

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

**PEDRO HENRIQUE FINKLER**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES TRATADAS COM MICORRIZA  
E NEMATICIDA NA QUALIDADE DE SEMENTES DA CULTURA DA  
SOJA**

**Ibirubá, RS, Brasil**

**2024**

**PEDRO HENRIQUE FINKLER**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES TRATADAS COM MICORRIZA E  
NEMATICIDA NA QUALIDADE DE SEMENTES DA CULTURA DA SOJA**

Projeto de Pesquisa do 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 (a) Agrônomo (a).

Orientador (a): Prof. Dr. Marcos Paulo Ludwig

**Ibirubá, RS, Brasil**

**2024**

**PEDRO HENRIQUE FINKLER**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES TRATADAS COM  
MICORRIZA E NEMATICIDA NA QUALIDADE DE SEMENTES  
DA CULTURA DA SOJA**

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 (a) Agrônomo  
(a).

Orientador (a): Prof. Dr. Marcos Paulo  
Ludwig

Aprovado em 29 de julho 2024.

Marcos Paulo Ludwig  
Prof. Doutor Marcos Paulo Ludwig – Orientador

Liziane Rohr  
Tecnóloga em Produção de Grãos Liziane Rohr

Martin G. Dressler  
Engenheiro Agrônomo Martin Guilherme Dressler

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

## **RESUMO**

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Agronomia

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá

### **ARMAZENAMENTO DE SEMENTES TRATADAS COM MICORRIZA E NEMATICIDA NA QUALIDADE DE SEMENTES DA CULTURA DA SOJA**

**AUTOR: PEDRO HENRIQUE FINKLER**

**ORIENTADOR: MARCOS PAULO LUDWIG**

Ibirubá, RS dia 29 de Julho de 2024

A soja é uma das culturas mais importantes do Brasil, sendo essencial para a economia do país devido à sua alta demanda tanto no mercado interno e externo. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de soja do mundo, desempenhando um papel crucial na agricultura global. O tratamento de sementes de soja é fundamental para garantir a sanidade e o vigor das plantas, promovendo uma melhor germinação e crescimento inicial. Este processo protege as sementes contra doenças, pragas e condições adversas, preservando a produtividade e a qualidade. Uma evolução na proteção dos cultivos foi o uso de produtos biológicos como nematicidas e micorrizas. O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de soja tratadas com nematicida e micorriza submetidas a período de armazenamento. O tratamento de sementes foi realizado na cooperativa Cotribá, e as avaliações conduzidas na área agrícola e Laboratório de Sementes e Grãos do IFRS Campus Ibirubá. Avaliando no laboratório o teor de umidade, recobrimento da semente, teste de germinação e teste de primeira contagem, e no campo avaliando a emergência de plântulas, comprimento de plântula, volume radicular e massa seca de plântulas. O armazenamento das sementes tratadas com as diferentes combinações de nematicida e micorriza manteve a qualidade das sementes por 30 dias após o tratamento. A utilização de produtos micorriza e nematicida apresentou um incremento no volume radicular com resultado promissor, porém cabe maiores aprofundamentos. A combinação de micorriza e nematicida não ocasionou incremento de umidade após o tratamento. A combinação de micorriza e nematicida não ocasionou efeito na distribuição de produto químico na semente.

