

UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA
FACULDADE UNIGUAÇU
ENGENHARIA AGRÔNOMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

EDUARDO GHISLERI MARIA

**INOCULAÇÃO TURFOSA EM SEMENTES DE SOJA, SUBMETIDAS À
DIFERENTES HORÁRIOS EM PRÉ-SEMEADURA**

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2024

EDUARDO GHISLERI MARIA

INOCULAÇÃO TURFOSA EM SEMENTES DE SOJA, SUBMETIDAS À DIFERENTES HORÁRIOS EM PRÉ-SEMEADURA

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Agrônoma da Faculdade
UNIGUAÇU.

Orientadora: Dra. Graciela Maiara Dalastra

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

EDUARDO GHISLERI MARIA

INOCULAÇÃO TURFOSA EM SEMENTES DE SOJA, SUBMETIDAS À DIFERENTES HORÁRIOS EM PRÉ-SEMEADURA

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Agrônômica apresentado, sob a orientação da professora Dra. Graciela Maiara Dalastra, aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade UNIGUAÇU, pela seguinte banca examinadora:

Professora Orientadora Dra. Graciela Maiara Dalastra
Faculdade UNIGUAÇU

Professor Me. Herivelto Beck
Faculdade UNIGUAÇU

Professor Dr. Rodrigo Tinini
Faculdade UNIGUAÇU

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 21 DE OUTUBRO DE 2024.

A folha devidamente assinada está sob guarda da secretaria do curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria ao longo dessa jornada. Sem sua presença nada disso seria possível.

Agradeço especialmente aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo amor, apoio e orientação incondicionais. Vocês são a base de tudo que conquistei até hoje.

A minha família, que sempre incentivou e acreditou no meu potencial, meu sincero agradecimento.

Minha profunda gratidão à orientadora Dra. Graciela Maiara Dalastra, por toda dedicação, paciência e valiosas orientações. Sua experiência e conhecimentos foram essenciais para realização deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho. Cada palavra, cada conselho e gesto de apoio foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

RESUMO

Na cultura da soja o nitrogênio é o nutriente mais limitante da produção de grãos, estima-se que para a produção de 1 tonelada de grãos de soja são necessários 80 kg de N, dos quais cerca de 60 kg são exportados e 20 kg permanecem no sistema de produção. Essa alta demanda por N pode ser suprida pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), através da inoculação em sementes de soja, cujo valor é relativamente baixo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da inoculação turfosa em diferentes horários pré semeadura da soja, utilizando bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Faculdade UNIGUAÇU, localizada no município de São Miguel do Iguaçu/PR, no ano agrícola de 2023. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) em vasos, sendo cinco tratamentos e quatro repetições. T1 - inoculação 72 horas pré-semeadura, T2 - inoculação 48 horas pré semeadura, T3 - inoculação 18 horas pré semeadura, T4 - inoculação na hora da semeadura, T5 – testemunha (sem inoculação). Aos 50 dias após o plantio as plantas foram avaliadas quanto a sua altura (AL), comprimento de raiz (CR), número de nódulos por planta (NNP), número de nódulos viáveis (NNV), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca de parte aérea (MFA), massa seca de parte aérea (MSA). A inoculação no momento da semeadura (T4) foi a mais eficiente, proporcionando maior altura de planta, comprimento de raiz, número de nódulos, nódulos viáveis, massa fresca de raiz e parte aérea, já os tratamentos com maior antecedência apresentaram desempenho inferior, especialmente os tratamentos com inoculação 72 e 48 horas antes do plantio, que resultou em menor comprimento de raiz. Resultados evidenciam que a inoculação realizada no momento da semeadura otimiza o desenvolvimento radicular e a nodulação, favorecendo o crescimento da planta e a eficiência da fixação biológica de nitrogênio.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium*. Fixação biológica. *Glycine max L*.

ABSTRACT

In soybean cultivation, nitrogen is the most limiting nutrient for grain production. It is estimated that for the production of 1 ton of soybeans, 80 kg of nitrogen (N) are required, of which about 60 kg are exported, and 20 kg remain in the production system. This high demand for N can be met through biological nitrogen fixation (BNF) via inoculation of soybean seeds, which is relatively inexpensive. The present study aimed to evaluate the effects of peat-based inoculation at different pre-sowing times in soybeans, using bacteria of the genus *Bradyrhizobium*. The experiment was conducted in a greenhouse at UNIGUAÇU College, located in the municipality of São Miguel do Iguaçu/PR, during the 2023 agricultural year. The experimental design was a randomized block design (RBD) in pots, with five treatments and four replications. T1 - inoculation 72 hours before sowing, T2 - inoculation 48 hours before sowing, T3 - inoculation 18 hours before sowing, T4 - inoculation at sowing, and T5 - control (without inoculation). Fifty days after planting, the plants were evaluated for plant height (PH), root length (RL), number of nodules per plant (NNP), number of viable nodules (NNV), fresh root mass (FRM), dry root mass (DRM), fresh shoot mass (FSM), and dry shoot mass (DSM). Inoculation at sowing (T4) was the most efficient, resulting in the highest plant height, root length, number of nodules, viable nodules, fresh root mass, and shoot mass. Treatments with earlier inoculation showed inferior performance, especially the treatments with inoculation 72 and 48 hours before sowing, which resulted in reduced root length. The results indicate that inoculation at the time of sowing optimizes root development and nodulation, promoting plant growth and enhancing the efficiency of biological nitrogen fixation.

