

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS IBIRUBÁ**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADOS COM  
NEMATICIDA E MICORRIZA NO DESEMPENHO INICIAL E PRODUTIVO  
DA CULTURA**

**DANIEL LUÍS HÜBNER**

**Ibirubá, 2024.**

**DANIEL LUÍS HÜBNER**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADOS COM  
NEMATICIDA E MICORRIZA NO DESEMPENHO INICIAL E PRODUTIVO  
DA CULTURA**

Projeto de Pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso I apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

Orientador (a): MARCOS PAULO LUDWIG

**Ibirubá, 2024.**

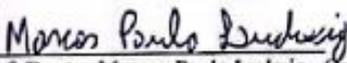
DANIEL LUÍS HÜBNER

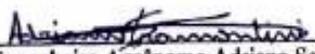
**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADOS COM  
NEMATICIDA E MICORRIZA NO DESEMPENHO INICIAL E PRODUTIVO  
DA CULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado junto ao curso de Agronomia  
do Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia do Rio Grande do Sul –  
Campus Ibirubá como requisito parcial da  
obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo.

Orientador: Prof. Doutor Marcos Paulo  
Ludwig

Aprovado em 29 de julho 2024.

  
Prof. Doutor Marcos Paulo Ludwig – Orientador

  
Engenheiro Agrônomo Adriano Scholze Tramontini

  
Engenheiro Agrônomo Lucas Scholze Tramontini

  
Prof. Doutora Daniela Batista Santos – Coordenadora do  
Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente, gostaria de agradecer à Deus por oportunizar a realização do curso de agronomia com saúde e disposição, para que fosse possível alcançar meus objetivos e adquirir mais conhecimentos e experiências nesta área.

Aos meus familiares por todo o apoio, incentivo e orientações em minhas decisões durante o período letivo.

Aos amigos colegas de curso pelas trocas de informações e experiências do dia a dia e pelo auxílio na condução das atividades do experimento à campo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá, por todo o suporte durante a condução do experimento, em especial pela área experimental fornecida, bem como pelos equipamentos que foram necessários.

Ao meu orientador Dr. Marcos Paulo Ludwig pelo auxílio, orientações e ensinamentos fornecidos durante este período.

Aos colegas do Laboratório de Sementes e Grãos do IFRS – Campus Ibirubá pelo auxílio na condução das atividades do experimento.

A todos, muito obrigado!

## RESUMO

A cultura da soja tem grande importância no cenário agrícola, junto a ele tecnologias aplicadas via tratamento de sementes visam melhorar o desempenho das sementes e impulsionar o aumento da produtividade da cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento e armazenamento de sementes tratadas com nematicida, micorrizas e a combinação dos dois no desempenho inicial da cultura da soja. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá. Sementes da cultivar BMX Zeus IPRO foram tratadas com fungicida e inseticida e combinadas com nematicida e micorriza, ambas na dose de 20mL para cada 100Kg de sementes, de forma isolada e combinada, utilizando os seguintes produtos para os tratamentos: fungicidas de nome comercial Apron (Fludioxonil + Metalaxil-M 200 mL) e inseticidas de nome comercial Maestro (Fipronil 200 mL) e Inside (Clotidina 100 mL) ambas as doses do produto comercial para cada 100Kg de sementes e combinadas com nematicida e micorriza de forma isolada e combinada. O nematicida biológico utilizado foi a base de *Bacillus amyloliquefaciens* cepa PTA-4838, e a micorriza a base de *Rizoglosum intraradices* e *Claroideoglosum claroideum*. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições no esquema bifatorial 4 (tratamento: T1: inseticida +fungicida (testemunha), T2: inseticida +fungicida + nematicida, T3: inseticida +fungicida + micorriza, e T4: inseticida + fungicida + nematicida + micorriza). A semeadura foi realizada em três épocas, sendo aos 0, 30 e 60 dias após o tratamento respectivamente. As avaliações realizadas foram as seguintes: Contagem de emergência a campo; comprimento e massa seca de plântula, volume radicular; sobrevivência de plantas e componentes da produtividade. Os dados obtidos após as avaliações foram tabulados e submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e regressão. A emergência em campo foi superior para sementes tratadas com nematicida e micorriza e armazenadas por até 30 dias em comparação a testemunha, porém períodos maiores acarretaram efeito negativo. A combinação de nematicida e micorriza resultou em incremento no volume radicular das plântulas de soja. O tratamento com nematicida e micorriza e combinados não resultou em aumento da produtividade, mas a combinação possibilitou maior população de plantas no final do ciclo da cultura com sementes armazenadas por 30 dias.

**Palavras-chave:** Biológico; combinação de produto; tratamento de sementes;

## ABSTRACT

Soybean cultivation is of great importance in the agricultural scenario, along with technologies applied via seed treatment aim to improve seed performance and boost the increase in crop productivity. The objective of the work was to evaluate the effect of treatment and storage of seeds treated with nematicide, mycorrhizae and the combination of the two on the initial performance of the soybean crop. The experiment was carried out at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá. Seeds of the BMX Zeus IPRO cultivar were treated with fungicide and insecticide and combined with nematicide and mycorrhiza, both at a dose of 20mL for every 100kg of seeds, alone and in combination, using the following products for the treatments: fungicides (Fludioxonil + Metalaxyl- M 200 mL) and insecticides (Fipronil 200 mL and Clotidine 100 mL) both doses of the commercial product for each 100 kg of seeds and combined with nematicide and mycorrhiza alone and in combination. The biological nematicide used was based on *Bacillus amyloliquefaciens* strain PTA-4838, and the mycorrhiza was based on *Rizoglobus intraradices* and *Claroideoglobus claraideum*. The experimental design used was randomized blocks, with four replications in the bifactorial scheme 4 (treatment: T1: insecticide + fungicide (control), T2: insecticide + fungicide + nematicide, T3: insecticide + fungicide + mycorrhiza, and T4: insecticide + fungicide + nematicide + mycorrhiza). Sowing was carried out in three times, at 0, 30 and 60 days after treatment respectively. The assessments carried out were as follows: Field emergency count; seedling length and dry mass, root volume; plant survival and productivity components. The data obtained after the evaluations were tabulated and subjected to analysis of variance and Tukey's test at 5% probability of error and regression. Field emergence was higher for seeds treated with nematicide and mycorrhiza and stored for up to 30 days compared to the control, but longer periods resulted in a negative effect. The combination of nematicide and mycorrhiza resulted in an increase in the root volume of soybean seedlings. Treatment with nematicide and mycorrhiza combined did not result in increased productivity, but the combination allowed for a greater plant population at the end of the crop cycle with seeds stored for 30 days.

**Keywords:** Biological; product combination; seed treatment;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fungicida, inseticida, micorriza e nematicida utilizados para o tratamento de sementes da cultivar BMX Zeus IPRO (A), sementes armazenadas individualmente para cada tratamento em sacas de ráfia após o tratamento (B). .....	18
Figura 2 - Máquina de tratamento de sementes pertencente à Cooperativa Cotribá, utilizada para o tratamento das sementes que posteriormente foram semeadas no campo experimental do IFRS – Campus Ibirubá, Ibirubá, 2022. ....	19
Figura 3 - Semeadora pneumática Vence Tudo, modelo Panther SM 7000 utilizada para a semeadura das parcelas das três diferentes épocas de semeadura, Ibirubá 2022. ....	19
Figura 4 - Retirada das plântulas em 0,5m lineares com auxílio de uma pá-de-corte para posteriores avaliações. Ibirubá, 2022. ....	20
Figura 5 - Mensuração do comprimento de plântula, medindo parte aérea e raiz com auxílio de régua graduada. Ibirubá, 2022. ....	21
Figura 6 - Volume radicular medido com auxílio de uma proveta graduada pelo método de deslocamento de líquidos. Ibirubá, 2022. ....	21
Figura 7 - Cápsulas contendo separadamente a parte aérea de plântula e sistema radicular em estufa a 65,5° C por 24 horas. Ibirubá, 2022. ....	22
Figura 8 - Batedor acoplado ao trator utilizado para realizar a trilhagem mecânica das amostras colhidas à campo. Ibirubá, 2022. ....	23
Figura 9 - Temperatura média e índices pluviométricos da região de implantação do experimento durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja para as três épocas de semeadura (0, 30 e 60) dias após o tratamento de sementes, Ibirubá, 2023. ....	24
Figura 10 - Emergência à campo aos 14 DAS (dias após a semeadura), para as três diferentes épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para as quatro combinações com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023. ....	25
Figura 11 - População de plantas por hectares aos 14 DAS (dias após a semeadura), para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023. ....	27
Figura 12 - Comprimento de plântula total em centímetros para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para as quatro combinações	

com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023. ....	28
Figura 13 - Massa seca de plântula total (g), para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.....	29
Figura 14 - Altura de plantas em centímetros, para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.....	32
Figura 15 - População de plantas por hectare para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023... ..	33
Figura 16 - Grãos por legumes, para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida + micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.....	34

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Volume radicular aos 14 DAS (dias após semeadura) para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida + micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.....	30
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
4.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	17
4.2 AVALIAÇÕES REALIZADAS NO INÍCIO DO CICLO.....	20
4.2 AVALIAÇÕES REALIZADAS NO FINAL DE CICLO.....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
5.1 ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA .....	24
5.2 AVALIAÇÕES DE FINAL DE CICLO .....	30
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Destaca-se que a soja tanto em grãos quanto seus derivados possuem grande importância para o Brasil, pois é considerada a principal cultura de verão e que vem ganhando mais espaço em área ano após ano. O monocultivo da cultura da soja, bem como a falta de rotação de culturas, são problemas cada vez mais frequentes. Evidencia-se então que dentre outros problemas, as doenças, insetos-praga e plantas invasoras tornam-se cada vez mais comuns, causando prejuízos para o produtor. Os problemas fitossanitários resultam em redução da população de plantas, altura de plantas e podem comprometer a produtividade e qualidade final da cultura (JUHAZS et al., 2013).

