produto comercial de *Bradyrhizobium* era do tipo turfoso e tinha a concentração de 5×10^9 UFC/grama, sendo utilizado na concentração de 40 gramas a cada 40 Kg de semente.

Para a inoculação das sementes foi utilizado uma lona que foi estendida no chão, para que fossem espalhadas as sementes que iriam ser inoculadas; A inoculação com *Azospirillum* foi feita com um pulverizador costal. E a inoculação com *Bradyrhizobium* era feita espalhando a dosagem da turfa em cima da semente e depois misturando as sementes para uma melhor homogeneização.

3.2 TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO

O controle de plantas daninhas foi feito com Roundup WG, sendo a primeira aplicação com 30 dias após a semeadura, e a segunda com 48 dias após a semeadura. Para o controle de pragas e doenças, foram utilizados os produtos Fox, Engeo Pleno e

Connect, sendo realizados em 3 aplicações; sendo a primeira com 30 dias após a semeadura, a segunda com 48 dias após a semeadura, e a terceira com 63 dias após a semeadura, sendo que nas três aplicações foram utilizados os mesmos produtos.

3.3 ANÁLISE DE ALTURA DE PLANTAS NO ESTÁDIO V3 E R5

O estágio V3 é quando a planta está no estágio vegetativo e tem o terceiro trifólio desenrolado; e o estágio R5 é quando a planta está no estágio reprodutivo, e começa-se o processo de enchimento de grãos.

A medição da altura de plantas foi feita desde o começo do caule no solo até a gema apical da planta. A análise foi feita com auxílio de uma trena. Para cada repetição, analisou-se a altura de 20 plantas.

Para a medição do estágio V3, algumas das plantas já estavam em V4, porém para a medição foram medidas somente as plantas do estágio V3. Já na medição do estágio R5, todas as plantas encontravam-se no mesmo estágio de desenvolvimento.

3.4 ANÁLISE DE MASSA SECA DE PARTE AÉREA DAS PLANTAS

A análise foi feita quando as plantas estavam no estágio R6, que é quando o processo de enchimento de grãos foi concluído. Para essa análise foram utilizadas 10 plantas por repetição. As plantas foram cortadas na base do solo e após foram transportadas para a estufa de bromatologia da UFFS – *Campus* Chapecó, onde foram secas à temperatura de 50 \pm 5 graus Celsius até peso constante. Após a secagem, foi imediatamente feita a pesagem, com o uso de uma balança de precisão.

3.5 ANÁLISE DO TEOR DE NITROGÊNIO NA FOLHA

A análise foi feita no estádio R6. Para essa análise foram usadas as folhas do terço final da planta, ou seja, na parte apical da mesma. Para isso, foi feita a coleta das folhas, e a secagem na estufa de bromatologia da UFFS – *Campus Chapecó*, até peso constante. Após, as folhas foram moídas no moinho tipo Willey de material vegetal da UFFS, sendo que após cada moagem era feita a limpeza do moinho, para que um tratamento não se misturasse com outro.

Após feita a moagem das folhas, iniciou-se o processo da análise de teor de N, sendo que foi utilizado o método de TEDESCO et. al (1995). para analisar o teor de N na folha da soja. A análise do teor de N começou com a pesagem das folhas secas moídas de cada repetição, utilizando uma balança de precisão; após foi feita a digestão das amostras; e em seguida a destilação e a titulação.

3.6 CONTAGEM DE VAGENS POR PLANTA

A contagem de vagens por planta foi feita depois da maturação, sendo que para cada repetição eram analisadas 20 plantas.

É importante ressaltar que o número de vagens contadas não foram considerando o número de grãos, sendo então um indicativo de potencial produtivo que a planta pode ter; ou seja, a planta que teve vagens sem grãos foram contabilizadas da mesma forma. E as vagens com 1 ou 2 grãos também foram contabilizadas. Portanto, a produtividade não foi exatamente proporcional ao número de vagens.

