

UNIGUAÇU - UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA

FACULDADE UNIGUAÇU

ENGENHARIA AGRONÔMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ANDERSON JOAQUIM VELOZO

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA
SUBMETIDAS A DIFERENTES PERÍODOS DE TRATAMENTO DE
SEMENTES COM STANDAK TOP® E INOCULAÇÃO COM
*Bradyrhizobium japonicum***

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2024

ANDERSON JOAQUIM VELOZO

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA
SUBMETIDAS A DIFERENTES PERÍODOS DE TRATAMENTO DE
SEMENTES COM STANDAK TOP® E INOCULAÇÃO COM
*Bradyrhizobium japonicum***

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

ANDERSON JOAQUIM VELOZO

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES PERÍODOS DE TRATAMENTO DE SEMENTES COM STANDAK TOP® E INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum*

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

Professora Dra. Evelyn Alfonzo
Faculdade UNIGUAÇU

Professor Esp. André Alberton
Faculdade UNIGUAÇU

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 04 DE NOVEMBRO DE 2024.

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

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por me guiar em todos os momentos. Minha família, por todo amor, apoio e incentivo ao longo desta caminhada, e a todos que acreditaram em mim e tornaram essa conquista possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me dar força e sabedoria para concluir esta jornada.

Agradeço à minha família, pelo apoio incondicional, paciência e incentivo ao longo dessa caminhada. Vocês sempre estiveram ao meu lado, nos momentos de dificuldades e conquistas.

À minha orientadora, Dra. Graciela Maiara Dalastra, por toda a dedicação, orientação e disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos. Sua paciência e experiência foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e colegas do curso, por contribuírem de diferentes formas ao longo dessa trajetória acadêmica, seja com ensinamentos, debates ou simplesmente por sua companhia e amizade.

Agradeço à Faculdade UNIGUAÇU, por me proporcionar uma formação acadêmica de excelência e pelo ambiente acolhedor que me permitiu crescer tanto pessoal quanto profissionalmente. Agradeço, de forma especial, à coordenação do curso de Engenharia Agrônômica, pelo apoio contínuo e pelas oportunidades oferecidas durante todo o curso.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta jornada e contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

As sementes desempenham um papel crucial na proteção do embrião, fornecimento de nutrientes e processo de germinação. Nesse sentido, diversos fatores internos e externos influenciam o início da germinação após a formação da semente. O tratamento químico é amplamente utilizado para proteger as plântulas contra pragas e doenças. Nos últimos anos, além do tratamento químico em culturas de soja, o uso de produtos biológicos, como a bactéria *Azospirillum brasilense*, ganhou destaque. Essa bactéria, frequentemente associada a *Bradyrhizobium japonicum*, estimula o desenvolvimento das raízes e contribui na fixação de nitrogênio. Desta forma, o objetivo do experimento foi testar o efeito do tempo de armazenamento após o tratamento químico de sementes, no momento do plantio e 15 dias, e da inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, para avaliar o crescimento inicial de plantas até o estágio V4. O experimento foi realizado em vasos até o estágio V4, empregando delineamento em blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, para o Tratamento 1 (sementes tratadas 15 dias antes da semeadura com inoculação). Já o Tratamento 2 (sementes tratadas 15 dias antes, sem inoculação). O Tratamento 3 (sementes tratadas no momento da semeadura, sem inoculação). O Tratamento 4 (sementes tratadas no momento da semeadura com inoculação). O Tratamento 5 (controle, semente branca). Aos 30 dias após o plantio as plantas foram avaliadas quanto à altura de plântulas (ALT), comprimento do sistema radicular (CSR), 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 (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa SISVAR. Os resultados obtidos revelaram tendências interessantes, porém com algumas variações estatisticamente significativas. Na avaliação ALT, o T1 apresentou a maior média de 32,50 cm altura, o T5 resultou na menor altura 27,00 cm. Na avaliação do NNP, o T1 apresentou a maior média de 11,25 nódulos por planta, enquanto o tratamento T3 teve a menor média de 4,25 nódulos por planta. Na avaliação do NNV, T1 obteve a maior média de 4,50 nódulos viáveis, enquanto o T3 teve a menor de 1,25 nódulos viáveis. Na avaliação do CSR, não houve diferenças significativas entre os tratamentos com médias variando de 39,75 cm a 45,00 cm. Na avaliação MFR e MSR, no T3 teve a maior média de massa fresca 8,00 g, e os tratamentos T1 e T3 apresentaram as maiores médias de massa seca 2,75 g. Na avaliação MFPA e MSPA, no T1 apresentou a maior média de massa fresca (9,25 g), e tanto T1 quanto T3 se destacaram em termos de massa seca (3,75 g). Os resultados obtidos evidenciam que tanto o armazenamento quanto o tratamento das sementes exercem influência significativa sobre diversas variáveis de crescimento, particularmente no que se refere ao desenvolvimento nodular e à biomassa da parte aérea.

Palavras-chave: Tratamento Químico. Bactéria. Desenvolvimento.

ABSTRACT

Seeds play a crucial role in protecting the embryo, providing nutrients, and initiating the germination process. In this context, various internal and external factors influence the onset of germination after seed formation. Chemical treatment is widely used to protect seedlings from pests and diseases. In recent years, alongside chemical treatment in soybean crops, the use of biological products, such as the bacterium *Azospirillum brasilense*, has gained prominence. This bacterium, often associated with *Bradyrhizobium japonicum*, stimulates root development and contributes to nitrogen fixation. Thus, the objective of the experiment was to test the effect of storage time after chemical treatment of seeds, at the time of planting and 15 days later, along with inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*, to evaluate the initial growth of plants up to the V4 stage. The experiment was conducted in pots until the V4 stage, using a randomized block design with 5 treatments and 4 repetitions. Treatment 1 (seeds treated 15 days before sowing with inoculation) had the following treatments: Treatment 2 (seeds treated 15 days prior, without inoculation), Treatment 3 (seeds treated at the time of sowing, without inoculation), Treatment 4 (seeds treated at the time of sowing with inoculation), and Treatment 5 (control, untreated seeds). At 30 days after planting, plants were evaluated for seedling height (ALT), root system length (CSR), number of nodules per plant (NNP), number of viable nodules (NNV), fresh root mass (MFR), dry root mass (MSR), fresh shoot mass (MFPA), and dry shoot mass (MSPA). The obtained data were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Tukey test at 5% probability in the SISVAR program. The results revealed interesting trends, albeit with some statistically significant variations. In the ALT assessment, T1 had the highest average height of 32.50 cm, while T5 resulted in the lowest height of 27.00 cm. For NNP, T1 showed the highest average of 11.25 nodules per plant, whereas Treatment T3 had the lowest average of 4.25 nodules per plant. In terms of NNV, T1 obtained the highest average of 4.50 viable nodules, while T3 had the lowest at 1.25 viable nodules. In the CSR evaluation, there were no significant differences among treatments, with averages ranging from 39.75 cm to 45.00 cm. For MFR and MSR, T3 had the highest average fresh mass at 8.00 g, while treatments T1 and T3 showed the highest average dry mass at 2.75 g. In the MFPA and MSPA evaluations, T1 had the highest average fresh mass (9.25 g), and both T1 and T3 stood out in terms of dry mass (3.75 g). The results obtained indicate that both storage and treatment of seeds significantly influence various growth variables, particularly regarding nodular development and shoot biomass.