A cultura da soja no país está associada aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. A criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, porém são exigentes em tecnologias relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de insetos-praga e doenças. O tratamento de sementes (TS) até o final do ciclo da cultura, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita, são fatores promotores desse avanço (FREITAS, 2011).

Há relatos de que a soja começou a ser cultivada no país em 1882 com intuito de experimentação, já em 1908 seu cultivo foi intensificado com a imigração japonesa (STOLLER, 2021). A cultura é considerada de grande importância pois é o “carro chefe” de muitas propriedades produtoras de grãos. Para o país tem uma grande importância pois traz um retorno econômico considerável para a economia devido a suas várias finalidades, como a produção de óleo de soja, alimentação animal e humana, produção de biocombustíveis, entre outros.

Visando o bom desenvolvimento da cultura da soja, destaca-se que os cuidados devem começar ainda antes da sementeira, com a escolha das sementes que devem ser de qualidade, contendo bons índices de germinação e vigor que devem ser acima de 80%, não conter danos em seu tegumento, ter qualidade fitossanitária e padronização de peneiras para que assim possibilite uma sementeira mais uniforme e de maior qualidade, que proporcione um melhor desenvolvimento da cultura principalmente no início do ciclo, onde as plântulas dependem das reservas presentes na própria semente. O tratamento de sementes visa manejar e controlar fungos, insetos-praga, nematoides que prejudicam as sementes e as estruturas das plântulas que virão a emergir e formar uma

planta com potencial produtivo. Destaca-se desta forma os bioinsumos, que vem tornando-se uma alternativa para o avanço da agricultura regenerativa pautada por uma produção de forma mais sustentável (MEYER, Et al., 2022).

A incidência de nematoides no solo, principalmente em áreas que não se realiza rotação de culturas é um fator que acarreta com significativa redução na produtividade da soja, com isso destaca-se que o uso de nematicidas apresentam-se como uma alternativa eficiente para o controle desta praga no solo (PEREIRA, 2020).

A utilização de fungos micorrízicos inoculados juntos ao tratamento de sementes, buscando uma associação simbiótica com as plantas, de forma que as mesmas modificam o sistema de raízes da planta e influenciam a obtenção de nutrientes minerais (TAIZ Et al., 2017). Os fungos micorrízicos se expandem além das raízes da planta ou da região da rizosfera do solo que circunda as raízes para adquirir nutrientes e água além de propiciar melhorares condições de explorar a germinação e o vigor da planta (SUMITOMO CHEMICAL, 2022).

Combinar os defensivos agrícolas utilizados no tratamento de sementes com produtos que visam melhorar o desempenho das culturas é prática cada vez mais comum. O desenvolvimento de novos produtos pela indústria é rápido, assim a evolução do conhecimento e a necessidade de avaliações é cada vez maior. A avaliação do efeito destas combinações na qualidade fisiológica das sementes, desenvolvimento da cultura e produtividade é de grande importância, visto a crescente utilização pelos produtores.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o desempenho inicial e produtivo da cultura da soja armazenadas após o tratamento de sementes com nematicida e micorriza.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar a emergência e população de plantas;
- Avaliar o crescimento inicial da cultura;
- Avaliar o comportamento dos componentes da produtividade e da produtividade de grãos.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A produção de soja a nível de país está estimada em 322,8 milhões de toneladas. O volume representa um crescimento de 18,4%, o que corresponde a 50,1 milhões de toneladas colhidas a mais sobre a temporada anterior, o estado do Rio Grande do sul também apresentou um aumento de produção, porém limitado por conta das fortes estiagens que ocorreram em algumas regiões do estado em destaque para a região do Alto Jacuí que foi fortemente atingida pela estiagem trazendo vários prejuízos para a produção local (CONAB, 2023).

O uso de tecnologias que visam dar melhores condições durante os processos de germinação e emergência são essenciais para que as culturas expressem o máximo seu potencial produtivo. O tratamento químico de sementes tem melhorado a qualidade sanitária e proporcionado proteção contra patógenos que causam efeitos deletérios às plântulas (BALARDIN et al., 2011; CONCEIÇÃO et al., 2014) e reduzem o estabelecimento inicial de plântulas no campo (CASTRO et al., 2008; MERTZ et al., 2009; PEREIRA et al., 2011).

No tratamento de sementes utiliza-se sementes com alto vigor e germinação, aliado a aplicação de fungicidas e inseticidas químicos e produtos biológicos, dosados de maneira automatizada que busca a maior eficiência, doses ajustadas e aplicação homogênea em todas as sementes, fazendo com que todas as sementes obtenham os benefícios do tratamento e desta forma possam expressar seu potencial no campo livre do ataque de pragas e doenças de solo (SYNGENTA, 2023).

A tecnologia disponível para a utilização no campo, desde produtos voltados para o controle de pragas e doenças até a utilização de fertilizantes e corretivos visam o aumento da produção. Aliado a isso o avanço da utilização de produtos biológicos que visam controlar insetos-pragas e doenças da cultura de maneira em que não afetem o ecossistema e que apresentem resultados satisfatórios em relação ao controle das mesmas,

são cada vez mais difundidos no meio agrícola, tornando-se uma importante ferramenta a ser utilizada na agricultura, que pode ser conciliada juntamente com os demais produtos químicos e desta forma fazer com que o manejo de pragas e doenças seja ainda mais eficiente (SIMONATO, et al., 2014)

No tratamento de sementes além dos fungicidas e inseticidas, evoluiu-se para utilização também fungos micorrízicos. As micorrizas modificam o sistema de raízes da planta e influenciam a obtenção de nutrientes minerais por ela com destaque para o fósforo na cultura da soja, mas o modo como elas fazem isso varia entre os tipos (TAIZ et al., 2017). Os fungos micorrízicos se expandem além das raízes da planta ou da região da rizosfera do solo que circunda as raízes da planta para adquirir nutrientes e água. Os fungos micorrízicos formam associações simbióticas com as raízes das culturas agrícolas mais importantes. Proporciona melhores condições para aumentar o vigor da planta, aumentando a capacidade do sistema radicular de absorver água e nutrientes com eficiência sob condições ambientais variadas ao longo do ciclo da cultura (SUMITOMO CHEMICAL, 2022).

A utilização de fungos micorrízicos inoculados juntos ao tratamento de sementes, realizará uma associação simbiótica com as plantas. A associação de micorriza é uma simbiose mutualística entre fungos do solo e as raízes das plantas, com ocorrência em mais de 80% das plantas vasculares, o efeito desta associação é benéfico para o crescimento das plantas, principalmente à melhora da nutrição de fósforo que é um macro nutriente de extrema importância, atuando na fotossíntese e no crescimento das plantas, desta forma, destaca-se então que normalmente a soja apresenta bons resultados quando micorrizada, contudo deve-se considerar o manejo de produção, as práticas agrícolas, o uso de insumos a fim de favorecer o estabelecimento e funcionamento do sistema planta/solo/fungo micorrízico (MORO, 2018).

Quando a micorriza é inoculada às sementes de soja, após o processo de germinação e emergência da mesma, a planta que passa a ser hospedeira e supre os fungos micorrízicos associados a carboidratos e em retorno recebe nutrientes deles. Essas estruturas fúngicas absorvem nutrientes distantes da raiz (até 25 cm no caso de micorrizas arbusculares) e os translocam rapidamente para as raízes, superando a lenta difusão no solo. Há evidências de que a tolerância à seca e a doenças também possa ser melhorada na planta hospedeira com a utilização desses fungos (TAIZ et al., 2017).

Os fungos inoculados junto ao tratamento de sementes são compostos por filamentos (hifas) que penetram nas raízes e passam a funcionar como um sistema

radicular adicional, ocupando espaços não alcançados por elas. Essa associação aumenta a capacidade de as plantas absorver nutrientes do solo, em especial, o fósforo, melhorando sua resposta aos fertilizantes e corretivos, e beneficiando seu crescimento e produção, entretanto esta série de benefícios trazidos pelas micorrizas que conseqüentemente aumentam a produção, tem relação importante quanto ao nível de fertilidade do solo. verifica-se, também, que a micorriza arbuscular interage com outros microrganismos do solo que beneficiam o crescimento da soja, como os rizóbios presentes no sistema radicular (MIRANDA et al., 2002).

As hifas de fungos micorrízicos arbusculares têm capacidade de crescimento constante, absorção altamente eficiente, translocação e transferência rápida de nutrientes, como o fosfato, para as células da raiz. Isso significa que elas conseguem explorar o solo muito mais efetivamente e com menores recursos do que as raízes não micorrízicas. Em um grande número de espécies de plantas, a resposta à colonização por fungos micorrízicos arbusculares é o aumento da absorção de fosfato e, portanto, do crescimento, em especial quando o fósforo no solo é pouco disponível (TAIZ et al., 2017).