3.7 COLHEITA E TRILHA

Na área do experimento, foram coletadas todas as plantas da área útil, separadas e identificadas devidamente conforme cada repetição. Após foram transportadas até a UFFS – *Campus Chapecó*, onde foram encaminhadas para a trilhadeira para colher os grãos de cada parcela.

3.8 CÁLCULO DA MASSA DE MIL GRÃOS

Para o cálculo da massa de mil grãos foi usada a metodologia do livro Regras para a Análise de Sementes, feito pelo MAPA (2009), onde se pesam 8 amostras de 100 sementes, e posteriormente colocadas na fórmula: Massa de mil grãos = (massa da amostra x 1000)/ número total de grãos.

O procedimento na prática foi de usar uma espátula com 100 furos para coletar os grãos de cada repetição, e posteriormente pesar em uma balança de precisão. Após as 8 pesagens de 100 grãos, que iriam representar uma parcela das 16, então colocava-se os valores na fórmula e calculou-se a massa de mil grãos.

Esse peso ainda foi corrigido a uma umidade padrão de 13%. Para isso, foi feita a medição de umidade de cada parcela, por meio de um medidor de umidade eletrônico, na sede Cooperalfa de Chapecó. Depois da aferição da umidade, então a média das 8 pesagens de 100 grãos foi corrigida a 13% de umidade.

3.9 CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE

Para o cálculo da produtividade, foram pesados todos os grãos da parcela com uma balança de precisão, e depois feita uma regra de 3 para saber qual o peso de sementes por hectare, sabendo que cada parcela tinha uma área de 6,75 m².

E, como no peso de mil sementes, após o resultado da produtividade, cada parcela foi corrigida à umidade de 13%.

3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise dos dados foi utilizado o software estatístico Sisvar, e as médias dos fatores qualitativos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p \leq 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 observa-se que o tratamento testemunha foi aquele em que o desenvolvimento da planta ficou mais retardado. Os tratamentos com coinoculação e com *Bradyrhizobium* não diferiram estatisticamente e foram os tratamentos com maior altura de plantas perante os demais tratamentos. Apesar de não ter sido avaliado a raiz das plantas e nem o número de nódulos na mesma, na teoria o tratamento coinoculado teria maior número de nódulos e maior área radicular, que é uma explicação de que este tratamento foi melhor do que o tratamento testemunha; pois se a planta ter maior número de nódulos e maior área radicular, a tendência é de a mesma crescer mais.

Apesar do tratamento coinoculado ter a tendência de ser maior, não diferiu estatisticamente do tratamento com *Bradyrhizobium*. E o tratamento com *Bradyrhizobium* não diferiu do tratamento com *Azospirillum*. Porém todos os tratamentos diferiram do tratamento testemunha, tendo maior altura.

Tabela 1 – Variável de altura de plantas no estágio V3 da soja, com a inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*

Tratamento	Variável
	Altura em V3 (cm)
Coinoculado	26,15 a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	25,40 ab
<i>Azospirillum brasiliense</i>	24,63 b
Testemunha	22,28 c
CV (%)	2,49

*Médias seguidas de mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Já na tabela 2 observou-se uma diferença mais visível de altura de plantas, sendo que o tratamento coinoculado teve os melhores resultados. Esse resultado se deve hipoteticamente à raiz melhor desenvolvida, pois o tratamento de *Azospirillum* + *Bradyrhizobium* teoricamente proporciona à planta uma raiz maior, e com mais nódulos de *Bradyrhizobium*. Então provavelmente, como a raiz é maior, cobre maior área

radicular e capta mais nutrientes do solo, além de mais nitrogênio pela maior quantidade de nódulos de *Bradyrhizobium*.

Notou-se que todos os tratamentos diferiram entre si, sendo que a o tratamento com somente *Azospirillum* foi superior ao tratamento testemunha; o tratamento com *Bradyrhizobium* foi superior aos 2 anteriores, pelo provável aporte maior de N para as plantas; e o tratamento coinoculado aparentemente absorveu mais N que todos os tratamentos, pelo resultado de altura maior.

Nos resultados encontrados em altura de plantas por Manteli et al. (2019), também houve diferença estatística entre o tratamento coinoculado e os demais.