Key word: *Bradyrhizobium*. fixation biological. *Glycine max L.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 JUSTIFICATIVA	13
3 OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo geral	14
3.2 Objetivos específicos	14
4 REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 A cultura da soja.....	15
4.2 Importância econômica da soja.....	16
4.3 Fixação biológica do nitrogênio (FBN).....	17
4.4 Inoculação de sementes	17
4.5 Inoculante turfoso.....	18
5 MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1 Local do experimento	20
5.2 Delineamento experimental.....	20
5.3 Condução do experimento	21
5.4 Análise estatística	27
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
7 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de satélite mostrando a localização onde foi conduzido o experimento na Faculdade Uniguaçu	20
Figura 2 - Inoculante turfoso	21
Figura 3 - Semente utilizada	21
Figura 4 - Mistura e enchimento dos vasos	22
Figura 5 - Enchimento dos recipientes com semente	23
Figura 6 - Sementes inoculadas	23
Figura 7 - Plantas após desbaste e rega	23
Figura 8 - Medição do comprimento da raiz (CR)	24
Figura 9 - Nódulos	25
Figura 10 - Corte dos nódulos	25
Figura 11 - Pesagem da amostra	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos tratamentos	21
Tabela 2 - Altura de planta (AP); Comprimento de raiz (CR); Número de nódulos por planta (NNP); Número de nódulos viáveis por planta (NNV)	28
Tabela 3 - Massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca de parte aérea (MFA), massa seca de parte aérea (MSA)	30

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das culturas agrícolas mais importantes no cenário global, destacando-se tanto pela sua relevância econômica quanto pelo seu papel na sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Sempre com mais tecnologias e experimentos sendo efetuados para que se melhore o potencial produtivo da cultura.

Na safra 2023/24 a produção agrícola brasileira foi estimada em 298,6 milhões de toneladas, queda de 6,6%, em relação à colheita da safra 2022/23. As condições climáticas adversas desempenharam um papel significativo nessa safra, afetando o desenvolvimento das culturas desde o plantio até as fases reprodutivas. Como consequência, observou-se uma quebra na safra nas principais regiões produtoras do país em comparação ao ciclo 2022/23 (Conab, 2024).

Para o desenvolvimento desta cultura, o componente químico que ganha grande destaque é o Nitrogênio (N). Obtido a partir da decomposição da matéria orgânica, fertilizantes nitrogenados e associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (Hungria *et al.*, 2001).

Dentre as três principais fontes de nitrogênio para as plantas, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) destaca-se sendo a mais importante. Realizada por bactérias simbióticas, como os rizóbios, esse processo é essencial para a cultura da soja, contribuindo com cerca de 50% de todo o nitrogênio fixado na Terra. Além de reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados, a FBN promove uma agricultura mais sustentável e eficiente (Hungria *et al.*, 2007).

Na cultura da soja, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) é realizada por bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que fazem parte do grupo dos rizóbios. Essas bactérias estabelecem uma relação simbiótica com a planta, levando à formação de nódulos nas raízes, onde ocorre a FBN. Dentro desses nódulos, as bactérias capturam o nitrogênio atmosférico e o convertem em uma forma que a planta pode utilizar (Zilli, 2012).

A inoculação de sementes de soja com bactérias fixadoras de nitrogênio é uma tecnologia essencial para o cultivo no Brasil (Zilli *et al.*, 2010). O objetivo central da inoculação de leguminosas é garantir uma quantidade adequada de rizóbios na área das raízes, assegurando uma nodulação eficiente (Katiyar, 1993). O uso de inoculantes com *Bradyrhizobium* proporciona uma economia anual estimada em cerca

de US\$ 3 bilhões quando comparado ao uso de fertilizantes nitrogenados (Fagan *et al.*, 2007).

Entre as várias tecnologias de inoculantes utilizadas na cultura da soja, o turfoso tem sido amplamente utilizado como meio para a maioria dos inoculantes vendidos no Brasil e em outros países. Esse material continua sendo considerado apropriado, pois não só permite a preservação de um grande número de bactérias viáveis, mas também oferece proteção física contra condições adversas do solo (Lupwayi *et al.*, 2005).

Nesse contexto, o presente trabalho visa avaliar o impacto da inoculação turfosa em sementes de soja quando realizada em diferentes horários pré-semeadura, visando identificar o período ideal para maximizar a nodulação, a fixação biológica de nitrogênio e o desenvolvimento das plantas.

2 JUSTIFICATIVA

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das principais culturas agrícolas no Brasil, desempenhando um papel crucial na economia e no fornecimento de alimentos. A demanda por essa *commodity* tem aumentado constantemente, o que levou os produtores a buscarem formas de aumentar a produtividade de suas lavouras.

Uma das abordagens promissoras é a utilização da inoculação turfosa com bactérias fixadoras de nitrogênio, como o *Bradyrhizobium*, para promover a fixação biológica do nitrogênio atmosférico e conseqüentemente, reduzir a dependência de fertilizantes nitrogenados.

Além do mais, a diminuição do emprego de fertilizantes representa uma ação que contribui para a mitigação da degradação ambiental decorrente do cultivo da soja. Nesse sentido, é de suma importância a investigação de alternativas que possam reduzir o impacto ambiental sem comprometer a excelência da produção de soja (Lopes, 2016).

Dentre os veículos de inoculação de bactérias diazotróficas, o turfoso é considerado o mais utilizado no Brasil. A turfa possibilita a viabilidade de um grande número de células, protegendo-as também das adversidades do solo (Guimarães; Baldani; Jacob, 2013). No entanto, estudos comparando diferentes tempos de aplicação de turfa são escassos.

Com base nos resultados obtidos, é possível fornecer informações relevantes aos agricultores, orientando-os sobre a melhor estratégia de inoculação turfosa para otimizar a produção de soja de forma sustentável e economicamente viável.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento da cultura da soja quando submetida à antecipação da inoculação turfosa em diferentes horários pré-semeadura.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para facilitar o alcance do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar o número de nódulos por planta, o número de nódulos viáveis;
- b) Avaliar o comprimento da raiz, a massa seca e a massa fresca da raiz;
- c) Avaliar a parte aérea das plantas, considerando a altura, massa fresca e a massa seca de parte aérea;
- d) Determinar a influência da antecipação em horas da inoculação turfosa.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das culturas mais relevantes para a economia global. Seus grãos são amplamente utilizados na agroindústria, em especial na produção de óleo vegetal e rações para animais. Além disso, tem-se aplicação na indústria química e alimentícia. Já nos últimos anos, o uso da soja como fonte alternativa de biocombustível tem ganhado destaque (Costa neto *et al.*, 2000).