Na simbiose micorrízica arbuscular o fungo e a planta apresentam uma perfeita interação genética, morfológica e funcional em que o fungo age colonizando o tecido cortical de raízes de plantas, formando estruturas intracelulares típicas denominadas de arbúsculos e posteriormente desenvolve o micélio extra radicular que é capaz de adquirir nutrientes do solo com eficiência em locais em que as raízes da planta não conseguiria absorver (SMITH & READ, 2008).

A habilidade dos FMA (fungos micorrízicos arbusculares) em aumentar a absorção de nutrientes pouco móveis no solo pelos fitossimbiontes, em particular fósforo (P), e outros micronutrientes, tem sido reconhecida como os efeitos mais benéficos das MA (micorrizas arbusculares). Além disso, a colonização rizosférica por FMA protege as plantas contra patógenos e podem amenizar a toxicidade do alumínio. As hifas extraradiculares de FMA contribuem com a agregação do solo e estabilidade estrutural. Portanto, as micorrizas arbusculares fazem uma ligação filamentosa, melhoram a qualidade química do solo (está diretamente relacionada a um possível aumento na absorção de nutrientes do solo pelas plantas, em especial Fosforo e Zinco) aumentando a absorção de nutrientes e a qualidade biológica do solo (através da teia alimentar do solo) (CARDOSO; KUYPER, 2006).

Dentre a vasta gama de benefícios fornecidos pelas micorrizas destaca-se os efeitos adicionais que contribuem para a melhoria nutricional estão relacionados com a

ação biorreguladora da simbiose micorrízica através da produção de estimulantes de crescimento, melhoria na relação água-planta e alterações bioquímicas e fisiológicas. Uma diversidade de compostos e moléculas, como auxinas, citocininas, giberelinas, vitaminas e compostos orgânicos bioativos se acumula em maior quantidade em plantas micorrizadas (PEREIRA et al., 2013).

Em um experimento conduzido por FELICETI et al., (2020), destacou-se em seus resultados obtidos, uma melhora da germinação das sementes tratadas com fungos micorrízicos arbusculares, tanto associados à fungicidas quando apenas com a micorriza isolada, da mesma forma, percebeu-se uma melhora na germinação também para lotes com menores níveis de vigor das sementes.

Além da utilização micorrizas para se obter ganhos de produção na cultura da soja, o uso de nematicidas também se mostra um produto biológico com potencial para o controle de nematoides, onde de acordo com CHINELATO (2020), os nematoides são organismos de corpo tubular alongado (vermiformes) e que habitam o solo, dificilmente observáveis a olho nu. Os sintomas aparecem normalmente em reboleiras, o que indica que os nematoides muitas vezes não têm distribuição uniforme no solo. Lavouras com danos desses fitoparasitas têm plantas menores, amareladas, com lesões no sistema radicular. Além disso, os nematoides podem causar a morte das plantas. Desta maneira, destaca-se que a utilização de nematicidas biológicos associados ao tratamento de sementes (TS), se faz um importante aliado do aumento de produção. De acordo com NETO (2018), essa técnica garante à cultura uma proteção inicial nos primeiros dias após a germinação, o que pode ser fundamental para o estabelecimento da cultura e de um sistema de proteção mais eficiente.

Mais de 100 espécies de nematóides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. Entretanto, no Brasil, os nematóides mais prejudiciais à cultura têm sido os formadores de galhas (*Meloidogyne spp.*), o de cisto (*Heterodera glycines*), o das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e o reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) (DIAS et al., 2010).

Os nematicidas biológicos são uma importante ferramenta do controle biológico, são considerados bioprodutos. Esses produtos são formulados com o uso de fungos e/ou bactérias que atuam como agentes bio-controladores de nematoides de plantas. Esses agentes possuem a capacidade de capturar, parasitar, desorientar e até mesmo paralisar nematoides em diferentes estágios de desenvolvimento, fazendo com que ocorra um efeito de controle sobre os mesmos impedindo que causem danos às raízes das plantas.

Um exemplo de uma bactéria utilizada como nematicida biológico são as do gênero *Bacillus* spp., que atuam como antagonistas de nematoides, protegendo preventivamente algumas plantas cultivadas e ainda estimulando o crescimento das plantas, principalmente se tratando de crescimento radicular (BIOTROP, 2023).

Também nos diferentes tratamentos de sementes, junto aos fungicidas, inseticidas e das micorrizas, utilizou-se nematicidas, estes que tem alta eficácia nos principais nematoides causadores de dano na cultura da soja, além de proporcionar à planta um melhor estabelecimento, pois possui um efeito enraizador aumentando a produção de raízes que por consequência beneficia o desenvolvimento inicial das plantas (MIZOKAMI, 2022).

O nematicida utilizado nos tratamentos é uma solução biológica com amplo espectro de controle e longo período de ação para o tratamento de sementes. O Aveo™ EZ contém alta tecnologia agregada e não gera fitotoxicidade, possui as menores doses do mercado e o maior prazo de validade, sendo de 3 anos. O Aveo™ EZ, conforme estudos da companhia, promove o aumento da produtividade da lavoura de soja em torno de 5%. O modo de funcionamento deste produto através da colonização (simbiose) junto das raízes, formando um biofilme que protege as mesmas do ataque de nematóides. O defensivo agrícola produz substâncias que causam paralisia de nematóides nos estágios juvenis, também diminui a reprodução destas pragas, desta maneira reduz a incidência destas pragas na cultura e a população das mesmas nas próximas safras (SUMITOMO CHEMICAL, 2023).

Em seu trabalho BORTOLINI et al., (2013), destaca que a utilização de nematicidas no tratamento de sementes apresentou resultados positivos em relação ao controle de nematóides presentes na área, entretanto o tratamento ocasionou uma redução nos índices de germinação das sementes. Já SOUSA, (2018) destaca que em seu trabalho a utilização de nematicidas no tratamento e sementes não apresentou redução na germinação.

O armazenamento de sementes tratadas com produtos químicos e biológicos em condições ambientais não controladas em longos períodos podem afetar negativamente a germinação e vigor das sementes, bem como seu desempenho inicial, corroborando com OLIVEIRA e CRUZ, (1986) que encontraram significativa redução da germinação e vigor de sementes de milho tratadas com inseticidas e submetidas ao armazenamento. Da mesma forma DAN et al., (2010) constataram redução na germinação de sementes de soja após tratamento químico com inseticidas. GASTL FILHO et al., (2022) verificaram que

o tratamento químico das sementes submetidas ao armazenamento, acarreta em reduções na germinação, levando a um maior tempo para as sementes germinar e reduz o vigor.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O tratamento das sementes foi realizado na unidade de tratamento de sementes da Cotribá (Figura 1), após o tratamento das sementes foram analisadas no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá na Área Experimental e Didática. O local situa-se na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, região fisiográfica do Planalto Médio, onde o clima é caracterizado como Cfa subtropical úmido (PEEL et al., 2007) e o solo do tipo Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013). A área está localizada a 416 m acima do nível do mar a uma latitude sul de 28° 38' 57" e longitude oeste de 53° 06' 22".

Sementes da cultivar BMX Zeus IPRO foram tratadas com fungicida de nome comercial APRON® RFC (Fludioxonil + Metalaxil-M na dose de 200 mL do produto comercial) e inseticida de nomes comerciais Maestro (Fipronil 200 mL) e Inside (Clotidina 100 mL) todos os produtos de dose comercial para 100 kg de sementes e combinadas com nematicida e micorriza de forma isolada e combinada. Foi utilizado o nematicida biológico Aveo™ EZ a base de *Bacillus amyloliquefaciens* cepa PTA-4838 na dose de 20 mL, e a micorriza EndoFuse® que é composto por 4 espécies diferentes de fungos micorrízicos – *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum*, *Glomus intraradices* e *Glomus etunicatum* a base de *Rizoglomus intraradices* e *Claroideoglomus claroideum* na dose de 20 mL, ambos de dosagem para 100 kg de sementes, sendo posteriormente depositada em sacos de ráfia individuais para cada tratamento para ser armazenada posteriormente (Figura 1, B). Todas as sementes foram tratadas com o polímero BIOCROMA RED® com dose de 1,5mL para 100kg de sementes.

**Figura 1:** Fungicida, inseticida, micorriza e nematicida utilizados para o tratamento de sementes da cultivar BMX Zeus IPRO (A), sementes armazenadas individualmente para cada tratamento em sacas de ráfia após o tratamento (B).



Fonte: Hübner, 2022

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema bifatorial 4 x 3: Quatro tratamento: T1: inseticida +fungicida (testemunha), T2: inseticida +fungicida + nematicida, T3: inseticida +fungicida + micorriza, e T4: inseticida +fungicida + nematicida + micorriza) x 3 épocas de semeadura, 1: semeadura após o tratamento, 2: 30 dias após o tratamento e 3: semeadura 60 dias após o tratamento. Após o tratamento, as sementes foram armazenadas no laboratório da instituição sob condições não controladas.

Para o tratamento de sementes foi utilizado a máquina de tratamento de sementes pertencente a Cooperativa Cotribá de Ibirubá – RS equipamento de modelo e marca ArKtos L40K da MOMESSO, como observa-se na Figura 2, a qual possibilita o tratamento de pequenos volumes de sementes, apresentando uniformidade e bom recobrimento das sementes.

**Figura 2:** Máquina de tratamento de sementes pertencente à Cooperativa Cotribá, utilizada para o tratamento das sementes que posteriormente foram semeadas no campo experimental do IFRS – Campus Ibirubá, Ibirubá, 2022.



