

INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM BIOINSUMOS
COORDENAÇÃO DE CAPACITAÇÃO EM BIOINSUMOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *lato sensu* EM BIOINSUMOS
IF GOIANO CAMPUS RIO VERDE

MARYANA OLIVEIRA AZEVEDO

MONOGRAFIA

RIO VERDE, GO

2025

MARYANA OLIVEIRA AZEVEDO

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA CULTURA DA SOJA SOB MANEJOS BIOLÓGICOS EM ÁREAS QUEIMADAS E NÃO QUEIMADAS

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Especialização em Bioinsumos Instituto Federal Goiano como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Bioinsumos.

Orientador: Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine
Coorientador: Dr. Rafael Parreira Diniz

RIO VERDE, GO

2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

O48e Oliveira Azevedo, Maryana
EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA CULTURA DA SOJA SOB
MANEJOS BIOLÓGICOS EM ÁREAS QUEIMADAS E NÃO
QUEIMADAS / Maryana Oliveira Azevedo. RIO VERDE 2025.
29f. il.
Orientador: Prof. Dr. ALAERSON MAIA GERALDINE.
Coorientador: Prof. Dr. RAFAEL PEREIRA DINIZ.
Tcc (Especialista) - Instituto Federal Goiano, curso de 0230426 -
Especialização em Bioinsumos - Rio Verde (Campus Rio Verde).
1. Glycine max. 2. Fogo. 3. Manejo. I. Título.

Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – CEBIO/IF Goiano

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos onze dias do mês de setembro de dois mil e vinte e cinco, às 15 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Alaerson Maia Geraldine (orientador), Prof. Edson Souchie (membro interno) e Prof. Geisiane Alves Rocha (membro externo), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado **“EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA CULTURA DA SOJA SOB MANEJOS BIOLÓGICOS EM ÁREAS QUEIMADAS E NÃO QUEIMADAS”** de Maryana Oliveira Azevedo, estudante do curso de Especialização em Bioinsumos do IF Goiano - Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2023102304260012. A palavra foi concedida ao(à) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Campus, 11 de setembro de 2025.

(Assinado eletronicamente)

Alaerson Maia Geraldine

Orientador(a)

(Assinado eletronicamente)

Edson Souchie

Membro da Banca Examinadora

(Assinado eletronicamente)

Geisiane Alves Rocha

Membro da Banca Examinadora

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese (doutorado) | ☐ Artigo científico |
| ☐ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☐ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☒ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Maryana Oliveira Azevedo

Matrícula:

2024102304260012

Título do trabalho:

Eficiência agrônômica da cultura da soja sob manejos biológicos em áreas queimadas e não queimadas

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01 / 11 / 2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

ATAÍGO

Local

13 / 10 / 2025

Data

Maryana Oliveira Azevedo

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Alaerson Maia Geraldine

Cliente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Dedico o trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram nos estudos e sempre acreditaram no meu potencial de alçar vôos mais altos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que com certeza me ajudou chegar até aqui. Aos meus pais incentivadores desde sempre, as minhas avós que também sempre me apoiaram, meus amigos, colegas de trabalho e meu namorado que tiveram a paciência de me ouvir falar sobre os dados do TCC por meses e que me incentivaram a concluir a pós graduação. Em especial quero agradecer a minha colega Laiza que apesar de não estar mais entre nós foi a responsável por idealizar o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço o meu orientador e ao meu coorientador por disponibilizarem de tempo para discutir os dados e me auxiliarem nas demandas e análises. Obrigada a empresa que eu trabalho Solubio e a fazenda parceira onde foi realizado experimento. Meu muito obrigada também ao Programa de Pós -Graduação em Bioinsumos, bem como ao IF -Goiano Campus Rio Verde e todas as instituições de apoio: FAPEG, FUNAPE, CEBIO.



“Sê forte e corajoso”

Bíblia Sagrada, Josué 1:9

BIOGRAFIA DA AUTORA

Maryana Oliveira Azevedo, natural de Rio Verde – GO, nasceu em 1995. Ingressou no curso de Ciências Biológicas em 2013 na Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí. Participou de projetos de pesquisa voltados ao ensino de Biologia na Educação Básica, ingressou no mercado de trabalho como auxiliar de pesquisa em um laboratório de Bioinsumos em 2020. Atualmente é Consultora de qualidade no ramo de Biológicos produzidos “on farm” e tem interesse em ampliar os conhecimentos sobre o tema cada vez mais.

RESUMO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, desempenhando papel fundamental na economia e na alimentação. Devido ao período sem chuvas no cerrado, a palhada da safrinha utilizada como proteção de solo, pode ficar suscetível a incêndios acidentais o que pode ser prejudicial ao solo e, conseqüentemente, ao desempenho produtivo da cultura. Nesse contexto, os produtos biológicos surgem como alternativa sustentável para favorecer o crescimento vegetal, melhorar a fertilidade do solo e reduzir impactos negativos causados pelas queimadas, por exemplo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de produtos biológicos no desempenho agrônomo da soja cultivada em áreas queimadas e não queimadas. Para isso, foram conduzidos experimentos em campo, considerando diferentes manejos biológicos e avaliando parâmetros como, altura de plantas, comprimento de raiz, massa fresca da parte aérea, número de nódulos, estande de plantas, número total de vagens, massa de mil grãos e produtividade final. Os resultados obtidos indicaram que os produtos biológicos utilizados em alguns tratamentos contribuíram positivamente para o desenvolvimento da soja, apresentando na maioria das vezes maior eficiência nas áreas que não sofreram com o fogo, onde as condições do solo podem ter favorecido a atividade microbiana. Estatisticamente para produtividade não se teve diferenças significativas para todos os tratamentos, mas para o tratamento padrão da fazenda obteve uma diferença expressiva. Considerando que esse manejo com produtos biológicos é adotado pela fazenda a bastante tempo conclui-se que, essa prática é promissora para potencializar o desempenho agrônomo da soja, de modo a contribuir com uma agricultura mais sustentável e produtiva.