**Palavras-chave:** Teor de umidade; Volume radicular; Germinação; Emergência de plântulas

## **ABSTRACT**

Completion of course work

Agronomy Course

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá

### **STORAGE OF SEEDS TREATED WITH MYCORRHIZA AND NEMATOCIDE ON THE QUALITY OF SOYBEAN SEEDS**

**AUTHOR: PEDRO HENRIQUE FINKLER**

**ADVISOR: MARCOS PAULO LUDWIG**

Ibirubá/RS, July, 29, 2024

Soybeans are one of the most important crops in Brazil, essential for the country's economy due to their high demand in both domestic and international markets. Brazil is one of the largest producers and exporters of soybeans in the world, playing a crucial role in global agriculture. Soybean seed treatment is fundamental to ensuring the health and vigor of the plants, promoting better germination and initial growth. This process protects the seeds against diseases, pests, and adverse conditions, increasing productivity and quality. An evolution in crop protection has been the use of biological products such as nematicides and mycorrhizae. The present study aims to evaluate the physical and physiological quality of soybean seeds treated with nematicide and mycorrhizae subjected to a storage period. The seed treatment was carried out at the Cotribá cooperative, and the evaluations were conducted in the agricultural area and the Seed and Grain Laboratory of IFRS Campus Ibirubá. In the laboratory, moisture content, seed coating, germination test, and first count test were evaluated, while in the field, seedling emergence, seedling length, root volume, and seedling dry mass were assessed. The storage of seeds treated with different combinations of nematicide and mycorrhizae maintained seed quality for 30 days after treatment. The use of mycorrhizae and nematicide products showed an increase in root volume with promising results, but further studies are needed. The combination of mycorrhizae and nematicide did not cause an increase in moisture after treatment. The combination of mycorrhizae and nematicide did not affect the distribution of the chemical product on the seed.

**Key Words:** Moisture content; Root volume; Germination; Seedling emergence;

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>11</b>
2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
2.2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
2.2.1. Localização do experimento, cultivar, tratamento de sementes e armazenamento. ....	13
2.2.2. Delineamento experimental e análise estatística.....	16
2.2.3. Avaliações em laboratório.....	16
2.2.4. Avaliações em campo .....	19
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	22
<b>3. CONCLUSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>4. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é responsável por 23,8% do produto interno bruto (PIB), segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq) em conjunto com a Universidade de São Paulo (USP) (CEPEA-Esalq/USP, 2024). Somente a produção de soja corresponde a 28,8% do PIB do agronegócio (6,3% do PIB total do país), fazendo com que a produção de soja seja extremamente importante para o país.

A liderança da soja na agricultura brasileira se deve principalmente pelo retorno econômico e versatilidade do grão, que pode ser utilizado pela indústria como fonte de proteína para a criação animal, produção de óleo vegetal ou até mesmo na produção de biocombustíveis. Esses fatos entre outros, fazem da soja uma cultura amplamente difundida, responsável por alavancar o PIB do país, em conjunto com as demais cadeias do agronegócio.

O Brasil na safra 2023/2024 tem a marca de 45,5 milhões de hectares semeados com a cultura da soja, sendo 6,75 milhões de hectares a representação da área semeada de soja pelo estado do Rio Grande do Sul (RS) (EMATER/RS-ASCAR, 2023). A produção brasileira de grãos na safra 2023/2024 deverá atingir 295,6 milhões de toneladas. O volume representa uma queda de 7,6% no resultado obtido no ciclo anterior, ou seja, 24,2 milhões de toneladas a menos a serem colhidas. As informações estão no 6º Levantamento divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2024). Com uma colheita que atingiu, no início de março, 47,9% da área semeada, a soja pode registrar uma produção de 146,9 milhões de toneladas, redução de 5% sobre a safra anterior.

O uso de sementes de alta qualidade é fundamental para uma boa implantação e desenvolvimento das plantas na lavoura. José de Barros França Neto (2016), pesquisador da Embrapa soja, destaca quatro componentes essenciais para definição do potencial da semente: qualidade fisiológica que tem relação com alto vigor e germinação, qualidade sanitária que está atrelado a patógenos que poderão ser a fonte de doenças, qualidade genética e a qualidade física relacionada a pureza e danos mecânicos. Sementes que apresentam todas essas características são tidas como sementes de alta qualidade, e irão apresentar estande adequado de plantas, plântulas vigorosas, melhores índices produtivos e maiores rendimentos de grãos.

O tratamento de sementes é uma técnica que tem por objetivo assegurar e garantir a qualidade sanitária das sementes, realizando aplicações de produtos químicos que irão revestir a semente e protege-la de fitopatógenos, além de atuar no ataque inicial de pragas e protegendo as plântulas durante o processo germinativo e de emergência.