Tabela 2 – Variável de altura de plantas no estágio R5 da soja, com a inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*

Tratamento	Variável
	Altura em R5 (cm)
Coinoculado	65,77 a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	60,28 b
<i>Azospirillum brasiliense</i>	56,01 c
Testemunha	51,86 d
CV (%)	0,79

*Médias seguidas de mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 3 – Variável de massa seca de parte aérea da planta de soja, submetida à inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tratamento	Variável
	Massa seca de parte aérea (g)
Coinoculado	252,47 a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	203,56 b
<i>Azospirillum brasiliense</i>	185,91 b
Testemunha	157,76 c
CV (%)	6,06

*Médias seguidas de mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A diferença mais visível entre os tratamentos com *Azospirillum brasiliense*, *Bradyrhizobium japonicum* e o tratamento coinoculado foi a massa seca de parte aérea. Olhando-se a altura de plantas, observou-se certa diferença entre um tratamento e outro, porém, a diferença mais visível (à campo) era a de que o tratamento co-inoculado estava mais estruturado, e fechou mais rapidamente as entrelinhas por ter uma estrutura maior.

Observa-se na tabela 3 que o resultado da massa seca de parte aérea do tratamento coinoculado teve uma vantagem considerável perante aos 2 outros melhores tratamentos que foram os inoculados com *Bradyrhizobium* e o tratamento com *Azospirillum*. Uma provável explicação para o tratamento com *Bradyrhizobium* não diferir do *Azospirillum* seria a de que o tratamento com *Bradyrhizobium* foi inoculado com *Bradyrhizobium*, e por isso teria maior quantia de nódulos na raiz, perante ao tratamento sem *Bradyrhizobium*; Porém, como o tratamento com *Azospirillum* teoricamente faz a raiz crescer mais, pode aportar maior número de nódulos de *Bradyrhizobium*, já que a área tem histórico de inoculação com *Bradyrhizobium*, e portanto fica uma população de *Bradyrhizobium* de um ano para outro no solo. Então mesmo sem a inoculação com *Bradyrhizobium*, o tratamento com *Azospirillum* teoricamente também teria nódulos de *Bradyrhizobium*; e pode ser um motivo de um tratamento não diferir do outro. Já o tratamento testemunha já se esperava ser o inferior, pelo motivo de não ter sido inoculado com nenhum inoculante.

De acordo com GITTI (2016) também foi observado o aumento de massa seca de parte aérea de plantas com a coinoculação, pela razão da maior área radicular das plantas, e a conseqüente absorção maior de nutrientes e água pela planta.

Tabela 4 – Variável de teor de nitrogênio na folha da soja, sendo a mesma submetida à inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tratamento	Variável
	Teor de Nitrogênio na folha (%)
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	2,95 a
Testemunha	2,78 a
<i>Azospirillum brasiliense</i>	2,67 a
Coinoculado	2,65 a
CV (%)	7,92

*Médias seguidas de mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como está mostrando na tabela 4, não houve diferença estatística entre tratamentos, portanto a inoculação ou a não inoculação não interfere na concentração de nitrogênio foliar da planta.

De acordo com o trabalho de Schneider et al. (2017), em que o mesmo avaliou o teor de N foliar, porém no estágio R2 da soja, também não houve diferença estatística entre os tratamentos com e sem inoculação no teor de N nas folhas.

Hipoteticamente o nitrogênio captado por *Bradyrhizobium* não dá maior concentração de N na folha, e sim produz maior número de folhas e maior massa seca na planta, como foi visto nos dados anteriores.

Tabela 5 – Variável de número de vagens por planta de soja, diante da inoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tratamento	Variável
	Número de vagens por planta
Coinoculado	50,82 a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	36,75 b
<i>Azospirillum brasiliense</i>	30,83 c
Testemunha	23,77 d
CV (%)	6,87

*Médias seguidas de mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com o trabalho de Manteli et al. (2019), também houve aumento no número de vagens da coinoculação perante ao tratamento com *Bradyrhizobium*.