Palavras-chave: Soja. Fogo. Manejo Biológico.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* L.) is one of the main agricultural crops worldwide, playing a fundamental role in both the economy and food supply. However, due to the dry season in the Brazilian Cerrado, the straw left from the off-season crop, commonly used as soil cover for soybean cultivation, becomes susceptible to accidental fires, which can be harmful to soil quality and, consequently, to crop performance. In this context, biological products emerge as a sustainable alternative to promote plant growth, improve soil fertility, and mitigate the negative impacts caused by fires. The present study aimed to evaluate the effects of biological product application on the agronomic performance of soybean cultivated in burned and unburned areas. Field experiments were carried out considering different biological management practices and assessing parameters such as plant height, root length, shoot fresh mass, number of nodules, plant stand, total number of pods, thousand-grain weight, and final yield. The results indicated that the biological products applied in some treatments positively contributed to soybean development, most often showing greater efficiency in non-burned areas, where soil conditions may have favored microbial activity. Statistically, no significant differences were observed in yield among all treatments; however, the treatment corresponding to the farm's standard management presented an expressive difference. Considering that this biological management has been adopted on the farm for a long time, it is concluded that this practice is promising for enhancing soybean agronomic performance, contributing to a more sustainable and productive agriculture.

Keywords: Soybean. Fire. Biological Management

LISTA DE TABELAS/ ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- Imagem satélite da GLEBA 18 evidenciando as áreas e a distribuição dos tratamentos.....	16
FIGURA 2- Pressão de FUSARIOSE nas áreas antes e após o plantio.....;	25
FIGURA 3- Pressão de RIZOCTONIOSE nas áreas antes e após o plantio.....	25
FIGURA 4- Presença de <i>Bradyrhizobium sp.</i> no solo antes e após o plantio da soja.....	26
TABELA I - Produtos comerciais, microrganismos, doses e tipo de inóculo utilizado nos diferentes tratamentos avaliados.....	18
TABELA II- Características, metodologia e estádios de desenvolvimento das plantas no momento da avaliação.....	19
TABELA III Resumo da análise de variância para quatro características agronômicas avaliadas na fase final do desenvolvimento da cultura da soja.....	20
TABELA IV Valores médios para quatro características agronômicas obtidas a partir da avaliação de plantas de soja no estágio V4, desenvolvidas em solos com palhada residual e outra sem palhada (queimada) e submetidas a diferentes manejos biológicos no sulco de plantio.....	21
TABELA V- Resumo da análise de variância para quatro características agronômicas avaliadas na fase final do desenvolvimento da cultura da soja.....	23
TABELA VI- Valores médios para diferentes características agronômicas quantificadas em plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos com produtos biológicos no sulco de plantio.....	24

LISTA DE SIGLAS

SPD – Sistema de plantio direto

TS– Tratamento de semente

1.INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* L.) destaca-se como uma das principais *commodities* agrícolas do mundo, sendo amplamente utilizada na alimentação humana, na produção de óleo vegetal e como fonte proteica para rações animais. O Brasil ocupa posição de destaque no cenário mundial de produção e exportação, impulsionado pela adoção de tecnologias de cultivo e pela expansão da área agrícola em todo território nacional, inclusive em regiões de Cerrado.

Em áreas de cerrado, devido ao período de seca, podem ocorrer queimadas acidentais, consumindo toda palhada remanescente de culturas anteriores. Por outro lado, a queima também ainda é utilizada no manejo convencional sendo comum em algumas regiões. O fogo sendo acidental ou não acaba trazendo consequências negativas para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Nesse contexto, os sistemas de cultivo que priorizam a manutenção da palhada no solo, como no plantio direto, têm se mostrado mais sustentáveis, promovendo a ciclagem de nutrientes, a conservação da umidade e a proteção contra a erosão. Além disso, estratégias inovadoras vêm sendo incorporadas à agricultura, como o uso de produtos biológicos, que incluem inoculantes microbianos, biofertilizantes e agentes promotores de crescimento vegetal. Esses insumos atuam de forma benéfica sobre o solo e a planta, favorecendo a disponibilidade de nutrientes, a fixação biológica de nitrogênio e o equilíbrio da microbiota.

Diante disso, avaliar os efeitos dos produtos biológicos no desempenho agrônômico da soja cultivada em áreas que sofreram com queimadas e áreas que não sofreram, torna-se fundamental para compreender o efeito dos diferentes manejos e o quanto podem cooperar para uma agricultura mais eficiente e sustentável. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes manejos com produtos biológicos em áreas acometidas pelo fogo ou não no desempenho agrônômico da cultura da soja.

2.OBJETIVOS

GERAL:

Avaliar a influência de diferentes manejos com produtos biológicos no desempenho agrônômico da soja cultivada em áreas com palhada e áreas queimadas.

ESPECÍFICOS:

Quantificar diferenças no desenvolvimento da soja com os diferentes manejos.

Analisar a relação de características da cultura com o ambiente (palhada/queimada).

Compreender a importância do manejo biológico em condições desafiadoras.