A busca por produtividades cada vez mais elevadas tem aumentado o custo de produção e o que se observa é uma necessidade de maximizar estratégias de manejo que reduzam estes custos. A utilização de produtos biológicos vem ganhando força no mercado e apresenta uma alternativa viável, visto que, maximiza os efeitos benéficos de alguns microrganismos presentes no solo, ou também a utilização de fungos micorrízicos que vão ter efeito sinérgico com a planta, aumentando a área de absorção das raízes. O uso de nematicidas no tratamento de semente é uma alternativa ótima para a cultura, visto que, há estudos realizados no Brasil e no exterior que comprovam que o dano causado pelo ataque de nematóides é mais importante no desenvolvimento inicial das culturas (CAPELLI, 2011).

Segundo Avelar et al. (2011), como a técnica de tratamento de sementes está cada dia mais presente no fluxograma de algumas unidades de beneficiamento, é importante conhecer seus efeitos em função do armazenamento. Durante o armazenamento sob condições não controladas, as sementes estão expostas a situações adversas, ficando suscetíveis ao ataque de pragas e fungos de armazenamento, e pode contribuir para a redução da qualidade das mesmas (LUDWIG et al., 2011). Assim a associação dessas técnicas pode vir a reduzir os efeitos nocivos a etapa que antecede a semeadura a campo.

No entanto, são escassas as informações referentes à influência do tratamento de sementes com nematicidas e fungos micorrízicos e armazenamento sobre qualidade fisiológica das sementes. Desta forma, objetivou-se através deste trabalho avaliar a qualidade fisiológica e física de sementes de soja tratadas com nematicida e micorriza, submetidas a períodos de armazenamento.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A busca por produtividades cada vez mais elevadas tem aumentado o custo de produção e o que se observa é uma necessidade de maximizar estratégias de manejo que reduzam estes custos. O plantio direto e a rotação de culturas são exemplos de estratégias que melhoram a condição do solo e automaticamente beneficiam as plantas.

A soja (*Glycine max* L) é o grão mais importante produzido sob cultivo extensivo no Brasil. Sendo o maior responsável pela produção de proteína por hectare se comparada a outras plantas cultivadas nas mesmas condições (BULBOVAS et al., 2007). A safra nacional de cereais, fabáceas e oleaginosas deve ser de 298,3 milhões de toneladas em 2024, segundo a estimativa de março do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA, 2024), isso representa uma produção 5,4% menor do que a obtida no ano passado (2023) (315,4 milhões de toneladas), na comparação com a estimativa de fevereiro, houve uma queda de 0,8% ou de 2,3 milhões de toneladas. (IBGE, 2024).

Apesar disso, existem alguns fatores bióticos e abióticos que limitam o aumento da produtividade dessa oleaginosa. Dentre estes fatores, os nematóides, associados à monocultura e condições de solo e clima, afetam negativamente essa cultura, favorecendo a disseminação e seleção de populações destes microrganismos (COVOLO, 1988).

O tratamento de sementes e a utilização de sementes certificadas e de alta tecnologia concedem bons resultados na lavoura, pois conferem maior proteção contra pragas e doenças que acometem a lavoura na fase inicial de cultivo, contribuindo para um estande com bons índices de germinação e vigor (SILVA, 2021).

A proteção da produtividade começa com o tratamento das sementes e, se feito industrialmente, pode trazer diversos benefícios para as lavouras. Dentre todos os benefícios viáveis por tratamento de semente podemos destacar o controle efetivo de pragas e doenças, soluções que proporcionam efeitos residuais de longo prazo, mantêm o potencial de produção e ajudam a firmar o estande. O beneficiamento possui múltiplos processos e avaliações em condições ideais para comprovar que o lote está em estado homogêneo e vigoroso. Alta tecnologia, envolvendo processos complexos, profissionais altamente capacitados e equipamentos qualificados no desenvolvimento de tecnologias avançadas para proporcionar máxima prote-

ção às sementes. Custo-benefício, pois o investimento no tratamento de sementes proporciona um início protegido, refletindo melhor fixação da cultura e maior produtividade. (NASCI-MENTO, 2021).