Planta de origem asiática, que passou por mudanças significativas ao longo dos anos, conhecido no passado como soja selvagem, se caracterizava por ser uma planta rasteira que se desenvolvia nas proximidades de rios e lagos (Mozzaquatro *et al.*, 2017).

Originalmente associada a países de clima temperado, a cultura da soja passou por um processo de adaptação ao clima tropical. Atualmente é uma das culturas mais amplamente cultivadas em todo o Brasil, contribuindo significativamente para o produto interno bruto do país (PIB). Seu cultivo teve início na região Sul na década de 1970 e, a partir dos anos 1980, expandiu-se de forma significativa para a região do cerrado (Domingues *et al.*, 2014).

A soja é uma planta herbácea pertencente à família das leguminosas, do gênero *Glycine* L, possui uma grande variedade de cultivares, apresentando diversidade no ciclo de desenvolvimento, no Brasil, os ciclos das variedades geralmente variam entre 100 e 160 dias (Gava, 2008).

As cultivares de soja são classificadas em grupos de maturações precoce, semi-precoce, médio, semi-tardio e tardio, conforme a região, sendo o seu ciclo dividido em duas fases, a vegetativa, que vai da emergência até a abertura das primeiras flores, e a reprodutiva, que se estende do início da floração até a maturação do grão (Gava, 2008).

A planta possui um sistema radicular caracterizado como pivotante, com uma raiz principal robusta e várias raízes secundárias que formam muitos perfilhos. Essas raízes secundárias abrigam os nódulos que contêm a bactéria *Rhizobium*, responsável pela fixação de nitrogênio (Hasse, 1996).

Comparada a outras culturas, a soja se destaca por sua elevada produção de proteína por hectare, o que eleva seu valor econômico. Esses fatores, entre outros, fazem da soja uma cultura amplamente disseminada e fundamental para o

crescimento do PIB brasileiro, em conjunto com outras cadeias do agronegócio. A crescente demanda por soja, impulsionada pela versatilidade do grão, tem intensificado sua produção no Brasil, exigindo um aumento contínuo para atender às necessidades do mercado global (Aprosoja Brasil, 2020).

4.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA

Nos últimos anos, a agricultura brasileira tem se modernizado, impulsionando a produção de várias culturas, especialmente de grãos. A soja *Glycine max L. Merrill* se destaca como o principal grão cultivado no país, desempenhando um papel crucial na economia nacional. Em 2020, o Brasil consolidou sua posição como maior produtor mundial de soja, alcançando uma produção de 135,4 milhões de toneladas em uma área de 38,5 milhões de hectares (Conab, 2021).

A produção de grãos no Brasil para a safra 2023/2024 está estimada em 299,27 milhões de toneladas, representando uma queda de 6,4% em relação à safra anterior. A diminuição registrada em comparação com o ciclo anterior, é atribuída principalmente à intensidade do fenômeno El Niño que afetou negativamente o comportamento climático desde o início do plantio, impactando até mesmo as fases de reprodução das lavouras de primeira safra, plantadas até o final de outubro, nas principais regiões produtoras do país (Conab, 2024).

Segundo Hiracury e Lazzarotto (2014) a soja tem conquistado uma parcela cada vez maior nas exportações do agronegócio. Com uma taxa anual de crescimento em torno de 13,73%, o valor das exportações atingiu a marca de US\$ 30,961 bilhões. Isso representa cerca de 30,97% das exportações totais do agronegócio e cerca de 12,78% das exportações do país.

De acordo com Hiracury e Lazzarotto (2014), a relevância socioeconômica da soja para o Brasil está vinculada à mobilização de um vasto número de agentes e organizações envolvidos em diversos setores econômicos e sociais como:

“Empresas de pesquisa e desenvolvimento, fornecedores de insumos, indústrias de máquinas e equipamento, produtores rurais, cooperativas agropecuárias, cooperativas agroindustriais, processadoras, produtores de óleo, fabricantes de ração e usinas de biodiesel, dentre outras.”

4.3 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO (FBN)

Para o desenvolvimento adequado da cultura da soja, o nutriente requerido em grande quantidade pela cultura é o nitrogênio, isso pelo fato de o grão de soja ser muito rico em proteínas. Conseqüentemente, para que se consiga produzir 3.000kg de soja/há necessitaria de 240kg de N, dessa quantidade 195kg estariam sendo retirados da lavoura pelos grãos (Hungria, 2001).

A atmosfera contém aproximadamente 78% de gás N₂. No entanto, o principal desafio para a fixação desse elemento é a presença de uma tripla ligação, que o torna estável em temperatura ambiente (Vieira, 2017). Dessa forma, apesar de sua abundância, os organismos, como plantas e animais, não conseguem utilizar esse elemento diretamente, pois são eucariotos.

A FBN a partir de um processo de simbiose entre planta e bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Conforme Graham e Vance (2003), a associação simbiótica entre essas plantas e os rizóbios representa a principal fonte de nitrogênio fixado biologicamente em sistemas agrícolas.

As bactérias se instalam nas raízes da planta, formando nódulos em troca de abrigo e nutrientes. Nesse modo, convertem o nitrogênio atmosférico (N₂) em amônia (NH₃), que a planta usa para formar proteínas e tecidos, capturando assim grandes quantidades de N₂ da atmosfera anualmente (Boschiero, 2022). No Brasil, graças à eficiência da FBN, a inoculação, que consiste em adicionar bactérias do gênero *Bradyrhizobium* às sementes durante a semeadura, elimina completamente a necessidade de fertilizantes nitrogenados nas plantações de soja (Hungria *et al.*, 2017).

A Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN), tem se mostrado uma alternativa eficaz comparada a adubação nitrogenada, promovendo elevadas produtividades na cultura da soja. A eficiência desse processo é influenciada por diversos fatores, tais como, condições de solo e clima, bem como práticas de manejo agrícola, como o tratamento químico de sementes antes da inoculação (Braccini *et al.*, 2016).

4.4 INOCULAÇÃO DE SEMENTES

A prática que consiste no uso de inoculantes em sementes de leguminosas, como a soja, é fundamental, pois promove o crescimento vegetal saudável e conseqüentemente aumenta a produtividade, fornecendo à planta a quantidade necessária de nitrogênio (N) através de uma simbiose. A bactéria responsável pela

inoculação são as do gênero *Bradyrhizobium*, que é aplicado nas sementes e posteriormente infecta as raízes da soja, iniciando o processo de formação dos nódulos onde ocorre a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN) (Hungria *et al.*, 2007).

As bactérias do gênero *Bradyrhizobium* estão entre os principais microrganismos utilizados na produção de inoculantes, no cultivo de soja, recomenda-se a inoculação anual das sementes, mesmo que inoculantes já tenham sido utilizados em safras anteriores, prática conhecida como inoculação anual. Trata-se de uma técnica de manejo simples e de baixo custo, que contribui para o aumento da produção de grãos de soja. Em áreas onde a cultura não foi cultivada anteriormente ou que ficaram sem semeadura por um longo período, a inoculação das sementes torna-se ainda mais crucial (Silveira, 2021).

Durante a inoculação das sementes, é necessário tomar alguns cuidados, tanto na aplicação quanto no ambiente em que o processo é realizado, como, por exemplo, realizar a inoculação à sombra para evitar a exposição direta à luz solar, tanto durante a inoculação quanto no plantio. Isso é essencial para garantir a máxima eficácia da inoculação e, conseqüentemente, aumentar a produtividade. Outro aspecto importante a ser considerado durante a inoculação é a escolha dos fungicidas e macronutrientes, para evitar qualquer tipo de incompatibilidade que possa comprometer a nodulação e a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN). Para evitar problemas, é recomendado aplicar ambos os produtos, esperar que sequem completamente e só então realizar a inoculação (Silveira, 2021).

4.5 INOCULANTE TURFOSO

No século passado, a prática da inoculação já era comum, sendo realizada na Inglaterra através do transporte de solo de campos de alfafa já estabelecidos para novas áreas onde se pretendia cultivar essa leguminosa. No final desse mesmo período, surgiram os primeiros inoculantes comerciais, que eram produzidos em diferentes formas, como ágar, líquido, solo esterilizado e culturas secas em algodão (HUNGRIA *et al.*, 1994). Somente no final da década de 1920, com a introdução da turfa, houve um aumento significativo na aplicação de inoculantes, sendo esse substrato o mais utilizado globalmente até os dias atuais (Smith, 1997).

A turfa é considerada um dos melhores suportes para a produção de inoculantes comerciais em pó, mas deve cumprir certos requisitos de qualidade, como alta capacidade de reter umidade, facilidade de processamento, não ser tóxica para

as bactérias, permitir esterilização eficiente, ser amplamente disponível, ter baixo custo e aderir bem às sementes (Smith, 1992).

Embora a turfa seja amplamente reconhecida como o melhor veículo para transportar bactérias, sua aderência às sementes é limitada, o que torna necessário o uso de adesivos, como uma solução açucarada, para melhorar essa fixação (Brandão Junior, 1999).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Faculdade UNIGUAÇU (Figura 1), localizada no Município de São Miguel do Iguaçu, região Oeste do Paraná, compreendida pelas coordenadas geográficas 25°21'13"S; 54°15'18"W, entre os meses de setembro a novembro de 2023.

Figura 1 - Imagem de satélite mostrando a localização onde foi conduzido o experimento na Faculdade UNIGUAÇU.



Fonte: Google Earth, 2024.

Conforme a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfa – Clima Subtropical Úmido (Mesotérmico), com média do mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes.

5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

No experimento foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições cada, totalizando vinte parcelas. Os tratamentos são diferenciados em diferentes horas pré-plantio, quatro tratamentos foram submetidos a inoculação turfosa contendo bactérias do gênero *B. elkani* (SEMIA 5019) e *B. japonicum* (SEMIA 5079) na concentração de 5×10^9 UFC*/g (unidade formada de colônias), com dose de 500g para cada 50 Kg de semente (dose

recomendada pelo fabricante), conforme figura 2, e o último tratamento correspondendo a testemunha, sem inoculação, como detalhado na tabela 1.

Figura 2 - Inoculante turfoso



Fonte: Autor, 2023.

Tabela 1 - Distribuição dos tratamentos

Tratamento 1	Inoculação 72 horas antes do plantio
Tratamento 2	Inoculação 48 horas antes do plantio
Tratamento 3	Inoculação 18 horas antes do plantio
Tratamento 4	Inoculação na hora do plantio
Tratamento 5	Testemunha sem inoculação

Fonte: Autor, 2024.

5.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A cultivar de soja utilizada no experimento é a Monsoy 5947 IPRO (semente já tratada), de hábito de crescimento indeterminado e porte ereto, com ciclo médio de 125 dias (Figura 3).

Figura 3 - Semente utilizada



Fonte: Autor, 2023

Sua semeadura foi realizada em vasos de 11 litros, sendo plantada 5 sementes por vasos no período inicial, a porção utilizada para enche-los 1:1:1, partes iguais de areia, substrato (Humusfertil) e solo (Latossolo Vermelho Distróferrico), como mostra a figura 4.

Figura 4 - composto e enchimento dos vasos



Fonte: Autor, 2023.

A condução dos tratamentos teve início no dia 11 de setembro de 2023, com a inoculação do (T1), e os demais tratamentos inoculados nas horas correspondentes posteriores ao primeiro. As sementes foram depositadas em cinco recipientes descartáveis, contendo 500g de sementes cada um, conforme figura 5. Para garantir a aderência da turfa, foi preparada uma solução açucarada (água e açúcar) na proporção de 100 ml para cada 50 kg de sementes.