3. CAPÍTULO I

(Normas de acordo com a revista AGROTEC)

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA CULTURA DA SOJA SOB MANEJOS BIOLÓGICOS EM ÁREAS QUEIMADAS E NÃO QUEIMADAS

Resumo: A soja (*Glycine max* L.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, essencial para a economia e a alimentação. No Cerrado brasileiro, a palhada da safrinha, utilizada como cobertura do solo, pode ficar suscetível a queimadas acidentais, prejudicando a qualidade do solo e o desempenho produtivo da cultura. Nesse contexto, os produtos biológicos surgem como alternativa sustentável para estimular o crescimento vegetal, melhorar a fertilidade do solo e mitigar os efeitos negativos do fogo. Este estudo avaliou os efeitos do manejo biológico no desempenho agrônomo da soja em áreas queimadas e não queimadas. Foram conduzidos experimentos em campo, analisando variáveis como altura de plantas, comprimento de raízes, massa fresca da parte aérea, nodulação, estande de plantas, número de vagens, massa de mil grãos e produtividade. Os resultados indicaram efeito positivo dos produtos biológicos, principalmente em áreas não queimadas. Embora não tenham ocorrido diferenças significativas para a produtividade, o tratamento padrão da fazenda se destacou.

Palavras chave: *Glycine max*, fogo, manejo

Abstract: Soybean (*Glycine max* L.) is one of the main agricultural crops worldwide, with significant economic and nutritional importance. In the Brazilian Cerrado, crop residues from the second harvest used as soil cover may become susceptible to accidental fires, compromising soil quality and crop productivity. In this context, the use of biological products emerges as a sustainable alternative to promote plant growth, improve fertility, and mitigate the negative effects of fire. This study aimed to evaluate the agronomic performance of soybean cultivated in burned and unburned areas under biological management. Variables assessed included plant height, root length,

shoot fresh mass, nodulation, plant stand, number of pods, thousand-grain weight, and yield. Results showed positive effects of biological products, especially in unburned areas. Although no significant differences were observed in yield, the farm's standard treatment performed better.

Keywords: *Glycine max*, Fire, Management

3.1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural e renovável, vivo e dinâmico. Abriga uma diversidade de organismos e é fundamental para a existência da vida no ecossistema (SILVA et al., 2021). No âmbito agrícola, os cuidados com o solo são extremamente necessários e nos últimos anos tem-se discutido muito sobre as melhores formas de manejá-lo nos mais diversos sistemas de produção, visando manter sua sustentabilidade e saúde. Desta forma, uma gama de práticas conservacionistas já vêm sendo colocadas em prática na agricultura nacional, destacando o plantio direto e, mais recentemente, o manejo integrado com o emprego de insumos biológicos.

O sistema de plantio direto (SPD) é amplamente utilizado pelos produtores rurais em todo território nacional que cultivam grãos. Ele possibilita um cuidado maior em relação ao revolvimento do solo permitindo a formação e conservação da palhada, e consequentemente mantendo elevada a taxa da matéria orgânica além de evitar a suscetibilidade a intempéries como vento, água e radiação (SALOMÃO et al., 2020). A manutenção da palhada sob a superfície do solo reduz a amplitude térmica do solo, favorecendo a manutenção de populações de microrganismos.

Outro exemplo de prática conservacionista que tem trazido muitos benefícios aos solos cultiváveis é o manejo integrado utilizando-se bioinsumos. Ela favorece a conservação e melhoria do microbioma do solo para os mais diversos agentes biológicos, responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio, promoção de crescimento e proteção das plantas contra pragas e doenças (BARBIERI, 2023; DENDENA, 2023).

Há muito sabe-se da importância da preservação da palhada na sustentabilidade do sistema agrícola, sendo que, a manutenção da matéria orgânica evita uma exposição excessiva ao sol, mantém a umidade e contribui

com a manutenção dos microorganismos no solo, ou seja, ocorre influência direta na saúde do solo e consequentemente na saúde das plantas cultivadas (SALOMÃO et al.,2020). Para a cultura da soja não é diferente, a mesma depende muito das condições do solo para que tenha um bom desenvolvimento e produção.

Em condições de cerrado, devido ao clima e a suscetibilidade das áreas a queimadas no período mais seco do ano, o fogo pode afetar propriedades, de modo que ventos fortes podem potencializar incêndios de grandes proporções (MATAIX-SOLERA et al., 2011; SOUZA; VALE,2019). Isso causa a perda da matéria orgânica superficial e influencia diretamente nas características químicas, físicas e biológicas do solo (OLIVEIRA; SILVA, 1994). Alguns estudos mostram que o calor pode comprometer a atividade e a estrutura microbiana, podendo afetar os serviços ecossistêmicos do solo (VAN DER VOORT et al.,2016), todavia, pouco se sabe sobre qual o melhor manejo biológico a ser adotado para maximizar a recuperação do solo, além de garantir a manutenção da produtividade de grãos em patamares elevados.

Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido para avaliar a influência de diferentes manejos biológicos aplicados no sulco de plantio em áreas com palhada ou oriundas de queimada em características agrônômicas da cultura da soja.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma fazenda na região de Jataí, Goiás. A área selecionada (Figura I) foi dividida em duas: na primeira foi registrada uma queimada de grandes proporções, queimando toda matéria orgânica superficial; a segunda não foi afetada pela queimada, conservando a matéria orgânica superficial oriunda da cultura do milho cultivado na safrinha.

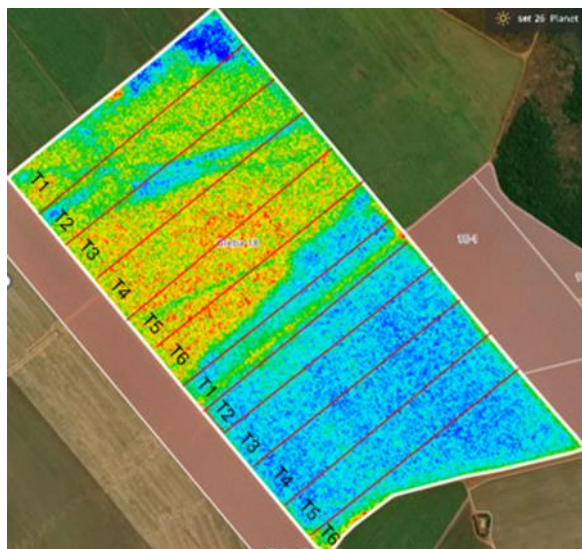


Figura I. Imagem satélite da GLEBA 18 evidenciando as áreas e a distribuição dos tratamentos na duas áreas. Em azul foi a área queimada; em verde é referente a área sem queimada.