A agricultura enfrenta muitos desafios, e o desenvolvimento de soluções técnicas para proteger as lavouras por meio de tratamentos de sementes pode ajudar a aumentar a produtividade do campo, levando a estandes cada vez mais uniformes, lucrativos e vibrantes. (AVELAR, 2021)

Muitos patógenos presentes no solo ou transmitidos via semente reduzem o estande de plantas de soja (COSTAMILAN et al, 2010). Dessa forma, o tratamento de sementes com fungicidas é uma alternativa barata e viável para a redução do dano causado por patógenos de sementes. Pragas de solo também podem causar falhas na lavoura, pelo fato de se alimentarem de sementes, raízes e da parte aérea das plantas (BAUDET & PESKE, 2007). Para a maioria desses patógenos e pragas o tratamento de semente tem a função de proteção primária para a semente e plântulas, fazendo com que os danos ocasionados pelas mesmas sejam reduzidos seus efeitos para que tenhamos uma semente/plântula sadia e vigorosa.

São diversos fatores que interferem no desenvolvimento da semente, dentre eles estão os patógenos, pragas e insetos, fatores abióticos (água, luz, temperatura). A planta sofrendo por algum desses fatores sofre um descontrole de desenvolvimento e crescimento, fazendo com que ocorra uma perda no estande de plantas e então teremos uma diminuição na produção final.

Com o tratamento de sementes visamos algumas vantagens para determinados fatores que vão dificultar o pleno desenvolvimento das sementes e consequentemente atrapalhar na produção e produtividade das plantas. Além de diminuir os custos de produção, a aplicação concentrada no tratamento de semente permite diminuir a contaminação do meio ambiente e no caso dos produtos biológicos viabiliza sua aplicação devido à baixa quantidade utilizada (HENNING, 2005).

Segundo Schübler et al. (2001) os FMAs (fungos micorrízicos arbusculares) tem demonstrado uma boa assimilação com a planta, fazendo com que se tenha um trabalho simbiótico formando um tipo de canudos auxiliares que se agregam às raízes, que irão ajudar o desenvolvimento das raízes fazendo com que elas busquem por água e nutrientes, dentre os principais podemos destacar o NPK que serão absorvidos de forma mais eficiente e profundamente.

A eficiência da associação entre FMA e plantas é regulada pelos genótipos dos dois parceiros micorrízicos em interação com o meio ambiente, e não está necessariamente relacionada à porcentagem de colonização das raízes (COSTA et al, 2001). Em dado nível de colonização, a eficiência da absorção de nutrientes pode ser afetada pelos parâmetros da troca de nutrientes na interface fungo-raiz e pela extensão, viabilidade e capacidade de transporte das hifas externas (MARSCHNER, 1994).

Segundo Bortolini et al. (2013) a associação dos produtos fitossanitários como nematicidas vêm crescendo e ganhando espaço nas misturas de tratamentos de sementes. Sua pesquisa demonstra a utilização de produtos voltados ao controle de nematóides em áreas com histórico de presença do mesmo, foi de extrema importância para a diminuição dos danos causados pelos nematóides. Porém o autor ressalta a importância de utilização de outros métodos de controle para intensificar a eficiência dos chamados nematicidas.

Segundo Carvalho (2010), a peliculização, é um processo satisfatório para a distribuição e manutenção do produto químico às sementes. Sua utilização não é prejudicial para a germinação das sementes e possibilita a formação de uma película protetora a condições adversas do ambiente, como excesso de água.

## 2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

### **2.2.1. Localização do experimento, cultivar, tratamento de sementes e armazenamento.**

O tratamento de sementes foi realizado nas dependências da Cooperativa Cotribá, as avaliações conduzidas nas dependências do IFRS Campus Ibirubá, na área agrícola (Figura 1) e no Laboratório de Sementes e Grãos do IFRS Campus Ibirubá-RS (Figura 2). Foi conduzido em três épocas de semeaduras diferentes, a primeira realizada após o tratamento, 30 e 60 dias após.