Uma possível explicação para o tratamento coinoculado ter maior número de vagens é a de a planta ter um porte maior, que se observou na análise de massa seca de parte aérea. E quanto maior a estrutura de planta, maior espaço há para a inserção de vagens.

Todos os tratamentos diferiram entre si, seguindo a tendência do tratamento coinoculado ser o tratamento com maior valor; pelos motivos do provável sistema radicular maior e com maior número de nódulos de *Bradyrhizobium*.

Tabela 6 – Variável de massa de mil grãos de soja, comparando a massa dos grãos de soja inoculada com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tratamento	Variável
	Peso de mil sementes (g)
Coinoculado	172,35 a
<i>Azospirillum brasiliense</i>	171,53 a
Testemunha	171,24 a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	171,19 a
CV (%)	0,85

*Médias seguidas de mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No trabalho de Manteli et al. (2019), a massa de mil grãos teve interferência com as inoculações de *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, coinoculação e testemunha, seguindo a ordem de coinoculação sendo o tratamento de maior massa de grãos, seguido de *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* e testemunha; Enquanto que nesse trabalho a massa de mil grãos não teve interferência da inoculação, não diferindo de um tratamento para outro.

Uma possível explicação é que nesse trabalho não houve diferença na massa de mil grãos, porém houve diferença nas vagens por planta. No trabalho de Manteli et al. (2019) também houve diferença nas vagens por planta, porém essa diferença não foi tão expressiva em média, pois houve diferença de 3 vagens na média entre o tratamento coinoculado e o tratamento com *Bradyrhizobium*; enquanto que esse trabalho observou aumento de aproximadamente 14 vagens do tratamento coinoculado em relação ao tratamento testemunha. Observando os dados, é provável que a diferença pode estar relacionada à cultivar da soja, em que a cultivar do trabalho de Manteli et al. (2019) pode estar mais propícia a aumentar a massa do grão, do que a produzir maior número de vagens. Já a cultivar desse trabalho somente aumentou o número de vagens, e a massa de mil grãos não diferiu.

Tabela 7 – Variável de produtividade de soja, com a inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Tratamento	Variável
	Produtividade (sacas.ha ⁻¹)
Coinoculado	40,34 a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	37,10 a
<i>Azospirillum brasiliense</i>	31,27 b
Testemunha	28,90 b
CV (%)	6,06

*Médias seguidas de mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os tratamentos que foram inoculados com *Bradyrhizobium* não diferiram, que são o próprio tratamento com *Bradyrhizobium* e o tratamento coinoculado. A tendência do tratamento coinoculado ser o melhor em produtividade não foi realizada perante ao tratamento com *Bradyrhizobium*, porém foi superior aos tratamentos *Azospirillum* e testemunha.

E com os dados da tabela, observou-se que a tendência que os tratamentos com *Azospirillum* tinham em aumentar a produtividade não foram realizados, pois o tratamento testemunha não diferiu do tratamento com *Azospirillum*, e o tratamento coinoculado (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) não diferiu do tratamento com *Bradyrhizobium*.

Uma possível explicação novamente é a cultivar utilizada, pois no trabalho de Peixoto (2018) foi constatado que de 5 cultivares de soja, somente uma teve resultado positivo em produtividade com a coinoculação, enquanto que as outras 4 não alteraram a produtividade com a coinoculação. Mas é importante ressaltar que nesse trabalho o tratamento com coinoculação aumentou a produtividade da soja em 39,54% em relação ao tratamento testemunha.

5 CONCLUSÕES

Concluiu-se que o tratamento coinoculado proporcionou um porte maior às plantas, tanto em altura de plantas, como em massa seca de parte aérea, e aportou maior número de vagens por planta.

Porém, as variáveis de peso de mil grãos e teor de nitrogênio na folha não tiveram interferência da inoculação nos resultados.

Já na produtividade, o tratamento coinoculado teve produtividade 39,54% maior do que o tratamento testemunha.