Figura 5 - Enchimento dos recipientes com semente



Fonte: Autor, 2023.

Após adicionar à solução açucarada às sementes, realizou-se a agitação por 30 segundos, seguida pela inserção do inoculante turfoso na proporção de 500 g para cada 50 kg de sementes. Em seguida, feita nova agitação por 1 min, até se obter uma cobertura homogênea, resultado ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Sementes inoculadas



Fonte: Autor, 2023.

A semeadura foi realizada no dia 14 de setembro de 2023, sendo em cada vaso, depositadas seis sementes para cada tratamento. Os tratamentos culturais utilizados seguiram as seguintes práticas: desbaste das plantas: realizado 12 dias após a emergência, mantendo-se duas plantas por vaso. Rega dos vasos: Efetuada a cada três dias, garantindo o suprimento necessário de água para a cultura.

Figura 7 - Plantas após desbaste e rega



Fonte: Autor, 2023.

O início das avaliações ocorreu 50 dias após a emergência das plantas, onde elas se encontravam em estágio reprodutivo R2 (Florescimento total), as variáveis que foram analisadas são as seguintes: altura de planta (AP), comprimento da raiz (CR), número de nódulos por planta (NNP), número de nódulos viáveis por planta (NNV), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca de parte aérea (MFA), massa seca de parte aérea (MSA).

Para avaliar a altura das plantas e o comprimento da raiz, foi utilizada uma fita métrica, sendo a altura de planta determinada com a medida do colo da planta até o ápice, processo feito ainda com a planta em vaso. Após a retirada da planta do vaso e limpeza da raiz, foi realizada a medição do colo da planta até a extremidade da raiz, para a variável (CR), como mostra figura 8.

Figura 8 - Medição do comprimento da raiz (CR)



Fonte: Autor, 2023.

Para determinar o número de nódulos por planta e os nódulos viáveis, foi realizada a extração dos mesmos com auxílio de um canivete, separando-os em copos conforme os diferentes tratamentos (Figura 9). Após a coleta, foi feita a contagem e, para determinar a viabilidade, os nódulos foram cortados ao meio e observados quanto à coloração rósea, na qual é uma indicativa de viabilidade, como ilustra a figura 10.

Figura 9 - Nódulos



Fonte: Autor, 2023.

Figura 10 - Corte dos nódulos



Fonte: Autor, 2023.

Para determinar o peso da massa fresca da raiz e da parte aérea, as plantas foram cortadas, separando a raiz da parte aérea. Em seguida, foi realizada a pesagem separadamente com o auxílio de uma balança de cozinha (Figura 11). Para determinar o peso da massa seca, ambas as partes foram inseridas em saco de papel Kraft, e colocadas em estufa a 105°C por 72 horas. Após esse período, uma nova pesagem foi realizada.

Figura 11 - pesagem da amostra



Fonte: Autor, 2023.

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do sistema (SISVAR). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância a nível de 5% de significância, para comparação das médias entre os tratamentos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no experimento deste trabalho, estão apresentados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Altura de planta (AP); Comprimento de raiz (CR); Número de nódulos por planta (NNP); Número de nódulos viáveis por planta (NNV)

TRATAMENTOS	AP	CR	NNP	NNV
	Centímetros (cm)			
T1 (72 h)	39,25 a	52,75 bc	10,25 bc	3,00 b
T2 (48 h)	37,00 ab	49,00 c	7,75 c	1,25 b
T3 (18 h)	39,5 a	57,25 b	12,00 b	3,75 ab
T4 (imediato)	39,00 a	65,50 a	16,00 a	7,00 a
T5 (testemunha)	33,75 b	55,25 bc	8,50 bc	1,75 b
Coefficiente de variação CV(%)	4,76	6,13	15,14	45,02

*Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a variável altura de planta observou-se que os Tratamentos 1, 3 e 4 apresentaram alturas de planta significativamente superior ao T5 (testemunha), isso indica que a inoculação realizada até 72 horas antes do plantio não comprometeu o desenvolvimento das plantas em termos de altura. O T2 se classificou sem diferença significativa em relação aos demais tratamentos que utilizaram o inoculante, mas diferindo da testemunha.

Segundo Agroprecision (2019) as plantas de soja em estágio R2 apresentam 43 a 56 cm, o que corroboram com os resultados obtidos. Fator esse que pode ser explicado, tendo em vista que o presente trabalho está instalado em casa de vegetação com uma mata de reserva legal ao lado, no qual pode influenciar no foto período das plantas de soja, resultando assim em alturas menores.

Oliveira *et al.*, (2015), em cultivo com inoculação tradicional utilizando a cultivar de soja NA5909 RG, encontraram para o componente altura de planta o resultado de 67,1 cm, valor superior ao encontrado no presente trabalho. Fatores como temperatura, umidade, fertilidade do solo, época de semeadura e densidade de plantas também afetam a altura de planta (Sediyama, 1989).

O T4 (inoculação na hora do plantio) apresentou o maior comprimento de raiz, com média de 65,5 cm, sendo significativamente superior aos demais tratamentos.

Em contrapartida, o T2 (inoculação 48 horas antes do plantio) exibiu a menor média de comprimento de raiz, com 49 cm. Esses resultados indicam que a inoculação mais próxima ao momento do plantio favoreceu o maior desenvolvimento das raízes, enquanto a antecipação da inoculação para 48 horas antes reduziu o crescimento radicular.

No estudo realizado por Silva (2022), não foi observado diferença significativa entre os tratamentos que anteciparam a inoculação. Curiosamente, a testemunha se destacou com a maior média de comprimento de raiz, atingindo 98,40 cm, diferindo com os resultados encontrados neste experimento.