Key word: Chemical Treatmet. Bacteria. Development.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 JUSTIFICATIVA	12
3 OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo geral.....	14
3.2 Objetivos específicos	14
4 REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	15
4.2 FATORES PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOJA	16
4.3 USO DE INOCULANTES E RENTABILIDADE	17
5 MATERIAL E MÉTODOS	19
5.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EXPERIMENTAL	19
5.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	20
5.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
5.3.1 material genético	21
5.3.2 TRATAMENTO QUÍMICO E INOCULAÇÃO DE SEMNTES.....	22
5.4 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS	24
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
7 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da propriedade onde foi realizado o experimento	19
Quadro 1 – Croqui do experimento	20
Figura 2 – Mistura e enchimento dos vasos	20
Figura 3 – Descrição da cultivar M 5947 IPRO	21
Figura 4 – Sementes Cultivar M 5947 IPRO	21
Figura 5 – Tratamento de sementes	22
Figura 6 – Inoculante líquido para soja	23
Quadro 2 – Esquema de tratamentos de sementes do experimento	23
Figura 7 – Medição do comprimento do sistema radicular e altura da planta	24
Figura 8 – Extração e análise de nódulos por planta	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Altura de plântulas (ALT), número de nódulos por planta (NNP) e número de nódulos viáveis (NNV), comprimento do sistema radicular (CSR).	26
Tabela 2 - Massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA)	29

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine Max L.*), é a principal oleaginosa pertencente à família *Fabaceae*, que abrange também plantas como o feijão, a lentilha e a ervilha. A cultura desse grão é uma das mais importantes para a economia mundial, devido às suas várias possibilidades de aplicação (ADAMA, 2022).

O Brasil produziu mais de 150 milhões de toneladas de soja, na safra 2022/23, segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023), número que mantém o país na liderança mundial da produção desse grão, seguido pelo Estados Unidos e Argentina. O sucesso da sojicultura brasileira é resultado de amplos investimentos em pesquisa, que ocorrem desde a década de 1970, associado ao empreendedorismo dos agricultores (EMBRAPA, 2023).

Cada tecnologia empregada visa melhorar o manejo e amplificar a produção de grãos. Com o avanço da tecnologia no setor agrícola, atualmente são desenvolvidas novas tecnologias genéticas que proporcionou ganhos e melhorias para a cultura da soja, diminuindo o uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas, e conseqüentemente, diminuindo o custo final da produção e facilitando o manejo de pragas e doenças (JARDINE; BARROS, 2011).

O tratamento de sementes se torna muito viável possui forma de execução ser rápida e fácil, se for aplicada corretamente garante segurança para o consumo, e para o meio ambiente devido a pequena quantidade de produto aplicado, pois logo entra em contato com seu alvo (PARISI; MEDINA, 2013).

A inoculação anual da soja com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* pode proporcionar incrementos médios de produtividade de até 8% em comparação a soja não inoculada. Dentre as principais formas de inoculação, podemos destacar a inoculação no sulco de semeadura e a inoculação das sementes de soja, podendo nesse caso, ser utilizado tanto inoculante líquido quanto turfos (PRANDO et al. 2019).

Nesse contexto, o presente trabalho propõe avaliar a influência do tratamento de sementes com o fungicida e inseticida Standak Top® (piraclostrobina + tiofanato metílico+ fipronil) no crescimento inicial de plantas de soja, submetidas a diferentes períodos de armazenamentos.

2 JUSTIFICATIVA

A inoculação da soja é um dos procedimentos fundamentais no desenvolvimento adequado da planta e maior produtividade da cultura. A técnica consiste no fornecimento de nitrogênio às sementes via bactérias, de forma natural e sustentável. Se as práticas de inoculação forem realizadas corretamente e estiverem aliadas as práticas que auxiliam no desenvolvimento e na conservação do solo, os grãos tendem a apresentar melhor qualidade. Dessa forma, o tratamento evita desperdício aos sojicultores (HUNGRIA, et al., 2006).

A busca por mais produtividade e qualidade dos produtos cultivados é uma constante para os produtores rurais. Durante anos, o uso da técnica de nitrogênio (N) na agricultura, se tornou uma substância sustentável em aspectos econômicos e ambientais, e que tem como finalidade nutrir a planta e garantir que ela tenha um desenvolvimento mais forte e sustentável (EMBRAPA, 2019).

Com o uso da técnica nas sementes, contribui para que os nutrientes da safra da soja precisam para desenvolver se, encontrado em forma de gás na atmosfera e representa cerca de 78% do volume do ar, e podendo ser captado com o auxílio de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, como as espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*, que auxiliam na condução dos nutrientes e promovem o desenvolvimento composto por microrganismos benéficos as plantas (GOLTZ, 2021).

O procedimento por completo se denomina como, fixação biológica do nitrogênio (FBN), onde as bactérias são disponibilizadas via insumo denominado inoculante. Desse modo, a inoculação da soja é a técnica de fornecimento do produto às sementes. Após a semeadura e o crescimento das raízes, as bactérias formam nódulos que vão ter a capacidade de fixar o nitrogênio no solo (BUTRINOWSKI, 2015).

Com o objetivo de desenvolver cultivos de soja que atendessem as necessidades dos produtores em maximizar seus rendimentos. Há estimativa de produtividade com a técnica de inoculação, sendo aumento de aproximadamente 8% na produtividade da lavoura (EMBRAPA, 2019). Além disso, a prática é sustentável do ponto de vista ambiental, pois dispensa a necessidade do uso do nutriente em fertilizantes sintéticos, gerando economia ao produtor.

Durante a safra 2017/2018, cerca de 90% das lavouras comerciais de soja que foram assistidas pelo Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emanter PR) e utilizaram a técnica de inoculação da semente com as bactérias

Bradyrhizobium tiveram um aumento médio de 1,8 saca por hectare. Esses resultados consistentes da integração dessas práticas, enfatizam a importância da sua adoção anual (EMBRAPA, 2019).