O experimento foi conduzido sob o delineamento de blocos completos casualizados em esquema de parcela subdivididas, com seis tratamentos (Tabela I) e duas condições de solo. O plantio foi realizado em 24 de outubro de 2024 com auxílio de uma plantadeira modelo Vence Tudo Panther 1700, com 16 linhas de plantio, espaçadas em 0,50 m, e população de 320.000 plantas ha^{-1} , e sistema de jato dirigido no sulco de plantio, com vazão de 50 L ha^{-1} . Um total de 1.000 m lineares de cada tratamento foi plantado, gerando uma área de 8.000 m^2 por tratamento. A cultivar utilizada foi a DM 73I75 RSF IPRO.

Após o plantio, foi realizada a marcação das parcelas experimentais em cada tratamento, constituídas de seis linhas de cinco metros de comprimento cada, com cinco repetições distribuídas aleatoriamente na área de cada tratamento. Para estimar a produtividade de grãos foram colhidas duas linhas de cinco metros de comprimento, perfazendo uma área total de 5 m^2 .

O manejo da cultura foi realizado de acordo com o padrão da fazenda, não diferindo para nenhum dos tratamentos. Um total de oito características foram avaliadas ao longo do desenvolvimento da cultura sendo quatro delas no estágio V4 e outras quatro na maturidade final da cultura (Tabela II).

Após a coleta dos dados foi feita a tabulação. Antes de proceder as análises estatísticas, os dados foram analisados quanto a normalidade dos resíduos e homoscedasticidade dos dados por meio dos Testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente (Bartlett, 1937; Shapiro; Wilk, 1965). Após isso,

atendida as pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ($p < 0,05$). A análise de variância foi realizada com auxílio do software R Development Core Team® versão 4.3.1 (R Core Team, 2022), utilizando a função “ea2” do pacote easyanova (ARNHOLD, 2013).

As coletas para metagenômica foram realizadas em dois momentos antes e depois do plantio tanto na área queimada quanto na área de palhada afim de entender a biodiversidade presente no solo. Para realização da coleta foram considerados pontos aleatórios em ambas as áreas e a profundidade da coleta foi de 0 a 10 cm. As amostras foram enviadas para laboratório terceiro para que procedessem com as análises.

Tabela I Produtos comerciais, microrganismos, doses e tipo de inóculo utilizado nos diferentes tratamentos avaliados.

Tratamento	Produto	Microrganismo	Dose (L.kg/ha)	Inóculo
T1	BIO ND	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (SEMIA 5079 e 5080)	2,0	On Farm
	BIO AZ	<i>Azospirillum brasiliensis</i> (Ab-V5 / Ab-V6)	0,5	On Farm
T2	BIO ND	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (SEMIA 5079 e 5080)	2,0	On Farm
	BIO AZ	<i>Azospirillum brasiliensis</i> (Ab-V5 / Ab-V6)	0,5	On Farm
	BIO SOLUBILIZE	<i>Priestia megaterium</i>	4,0	On Farm
	SOLUBIORAIZ PERFORMANCE	<i>Bacillus subtilis</i> (CCT 7993)	4,0	On Farm
	BIO BALANCE	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (CCT 7995)	4,0	On Farm
	CARBON PRO		1,0	On Demand
Padrão Fazenda	BIO ND	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (SEMIA 5079 e 5080)	2,0	On Farm
	BIO AZ	<i>Azospirillum brasiliensis</i> (Ab-V5 / Ab-V6)	0,5	On Farm
	BIO SOLUBILIZE	<i>Priestia megaterium</i>	4,0	On Farm
	BIO BALANCE	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (CCT 7995)	5,0	On Farm
	SOLUBIORAIZ PERFORMANCE	<i>Bacillus subtilis</i> (CCT 7993)	5,0	On Farm
	BIO SOIL MIX	Mix de bactérias/fungos	5,0	On Farm
	BIO TRICHI	<i>Trichoderma harzianum</i>	0,5	On Farm
	METHARIZIUM	<i>Metharizium anisopliae</i>	0,3	On Farm
	PRIMAFERT	Blend de algas	2,0	On Farm
	ARVATICO	<i>Bacillus velezensis</i>	0,1	On Demand
	CARBON PRO		1,0	On Demand
	POTENZA NICOMO		0,2	On Demand
T4	BIO ND	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (SEMIA 5079 e 5080)	2,0	On Farm
	BIO AZ	<i>Azospirillum brasiliensis</i> (Ab-V5 / Ab-V6)	0,5	On Farm
	BIO SOLUBILIZE	<i>Priestia megaterium</i>	4,0	On Farm
	BIO BALANCE	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (CCT 7995)	4,0	On Farm
	SOLUBIORAIZ PERFORMANCE	<i>Bacillus subtilis</i> (CCT 7993)	4,0	On Farm
	BIO TRICHI	<i>Trichoderma harzianum</i>	0,5	On Farm
	METHARIZIUM	<i>Metharizium anisopliae</i>	0,5	On Farm
	PRIMAFERT	Blend de algas	2,0	On Farm
	CARBOM PRO		1,0	On Demand
T5	BIO ND	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (SEMIA 5079 e 5080)	2,0	On Farm
	BIO AZ	<i>Azospirillum brasiliensis</i> (Ab-V5 / Ab-V6)	0,5	On Farm
	BIO SOLUBILIZE	<i>Priestia megaterium</i>	3,0	On Farm
	BIO BALANCE	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (CCT 7995)	3,0	On Farm
	SOLUBIORAIZ PERFORMANCE	<i>Bacillus subtilis</i> (CCT 7993)	3,0	On Farm
	BIO TRICHI	<i>Trichoderma harzianum</i>	0,5	On Farm
	METHARIZIUM	<i>Metharizium anisopliae</i>	0,5	On Farm
	PRIMAFERT	Blend de algas	2,0	On Farm
	CARBON PRO		1,0	On Demand
T6	Testemunha Absoluta			

* CARBON PRO - Fertilizante orgânico organomineral; POTENZA NICOMO – fertilizante mineral misto.