Fonte: Hübner, 2022

A semeadura no campo foi realizada sobre sistema de plantio direto, as parcelas foram constituídas de sete linhas por sete metros de comprimento. As datas de realização da semeadura das diferentes épocas foram as seguintes: 1: semeadura após o tratamento (07 de novembro de 2022); 2: semeadura 30 dias após o tratamento (15 de dezembro de 2022) e 3: semeadura 60 dias após o tratamento (16 de janeiro de 2023). Utilizou-se para a realização da semeadura de todas as parcelas das três diferentes épocas de semeadura a semeadora de marca Vence Tudo, modelo Panther SM 7000 (Figura 3).

**Figura 3:** Semeadora pneumática Vence Tudo, modelo Panther SM 7000 utilizada para a semeadura das parcelas das três diferentes épocas de semeadura, Ibirubá 2022.



Fonte: Hübner, 2022

## 4.2 AVALIAÇÕES REALIZADAS NO INÍCIO DO CICLO

**Emergência de plântulas:** Foi realizada com a contagem do número de plântulas emergidas no campo em três linhas de três metros por repetições. As avaliações da porcentagem de emergência das plântulas foram efetuadas aos 14 dias após a semeadura, sendo consideradas as plântulas com cotilédones acima de 0,02 m do nível do solo.

**População de plantas:** Realizou-se a contagem de plantas em 3 metros lineares em três linhas de semeadura aos 14 dias após a semeadura.

**Comprimento de plântula, volume radicular e massa seca de plântulas** foram realizadas a coleta aos 14 dias após a semeadura das plântulas em 0,5 m de linha (Figura 4), após foram lavadas para retirada do solo.

**Figura 4:** Retirada das plântulas em 0,5m lineares com auxílio de uma pá-de-corte para posteriores avaliações. Ibirubá, 2022.



Fonte: Hübner, 2022

O comprimento de plântula foi realizado com régua graduada (cm) estendendo as plântulas e obtendo o comprimento de parte aérea e radicular (Figura 5).

**Figura 5:** Mensuração do comprimento de plântula, medindo parte aérea e raiz com auxílio de régua graduada. Ibirubá, 2022.



Fonte: Hübner, 2022

O volume radicular foi determinado por planta obtido através do método de deslocamento de líquido em proveta, sendo adicionado um volume de água conhecido na proveta graduada, em seguida colocava-se as plântulas dentro da proveta e observava-se o deslocamento do líquido, sendo a diferença do volume final subtraído ao volume inicial da água o valor do volume radículas das plântulas (Figura 6).

**Figura 6:** Volume radicular medido com auxílio de uma proveta graduada pelo método de deslocamento de líquidos. Ibirubá, 2022.



Fonte: Hübner, 2022

Na sequência, realizou-se a determinação da massa seca de plântulas, a qual foi determinada após as avaliações de comprimento e volume radicular, separando a parte aérea e raiz e acondicionadas em estufa de circulação de ar forçado a temperatura de 65,5°C durante 24 horas até atingirem peso constante (Figura 7). Em seguida, realizou-se a pesagem das amostras, utilizando uma balança com precisão de 0,0001 g. Após a pesagem da massa seca, foi dividido pelo número de plântulas para obtenção do valor médio das plântulas.

**Figura 7:** Cápsulas contendo separadamente a parte aérea de plântula e sistema radicular em estufa a 65,5° C por 24 horas. Ibirubá, 2022.



Fonte: Hübner, 2022

#### 4.2 AVALIAÇÕES REALIZADAS NO FINAL DE CICLO

**Altura de plantas:** Realizou-se a coleta de plantas em 0,5 m lineares para posterior mensuração da altura de plantas, com auxílio de trena graduada.

**Sobrevivência** foi determinada sete dias antes da colheita, contabilizando o número final de plantas, nas mesmas linhas de contagem da emergência, os resultados foram relacionados com os da emergência em campo e obtido aos 14 dias e assim definiu-se a porcentagem de sobrevivência (%).

**População final:** Foi determinado antes da colheita, contabilizando o número final de plantas em 3 linhas por 3 metros, transformando os valores para hectare.

Componentes de produtividade: Foram coletados em 0,5 metros lineares por repetição, identificados e levados ao laboratório para coletar as informações necessárias, sendo elas:

Número de grãos por planta: Realizou-se a contagem de todos os grãos produzidos de forma manual.

Número de grãos por vagem: Realizou-se a contagem do número de vagens por plantas, como já se obtinha o número de grãos por planta foi possível realizar um cálculo do número de grãos por vagem.

Produtividade: para a produtividade foi utilizado a área útil de três linhas centrais de três metros, colhidas manualmente, trilhadas mecanicamente com a utilização de um batedor acoplado ao trator (Figura 8) de propriedade do IFRS Campus Ibirubá, os grãos trilhados foram limpos e pesados. O peso de grãos obtido em cada parcela foi transformado em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e a sua umidade corrigida os 13%.

**Figura 8:** Batedor acoplado ao trator utilizado para realizar a trilhagem mecânica das amostras colhidas à campo. Ibirubá, 2022.



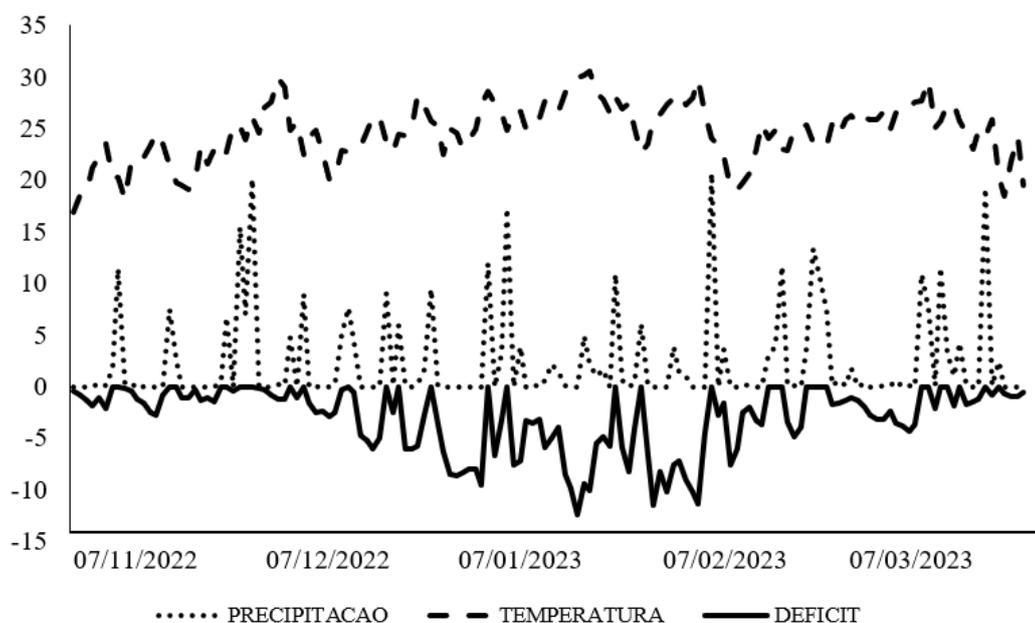
Fonte: Hübner, 2022

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, e quando significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se os valores referentes à precipitação pluviométrica, temperatura média e o déficit hídrico da região (Figura 9) em que o experimento foi instalado. Destaca-se que durante todo o período de condução do experimento à campo, os índices pluviométricos foram considerados abaixo da média, fazendo a soja sofrer com o déficit hídrico, ocasionando desta forma estresse para a planta que conseqüentemente não pode expressar seu potencial produtivo na safra 2022/23. As altas temperaturas também foram consideradas como fator prejudicial ao desempenho da soja, pois contribui com a evapotranspiração da cultura e conseqüentemente com déficit hídrico.

**Figura 9:** Precipitação pluviométrica, temperatura média e déficit hídrico da região de implantação do experimento durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja para as três épocas de semeadura (0, 30 e 60) dias após o tratamento de sementes, Ibirubá, 2023.



Fonte: Dados do Inmet, 2023

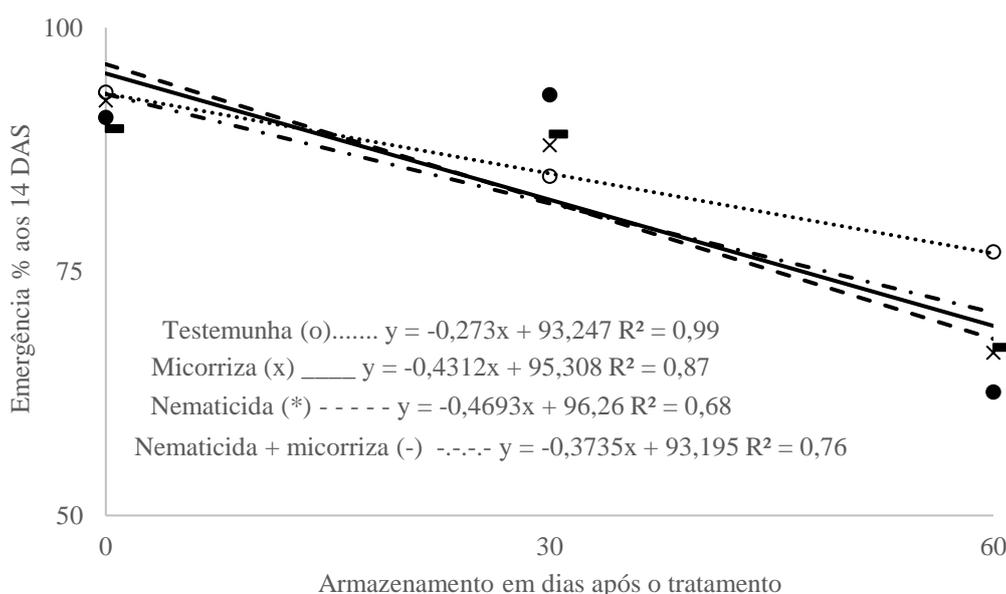
### 5.1 ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA

A emergência à campo aos 14 DAS (dias após a semeadura), apresentou um decréscimo nos valores de emergência com o avançar das épocas como é possível visualizar na Figura 10. Observa-se que os resultados foram mais baixos aos 60 dias após o tratamento quando comparado às épocas anteriores 0 e 30 dias após o tratamento, exceto

para o tratamento testemunha que manteve melhores resultados em relação aos demais tratamentos de forma em que o decréscimo da população foi menor.