Por meio dos avanços tecnológicos e descobertas científicas no setor produtivo, propõe-se melhorias na lavoura para o máximo rendimento da colheita. Com a iniciativa do uso adequado de técnicas de inoculantes nas sementes, os benefícios são diversos, sendo eles na qualidade do solo, aumento na fertilidade da planta, maior capacidade de retenção de água e resistência a doenças. Na sustentabilidade agrícola, implicará na redução dos impactos ambientais e custos de produção, como também no desenvolvimento da biodiversidade, possuindo maior estímulo para o crescimento de plantas e microrganismos em um solo com nutrientes (ABE, 2018).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Verificar o efeito do período de armazenamento de sementes tratadas com defensivos químicos com ou sem inoculação de *Bradyrhizobium Japonicum* no crescimento inicial de plântulas de soja.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar o número de nódulos e nódulos viáveis por planta, comprimento do sistema radicular, massa seca e massa fresca de raiz;
- b) Avaliar a altura da plântula, massa fresca e massa seca de parte aérea.
- c) Determinar a influência do tratamento com fungicida e inseticida, tanto no momento do plantio quanto no período de armazenamento de 15 dias.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA

A soja (*Glycine max*), é um dos mais antigos produtos agrícolas que a humanidade conhece. Teve seu início no continente asiático, especificamente na região leste da China. A primeira referência a soja como alimento data de mais de 5.000 anos. O grão foi citado e descrito pelo imperador chinês Shen Nung, considerado o criador da agricultura chinesa, que deu início ao cultivo de grãos (SILVA, 2021).

No Brasil, os registros históricos apontam que os cultivos experimentais da soja tiveram início no estado do nordeste brasileiro, na Bahia, no ano de 1882, sendo que a introdução do grão no país teve como marco histórico no ano de 1901, onde começou os cultivos na Estação Agropecuária de Campinas, e a distribuição de sementes para produtores paulistas. Com a intensificação da migração japonesa, em 1908, o grão começa a ser mais facilmente encontrado no País. Em 1914, iniciou-se no estado do Sul, Rio Grande do Sul, a introdução da cultura da soja, tendo destaque no cultivo devido as condições climáticas (EMBRAPA, 2021).

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, na safra 2022/2023, ocorreu um novo recorde, foram 154,6 milhões de toneladas do grão, sendo 42,2% de toda a soja produzida mundialmente. O país é o maior na produção e processamento de soja e como exportador do grão, óleo e farelo de soja. Dessa maneira, a soja se torna um dos principais produtos do país gerando emprego, melhorando PIB, e a qualidade de vida e renda (BOSCHIERO, 2023).

A cultura da soja tem um respeitável valor socioeconômico no agronegócio de nível nacional e mundial, sua demanda é predominante no mundo devido ao crescimento de produção e seu alto teor proteico (ARIATI, 2021).

4.2 FATORES PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOJA

Para um adequado desenvolvimento da cultura da soja são necessárias analisar questões como meio ambiente, temperatura, chuvas, técnicas de cultivo (preparo do solo, plantio, dentre outros), fatores físicos de matéria orgânica e químicos do solo (acidez, deficiência de nutrientes). O principal nutriente requerido pela cultura de soja é o nitrogênio (N), na qual estimativas apresentam que para produzir 1.000 kg de soja são necessários 65 kg de nitrogênio (N). Esse nutriente pode ser disponibilizado na forma de mineral, orgânica ou pela fixação biológica de nitrogênio (FBN) (HUNGRIA, et al., 2001).

O nitrogênio na forma mineral é frequentemente utilizado no Brasil de diversas maneiras, porém as mais utilizadas no país estão representadas pela ureia e sulfato de amônia. A sua aplicação é realizada no sulco ou a lanço, posteriormente incorporadas desde que entre em contato com água, portanto se torna necessário após a aplicação, fazer irrigação ou ocorrer a presença de chuva. Onde a aplicação destes pode vir a ser perdida por volatilização e lixiviação, se busca assim aplicar em épocas apropriadas e quando se tem maior exigência pela cultura (CAMPO et al., 2001).

O nitrogênio orgânico é uma fonte de extrema importância para manter a produtividade das culturas, pois eleva a porosidade no solo, a aeração e tem função de fornecer nutrientes para o solo. A matéria orgânica foi o primeiro método utilizado para disponibilizar nitrogênio para o solo e para as culturas. Os resíduos vegetais garantem a formação da matéria orgânica e posteriormente a sustentabilidade para o solo e para as culturas. Afeta fatores biológicos no solo através dos processos de mineralização e imobilização, ou seja, a mineralização é a conversão do nitrogênio (N) mineral para a forma orgânica, e a imobilização é a conversão de nitrogênio (N) orgânico para a forma mineral (BARBOSA; COBUCCI; MENDES, 2005).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) ocorre com a inoculação da soja, e se realiza pela inoculação de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, sendo o método mais utilizado no Brasil. Esta técnica consiste em deixar as bactérias em contato com as raízes no qual elas captam o nitrogênio (N) da atmosfera, onde possui 78% presente na forma gasosa (N₂), e se disponibiliza na planta de uma forma que ela associe e que possa utilizá-la (HUNGRIA et al., 2001).

4.3 USO DE INOCULANTES E RENTABILIDADE

Com os avanços e as crescentes necessidades da população, a agricultura está cada vez mais voltada para um sistema sustentável de produção. Esse movimento ocorre gradativamente, com os produtores brasileiros caminhando na mesma direção. A cada ano, o uso de produtos biológicos nas lavouras cresce consideravelmente, refletindo a busca por práticas agrícolas mais eficientes e menos impactantes ao meio ambiente (DANTAS, 2018).

O Brasil é o líder mundial na utilização de produtos biológicos, com uma área de 23 milhões de hectares tratados em 2023, de acordo com o MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária). Em 2018, a quantidade de produtos disponíveis no mercado teve um crescimento de 70% na comercialização de insumos biológicos em relação a 2017, com os bio defensivos representando apenas 2% do mercado (EMBRAPA, 2019).

Os inoculantes são produtos biológicos essenciais na cultura da soja, especialmente por seu papel na FBN, que substitui a necessidade de fertilizantes nitrogenados. O processo ocorre quando as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, presentes nos inoculantes, se associam às raízes da soja, formando nódulos que capturam o nitrogênio atmosférico e o disponibilizam para a planta. Esse mecanismo é fundamental para o desenvolvimento da soja, uma leguminosa com elevada demanda de nitrogênio (CAMPO et al. 2001).