A análise da variável número de nódulos por planta (NNP) indicou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. A inoculação na hora do plantio T4 apresentou a maior média de nódulos por planta, com 16,00 nódulos, sendo significativamente superior a todos os outros tratamentos. A inoculação realizada 72 horas antes do plantio (T1) resultou em 10,25 nódulos por planta, não sendo significativamente diferente da testemunha (T5), que apresentou 8,50 nódulos por planta. O T2, com inoculação 48 horas antes do plantio, obteve a menor média, com 7,75 nódulos, mas sem diferença significativa em relação ao Tratamento 1 e à testemunha. Esses resultados indicam que a inoculação próxima ao momento do plantio favoreceu a formação de nódulos, enquanto a inoculação realizada com maior antecedência reduziu a eficiência da nodulação.

No experimento realizado por Oliveira (2021), utilizando inoculante longa vida, demonstrou maior nodulação quando inoculada a soja 15 dias antes da semeadura, resultado semelhante ao presente trabalho, onde a inoculação feita mais próximo da semeadura apresenta melhores resultados.

O mesmo resultado é observado por Torneli (2023), onde o uso da inoculação no dia da semeadura se mostra com o maior número de nódulos totais por planta, quando comparada com a inoculação sete e quatorze dias antes da semeadura.

Quanto ao número de nódulos viáveis (NNV) a inoculação 72 horas antes do plantio apresentou um total de 3,00 NNV, estatisticamente semelhante aos T2 (48 horas antes) e T5 (testemunha). Ao contrário do que é visto no T4 (inoculação na hora do plantio) que apresentou a maior contagem no número de nódulos viáveis, somando um total de 7,00, não se diferindo estatisticamente do T3 (18 horas antes) com 3,75 nódulos viáveis. Resultados que indicam que a inoculação realizada no momento da semeadura favorece a melhor viabilidade dos nódulos.

Silva (2022) não encontrou diferença significativa entre os tratamentos utilizados, mostrando que a inoculação antecipada em até 48 horas proporcionou boa viabilidade dos nódulos.

Tabela 3 - Massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca de parte aérea (MFA), massa seca de parte aérea (MSA)

TRATAMENTOS	MFR	MSR	MFA	MSA
	Gramas (g)			
T1 (72 h)	16,25 cd	6,75 b	13,50 b	5,00 b
T2 (48 h)	14,50 d	6,50 b	15,75 ab	5,75 ab
T3 (18h)	22,00 b	9,25 ab	18,25 ab	7,50 ab
T4 (imediate)	28,75 a	11,75 a	20,75 a	7,25 ab
T5 (testemunha)	21,25 bc	8,50 ab	18,75 ab	8,50 a
Coefficiente de variação CV (%)	11,98	8,55	15,81	18,28

*Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A análise da variável massa fresca de raiz (MFR) demonstrou que o T4 (inoculação na hora da semeadura) proporcionou a maior média de massa fresca de raiz com 28,75 g, estatisticamente superior a todos os demais tratamentos. Ao contrário do T2 (inoculação 48 horas pré-semeadura) que resultou na menor média com 14,50 g, resultado que estatisticamente não se difere do T1 (inoculação 72 horas pré-semeadura) com 16,25 g. A testemunha se mostrou sem diferença significativa quando comparada com o T3 (inoculação 18 horas pré-semeadura) que apresentou 22 g de massa fresca de raiz.

Benintende *et al.* (2010) constata que a inoculação gera efeitos positivos as plantas por conta da sua capacidade de aumentar a produção de fotoassimilados, resultando assim um aumento considerado no desenvolvimento das plantas. Contin (2021) observou na massa fresca das raízes (MFR) valores crescentes conforme o maior tempo de inoculação, atingindo maior valor aos 60 dias após a emergência, o que corroboram com os resultados obtidos no presente trabalho.

Para a variável massa seca de raiz (MSR), observa-se que o T4 (inoculação na hora do plantio) apresentou a melhor média com 11,75 g, sendo estatisticamente superior aos tratamentos T1 e T2 (inoculação 72 e 48 horas antes do plantio), cujas as médias foram 6,75 g e 6,50 g. O tratamento com inoculação 18 horas antes do plantio (T3) obteve média de 9,25 g, sem diferença significativa em relação a

testemunha com média de 8,50 g. Desse modo a inoculação mais próximo ao plantio favorece o maior acúmulo de massa seca de raiz.

No estudo realizado por Oliveira (2021), quando utilizado o inoculante longa vida o maior acúmulo de matéria seca de raiz é encontrado no tratamento onde a semente é inoculada no momento da semeadura, tendo resposta decrescente quanto maior a antecipação da inoculação. Já Torneli (2023) observa em seu experimento que a coinoculação antecipada em 3 dias proporcionou melhor resposta a MSR (massa seca de raiz), quando comparada com a inoculação no dia da semeadura. Neto *et al.* (2023) que ao realizar diferentes períodos de inoculação em soja não encontrou diferença significativa em relação a inoculação no momento da semeadura ou até 15 dias antes, para a variável massa seca de raiz.

Os dados de massa fresca de parte área (MFA) mostram uma variação significativa entre os tratamentos. A inoculação na hora do plantio (T4) resultou na maior MFA, com média de 20,75 g, significativamente superior ao tratamento com inoculação 72 horas antes do plantio, média de 13,50 g (T1). Os outros tratamentos, como inoculação 48 horas antes (T2), 18 horas antes (T3) e a testemunha (T5), apresentaram valores intermediários, não diferindo significativamente entre si, com médias de 15,75, 18,25 e 18,75 g. Isso indica que a inoculação imediata na hora do plantio favorece a maior massa fresca de parte área, enquanto a antecipação pode ter impacto variável dependendo do intervalo.

Boldrin *et al.* (2022) utilizando a antecipação de inoculantes associado a diferentes coquetéis de produtos juntamente com *Bradyrhizobium japonicum* nos tratamentos de sementes, não observou diferença significativa com a antecipação em até 35 dias pré-semeadura, obtendo, no entanto, médias semelhantes ao presente trabalho.