Tabela II Características, metodologia e estádios de desenvolvimento das plantas no momento da avaliação.

Característica	Estádio	Metodologia de avaliação
Tamanho da planta	V4	Foi realizada com auxílio de uma régua graduada, medindo-se da inserção da base da planta no solo até a base do trifólio superior em desenvolvimento. Cinco plantas aleatórias de cada parcela foram avaliadas. Os valores foram anotados separadamente, expressos em centímetros.
Massa fresca da parte aérea	V4	A parte aérea foi separada da parte radicular com auxílio de uma faca, cortando-se na base da planta. A massa fresca da parte aérea de cinco plantas aleatórias foi quantificada com auxílio de uma balança de precisão. Os valores de cada planta foram anotados separadamente, expressos em gramas.
Comprimento da raiz	V4	Foi quantificada com auxílio de uma régua graduada, medindo-se da inserção da raiz na planta até a ponta da raiz de maior comprimento. Cinco plantas aleatórias foram avaliadas. Os valores foram anotados separadamente, expressos em centímetros.
Número de nódulos	V4	Foi realizada a partir da contagem do número de nódulos presentes nas raízes de cinco plantas, amostradas aleatoriamente. Os valores foram anotados separadamente.
Estande de plantas	Pré-colheita	Foi realizado a contagem do número de plantas nas duas linhas centrais da parcela, totalizando em 10 m de comprimento.
Número total de vagens	Pré-colheita	Foi realizada por meio da contagem do número total de vagens na planta. Cinco plantas foram amostradas aleatoriamente, sendo os valores anotados separadamente.
Produtividade de grãos	Pré-colheita	Foi mensurada a partir da colheita manual das plantas nas duas linhas centrais, totalizando em 5 m ² . As plantas foram submetidas a trilhagem mecânica, sendo os grãos coletados e pesados.
Massa de mil grãos	Pré-colheita	Após a colheita, oito amostras de 100 grãos cada foram pesadas separadamente. O valor médio foi calculado, sendo multiplicado por 10. Os valores foram expressos em gramas.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para quatro características agronômicas avaliadas no estágio V4 está apresentado na Tabela III. Já para características avaliadas na maturidade final da cultura, o resumo está apresentado na Tabela V.

Tabela III Resumo da análise de variância para quatro características agrônômicas avaliadas na fase final do desenvolvimento da cultura da soja.

FV	GL	Quadrado médio			
		Altura da planta	Comprimento da raiz	Massa fresca da parte aérea	Número de nódulos
Tratamento	5	56,60 **	34,57 **	3,02 **	107,07 **
Área	1	182,59 **	15,66 *	107,68 **	554,13 **
Tratamento x Área	5	23,09 *	6,71 *	0,92 ns	77,44 **
Bloco/Área	8	6,69 ns	3,38 ns	0,39 ns	14,29 ns
Resíduo	40	6,29	2,78	0,42	5,39

* FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; *, ** - significativo a 5% e 1% pelo teste t.

Em lavouras comerciais de soja, a rápida germinação e estabelecimento das plantas pode ser crucial para altas produtividades. Plantas mais altas, com maior biomassa tanto de parte aérea como radicular podem extrair nutrientes do solo, permitindo o desenvolvimento normal.

O desenvolvimento inicial das plantas de soja foi quantificado por meio de quatro características avaliadas no estágio V4. Dentro da área queimada, plantas desenvolvidas sem qualquer inoculação de produtos biológicos (T6) apresentaram o menor valor, 27,1 cm quando comparado com os demais (Tabela IV). Já na área com palhada não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Quando se compara as duas áreas, observou-se que no geral as plantas desenvolvidas em condições de palhada apresentaram tamanho superior às plantas desenvolvidas na área queimada.

A altura de plantas de soja é uma característica agrônômica importante e depende muito da genética, disponibilidade de nitrogênio e fatores ambientais como por exemplo, a presença de palhada no ambiente (FANG et al., 2020; LIU et al., 2023). Isso corrobora com os resultados observados para o ambiente de palhada, para o qual não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, inclusive com relação ao tratamento em que não foi utilizado nenhum produto biológico no sulco de plantio. Além disso, avaliando os tratamentos em si foi perceptível que o incremento de inoculantes, bem como

solubilizadores e nutrientes como cobalto, molibdênio, níquel e carbono também podem ter favorecido ainda mais nesse quesito ocasionando em plantas de maior estatura (BAGALE, 2021).

Tabela IV Valores médios para quatro características agronômicas obtidas a partir da avaliação de plantas de soja no estágio V4, desenvolvidas em solos com palhada residual e outra sem palhada (queimada) e submetidas a diferentes manejos biológicos no sulco de plantio.