Existem dois principais tipos de inoculantes no mercado: o inoculante turfoso e o inoculante líquido. O inoculante turfoso utiliza um substrato sólido à base de turfa, no qual as bactérias são incorporadas. Embora a turfa ofereça boas condições para a sobrevivência das bactérias, como proteção contra condições adversas e retenção de umidade, sua aplicação tem limitações. O inoculante turfoso apresenta menor aderência às sementes, o que exige o uso de substâncias adesivas para garantir que a maior parte do inoculante permaneça fixada nas sementes (BRANDAO JUNIOR; HUNGRIA, 2000).

Por outro lado, os inoculantes líquidos têm ganhado preferência entre os produtores. Essa formulação permite uma aplicação mais prática e uniforme, facilitando o manejo e evitando o desgaste excessivo das máquinas agrícolas. Além disso, os inoculantes líquidos geralmente apresentam maior viabilidade das bactérias durante o armazenamento e a aplicação, o que aumenta sua eficiência. Os

inoculantes líquidos podem proporcionar uma nodulação mais rápida e eficiente, resultando em maior produtividade da soja. Devido a essas vantagens, muitos agricultores optam por essa formulação, que também requer menos preparação no campo e apresenta maior flexibilidade em termos de métodos de aplicação (BARBARO et al., 2009).

Em termos de rentabilidade, o uso de inoculantes, especialmente os líquidos, tem mostrado excelentes resultados. Dados de safras anteriores indicam que a adoção dessa tecnologia pode gerar aumentos de produtividade entre 8% e 12%, dependendo das condições de cultivo. Além disso, a economia com a redução do uso de fertilizantes nitrogenados pode representar entre 20% e 30% dos custos totais com insumos, tornando o uso de inoculantes uma prática altamente lucrativa para os produtores de soja (HUNGRIA et al., 2001).

O uso de inoculantes na cultura da soja é uma prática consolidada no Brasil, especialmente em razão de seus benefícios econômicos e ambientais. A substituição parcial dos fertilizantes químicos por fontes biológicas, como os inoculantes líquidos, não apenas aumenta a produtividade, mas também promove a sustentabilidade da agricultura, sendo uma solução eficaz e rentável para os desafios atuais da produção agrícola (PELOZO, 2016).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EXPERIMENTAL

Este estudo foi realizado no município de Itaipulândia, situado no extremo oeste do Paraná, que possui população estimada em 11.485 mil habitantes e com uma área de unidade territorial de 330,846 km² (IBGE, 2022). A área experimental possui coordenada 25°10'01.38" Latitude Sul e 54°17'01.88" Latitude Oeste (Figura 01).

Os estudos foram conduzidos entre os meses de setembro e outubro de 2024. O experimento de cultivo da soja foi realizado em uma propriedade (Figura 01), sujeita às intempéries climáticas. Enquanto o estudo dos efeitos dos tratamentos e a análise do desenvolvimento das plantas ocorreram na Faculdade de Ensino Superior UNIGUAÇU.

Figura 01 - Localização da propriedade onde foi realizado o experimento.



Fonte: Google Earth, 2024.

A área de estudo está localizada a 260 metros de altitude e, de acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (Clima Subtropical Úmido Mesotérmico), com temperaturas médias dos meses quentes superiores a 22°C e dos meses mais frios inferiores a 18°C, caracterizado por verões quentes e úmidos, invernos amenos, com raras geadas, e chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

5.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento experimental foi instalado no sistema de blocos casualizados (DBC), na qual a disposição dos tratamentos foi feita totalmente de forma aleatória, composto este por 5 tratamentos, com 4 repetições cada, totalizando 20 parcelas (Quadro 01).

Quadro 01 - Croqui do experimento.

T1	T2	T4	T5
T2	T5	T1	T3
T3	T1	T2	T4
T4	T3	T5	T1
T5	T4	T3	T2

Fonte: Autor (2024).

A porção utilizada para encher os vasos é uma mistura de 1:1:1 de areia, solo (Latosolo vermelho estrófico) e substrato (Carolina Soil) (Figura 02). A adubação é realizada no momento da semeadura, com 25 gramas por vaso e formulação NPK (03:21:21).

Figura 02 - Mistura e enchimento dos vasos.



Fonte: Autor (2024).

5.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.3.1 MATERIAL GENÉTICO

A cultivar empregada no experimento foi M 5947 IPRO, apresentando as seguintes características (Figura 03 e 04):

Figura 3 - Descrição da cultivar M 5947 IPRO

Grupo de Maturação	5,9
Ciclo	-
Hábito de Crescimento	INDETERMINADO
Arquitetura da planta	ERETA
Engalhamento	MODERADO
Cord da flor	ROXA
Cord da pubescência	-
Cor da vagem	CINZA CLARO
Cor do hilo	PRETO-IMPERFEITO
Acabamento Nota de Acab. 1 – Resistente / 9 - suscetível	-

Fonte: Agro Bayer Brasil (2024).

Figura 04 - Semente cultivar M 5947 IPRO.



Fonte: Autor (2024).

5.3.2 TRATAMENTO QUÍMICO E INOCULAÇÃO DE SEMNTES

Para realização do experimento foram utilizadas sementes cultivar M 5947 IPRO, sendo divididas em dois grupos, para sementes tratadas e armazenadas por um período de 15 dias e sementes onde o tratamento com fungicidas e inseticidas foi realizado no momento do plantio.

O tratamento das sementes consistiu na aplicação de 2ml/kg de sementes de Standak Top (25 g.L-1 Piraclostrobina; 225 g.L-1 Tiofanato metílico; 250 g.L-1 Fipronil) com auxílio de uma seringa, aplicada em saco plástico, seguido por movimentos aleatórios para melhor homogeneização (Figura 05).

Figura 05 – Tratamento de semente.