Na primeira época de semeadura (0 dias após o tratamento) houve resultado semelhante para todos os tratamentos. Para a segunda época (30 dias após o tratamento) os tratamentos, nematicida isolado 93,1%, nematicida combinado com micorriza 89,1% e micorriza isolada 87,9% foram superiores que a testemunha 84,7%. Para a terceira época (60 dias após o tratamento) ocorreu gradativamente uma redução para os valores de emergência, entretanto destaca-se que para o tratamento testemunha a redução foi menos significativa quando comparada aos demais resultados.

**Figura 10:** Emergência à campo (%) aos 14 DAS (dias após a semeadura), para as três diferentes épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento (testemunha, nematicida, micorriza e nematicida + micorriza) de sementes de soja da cultivar BMX Zeus IPRO, Ibirubá, 2023.



Fonte: Hübner, 2023

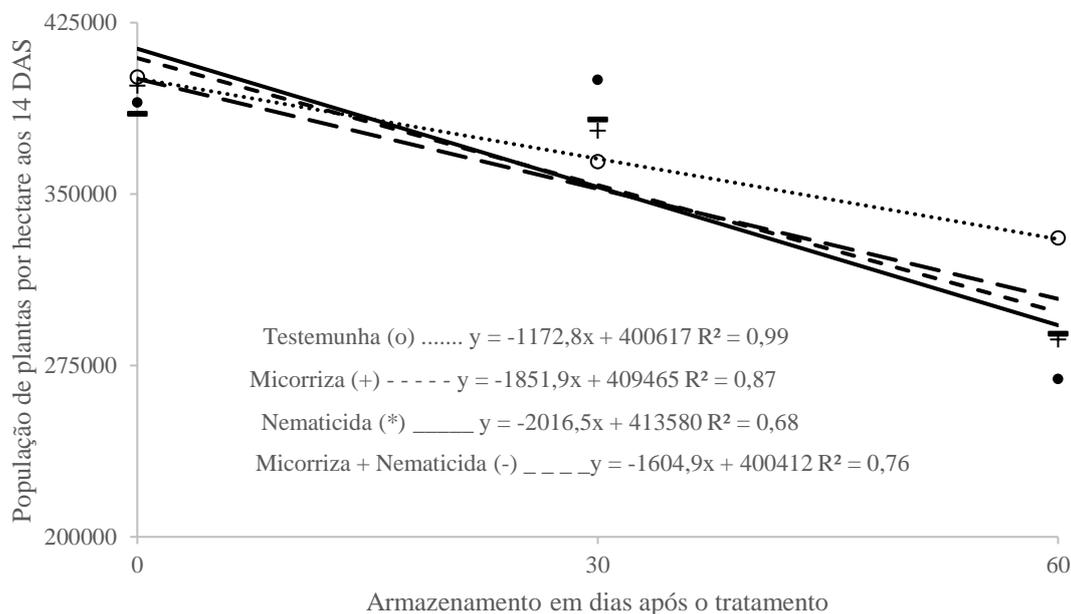
Resultados promissores foram observados quanto a emergência em campo para sementes tratadas com nematicida e micorriza e armazenadas por até 30 dias, porém períodos maiores acarretaram efeito negativo, de modo que a emergência de plantas reduz significativamente, considerando-se que não é uma boa alternativa armazenar as sementes por períodos superiores a 30 dias. Resultados semelhantes com ocorrência de queda nos níveis de germinação das sementes de soja tratadas apenas com fungicidas e inseticidas quando submetidas ao maior tempo de armazenamento foram encontrados no trabalho de

CAIXETA (2017). Foram observados resultados semelhantes quanto a germinação de sementes no trabalho de MERTZ et al., (2009), onde os valores de germinação para as sementes tratadas com a combinação de fungicidas + biológicos foram inferiores aos tratamentos apenas com fungicidas e também em relação a testemunha, destacando que os produtos biológicos em seu experimento apresentaram redução para a germinação das sementes com o maior tempo de armazenamento. FELICETI et al., (2020) destaca que em seu experimento encontrou valores para germinação superiores à testemunha para lotes de alto vigor para os tratamentos de micorriza e micorriza + fungicidas, fato que não se repetiu para os mesmos tratamentos quando trata-se de lotes com vigor mais baixo.

A população de plantas aos 14 DAS (dias após a semeadura) destaca-se que assim como para a emergência aos 14 DAS, também ocorreu uma redução da população com o avançar das épocas de semeadura. O tratamento testemunha manteve seus valores para população de plantas mais elevados que os demais tratamentos na primeira época de semeadura (0 DAS) e na última época de semeadura (60 DAS), entretanto aos 30 dias após o tratamento observa-se que os tratamentos nematicida, micorriza e a combinação de nematicida mais micorriza apresentaram resultados superiores em comparação com o tratamento testemunha (Figura 11).

O decréscimo da população na última época de semeadura (60 DAS) se dá pelo fato da redução da emergência a campo, que foi afetada pelo maior período de armazenamento e que culminou com a redução na população por área durante todo o período de cultivo da cultura. Segundo ROCHA et al., (2017), o armazenamento de sementes submetidas ao tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas químicos armazenados em condições de ambiente não controlado, tendem a reduzir a germinação de forma mais rápida quando comparado a sementes que não foram tratadas.

**Figura 11:** População de plantas por hectares aos 14 DAS (dias após a semeadura), para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.

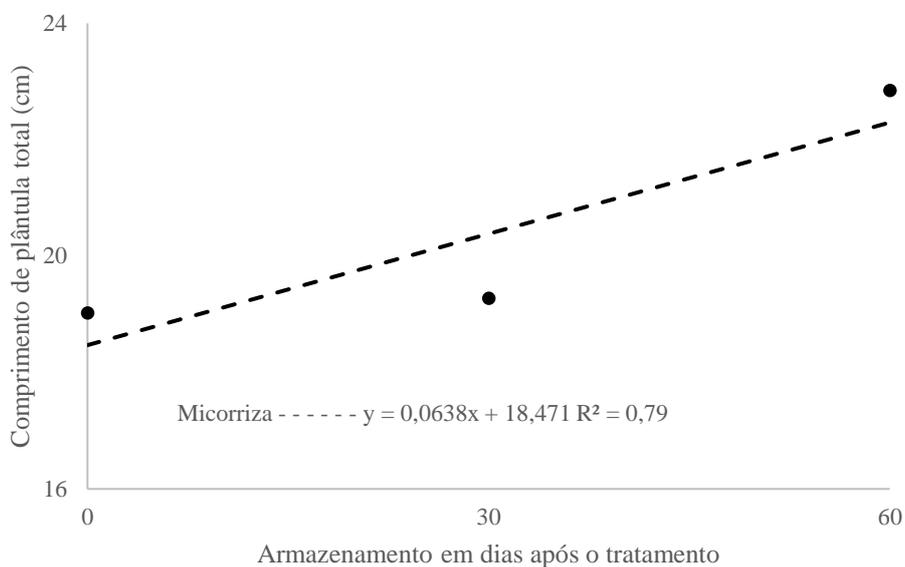


Fonte: Hübner, 2023

Para o comprimento de plântula total, os tratamentos não apresentaram resultados significativos, mantendo-se constantes e com valores semelhantes para as três épocas de semeadura, sendo que apenas o tratamento com micorrizas apresentou resultados positivos com o maior tempo de armazenamento e avançar das épocas de semeaduras (0, 30 e 60 dias após o tratamento), como é possível observar na Figura 12.

De acordo com PAULA e SIQUEIRA, (1987) a utilização de micorrizas junto ao tratamento de sementes mostrou um maior crescimento de plântulas e posteriormente maior altura de plantas em seu experimento. FELICETI et al., (2020) demonstra em sua pesquisa que sementes tratadas com micorriza + fungicidas apresentaram maiores valores para o comprimento de plântulas quando comparados aos demais tratamentos sem a utilização de micorrizas.