Com a soja custando R\$ 180, o tratamento coinoculado daria um incremento de R\$ 2059,2 por ha em relação ao tratamento testemunha. Esse aumento é muito superior diante do custo do inoculante, portanto é recomendável fazer o uso da coinoculação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. ***Azospirillum* – plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996)**. Canadian Journal of Microbiology, v.43, p.103-121, 1997.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G ; DE-BASHAN, L.E. ***Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003)**. Canadian Journal of Microbiology, v.50, p.521-577, 2004.

CAPRIO, C. H. **Interação de variedades de milho sob inoculação com *Azospirillum brasilense* em diferentes épocas de semeadura**. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150174/caprio_ch_me_jabo.pdf?sequence=4 . 2017.

CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. F.; BRITO, O. R.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. **Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation**. American Journal of Plant Sciences, v. 6, p. 1641-1649, 2015.

DOBBELAERE, S.; CROONRNBOGHES, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. **Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum***. Australian Journal of Plant Physiology, v.28, p.871-879, 2001.

EMBRAPA. **Técnicas de inoculação de bactérias aumentam produtividade da soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/42282400/tecnicas-de-inoculacao-de-bacterias-aumentam-produtividade-da-soja>. Brasília, 2019.

EMBRAPA. **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2019/2020 no Paraná**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220542/1/CIrc-Tec-166.pdf>. Londrina, 2020.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. Londrina, 2020.

GIONGO, Adriana. **Diversidade de *Bradyrhizobium elkanii* e *B. japonicum* que nodulam soja em solos do Rio Grande do Sul.** Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12021>. Porto Alegre, 2007.

GITTI, D. C. **Inoculação e coinoculação na cultura da soja.** Fundação MS, Tecnologia e Produção: Soja 2015/2016. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/234/234/newarchive-234.pdf>. 2016.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/564908/a-importancia-do-processo-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-para-a-cultura-da-soja-componente-essencial-para-a-competitividade-do-produto-brasileiro>. Londrina, 2007.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).

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, 2013.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability.** *American Journal of Plant Sciences*, v. 6, p. 811-817, 2015.

HUNGRIA, Mariangela. ***Azospirillum*: Um velho novo aliado.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150694/1/Mariangela-Hungria-Azospirillum-Fertbio.pdf>. Londrina, PR, 2016.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. **Tecnologias de inoculação da cultura da soja: mitos, verdades e desafios**. In: KAPPES, C. (Ed.). Boletim de Pesquisa 2019/2020. Rondonópolis: Fundação MT, 2019. p. 50-62. (Fundação MT. Boletim, 19).

MANTELI, C.; ROSA, G. M.; CARNEIRO, L. V.; POSSENTI, J. C.; STEFENI, A. R.; SCHNEIDER, F. L.. **Inoculação e coinoculação de sementes no desenvolvimento e produtividade da cultura da soja**. Revista Cultivando o Saber, v. 12, n. 2, p. 111-122, 2019. Disponível em: https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5d444a72d8ddc.pdf. 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para a análise de sementes**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Brasília, 2009.

PEIXOTO, H. D. **Co-inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliensis* em diferentes cultivares de soja**. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2387/1/PEIXOTO.pdf>. Cerro Largo, 2018.

RONDINA, A. B. L.; SANZOVO, A. W. S.; GUIMARÃES, G. S.; WENDLING, J. R.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. **Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates**. Biology and Fertility of Soils, v. 56, p. 537-549, 2020.

SCHNEIDER, F.; PANIZZON, L. C.; SORDI, A.; LAJÚS, C. R.; CERICATO, A.; KLEIN, C.. **Eficiência agronômica da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) submetida à coinoculação**. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6294992.pdf>. Curitiba, 2017.

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. **Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.)**. Applied and Environmental Microbiology, v.37, p.1016-1024, 1979

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN H., VOLKWEISS, S.J.. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, 1995.

ZILLI, J.E.; CAMPO, R.J.C.; RIBEIRO, K.G.; GIANLUPPI, V.; SMIDERLER O.J.; HUNGRIA, M. **Utilização de inoculantes de *Bradyrhizobium* no cultivo nos cerrados de Roraima.** In: Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) na Cultura da Soja no Brasil. Boa Vista: Embrapa Roraima, PP.9. 2005.