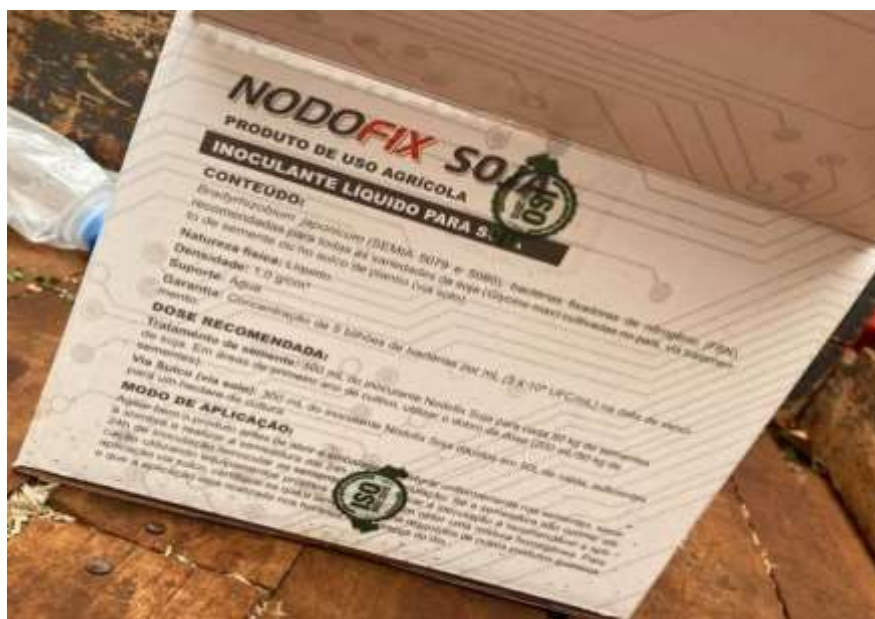


Fonte: Autor, 2024.

No dia da sementeira do experimento, 16 de setembro de 2024, realizou-se a inoculação das sementes aplicando 30ml do produto comercial NODOFIX SOJA (*Bradyrhizobium japonicum*) (Figura 06), bactérias fixadoras de Nitrogênio FBN (propulsora em volume de raiz) por quilograma de sementes da cultivar M 5947 IPRO, que possui elevada concentração de 5 bilhões de bactérias por mL (*Bradyrhizobium japonicum*) em suas formulações.

A aplicação do inoculante foi realizada com o auxílio de uma seringa em saco contendo sementes, com movimentação aleatória para melhorar a homogeneização.

Figura 06 – Inoculante líquido para soja.



Fonte: Autor, 2024.

Com a realização do tratamento químico das sementes em diferentes momentos (0 ou 15 dias), e na realização ou na ausência de inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, os tratamentos foram realizados conforme representado no quadro 02.

Quadro 02 – Esquema de tratamentos de sementes do experimento.

Tratamento 1	Tratamento da semente com 15 dias + inoculante
Tratamento 2	Tratamento da semente com 15 dias
Tratamento 3	Tratamento da semente, no momento do plantio
Tratamento 4	Tratamento da semente, no momento do plantio + inoculante
Tratamento 5	para testemunha, semente branca, sem inoculação

Fonte: Autor, 2024.

5.4 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS

As variáveis analisadas incluem a altura de plântulas, comprimento do sistema radicular, massa fresca da raiz, massa seca da raiz, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, número de nódulos por planta e número de nódulos viáveis.

Para analisar o comprimento do sistema radicular, quando as plantas alcançaram a fase V4, elas foram arrancadas cuidadosamente do vaso com o auxílio de um pincel para remover o excesso de solo das raízes. O comprimento foi medido com uma régua métrica, sendo realizado a medição do colo da planta até a extremidade da raiz, a altura da planta foi determinada com a medida do colo da planta até o ápice, processo feito com a planta ainda no vaso (Figura 07).

Figura 07 – Medição do comprimento do sistema radicular e altura da planta.



Fonte: Autor, 2024.

Para determinar o número de nódulos por planta e o número de nódulos viáveis, extração foi feita com o auxílio de uma pinça, separando os nódulos em diferentes recipientes conforme o tratamento. Foram realizadas a contagem dos nódulos e a análise da viabilidade. Cada nódulo foi cortado ao meio e observada a cor rósea para verificar a viabilidade (Figura 08).

Figura 08 – Extração e análise de nódulos por planta.



Fonte: Autor, 2024.

Para determinar a massa seca e raiz, as plantas foram coletadas sem as raízes, com o corte rente ao solo. Após a coleta, foram pesadas e seu valor anotado. E as raízes passaram pelo mesmo procedimento. Em seguida, as plantas foram secas em uma estufa a 105°C por 48 horas e pesadas novamente.

Após a coleta, todos os dados foram computados, avaliados, relacionados e analisados. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os dados referentes à altura de plântulas, número de nódulos por planta, número de nódulos viáveis e comprimento do sistema radicular.

Tabela 1 - Altura de plântulas (ALT), número de nódulos por planta (NNP) e número de nódulos viáveis (NNV), comprimento do sistema radicular (CSR).

TRATAMENTOS	ALT	NNP	NNV	CSR
	Cm			Cm
1	32,50 a	11,25 a	4,50 a	44,00 a
2	32,00 a	7,00 ab	2,25 a	39,75 a
3	31,50 a	4,25 b	1,25 a	43,00 a
4	29,25 a	8,25 ab	4,00 a	43,00 a
5	27,00 a	8,25 ab	2,00 a	45,00 a
DMS	5,94	5,46	3,27	26,43

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

A análise dos resultados obtidos com a variável altura de plântulas (ALT) mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos. No entanto o Tratamento 1 (sementes tratadas 15 dias antes da semeadura mais inoculação), a altura média das plantas foi de 32,50 cm, sendo a maior entre os tratamentos, porém sem diferença significativa em relação aos demais. Esse resultado sugere que o tratamento das sementes com antecedência pode ter contribuído para um bom desenvolvimento inicial das plantas, mas não gerou uma vantagem significativa. A testemunha (Tratamento 5), sem tratamento e inoculação, resultou na menor altura média, com 27,00 cm.

Estudos de HUNGRIA et al. (2006) e BERGAMASCHI et al. (2007), mostram que o uso de inoculação feita com antecedência tende a aumentar a eficiência da fixação biológica de nitrogênio, proporcionando benefícios ao crescimento inicial da planta. Porém, fatores ambientais e variações no solo podem interferir nos resultados, o que justifica a pouca diferença entre os tratamentos na variável ALT, encontrados na tabela 2.

Segundo estudo realizado por HUNGRIA et al. (2001), o fato do resultado obtido nesse trabalho da testemunha (T5), ocorre pela ausência de qualquer tratamento e inoculação, pois as plantas ficam dependentes da fixação natural do

nitrogênio e da fertilidade do solo, o que resulta em menor eficiência no desenvolvimento inicial da soja.

Os valores de altura de plântulas (ALT) encontrados no presente trabalho estão de acordo com os obtidos por ABE et al. (2018), em avaliação do tratamento com dois inoculantes (Simbiose® e Biomax), com valores aceitáveis comparadas com dados obtidos nesta pesquisa, nas fases de desenvolvimento da soja V3 a V6 (Folhas Verdadeiras), obteve resultados de 25 a 50 cm.