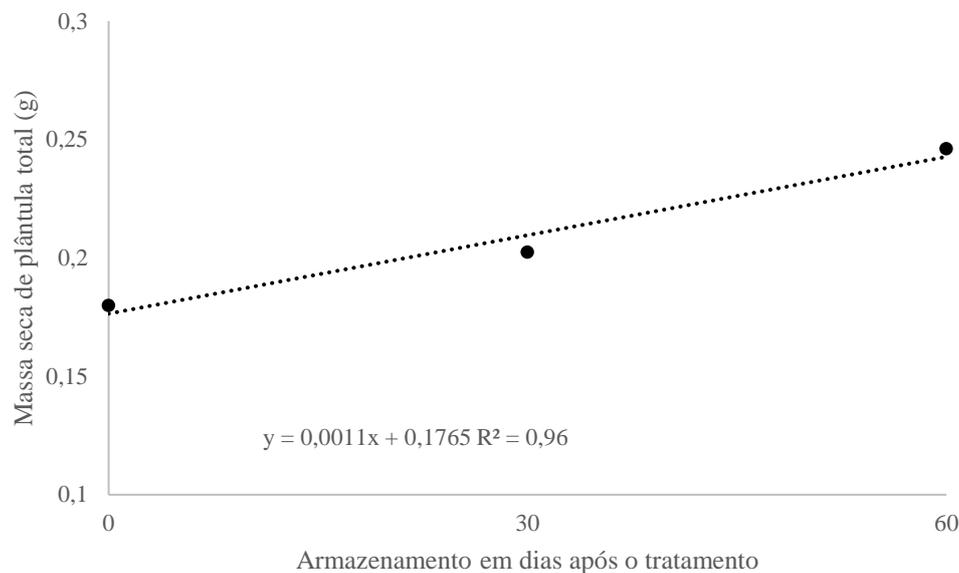
**Figura 12:** Comprimento de plântula total em centímetros para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para as quatro combinações com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.



Fonte: Hübner, 2023

Com relação à massa seca de plântula total, destaca-se que não houve diferença significativa para os tratamentos, entretanto houve diferença em relação às épocas de semeadura, podendo destacar que os valores encontrados para massa seca foram maiores com o avançar das épocas de semeadura, onde os valores encontrados apresentaram sucessível crescimento aos 0, 30 e 60 dias após o tratamento respectivamente (Figura 13), onde observa-se que aos 60 dias após o tratamento de sementes os valores foram superiores às duas épocas de semeaduras anteriores.

**Figura 13:** Massa seca de plântula total (g), para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.



Fonte: Hübner, 2023

No trabalho de CRUZ et al., (2010), observou-se uma semelhante situação, onde com as épocas de semeadura mais tardias apresentaram maior acúmulo de massa de matéria seca em relação às épocas de semeadura realizadas anteriormente, além da ocorrência do encurtamento do ciclo da cultura. Com isso pode-se atribuir esses valores encontrados ao fato de que em épocas de semeadura mais tardias o ciclo da cultura tende a ocorrer de forma mais rápida quando comparada ao ciclo normal e desta forma as plântulas acumulam maior massa no início de desenvolvimento da cultura. Além disso, pode-se atribuir este aumento da massa seca com o avançar das épocas ao maior volume pluviométrico e melhor distribuição das chuvas ocorridas nas épocas de semeadura mais tardias, que culminou com significativa diminuição do déficit hídrico da cultura (Figura, 9).

O volume radicular, destaca-se que os tratamentos apresentaram resultados superiores ao tratamento testemunha. O tratamento da combinação nematicida + micorriza apresentou o melhor resultado em relação aos demais após a análise (Tabela 1), já os tratamentos micorriza e nematicida não se diferiram estatisticamente nem do tratamento combinação nematicida + micorriza, nem do tratamento testemunha, sendo este último o tratamento que apresentou os menores resultados.

Com os resultados apresentados (Tabela 1), destaca-se que os tratamentos contendo os produtos biológicos (nematicida e micorriza) sendo estes de forma isolada ou combinada sobressaíram-se em relação ao tratamento testemunha, demonstrando-se então que a utilização dos produtos biológicos favorece o enraizamento das plantas aos 14 DAS. Resultados semelhantes aos encontrados, também foram encontrados no trabalho de KORBER et al., (2021), onde sementes de soja tratadas com diferentes produtos biológicos apresentaram maior comprimento e volume radicular quando comparadas ao tratamento testemunha o qual não se utilizou de produtos biológicos.

**Tabela 1:** Volume radicular (mL) aos 14 DAS (dias após semeadura) para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida + micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.

Volume radicular (mL por plântula)	
Testemunha	0,52 b
Micorriza	0,53 ab
Nematicida	0,54 ab
Nematicida + micorriza	0,59 a
Média	0,55
CV	9,35

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Destaca-se que o maior volume radicular das plantas tem importantes influências no desenvolvimento das culturas, principalmente quanto a absorção de água e nutrientes presentes no solo, de modo que em situações de estresses hídricos as plantas com maior volume radicular podem se sobressair em relação às plantas com menor volumes radiculares. Segundo FRANCHINI et al., (2009) o maior volume radicular da soja permite que a cultura apresente maior tolerância a períodos de déficit hídrico, pois a mesma explora um maior volume de solo fazendo com que haja um aumento no volume de água disponível para a planta.

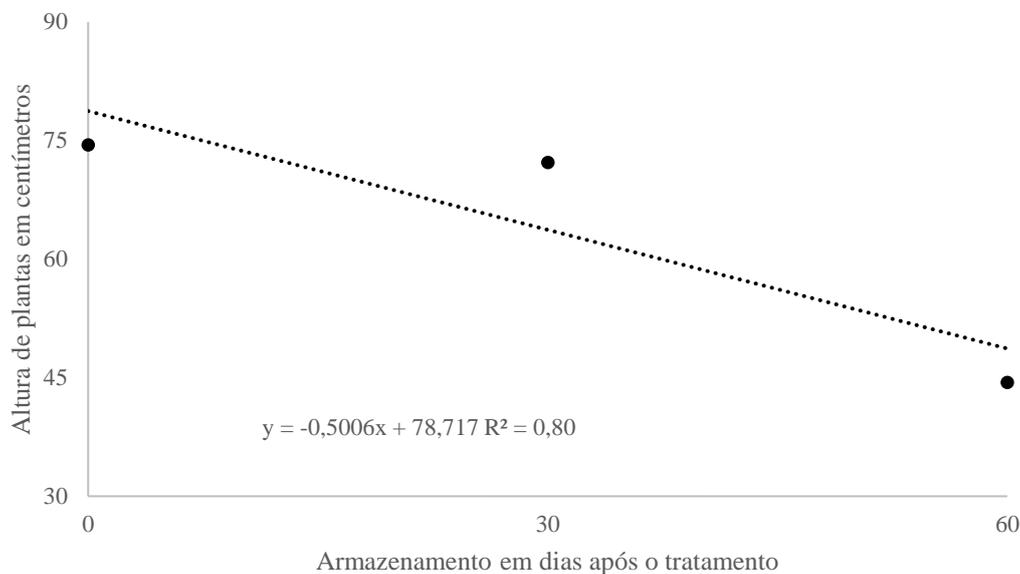
## 5.2 AVALIAÇÕES DE FINAL DE CICLO

Para a altura de plantas, não houve diferenças significativas entre os tratamentos (micorriza, nematicida, micorriza mais nematicida e testemunha), havendo diferenças apenas em relação às épocas de semeadura, as quais destaca-se que na primeira época de semeadura (0 dias após o tratamento de sementes) teve maiores valores referentes a altura em relação as demais épocas, onde houve uma redução na segunda época (30 DAS) e mais uma redução na altura de plantas para a terceira época (60 DAS) em relação a segunda época (Figura 16), em que evidencia a redução da altura de plantas com o avançar das épocas de semeadura.

Considera-se que a redução na altura de plantas para a segunda e terceira épocas de semeaduras, possivelmente tenha ocorrido devido ao atraso das semeaduras em relação à primeira época, sendo submetidas a um fotoperíodo mais curto, principalmente para a terceira época. FRIGERI et al. (2019) destaca que em sua pesquisa houve uma redução do tempo entre a emergência das plântulas até o florescimento, quando a cultura foi submetida a semeadura mais tardia e desta forma acarretou com o menor porte das plantas. Da mesma forma, MEDINA (1994), também constatou redução na altura de plantas para diferentes cultivares avaliados quando submetidas a semeaduras em épocas mais tardias quando comparadas às semeaduras realizadas anteriormente a estas.

Para a primeira época de semeadura (0 DAS) destaca-se a maior altura de plantas em relação as duas épocas de semeadura realizadas na sequência (Figura 14), corroborando com TESTA et al. (2018) que afirma que também obtiveram maiores valores para altura de plantas para as primeiras épocas de semeadura em seu trabalho de pesquisa, estas que foram semeadas dentro da primeira metade do período de zoneamento para a cultivar utilizada. Por outro lado, CRUZ et al. (2010), afirma que a semeadura mais tardia resulta em plantas de menor altura, quando comparadas com plantas semeadas no momento mais indicado para cada cultivar.