Tratamento	Altura da planta (cm)				Comprimento da raiz (cm)			
	Palhada		Queimado		Palhada		Queimado	
T1	38,3	aA	34,7	aB	25,7	bA	26,1	aA
T2	38,6	aA	35,3	aB	24,5	bA	24,8	aA
T3	40,3	aA	36,9	aB	31,5	aA	27,7	aB
T4	37,7	aA	36,6	aA	27,5	bA	27,0	aA
T5	36,7	aA	36,2	aA	26,8	bA	24,7	aA
T6	36,1	aA	27,1	bB	24,9	bA	24,5	aA
	Número de nódulos por planta				Massa fresca da parte aérea (g)			
	Palhada		Queimado		Palhada		Queimado	
T1	43,7	bA	31,9	bB	5,3	bB	8,7	bA
T2	43,2	bA	37,2	aB	6,1	aB	8,1	bA
T3	50,9	aA	38,0	aB	6,8	aB	9,9	aA
T4	39,8	cA	38,1	aA	5,5	bB	8,3	bA
T5	36,8	dA	38,1	aA	5,5	bB	8,3	bA
T6	34,4	dA	29,1	bB	4,9	bB	6,9	cA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A massa fresca quando comparando entre as áreas, todos os tratamentos exibiram maiores valores para plantas desenvolvidas na área queimada. Isso pode estar relacionado à maior disponibilidade imediata de nutrientes no solo, devido combustão da matéria orgânica. Estudos apontam que a queimada promove elevação temporária das concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio, além do aumento da fração de compostos nitrogenados solúveis, que podem ser rapidamente assimilados pelas plantas, e influenciar no crescimento vegetativo (DIETRICH e MACKENZIE, 2018).

Em soja, esse aporte inicial de nutrientes favorece a expansão foliar e o acúmulo de biomassa aérea, justificando os resultados observados em áreas queimadas. Porém, tais benefícios tendem a ser de curta duração, uma vez que o fogo reduz progressivamente os teores de matéria orgânica e nitrogênio total do solo, além de impactar negativamente a microbiota edáfica, o que pode

comprometer a fertilidade e a produtividade em ciclos posteriores (BERNARDES, 2019). Assim, embora a queimada possa ter promovido um estímulo inicial ao crescimento da soja, a longo prazo pode representar riscos à sustentabilidade do sistema de produção.

Um bom enraizamento também é primordial para o desenvolvimento da cultura, já que a raiz é responsável por extrair os nutrientes disponíveis no solo e distribuir para a planta (DENDENA, 2023). Um maior comprimento de raiz pode ter sido influenciado pela adição do Potenza no manejo, o qual possui micronutrientes essenciais, corroborando com resultados de estudos anteriores para a cultura da soja, em que a adição de micronutrientes juntamente com a coinoculação, resultou em maior comprimento radicular (GRASSI, 2022).

O processo de nodulação na soja é extremamente importante na fixação de N. Foi observado que na área de palhada a quantidade de nódulos foi relativamente maior em relação à área queimada, além disso na metagenômica (ANEXO I) justamente na mesma área também foi encontrado maior quantidade de *Bradyrhizobium* sp. o que explica também a maior quantidade de nódulos (RODRIGUES, 2017).

O fato de incrementar o manejo com Co e Mo que também são nutrientes essenciais no processo de fixação de N pode ter favorecido uma maior nodulação assim como encontrado por Steiner et al. (2018) que utilizou estes micronutrientes em amendoim em um de seus tratamentos e obteve maior nodulação. Entretanto, esses resultados contrastam com resultados encontrados por Silveira et al. (2020) o qual não obteve um resultado positivo para nodulação quando se utilizou Co e Mo no sulco de plantio na soja, de modo que as doses utilizadas foram tóxicas para *Bradyrhizobium japonicum*.

Em geral, para o desenvolvimento inicial das plantas a queimada é prejudicial, reduzindo significativamente o tamanho da planta, comprimento da raiz e o número de nódulos. No entanto, os tratamentos T4 e T5 apresentaram estabilidade nas médias, sendo menos influenciados.

Tabela V Resumo da análise de variância para quatro características agronômicas avaliadas na fase final do desenvolvimento da cultura da soja.

FV	GL	Quadrado médio			
		Estande	NTV	Produtividade de grãos	Massa de mil grãos
Tratamento	5	57,96 ns	61,00 ns	11,33 ns	47,80 *
Área	1	41,67 ns	2,65 ns	9,52 ns	493,07 **
Tratamento x Área	5	41,63 ns	95,84 ns	27,24 ns	30,73 ns
Bloco/Área	8	30,33 ns	28,06 ns	10,15 ns	23,36 ns
Resíduo	40	50,09	58,35	15,49	22,10

* FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; *, ** - significativo a 5% e 1% pelo teste t; NTV – número total de vagens.

Na maturidade final o estande de plantas não foi influenciado pelos tratamentos, tanto na área com palhada quanto na área queimada (Tabela VI). O número total da vagens também não foi influenciado pelos tratamentos. Diferença significativa foi observada somente para T6, para o qual o número de vagens foi superior na área queimada em relação a área com palhada.

O estande de plantas e número total de vagens são fatores que podem ser influenciados pela genética, vigor da semente, bem como pela pressão ou ausência de ataques de insetos e doenças (ESCHER, 2024). Portanto, devido ao fato de ter sido utilizada a mesma cultivar com o mesmo TS (tratamento de semente) para todos os tratamentos e ambientes é justificável a falta de diferenciação nos dados. (Tabela VI).

Em geral, para esse estágio de desenvolvimento não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos cultivados tanto na área de palhada quanto na área queimada (Tabela VI). Diferenças foram observadas somente para T3, o qual quando cultivado sob condições de área com palhada produziu 6,6 sacas/ha a mais em relação ao mesmo tratamento cultivado em área queimada.