Embora a diferença não seja estatisticamente significativa, há uma tendência de que o tratamento de sementes e a inoculação possam melhorar o desenvolvimento inicial das plantas, ainda que de forma sutil, os resultados encontrados na tabela 2 se alinham com o que se observa no estudo de ARIATI (2021), onde tratamentos com inoculação e manejo pré-semeadura tendem a melhorar o desempenho inicial da planta, mas podem não se refletir sempre em diferenças estatísticas devido à variabilidade biológica e de condições experimentais.

A análise da variável do número de nódulos por planta (NNP) revelou diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento de sementes realizado 15 dias antes da semeadura, como uso de inoculante (T1), apresentou a maior média, com 11,25 nódulos por planta, diferenciando-se estatisticamente do tratamento T3. Em contrapartida, o tratamento de sementes no dia da semeadura (T3) obteve a menor média, com 4,25 nódulos por planta. Os demais tratamentos (T2, T4 e T5) apresentaram médias intermediárias de 7,00, 8,25 e 8,25 nódulos por planta, respectivamente, não havendo diferença estatística significativa entre si. Resultados esses indicam que a antecipação do tratamento das sementes pode favorecer o desenvolvimento nodular, enquanto o tratamento de sementes no dia do plantio não traz o mesmo benefício.

Com base no artigo de MELO et al. (2023), as sementes que passam por tratamento com média de 15 dias, possuem resultados significantes, pois fatores relacionados a tempo de interação com o solo, permite que as raízes das plantas recém-germinadas têm maior interação com as bactérias fixadoras de nitrogênio (*Bradyrhizobium japonicum*), outros fatores contribuem para bons resultados como a estabilização da microbiota no ambiente radicular, pois o ambiente fica mais favorável para a colonização das raízes, respostas fisiológicas da planta e condições ambientais.

Resultados semelhantes foram demonstrados por HUNGRIA et al. (2001), que ao testar tratamentos com tempo maior de antecedência, observou o desenvolvimento adequado da simbiose entre a planta e as bactérias nodulantes, mesmo com a presença de inoculante. O que explica o melhor desempenho encontrado no Tratamento 1 (com 11,25 nódulos por planta), deste experimento.

De acordo com LUCA et al. (2012), os tratamentos que apresentam médias intermediárias, ocorre devido a fatores que influenciam como tempo de interação e competição entre as bactérias e viabilidade do inoculante.

Quanto ao número de nódulos viáveis (NNV) revelou-se que, embora haja variação nas médias entre os tratamentos, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento T1 (sementes tratadas 15 dias antes da semeadura, com inoculante) obteve a maior média de nódulos viáveis, com 4,50 nódulos por planta, seguido pelo tratamento T4 (sementes tratadas no dia da semeadura + inoculante), que apresentou 4,00 nódulos viáveis. Os tratamentos T2, T5 e T3, com médias de 2,25, 2,00 e 1,25 nódulos viáveis por planta, respectivamente, também não diferiram significativamente entre si ou dos demais tratamentos.

Apesar dessas variações, a falta de diferença estatística indica que os tratamentos utilizados, tanto em relação à antecipação quanto ao uso de inoculantes, não exerceram um impacto expressivo na viabilidade dos nódulos (BUTRINOWSKI et al. 2015).

A análise da variável do comprimento do sistema radicular (CSR) mostrou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, conforme indicado pelas médias seguidas da mesma letra. As médias variaram de 39,75 cm a 45,00 cm, com o tratamento T5 (testemunha) apresentando o maior comprimento de raiz, de 45,00 cm, e o tratamento T2 (sementes tratadas 15 dias antes da semeadura) apresentando o menor valor, de 39,75 cm. Os tratamentos T1, T3 e T4 resultaram em médias próximas, de 44,00 cm, 43,00 cm e 43,00 cm, respectivamente.

A média do comprimento de raiz da T5 (testemunha), apresentaram o maior comprimento médio de raiz (45,00 cm) pode estar relacionado ao comportamento natural das plantas ao explorar o solo em busca de nutrientes e água (ZILLI et al. 2010).

De acordo com ABE et al. (2018), descreve como as plantas respondem a diferentes níveis e disponibilidades de nutrientes no solo. Quando os nutrientes são limitados, especialmente nitrogênio, as plantas tendem a desenvolver sistemas

radiculares mais extensos, uma adaptação natural para maximizar a absorção de recursos dispersos.

Enquanto o T2, apresentou o menor comprimento de raiz sendo 39,75 cm, relacionando o fato de que a presença de fixação biológica seja mais eficiente, a planta necessitou de menor desenvolvimento radicular para suprir as suas necessidades nutricionais. Se baseando na pesquisa de HUNGRIA et al. (2006) e BERGAMASCHI et al. (2007), identificaram casos em plantas com melhor fixação de nitrogênio tendem a investir menos crescimento radicular, pois a sua demanda por nutrientes é atendida de forma mais eficiente através dos nódulos.

Os tratamentos T1, T3 e T4, resultaram em médias próximas, entre 43,00 cm e 44,00 cm, mesmo tendo os tratamentos e inoculação em diferentes períodos, o impacto no comprimento do sistema radicular não foi fortemente influenciado. De acordo com ABE et al. (2018), a similaridade entre os tratamentos obtidos nesse trabalho, reforça a ideia de que o crescimento das raízes pode ser influenciado por condições do solo e fatores externos do que pelos tratamentos de inoculação.

Na tabela 2 são apresentados os dados referentes a massa fresca de raiz, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea.

Tabela 2 – Massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e massa fresca de parte Aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA).

TRATAMENTOS	MFR	MSR	MFPA	MSPA
	G			
1	7,75 a	2,75 a	9,25 a	3,75 a
2	4,50 a	1,25 a	6,50 ab	2,50 ab
3	8,00 a	2,75 a	9,00 a	3,75 a
4	5,25 a	1,25 a	6,25 ab	2,25 ab
5	4,25 a	1,25 a	4,75 b	1,75 b
DMS	4,93	2,16	4,00	1,88

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

Na análise das variáveis de massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR), não é observado diferença significativa entre os tratamentos. Portanto para a MFR, o tratamento T3 (sementes tratadas no dia da semeadura) obteve a maior média, com 8,00 g, seguido pelo tratamento T1 (sementes tratadas 15 dias antes da

semeadura, com inoculante), que apresentou 7,75 g. Os tratamentos T2, T4 e T5 mostraram médias menores, de 4,50 g, 5,25 g e 4,25 g, respectivamente.