Para a variável massa seca de parte aérea (MSA), o tratamento com inoculação na hora do plantio (T4), a inoculação realizada 18 e 48 horas antes (T3 e T2) não apresentaram diferença significativa entre si, com médias de 7,25, 7,50 e 5,75 g, mas ambas inferiores a testemunha (T5) que apresentou o maior teor de matéria seca com 8,50 g, sendo estatisticamente diferente dos demais tratamentos. Já a inoculação em 72 horas antes do plantio (T1) apresenta a menor média dentre a variável com 5,00 g.

No estudo realizado por Munhoz (2016), trabalhando com diferentes técnicas de inoculação turfosa (comercial Total Nitro Ultra) como também antecipação do uso

de inoculantes em até 30 dias antes da semeadura, não observou diferença significativa dentre as variáveis analisadas. Souza (2022), também não encontrou diferença dentre a variável massa seca de parte aérea em seu estudo utilizando pré-inoculação em 10 dias antes da semeadura, estudos que corrobora com os resultados obtidos no presente trabalho.

7 CONCLUSÃO

Este estudo revela que a pré-inoculação da soja pode comprometer o desempenho das plantas, especialmente à medida que aumenta o intervalo entre a inoculação e o plantio. Os melhores resultados foram obtidos quando a inoculação foi realizada no dia da semeadura, demonstrando superioridade na maioria das variáveis analisadas. Isso indica que o aproveitamento do inoculante é mais eficiente quando aplicado no momento da semeadura, minimizando os efeitos negativos que podem ocorrer com a antecipação.

REFERÊNCIAS

AGROPRECISION (2019). Lavoura de soja: atenção aos cuidados na fase de florescimento. Disponível em: <https://www.agroprecision.com.br/lavoura-de-soja-atencao-aos-cuidados-na-fase-de-florescimento/#:~:text=No%20est%C3%A1dio%20R2%20pode%2Dse,altura%20entr e%2043%20a%2056cm>. Acesso em: 18 out. 2024.

TORNELI, B. I. M., FINOTO, E. L., GONÇALVES, E. C. P., da SILVA, J. A. A., MIGUEL, F. B., & de FARIA, M. H. (2023). **Inoculação antecipada de soja on farm. com uso de insumos biológicos comerciais e o pacote químico da Basf.** Núcleos (16786602), 20(2). Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&auth type=crawler&jrnl=16786602&AN=173304147&h=smJTa0qXuUfs8wuDZAGK24qJhRVhFLZTmOQ2m4xAvtrLpZo948X08rgv5nm2QUGvY06keYxpqAb8wrzBuAjVg%3D%3D&crl=c>. Acesso em: 25 set. 2024.

BENINTENDE, S. et al. **Comparação entre co-inoculação com Bradyrhizobium japonicum e Azospirillum brasilense e inoculação simples com Bradyrhizobium japonicum na nodulação, crescimento e acumulação de N no cultivo de soja.** Agriscientia, vol. 23, n. 2, p. 71-77, 2010. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668298X2010000200002&script=sci_arte xt. Acesso em: 25 set. 2024.

BOLDRIN, A. C. D. et al. **Análise do desenvolvimento da soja sob a aplicação antecipada de inoculante e diferentes coquetéis de produtos no tratamento de semente.** Disponível em: https://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS2022/194%20-%20245310_anlise-do-desenvolvimento-da-soja-sob-a-aplicao-antecipada-de-inoculante-e-diferentes-coquitais-de-produtos-no-tratamento-de-semente.pdf. Acesso em: 27 set. 2024.

BOSCHIERO, B. N. (2022). **FBN fixação biológica do nitrogênio na soja.** Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-fixacao-biologica-de-nitrogenio-na-soja/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

BRACCINI, A. L., MARIUCCI, G. E. G., SUZUKAWA, A. K., da SILVA LIMA, L. H., & PICCININ, G. G. (2016). **Co inoculação e modos de aplicação de Bradyrhizobium japonicum e Azospirillum brasilense e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja.** Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/10565>. Acesso em: 21 ago. 2024.

BRANDAO JUNIOR, O. B., HUNGRIA, M., & CAMPO, R. (1999). **Inoculação de sementes de soja: efeito da dose de inoculante turfoso e do uso de açúcar como aderente da turfa.** Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/461086/1/comTec061.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2024.

BRASIL, APROSOJA. **"Soja brasileira: história e perspectivas." Associação Brasileira dos Produtores de Soja (2020).** Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

CONAB. Companhia nacional do abastecimento. **Boletim da Safra de Grãos**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CONAB. Companhia nacional do abastecimento. **Brasil deve produzir 299,7 milhões de toneladas de grãos na safra 2023/2024**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5615-brasil-deve-produzir-299-27-milhoes-de-toneladas-de-graos-na-safra-2023-2024>. Acesso em: 20 ago. 2024

CONAB. Companhia nacional do abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, 2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras>. Acesso em: 20 ago. 2024.

CONTIN, R. F. **Avaliação de inoculantes longa vida em diferentes períodos de tempo em pré-semeadura na cultura da soja (Glycine max L.)**. Disponível em: <https://uenp.edu.br/dissertacao-agronomia/ppagro-turma12/18943-rodrigo-ferrari-contin/file>. Acesso em: 26 set. 2024.

COSTA NETO, P. R., ROSSI, L. F., ZAGONEL, G. F., & RAMOS, L. P. (2000). **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química nova, 23, 531-537. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jqn/a/ft8DCzYHxMPYK9yv7RCJzgr/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

OLIVEIRA, L. P.; MACHADO, V. J. **Inoculação antecipada e adubação nitrogenada na cultura da soja**. Cerrado Agrociências, 2021, 12: 118-127. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/cerradoagrociencias/article/view/4087>. Acesso em: 28 set. 2024.

OLIVEIRA, Sandro, et al. **Tratamento de semente de soja com silício: efeitos na qualidade fisiológica e nas características agrônômicas**. Revista cultivando o saber, 2015, 8.2: 89-103. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/642>. Acesso em: 30 set. 2024.