No geral plantas cultivadas sob palhada tiveram médias superiores, isso porque do ponto de vista agrônomo, a presença de palhada no solo possivelmente contribuiu para a manutenção da umidade e da temperatura mais estável na zona radicular, possibilitando as plantas acesso ideal a água e nutrientes, fundamentais no processo fotossintético (RAHMAN et al., 2023).

Isso com certeza favoreceu o enchimento dos grãos resultando em maior massa final em alguns casos. Já no sistema queimado, a menor cobertura pode ter levado a maior oscilação térmica e possível estresse hídrico, afetando o acúmulo de reservas nos grãos, especialmente em tratamentos mais sensíveis.

Os valores para a massa de mil grãos apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para a área de queimada. O tratamento T6 apresentou o menor valor, com 170,7 g (Tabela VI). A área cultivada influenciou a massa de mil grãos somente para T5 e T6, sendo observado maiores valores na área com palhada.

Tabela VI Valores médios para diferentes características agronômicas quantificadas em plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos com produtos biológicos no sulco de plantio.

Tratamento	Estande (plantas/m)				Número total de vagens			
	Palhada		Queimado		Palhada		Queimado	
T1	13,0	aA	13,6	aA	47,9	aA	50,7	aA
T2	13,5	aA	13,0	aA	45,9	aA	46,8	aA
T3	13,6	aA	13,6	aA	50,1	aA	44,0	aA
T4	13,3	aA	13,3	aA	48,0	aA	42,9	aA
T5	13,6	aA	14,0	aA	53,7	aA	48,7	aA
T6	13,4	aA	14,0	aA	46,1	aB	56,0	aA

	Produtividade de grãos (sacas/ha)				Massa de mil grãos (g)			
	Palhada		Queimado		Palhada		Queimado	
T1	76,4	aA	77,0	aA	181,8	aA	178,3	abA
T2	78,0	aA	78,0	aA	182,3	aA	180,0	aA
T3	81,6	aA	75,0	aB	177,9	aA	174,1	abA
T4	77,9	aA	79,0	aA	183,7	aA	178,2	abA
T5	78,2	aA	75,8	aA	182,3	aA	175,1	abB
T6	74,5	aA	77,1	aA	182,7	aA	170,7	bB

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As análises metagenômicas trouxeram resultados interessantes, evidenciando a eficiência ou não do manejo que vem sendo utilizado na fazenda. Para doenças como *Fusarium* e *Rhizoctonia* observou-se baixos índices das mesmas na amostra coletada pós algum tempo de plantio, isso evidencia que o manejo utilizado foi interessante, pois reduziu a pressão dessas doenças nas áreas.

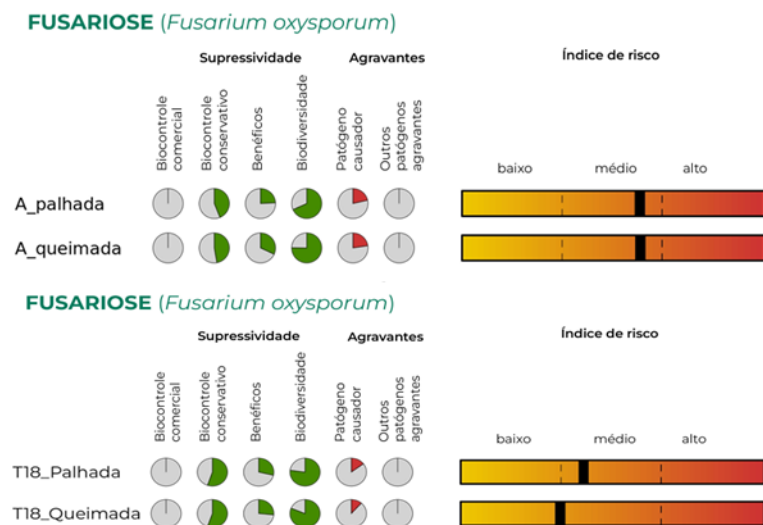


Figura II. Pressão de FUSARIOSE nas áreas antes e após o plantio.

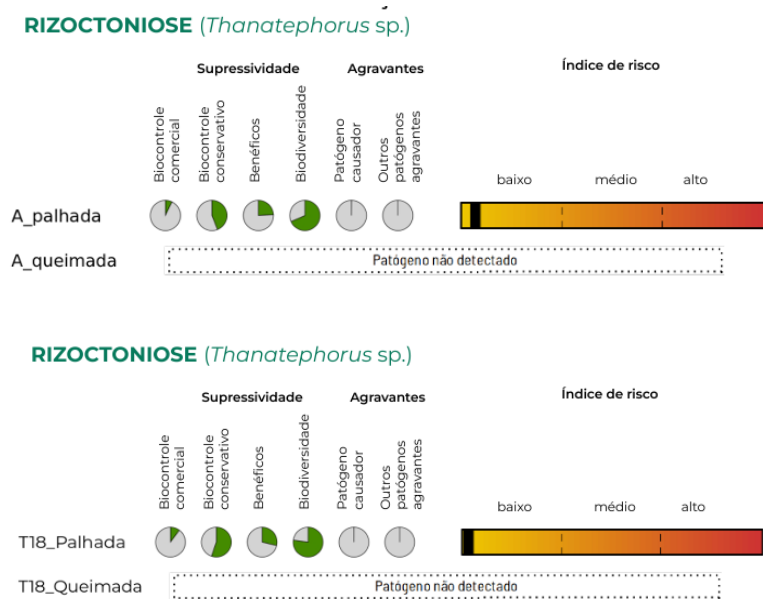


Figura III. Pressão de RIZOCTONIOSE nas áreas antes e após o plantio.