Com base no estudo BUTRINOWSKI et al. (2015), o crescimento radicular pode ser menos afetado pela inoculação com rizóbios quando as há condições homogêneas de nutrientes no solo. Visto que, ao contrário do crescimento da parte aérea, as raízes tendem se manter no padrão de desenvolvimento constante em solos com bons nutrientes e água. Com base nesse trabalho e o estudo de ZILLI et al. (2010), o MFR e sua ausência de diferenças significativas nos tratamentos, podem indicar que mesmo em tratamentos sem inoculação como no T5, as plantas tiveram acesso suficiente a recursos no solo para sustentar o desenvolvimento das raízes.

Na análise de MSR, os tratamentos T1 e T3 tiveram médias iguais de 2,75 g, enquanto os tratamentos T2, T4 e T5 apresentaram médias de 1,25 g cada. De acordo com HUNGRIA (2001), as variações nas médias ou a ausência de diferenças significativas, independentemente da antecipação ou da inoculação, reflete no acúmulo de biomassa sólida nas raízes, removida da influência direta da água. Em muitos casos, a variação nos resultados pode ser limitada pela similaridade das condições ambientais e nutricionais do solo.

Na análise das variáveis massa fresca de parte aérea (MFPA) e massa seca de parte aérea (MSPA), os resultados demonstraram variações significativas entre os tratamentos.

Para a MFPA, os tratamentos T1 e T3 diferiram estatisticamente apenas do tratamento T5. Os tratamentos T1 (9,25 g) e T3 (9,00 g), apresentaram as maiores médias de MFPA, se diferenciando do T5 (4,75 g), o que sugere que a fixação biológica de nitrogênio (FBN) desempenhou um papel importante no aumento do acúmulo de biomassa na parte aérea. O nitrogênio fixado pelas bactérias é essencial para o desenvolvimento das folhas e caules, que constituem a maior parte da MFPA (ZILLI et al. 2010).

A diferença entre T5 (testemunha), que não recebeu inoculação e tratamento, apresentou a menor média de MFPA com 4,75 g, o que está alinhado com trabalho de ZILLI et al. (2010), que relata sobre a limitação de nutrientes, em plantas que não foram inoculadas ou tratadas com fertilizantes, com isso a planta depende exclusivamente dos nutrientes do solo, o que limita seu crescimento da parte aérea.

Em relação à MSPA, os tratamentos T1 e T3 também se destacaram, ambos com médias de 3,75 g. O tratamento T2 teve uma média de 2,50 g, enquanto T4 e T5

apresentaram médias de 2,25 g e 1,75 g, respectivamente. Assim como na MFPA, as médias da MSPA mostraram que os tratamentos T1 e T3 se diferenciaram positivamente, enquanto os demais tratamentos não apresentaram variações significativas entre si.

De acordo com estudo realizado por GOLTZ (2021), onde foi realizado a pesquisa com diferentes períodos de inoculação, pode se concluir que tratamentos com período de 15 a 30 dias e no ato do plantio, tiveram médias significativas que se destacaram e tratamentos que não tiveram médias significativas. Enquanto SANTOS (2013), relatou que não houve diferença nas variáveis em seu estudo utilizando pré-inoculação em 15 dias antes da sementeira. Isso confirma os resultados obtidos no presente trabalho.

Esses resultados indicam que a antecipação do tratamento de sementes, especialmente quando realizada 15 dias antes da sementeira, pode ser benéfica para o desenvolvimento da parte aérea das plantas, refletindo-se tanto na massa fresca quanto na massa seca.

7 CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados obtidos evidenciam que tanto o armazenamento quanto o tratamento das sementes exercem influência significativa sobre diversas variáveis de crescimento, particularmente no que se refere ao desenvolvimento nodular e à biomassa da parte aérea. A prática de antecipar o tratamento das sementes, especialmente 15 dias antes da semeadura, revelou-se benéfica para a formação de nódulos e o incremento da biomassa aérea. Em contrapartida, não foram observados efeitos significativos sobre o comprimento do sistema radicular e a massa das raízes. Esses resultados ressaltam a importância de estratégias de tratamento de sementes adequadas, visando otimizar o desenvolvimento das plantas sob diferentes condições de cultivo.

REFERÊNCIAS

ABE, Ruy Massami; RODRIGUEZ, Carlos Abanto; MAIA, Sonicley da Silva; DIAS, Elton da Silva; NETO, João Luiz Lopes Monteiro. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. **INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE SOJA**. Agosto, 2018. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/148_idbjncdpds.pdf. Acesso em 20 de outubro de 2024.

ALCÂNTARA, Rafaela Israel. ***Trichoderma harzianum* E *Bacillus subtilis* ASSOCIADOS COM *Bradyrhizobium japonicum* NA PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DA CULTURA DA SOJA**. 2018. Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1087/1/2018_TCC_RafaelaIsrael.pdf. Acesso em 20 de outubro de 2024.

ADAMA, Portal. **Guia completo sobre a cultura da soja**. Novembro, 2022. Disponível em: <https://portaladama.com/guia-cultura-da-soja/>. Acesso em 14 de agosto de 2023.

ARIATI, Júlio César. **Componentes fitométricos e de rendimento da soja em resposta a diferentes microrganismos e métodos de inoculação**. Abril, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/223581/TCC%20J%C3%BAlio%20C%C3%A9sar%20Ariati.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 04 de setembro de 2023.

AGRO BAYER BRASIL. Descrição da cultivar M 5947 IPRO. 2024. Disponível em: <https://www.agrobayer.com.br>. Acesso em 26 de outubro de 2024.

BARBARO, Ivana Marino et al. **PRODUTIVIDADE DA SOJA EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO PADRÃO E COINOCULAÇÃO**. Julho, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6104/000436695.pdf;sequence=1>. Acesso em 04 de setembro de 2023.

BARBOSA, FILHO, M.P.; COBUCCI, T.; MENDES, P.N. **Adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro comum irrigado sob plantio direto**. Dezembro, 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/193084/adubacao-nitrogenada-no-cultivo-do-feijoeiro-comum-irrigado-sob-plantio-direto> . Acesso em 04 de setembro de 2023.

BERGAMASCHI, H., DALMAGO, G. A., BERGONCI, J. I., BIANCHI, C. A. M. 2007. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. **Distribuição hídrica no solo e rendimento da soja em resposta a diferentes manejos de irrigação**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/rkfY676L3qKKHBZCLySRDYR/>. Acesso em 26 de outubro de 2024.

BOSCHIERO, Beatriz Nastaro. **6 maiores produtores de soja do mundo**. Setembro, 2023. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-6-maiores-produtores-de-soja-do-mundo/#:~:text=O%20Brasil%20lidera%20o%20ranking%20dos%20maiores%20produtores%20mundiais%20de,dever%C3%A3o%20ser%20exportados%20em%202023.>>. Acesso em 20 de setembro de 2023.