**Figura 1.** Foto aérea da área agrícola do IFRS Campus Ibirubá-RS(destacado em vermelho). Ibirubá RS, 2024.



Fonte: Maps, Google 2024

**Figura 2.** Foto aérea do Laboratório de Sementes do IFRS Campus Ibirubá. Ibirubá-RS, 2024



Fonte: Maps, Google 2024

No experimento foi utilizado a cultivar de soja BRASMAX Zeus IPRO com GRUPO de maturação 5.5 submetida a quatro tratamentos: (1) Nematicida + tratamento padrão; (2) Micorriza + tratamento padrão; (3) Nematicida + Micorriza juntamente com o tratamento padrão; (4) testemunha, somente com o tratamento padrão. Para o tratamento padrão, foi realizado em todas as sementes utilizamos fungicida Apron® (fludioxonil + Metalaxil-M 200mL para 100kg de semente); inseticida Maestro (Fipronil 200 mL para 100 kg de sementes) e Inside (Clotidina 100 mL para 100 kg de sementes); Nematicida utilizado foi biológico Aveo™ EZ a base de *Bacillus amyloliquefaciens* cepa PTA-4838 na dose de 20 mL para 100 kg de sementes; Micorriza **EndoFuse®** é composto por 4 espécies diferentes de fungos micorrízicos – *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum*, *Glomus intraradices* e *Glomus*

*etunicatum* – (20 mL para 100 kg de sementes) (Figura 4). Utilizando a máquina ArKtos L40K da MOMESSO (Figura 4). É uma máquina de abastecimento manual com capacidade para 40kg de sementes por carga. Todas as sementes foram tratadas com o polímero BIOCROMA® com dose de 1,5mL para 100kg de sementes.

**Figura 3.** Momento da realização das dosagens dos produtos, para posterior mistura no tanque da máquina de tratamento de sementes. Ibirubá-RS, 2024.



Fonte: Finkler, 2022

**Figura 4.** Máquina de tratamento de sementes L40k da Momesso, recebendo os produtos dosados para tratar a semente depositada em seu interior. Ibirubá-RS, 2024.



Fonte: Finkler, 2022

As amostras de sementes foram armazenadas em e acondicionadas em sacos de papel Kraft multifolhados e armazenadas em ambiente não controlado no laboratório de sementes do Campus Ibirubá.

### 2.2.2. Delineamento experimental e análise estatística

Para a unidade experimental utilizamos o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas quatro combinações de produtos e épocas de armazenamento 0 (após o tratamento), 30 e 60 dias em condições não controladas. 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 e regressão com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

### 2.2.3. Avaliações em laboratório

#### 2.2.3.1. Teor de Umidade da Semente

Para determinar o teor de umidade da semente (Figura 5), foi retirado duas amostras de cada tratamento por repetição e realizado a pesagem em uma balança de precisão (Figura 6), após isso colocado na estufa a 105°C por 24h e por fim pesado novamente determinando então o grau de umidade da semente. Esta determinação foi realizada após o tratamento e na avaliação aos 60 dias após o tratamento.