Em relação a presença ou ausência de microorganismos benéficos como promotores de crescimento para bactérias foi possível observar que na amostra coletada após o plantio a presença de *Bradyrhizobium* foi inferior se comparado a amostra coletada anteriormente. Essa redução pode ser proveniente da

associação da bactéria com a planta o que evidencia que a comunidade microbiana da rizosfera pode ser modificada ao longo do crescimento da soja (SUGIYAMA et al., 2014).

<i>Bradyrhizobium</i> sp.	1.28	1.29
<i>Bradyrhizobium</i> sp.	0.87	0.72

Figura IV. Presença de *Bradyrhizobium* sp. no solo antes e após o plantio da soja.

3.4 CONCLUSÃO

Na área atingida pela queimada foi observado que o desenvolvimento inicial das plantas, com exceção da massa fresca da parte aérea, foi inferior em relação à área com palhada. No entanto, na maturidade final da cultura não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, independente da área de cultivo.

3.5 REFERÊNCIAS

ARNHOLD, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 50, 2013.

BAGALE, Suman. Nutrient management for soybean crops. **International Journal of Agronomy**, v. 2021, n. 1, p. 3304634, 2021.

BARBIERI, Claudia Regina et al. Biológicos no controle de doenças, indução de resistência e promoção de crescimento na cultura da soja. 2023.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London*, v. 160, p. 268–282, 1937.

BERNARDES, Filipi Cardoso. Estudo do impacto de queimadas sobre indicadores de qualidade do solo em áreas de Cerrado. 2019.

DE OLIVEIRA SILVA, Michelangelo et al. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6853-6875, 2021.

DENDENA, Fernando Maldaner et al. Características produtivas da cultura da soja em resposta ao uso de bioinsumos. 2023.

DIETRICH, Sebastian T.; MACKENZIE, M. Derek. Comparing spatial heterogeneity of bioavailable nutrients and soil respiration in boreal sites recovering from natural and anthropogenic disturbance. **Frontiers in Environmental Science**, v. 6, p. 126, 2018.

ESCHER, Jessica Aparecida Kafer et al. **Vigor de sementes de soja na dinâmica do nitrogênio na planta e no desempenho da cultura em diferentes ambientes de cultivo**. 2024. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FANG, Yanlong et al. Linkage analysis and multi-locus genome-wide association studies identify QTNs controlling soybean plant height. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 9, 2020.

GRASSI, Alison. **Aplicação em sulco de biológicos e micronutrientes na cultura da soja**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia.

GUL, B. et al. Effect of prescribed fire on forage production and nutritive value of the perennial grass *Saccharum griffithii*. **Phyton (Buenos Aires)**, v. 83, p. 415-421, 2014.

LIU, Siping et al. Evaluating the influence of straw mulching and intercropping on nitrogen uptake, crop growth, and yield performance in maize and soybean. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1280382, 2023.

MATAIX-SOLERA, J. et al. Fire effects on soil aggregation: a review. *Earth-Science Reviews*, Roma, v. 109, n. 1, p. 44-60, 2011.

NWACHUKWU, Blessing Chidinma; BABALOLA, Olubukola Oluranti. Metagenomics: a tool for exploring key microbiome with the potentials for improving sustainable agriculture. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, p. 886987, 2022.

OLIVEIRA, M.; SILVA, I. L. Efeitos do fogo sobre o solo. *Floresta e Ambiente*, p. 142-145, 1994.

RAHMAN, Rahman et al. Interaksi Jarak Tanam dan Mulsa Jerami terhadap Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). **JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis): Jurnal Agribisnis dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian**, v. 8, n. 1, p. 9-17, 2023.

R CORE TEAM, R: A language and environment for statistical computing, R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022.

RODRIGUES, ADRIELLY SOUZA PINHEIRO. Aspectos que interferem na nodulação e fixação biológica de Nitrogênio por *Bradyrhizobium* na Cultura da Soja. **Primavera Leste, Mato Grosso: Universidade de Cuiabá**, 2017.

RUFATTO, Felipe. **Efeito de tratamentos nutri-fisiológicos e biológicos na produtividade da cultivar BMX Zeus**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador et al. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e154911870-e154911870, 2020.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, v.52, p.591–611, 1965.

SILVEIRA, Paniéli Garcia; DA SILVA, Eduarda Aguiar Roberto. EFEITO DE DOSES DE COBALTO E MOLIBDÊNIO APLICADAS NO SULCO DE PLANTIO DA SOJA INOCULADA COM *BRADYRHIZOBIUM* THE EFFECTS OF COBALT AND MOLYBDENUM DOSAGE FOR IN-FURROW INOCULATION OF SOYBEAN

PLANTATIONS WITH BRADYRHIZOBIUM. 2021.

SOARES, Igor Oliveri et al. Interaction between soybean cultivars and seed density. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 09, p. 1425, 2015.

SOUZA, Michel Aquino de; VALE, Ailton Teixeira do. Levantamento de plantas de baixa inflamabilidade em áreas queimadas de Cerrado no Distrito Federal e análise das suas propriedades físicas. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 181-192, 2019.

STEINER, Fabio et al. Molibdênio e coinoculação das sementes de amendoim com Bradyrhizobium e Azospirillum em solo do Cerrado. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 4, p. 128-137, 2018.

SUGIYAMA, Akifumi et al. Changes in the bacterial community of soybean rhizospheres during growth in the field. **PloS one**, v. 9, n. 6, p. e100709, 2014.

VAN DER VOORT, Menno et al. Impact of soil heat on reassembly of bacterial communities in the rhizosphere microbiome and plant disease suppression. **Ecology Letters**, v. 19, n. 4, p. 375-382, 2016.

WÓJCIK-GRONT, Elżbieta et al. Analysis of the impact of environmental and agronomic variables on agronomic parameters in soybean cultivation based on long-term data. **Plants**, v. 11, n. 21, p. 2922, 2022.