DOMINGUES, M. S., BERMANN, C., & MANFREDINI, S. (2014). **A produção de soja no Brasil e sua relação com o desmatamento na Amazônia**. Revista Presença Geográfica, 1(01). Disponível em: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/274/2741086003/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FAGAN, E. B., MEDEIROS, S. L., MANFRON, P. A., CASAROLI, D., SIMON, J. O. N. E. S., NETO, D. D., ... & MÜLLER, L. (2007). **Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja-Revisão**. Revista da FZVA, 14(1), 89-106. Disponível em: <https://itaya.bio.br/materiais/Fixa%C3%A7%C3%A3o%20biol%C3%B3gica%20do%20nitrogenio.pdf>. Acesso em: 14, ago. 2024.

GAVA, F. (2008). **Relação entre a população de plantas e a intensidade de doenças da haste e do sistema radicular em soja**. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1352/dessertacao_fernado_gava_15676837841851_1352.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

GRAHAM, P. H., & VANCE, C. P. (2003). **Legumes: importance and constraints to greater use.** *Plant physiology*, 131(3), 872-877. Disponível em: <https://academic.oup.com/plphys/article-abstract/131/3/872/6111058>. Acesso em: 21 ago. 2024.

GUIMARÃES, S. L., BALDANI, V. L. D., & JACOB-NETO, J. (2013). **Viabilidade do inoculante turfoso produzido com bactérias associativas e molibdênio.** *Revista Ciência Agronômica*, 44, 10-15. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/74kFrCtSndSG6tfwBJ7SvZm/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2024.

HASSE, G., BUENO, F. (1996). **O Brasil da Soja. Abrindo Fronteiras, Semeando Cidades.** Disponível em: <http://52.200.198.20/handle/123456789/79978>. Acesso em: 20 ago. 2024.

HIRAKURI, M. H., LAZZAROTTO, J. J. (2014). **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990000/1/Oagronegociodasojanoscontextosmundialebrasileiro.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

HUNGRIA, M. (1994). **Microrganismos de importância agrícola.** Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-infoteca-e-doc-199948/Description>. Acesso em: 23 ago. 2024.

HUNGRIA, M., ARAUJO, R. S., SILVA JÚNIOR, E. B., ZILLI, J. É. (2017). **Inoculum rate effects on the soybean symbiosis in new or old fields under tropical conditions.** *Agronomy Journal*, 109(3), 1106-1112. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj2016.11.0641>. acesso em: 21 ago. 2024.

HUNGRIA, M., CAMPO, R. J., & MENDES, I. C. (2007). **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.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/468512>. Acesso em: 14 ago. 2024.

HUNGRIA, M., CAMPO, R. J., MENDES, I. D. C. (2001). **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/459673>. Acesso em: 13 ago. 2024.

KATIYAR, A. K., & PANT, L. M. (1993). **Effect of methods of Bradyrhizobium inoculation on nodulation, nitrogen fixation and yield of soybean.** Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19950706436>. Acesso em: 14 ago. 2024.

LOPES, K. D. S. (2016). **Avaliação da eficiência agronômica de inoculante para pré-inoculação de sementes de soja com tratamento químico até 20 dias antes do plantio.** Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/14208>. Acesso em: 14 ago. 2024.

LUPWAYI, N. Z., CLAYTON, G. W., RICE, W. A. (2006). **Rhizobial inoculants for legume crops**. Journal of Crop Improvement, 15(2), 289-321. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/j411v15n02_09. Acesso em: 14 ago. 2024.

MOZZAQUATRO, E. M. S. S., ALMIRAO, D. D. O., RIGHI, A. P., LOPES, J. C. D. S. (2017). **Viabilidade econômica da cultura da soja em uma propriedade rural**. REVISTA CONGREGA-MOSTRA DE TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO-ISSN 2595-3605, (1), 806-824. Disponível em: <http://revista.urcamp.edu.br/index.php/rcmtcc/article/view/1673>. Acesso em: 20 ago. 2024.

MUNHOZ, A. T. (2016). **Técnicas de inoculação com bactérias de fixação de nitrogênio na cultura da soja**. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/165898>. Acesso em: 30 set. 2024.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja: 1ª parte**. Viçosa: UFV, 1989.

SILVA, J. A. A., et al. (2023). **Influência da pré-inoculação de soja em diferentes períodos antes da semeadura nos parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio**. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/download-post/75666>. Acesso em: 27 set. 2024.

SILVEIRA, B. M. D. (2021). **Efeitos da inoculação e coinoculação associada a aplicação de micronutrientes na cultura da soja**. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2084>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SMITH, R. S. (1998). **New inoculant technology to meet changing legume management**. In Biological Nitrogen Fixation for the 21st Century: Proceedings of the 11th International Congress on Nitrogen Fixation, Institut Pasteur, Paris, France, July 20–25, 1997 (pp. 621-622). Dordrecht: Springer Netherlands. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-5159-7_386. Acesso em: 23 ago. 2024.

SMITH, R. S. Legume inoculant formulation and application. Canadian journal of microbiology, 38, n. 6, p. 485-492, 1992. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/m92-080>. Acesso em: 23 ago. 2024.

SOUZA, E. de et al. **Inoculação pré-semeadura da soja com Bradyrhizobium e solubilizadores de fosfato**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/242731>. Acesso em: 30 set. 2024.

VIEIRA, R. F. (2017). **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1090589>. Acesso em: 22 ago. 2024.

ZILLI, J. É., CAMPO, R. J., HUNGRIA, M. (2010). **Eficácia da inoculação de Bradyrhizobium em pré-semeadura da soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 45,

335-337. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/pab/a/rfHqjhGW7WsTcR64XBmS4KF/>. Acesso em: 14, ago.
2024.

ZILLI, J. E.; MARSON, L. C. **Inoculação de sementes de soja com Bradyrhizobium.** Artigos técnicos, Grupo cultivar, 2012. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/>
Acesso em 14, ago. 2024.