**Figura 5.** Sementes acometidas em recipiente para pesagem e posterior secagem. Ibirubá-RS, 2024.



Fonte: Finkler, 2022

**Figura 6.** Recipiente de com amostra de semente realizando a pesagem. Ibirubá-RS, 2024

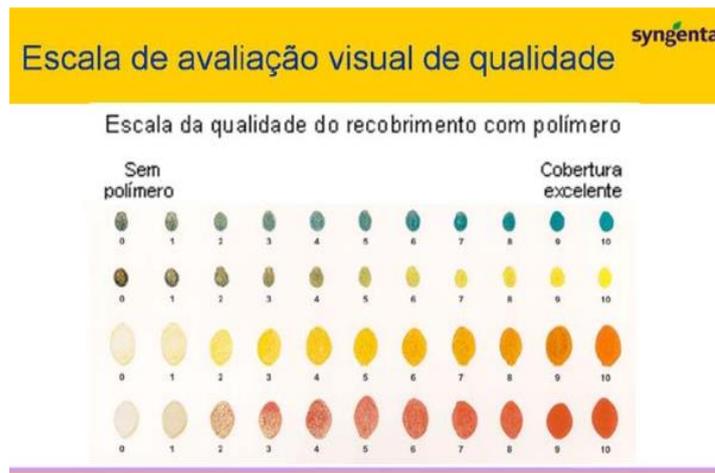


Fonte: Finkler, 2022

#### 2.2.3.2. Avaliação do Recobrimento da semente

O método de avaliação da qualidade do recobrimento dos tratamentos da semente foi visual, seguindo a escala de avaliação visual da qualidade do polímero (Figura 7) (adaptada de: BURRIS (s.d.)). Para cada repetição foi utilizado 10 sementes retiradas das amostras tratadas. Esta determinação foi realizada após o tratamento e na avaliação aos 60 dias após o tratamento.

**Figura 7.** Escala para avaliar a qualidade do recobrimento (Adaptada de: BURRIS, (s.d.)).



#### 2.2.3.3. Teste de germinação

O teste de germinação (Figura 8) foi realizado em papel germitest umedecido na proporção de 3 vezes a massa do substrato seco, com 50 sementes por repetição. Os rolos de papel acondicionados foram mantidos em germinador, a 25°C. A contagem foi realizada aos oitos dias do início do teste, contabilizando o número de plântulas normais (BRASIL, 2009). Esta determinação foi realizada após o tratamento aos 30 e 60 dias após o tratamento.

#### 2.2.3.4. Primeira contagem de germinação

Foi realizada aos cinco após a instalação do teste de germinação, seguindo os critérios estabelecidos em Brasil (2009). A primeira contagem de germinação constituiu-se na determinação, em percentagem, das plântulas normais e foi considerado como teste de vigor.

**Figura 8.** Sementes acondicionadas no papel Germitest, umedecidos preparados para serem levadas ao germinador (esquerda); Sementes no papel germitest acondicionadas no germinador (direita). Ibirubá-RS, 2024



Fonte: Finkler, 2022

## 2.2.4. Avaliações em campo

### 2.2.4.1. Semeadura

A semeadura foi realizada em canteiros que se localizam nas dependências do Campus. Os canteiros foram manejados com a encanteradeira para melhor uniformidade do canteiro e limpeza do mesmo. Cada repetição contava de quatro linhas semeadas com 50 sementes, as quais foram semeadas em sulcos de 3 a 4cm abertos manualmente com auxílio de uma enxada. Esta determinação foi realizada após o tratamento aos 30 e 60 dias após o tratamento.

Foram realizados molhamentos por gotejamento, auxiliado por uma mangueira microperfurada própria para irrigação (Figura 9).

**Figura 9.** Mangueiras de Irrigação sendo colocadas sobre o experimento para iniciar uma nova irrigação. Ibirubá, 2024



Fonte: Finkler,2022

### 2.2.4.2. Avaliação de emergência

As avaliações foram feitas 28 dias após a semeadura (DAS), para posterior determinação de porcentagem de plântulas normais emergidas. Realizada manualmente contando plântulas de cada linha e por fim determinado a porcentagem média de emergência por tratamentos.

### 2.2.4.3. Comprimento de plântulas

Para determinação do comprimento foram retiradas 10 plântulas de cada tratamento (por repetição), sendo utilizado sempre a segunda ou terceira linha (Figura 10). Para determinação foi estendido a plântula em uma fita métrica graduada obtendo o comprimento total das plântulas (Figura 11), para posteriormente obter o valor médio. Avaliação realizada aos 28 DAS.