BRANDAO JUNIOR, O.; HUNGRIA, M. **EFEITO DE CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÃO AÇUCARADA NA ADERÊNCIA DO INOCULANTE TURFOSO ÀS SEMENTES, NA NODULAÇÃO E NO RENDIMENTO DA SOJA**. Maio, 2000. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/444843/efeito-de-concentracoes-de-solucao-acucarada-na-aderencia-do-inoculante-turfoso-as-sementes-na-nodulacao-e-no-rendimento-da-soja>. Acesso em 28 de agosto de 2023.

BUTRINOWSKI, Ricardo Tavares. **Adubação nitrogenada e a fixação biológica através do inoculante *Bradyrhizobium japonicum* no desenvolvimento vegetativo da soja**. Acta Iguazu. Setembro de 2015. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/13076>. Acesso em 23 de outubro de 2024.

CAMPO, Rubens José, et al. **FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA**. Agosto 2001. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>.

Acesso em 11 de setembro de 2023.

CONAB. **Com novo recorde, produção de grãos na safra 2022/23 chega a 322,8 milhões de toneladas.** Setembro, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-chega-a-322-8-milhoes-de-toneladas>. Acesso em 10 outubro de 2023.

CARDOSO, Mariana Brito. **Associação da bactéria *Bradyrhizobium japonicum* com agrotóxicos utilizados no tratamento de sementes de soja.** Outubro de 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/3705/3509/10108>. Acesso em 24 outubro de 2023.

CORREIA, Tiago Pereira da Silva. **Eficiência operacional, econômica e agrônômica da inoculação de soja via sulco de semeadura.** 2015. Acesso em 25 de outubro de 2023. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/134287>. Acesso em 10 outubro de 2023.

DANTAS, Érico dos Anjos. **EFEITO DE INOCULANTES E ADUBAÇÃO EM CULTIVAR DE SOJA PRODUZIDA NO MUNICÍPIO DE AREIA - PB.** Dezembro, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/14548/1/EAD04062019.pdf>. Acesso em 28 de agosto de 2023.

EMBRAPA. **Brasil é líder mundial em tecnologias de controle biológico.** Setembro, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/46366490/brasil-e-lider-mundial-em-tecnologias-de-controle-biologico>. Acesso em 28 de agosto de 2023.

EMBRAPA. **Brasil lidera e é referência no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para produção de soja.** Julho, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81613580/brasil-e-referencia-no>

desenvolvimento-de-tecnologias-sustentaveis-para-producao-de-soja#:~:text=Levantamento%20da%20Embrapa%20Soja%20indica,demonstrando%20o%20aumento%20de%20produtividade. Acesso em 14 de agosto de 2023.

EMBRAPA. **SOJA EVOLUÇÃO**. Dezembro, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia/evolucao>. Acesso em 11 de setembro de 2023.

EMBRAPA. **Técnicas de inoculação de bactérias aumentam produtividade da soja**. Abril, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/42282400/tecnicas-de-inoculacao-de-bacterias-aumentam-produtividade-da-soja>. Acesso em 28 de agosto de 2023.

GOLTZ, Rafaela. **AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE *Bradyrhizobium japonicum* EM SEMENTES DE SOJA COM ADITIVOS CELULARES E MÉTODO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA**. UTFPR. Dezembro de 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27812/1/avaliacaosobrevivenciabradyrizobiumsoja.pdf>. Acesso em 23 de outubro de 2024.

HUNGRIA, M. *et al.* **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Agosto 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2023.

HUNGRIA, M. *et al.* **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. EMBRAPA. 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/468512/a-importancia-do-processo-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-para-a-cultura-da-soja-componente-essencial-para-a-competitividade-do-produto-brasileiro>. Acesso em: 26 de outubro de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Itaipulândia – PR*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/itaipulandia.html>. Acesso em: 27 de outubro de 2024.

JARDINE, José Gilberto; BARROS, Talita Delgrossi. **Soja**. Agência Embrapa de Informação e Tecnologia. 2011. Disponível em:

<<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vmz02wx5eo0sawqe3vtldl7vi.html>>. Acesso em 14 de agosto de 2023.

LUCA, Marcos Javier; HUNGRÍA, Mariangela. **Efeito da Densidade de Plantio em Soja na Nodulação, Concentração de Nutrientes e Rendimento**. Fertbio. Setembro de 2012. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66868/1/FERTBIO-1124.pdf>.

Acesso em 22 de outubro de 2024.

MELO, A. F. *et al.* **Eficiência de diferentes tipos de inoculantes na cultura da soja**.

Pubvet. Junho de 2023. Disponível em:

<https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/3130>. Acesso em 22 de outubro de 2024.

PARISI, João Jose Dias; MEDINA, Priscila Fratin. **Tratamento de Sementes**. Campinas, p. 1-7, 2013. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/image_m_informacoes_tecnologicas/81.pdf>. Acesso em 14 de agosto de 2023.

PELOZO, Gabriel. **RENDIMENTO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GRÃOS DE SOJA TRANSGÊNICA E CONVENCIONAL, COM A UTILIZAÇÃO DE INOCULANTES E ADUBAÇÃO NITROGENADA**. Julho, 2016. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/725/1/TCC-2016-GABRIEL%20PELOZO.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2023.

PRANDO, A. M. *et al.* **COINOCULAÇÃO DA SOJA COM Bradyrhizobium E Azospirillum NA SAFRA 2018/2019 NO PARANÁ**. Novembro, 2019. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117312/1/Circtec156.pdf>>. Acesso em 14 de agosto de 2023.

SANTOS, Adriane Deitos dos. **VIABILIDADE DA INOCULAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA COM PRODUTOS COMERCIAIS A BASE DE BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM ANTES DA SEMEADURA**. Agosto de 2013. Disponível em:

https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/35143/TCC%20Adriane_aprovado.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 20 de outubro de 2024.

SILVA, Carla Dantes. **CULTURA DA SOJA (Glycine max): uma abordagem sobre a viabilidade do cultivo no município de Ribeira do Pombal (BA)**. Dezembro, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/18655/1/MONOGRAFIA%20-%20CULTURA%20DA%20SOJA.pdf>>. Acesso em 04 de setembro de 2023.

ZILLI, Jerri Édson; CAMPO, Rubens José; HUNGRIA, Mariangela. **Eficácia da inoculação de Bradyrhizobium em pré-semeadura da soja**. Notas Científicas. Março, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/rfHqjhGW7WsTcR64XBmS4KF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 20 de outubro de 2024.