**Figura 14:** Altura de plantas em (cm) padronizar, para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.

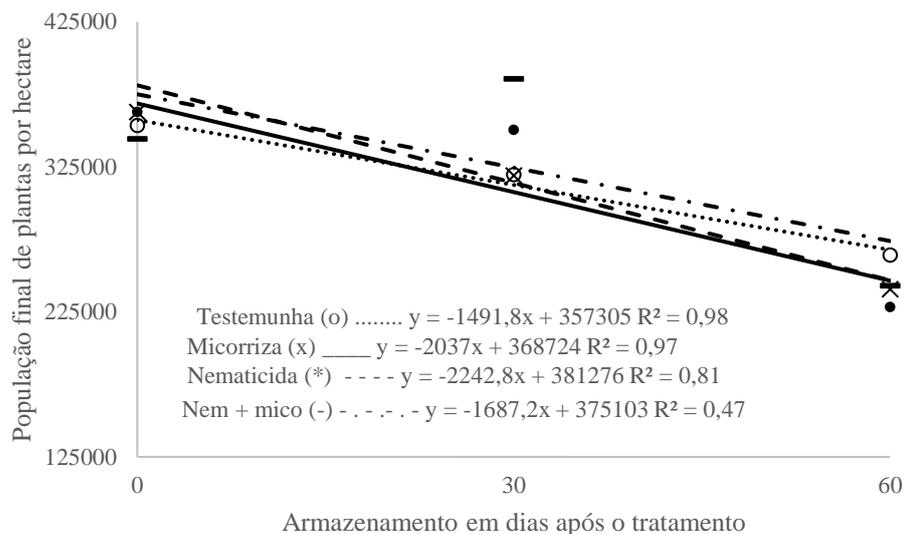


Fonte: Hübner, 2023

Para a sobrevivência de plantas, avaliação realizada no final do ciclo da cultura, destaca-se que não houve diferença em relação às épocas e nem em relação aos tratamentos, desta forma o valor médio encontrado para a sobrevivência de plantas é igual a 87,1% das plantas que emergiram aos 14 dias após a semeadura (data de realização da primeira contagem) sobreviveram durante todo o ciclo de cultivo da cultura. Segundo HOYOS et al., (2023) a utilização de micorrizas combinadas ao tratamento químico ou não das sementes de soja, tendem a apresentar resultados melhores em relação à testemunha quanto à sobrevivência das plantas no final do ciclo da cultura.

Sobre a população final de plantas por hectare (Figura 15), destaca-se que para todos os tratamentos houve uma redução no número de plantas por área na terceira época de semeadura (60 dias após o tratamento). Destaca-se também que a combinação de micorriza + nematicida apresentou um maior número de plantas por hectare na avaliação aos 30 dias após a semeadura, seguida do tratamento nematicida que também apresentou resultados superiores à testemunha nesta mesma época de semeadura. Aos 60 dias após o tratamento ocorreu uma redução para todos os tratamentos, entretanto o tratamento testemunha apresentou a menor redução na população de plantas em relação aos demais tratamentos.

**Figura 15:** População de plantas por hectare para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida mais micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.



Fonte: Hübner, 2023

HOYOS et al. (2023) em sua pesquisa, encontrou resultados que indicam maior população final de plantas para os tratamentos de sementes com a utilização de micorriza em relação aos demais tratamentos sem a utilização deste produto biológico, destacando que as micorrizas possam ter contribuído positivamente com desenvolvimento da cultura fazendo com que a mesma tenha apresentado resultados melhores no final do ciclo.

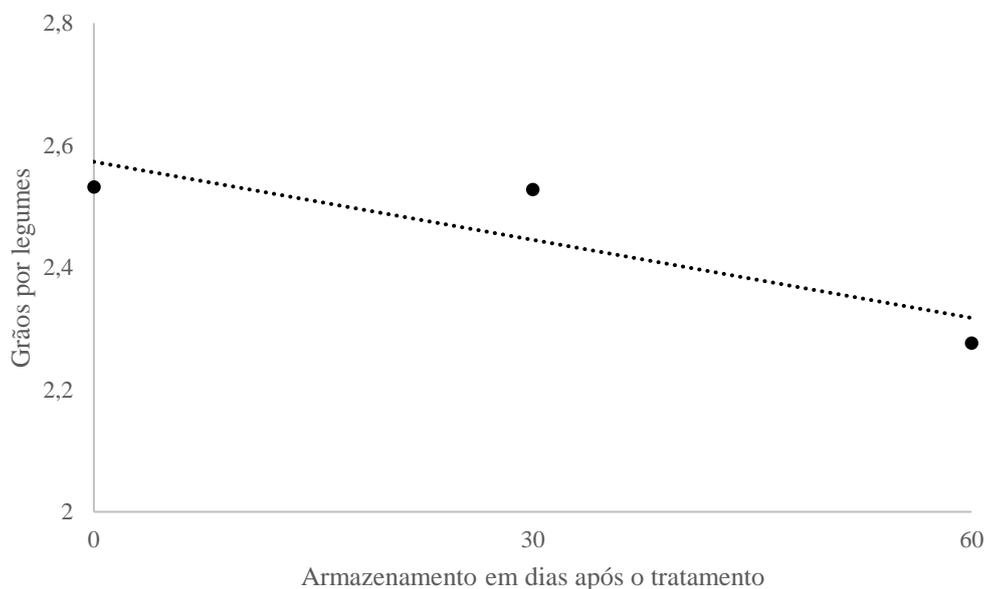
Maior número de plantas no final do ciclo da cultura da soja é interessante, pois é um importante componente da produtividade da cultura. O resultado corrobora com a avaliação inicial com maiores valores de plântulas emergidas e população de plantas com uso da combinação nematicida + micorriza.

O componente de produtividade legumes por planta, não apresentou efeito dos tratamentos, com valor médio de 21 legumes por planta, este valor resulta em uma média de 862 legumes por metro quadrado, diante destes valores encontrados, foi possível chegar ao valor médio de 51 grãos por planta.

O valor de grãos por legume, que apresentou decréscimo na terceira época de semeadura (60 dias após o tratamento de sementes) chegando a um valor aproximado de 2,2 grãos por legumes, diferente do que se encontrou na pesquisa de FRIGERI et al., (2019) onde para as plantas semeadas em épocas mais tardes obteve-se um maior número de grãos por legumes quando comparado com as épocas de semeadura semeadas no momento mais indicado para a cultivar. O valor médio tanto da primeira época (0 DAS)

e da segunda época (30 DAS) que pouco se diferiu da primeira época foram mais altos, chegando numa média de 2,5 grãos por legume, como observa-se na Figura 16.

**Figura 16:** Grãos por legumes, para as três épocas de semeadura 0, 30 e 60 dias após o tratamento de sementes, para os quatro tratamentos com micorriza, nematicida, combinação de nematicida + micorriza e testemunha, Ibirubá, 2023.



Fonte: Hübner, 2023

A produtividade da soja não apresentou diferenças significativas entre as épocas e entre os tratamentos, sendo a produção média igual a 2.290kg por hectare. Este valor reflete muito sobre as condições climáticas desta última safra que apresentou perdas relacionadas a estiagem que afetou toda a região. Segundo dados da Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, a média de produção a nível de estado foi de 2,58 toneladas por hectare, sendo igual a 43 sacas por hectare, levando em consideração o fato de que esta média atende todo o estado, sendo a região do Alto Jacuí onde o experimento foi conduzido, as médias de produtividade foram mais baixas.

O tratamento com nematicida e micorriza e combinados não resultou em aumento da produtividade, mas a combinação possibilitou maior população de plantas no final do ciclo da cultura com sementes armazenadas por 30 dias. A necessidade de mais avaliações da utilização destes produtos, principalmente na produtividade de grãos.

## 6 CONCLUSÃO

Em relação a emergência a campo os resultados demonstram que a adição do nematocida, micorrizas, isolados ou em conjunto exercem influência positiva para a presente variável. Quando avaliado o resultado em relação ao tempo de armazenamento com adição do nematicida e da micoriza, foi observado que os melhores resultados foram por até 30 dias.

Se tratando do volume radicular da plântulas de soja, a adição do nematicida com a micorriza resulta em um incremento positivo da presente variável.

Em relação a produtividade não teve diferença entre os tratamentos, devido às condições climáticas adversas enfrentada ao longo do ciclo, entretanto a utilização de nematicidas e micorrizas teve resultado positivo para a população final, destacando as sementes armazenadas por 30 dias.

## REFERÊNCIAS

BALARDIN, R.S.; SILVA, F.D.L. DA; DEBONA, D.; CORTE, G.D.; FAVERA, D.D.; TORMEN, N.R. **Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja**. *Ciência Rural*, v.41, n.7, p.1120-1126, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000700002>.

BASF, **Qual a temperatura ideal para o desenvolvimento da soja?**, disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/conteudos/cultivos-e-sementes/soja/qual-a-temperatura-ideal-para-o-desenvolvimento-da-soja.html>, acesso em: 03 de janeiro de 2024.

BIOTROP. **Nematicidas biológicos: eles são eficientes?**, disponível em: <https://biotrop.com.br/nematicidas-biologicos-sao-eficientes/>, acesso em: 09 de janeiro de 2023

BORTOLINI, G. L.; ARAÚJO, D. V.; ZAVISLAK, F. D.; JUNIOR, J. R.; KRAUSE, W. **Controle de *pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja**, disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/CONTROLE%20DE%20Pratylenchus.pdf>, acesso em: 27 de dezembro de 2023.

CAIXETA, **Armazenamento de sementes tratadas com fungicidas no desempenho da cultura da soja**, disponível em: [https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos\\_5/2018-01-08-11-13-47Camila%20Pereira%20Caixeta.pdf](https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_5/2018-01-08-11-13-47Camila%20Pereira%20Caixeta.pdf), acesso em: 31 de outubro de 2023.

CARDOSO, I. M.; KUYPER, T. W. **Mycorrhizas and tropical soil fertility**, *Agriculture, Ecosystems and Environment*. v.116, p.72–84, 2006, disponível em: <http://santaines.ufpe.br/pgs/portal.bak/files/dissertacoes/2011/MarsilvioGoncalvesPereira.pdf>, acesso em: 11 de janeiro de 2023

CHINELATO, G. **Tipos de nematoides: conheça suas características e saiba como combatê-los**, disponível em: <https://blog.aegro.com.br/tipos-denematoides/>, acesso em: 18 de maio de 2022.

CONAB, **Com novo recorde, produção de grãos na safra 2022/23 chega a 322,8 milhões de toneladas**, 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: 19 de outubro de 2023.

CONCEIÇÃO, G.M.; BARBIERI, A.P.P.; LÚCIO, A.D.; MARTIN, T.N.; MERTZ, L.M.; MATTIONI, N.M.; LORENTZ, L.H. **Desempenho de Plântulas e Produtividade de Soja Submetida a Diferentes tratamentos Químicos nas**

**Sementes.** Bioscience. Journal, v.30, n.6, p.1711-1720, 2014.

<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22024>. 02 Jul. 2015.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C.; **crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia**, disponível em:

file:///C:/Users/Daniel/Downloads/DialnetCrescimentoEProdutividadeDeSojaEmDiferentesEpocasD-3195990.pdf, acesso em: 13 de novembro de 2023.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L.; **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento**, disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbs/a/hcrRhKdwRvXRv4WpmrQWW9d/?format=pdf&lang=pt>, acesso em: 27 de março de 2024.

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. S.; **Nematóides em Soja: Identificação e Controle**, disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/854178/1/CT76eletronica.pdf>, acesso em: 09 de janeiro de 2023

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Brasília: Embrapa, 2013. 306p.

FELICETI, M. L.; TOZETTO, L. C.; SIEGA, T. C.; SILVA, M. SANTOS, I. N. T.; QUISINI, R.; MASIEIRO, M. A.; MAZARO, S.; POSENTI, J. C.; **Desempenho de sementes de soja tratadas com inoculante micorrízico *Rhizophagus intraradices***, disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/10169/9162/140919>, acesso em: 24 de outubro de 2023.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C.; **Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no mato grosso**, disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1855/pdf>, acesso em: 02 de abril de 2024.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASE, H.; FRANÇA, C.; CARRARA, R.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; **Desenvolvimento radicular da soja visando tolerância à seca**, disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/471516/1/Franchini-Desenvolvimento-CNPSO-2586.pdf>, acesso em: 23 de maio de 2024.

FRIGERI, A. R.; LAZARINI, E.; JÚNIOR, V. O.; BERNARDES, J. V. S.; **Épocas de semeadura e população de plantas para três cultivares de soja**, disponível em:

<https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/20553/14929>, acesso em: 14 de novembro de 2023.

GAST FILHO, J.; NUNES, B. M.; DOMINGUES, C. M.; CAETANO, V. B. P.; SILVA, L. A.; TAVARES, G. I.S.; REZENDE, A. F.; FERREIRA, R. N. S.; FRANCO, V. C.; CARVALHO, R. Y.; **Efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao armazenamento**, disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/34654/29188>, acesso em: 27 de março de 2024.

HOYOS, A. P.; RIVERA, J. M. N.; VALENZUELA, N. L.; ROJAS, H. V. S.; SALGADO, S. J. M.; ARENAS, O. R.; **Beneficios ecológicos y biológicos del hongo cosmopolita *Trichoderma* spp. en la agricultura: una perspectiva en el campo mexicano**, disponível em: <https://pdf.sciencedirectassets.com/287516/AIP/1-s2.0-S0325754123000603/main.pdf?X-Amz-Security-Token>, acesso em: 06 de novembro de 2023.

JUHAZS, A. C. P.; PÁDUA, G. P.; WRUCK, D. S. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R.; **Desafios fitossanitários para a produção de soja**, disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96308/1/cpamt-wruck-0100-3364-2013.pdf>, acesso em: 11 de janeiro de 2023.

KORBER, A. H. C.; KORBER, L. P. P.; GRANGE, L.; KLAHOLD, C. A.; **Eficiência de produtos biológicos na coinoculação de sementes de soja**, disponível em: <https://southamericansciences.com.br/index.php/sas/article/view/109/114>, acesso em: 12 de março de 2024.

MEDINA, **Produção de sementes de cultivares precoces de soja, em diferentes épocas e locais no estado de São Paulo**, disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20210104-185025/publico/MedinaPriscilaFratin.pdf>, acesso em: 09 de janeiro de 2024.

MERTZ, M.; HENNING, F.A.; ZIMMER, P.D. **Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja**. *Ciência Rural*, v.39, n.1, p.13-18, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000100003>.

MEYER, M.C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C., **Bioinsumos na cultura da soja**, disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1143066/bioinsumos-na-cultura-da-soja>, acesso em: 22 de março de 2024.

MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N., **Importância da Micorriza Arbuscular para o Cultivo da Soja na Região do Cerrado**, disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/554086/1/comtec75.pdf>, acesso em: 11 de janeiro de 2023

MIZOKAMI, k. **Nematicida biológico para tratamento de sementes de soja é lançado**, disponível em: <https://digitalagro.com.br/2021/09/01/nematicida-biologico-e-lancado-para-tratamento-de-sementes-de-soja/>, acesso em: 09 de janeiro de 2023

MORO, D. **Micorrizas: O que são e como podem ajudar na agricultura?**, disponível em: <https://maissoja.com.br/micorrizas-o-que-sao-e-comopodem-ajudar-na-agricultura/>, acesso em: 17 de maio de 2022.ayson

NETO, J. L. A.; **Efeito do uso de nematicidas biológicos no controle de *Pratylenchus brachyurus* na cultura de soja no leste maranhense**, disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/2347>, acesso em: 18 de maio de 2022.

OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. **Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.)**, disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/hcrRhKdwRvXRv4WpmrQWW9d/>, acesso em: 27 de março de 2024.

PAULA, M. A.; SIQUEIRA, J. O.; **Efeito de micorrizas vesicular-arbusculares no crescimento, nodulação e acúmulo de nitrogênio pela soja**, disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/1266/8186>, acesso em: 7 de novembro de 2023.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification**. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 11, p.1633-1644, 2007. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>.

PEREIRA, **Eficiência de nematicidas químicos, bionematicidas e extratos vegetais no controle de *pratylenchus brachyurus* em soja**, disponível em: [https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1228/3/Dissertacao\\_Barbara%20Vieira%20de%20Brito%20Pereira.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1228/3/Dissertacao_Barbara%20Vieira%20de%20Brito%20Pereira.pdf), acesso em: 22 de março de 2024.

PEREIRA, M. G.; SANTOS, C. E. R. S.; FREITAS, A. D. S.; STAMFORD, N. P.; ROCHA, G. S. D. C.; BARBOSA, A. T.; **Interações entre fungos micorrízicos arbusculares, rizóbio e actinomicetos na rizosfera de soja**, disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ctvxjhxz8tDFS3BkxQ63YJJ/?lang=pt&format=html&st=op=previous>, acesso em: 11 de janeiro de 2023

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; EVANGELISTA, J.R.E.; OLIVEIRA, G.E. **Fungicide treatment and film coating of soybean seeds submitted to storage**. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.1, p.158-164, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000100020>

ROCHA, G. C.; NETO, A. R.; CRUZ, S. J. S.; CAMPOS, G. W. B.; CASTRO, A. C. O.; SIMON, G. A.; **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas**, disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/2393/2049>, acesso em: 13 de novembro de 2023.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO. **Safra 2022/2023 teve produção de 7,2 milhões de toneladas e produtividade de 8,79 t/há**, disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/safra-2022-2023-teve-producao-de-7-2-milhoes-de-toneladas-e-productividade-de-8-79-t-ha>, acesso em: 04 de janeiro de 2024.

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, H. N.; **Controle Biológico 08 de Insetos-Praga na Soja**, disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/985985/1/cap.8.pdf>, acesso em: 26 de março de 2024.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**, 3. ed. Boston: Academic Press, 2008. 787 p., disponível em:

<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015E/Micorrizas.pdf>, acesso em: 11 de janeiro de 2023.

SOUSA, **Relação do tamanho de sementes de soja tratadas industrialmente com nematocida na qualidade fisiológica**, disponível em:

[https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/312/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o\\_Prote%c3%a7%c3%a3o%20de%20plantas\\_Felipe%20Luis%20Anjos%20de%20Sousa.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/312/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Prote%c3%a7%c3%a3o%20de%20plantas_Felipe%20Luis%20Anjos%20de%20Sousa.pdf), acesso em: 27 de dezembro de 2023.

STOLLER, **qual a importância da soja para a agricultura brasileira?**, disponível em: <https://www.stoller.com.br/importancia-da-soja-para-a-agricultura-brasileira/>, acesso em: 10 de outubro de 2023.

SUMITOMO CHEMICAL. **Aveo™ EZ**, disponível em:

<https://www.sumitomochemical.com/asd/br-pt/tratamento-de-sementes/aveo-ez/>, acesso em: 09 de janeiro de 2023.

SUMITOMO CHEMICAL. **Tratamento de Sementes é o primeiro passo para o bom desenvolvimento das plantas**, disponível em:

<https://www.sumitomochemical.com/asd/br-pt/artigos/tratamento-de-sementes-e-o-primeiro-passo-para-o-bom-desenvolvimento-das-plantas/>, acesso em: 18 de maio de 2022.

SYNGENTA, **Tratamento de Sementes**, disponível em:

<https://www.syngenta.com.br/tratamento-de-sementes>, acesso em: 19 de outubro de 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**, 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TESTE, V.; SILVA, V. R.; ZANATTA, T. P.; ZANATTA, M. M.; MAAS, D. M.; BORBA, D. A.; PERIN, L. R.; **Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de diferentes cultivares de soja em Pinhal/RS**, disponível em:

[https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/5c06b86303e7d.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5c06b86303e7d.pdf), acesso em: 13 de novembro de 2023.