**Figura 10.** Escolha de uma das linhas centrais para posterior coleta de 10 plantas para avaliação. Ibirubá-RS, 2024



Fonte: Finkler, 2022

**Figura 11.** Planta sendo avaliada em seu comprimento de parte aérea (ponto onde inicia a raiz até a inserção abaixo das folhas) e comprimento de raiz. Ibirubá-RS, 2024



Fonte: Finkler, 2022

#### 2.2.4.4. Volume Radicular.

O volume radicular (VR) foi obtido pelo deslocamento de volume de água em proveta graduada (Figura 12), segundo Rossiello et al. (1995). Em uma proveta de 50mL, foi dosado a água até cerca de 40mL e as radículas eram mergulhadas e observado o deslocamento da água. Avaliação realizada aos 28 DAS.

**Figura 12.** Radícula sendo mergulhada em uma proveta dosada com 40mL de água e observado o deslocamento da água. Ibirubá-RS, 2024



Fonte: Finkler, 2022

#### 2.2.4.5. Massa seca de plântulas

Foram utilizadas dez plântulas retiradas das linhas centrais de cada repetição. As plântulas foram separadas dos cotilédones que foram eliminados, sendo as radículas e os hipocótilos colocados dentro de um recipiente metálico, que posteriormente passaram para a estufa com ventilação forçada à temperatura de 60 °C, durante 48 horas. Posteriormente, foi realizada a pesagem em balança analítica. Avaliação realizada aos 28 DAS

### 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A variável analisada foi o teor de umidade das sementes de soja tratadas, onde verificou que não diferem entre os tratamentos, manteve-se uma média de 11,67%, que segundo Giraldeleli (2020) tem-se como ideal que se armazene sementes de 11 a 12% de umidade para até um (1) ano. Dado exposto observa-se que a combinação de micorriza e nematicida não ocasionou incremento de umidade após o tratamento.

Para a variável cobertura de sementes não observa-se efeito das combinações micorriza e nematicida, resultado promissor, pois demonstra que isso pode ser realizado não afetando a distribuição de produto na semente.

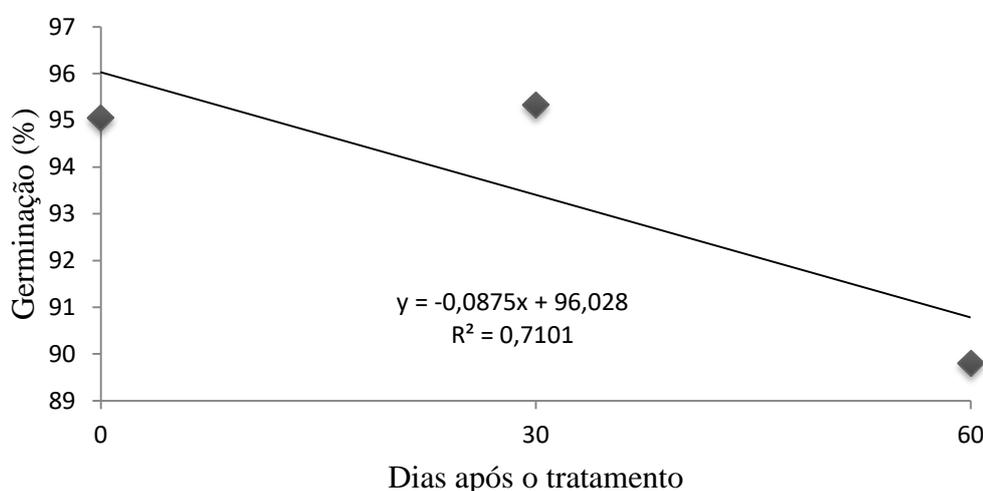
Um bom tratamento de sementes visa melhorar o desempenho da semente no campo. Um bom recobrimento da semente no momento do tratamento é crucial para que cada semente seja coberta adequadamente com o produto. Garantindo o bom desempenho dos produtos, reduzindo as perdas relacionadas a patógenos e pragas na semente, resultando em um melhor estabelecimento das plantas. (MUNKVOLD, 2009) Reduzindo o desperdício e a sobreposição de produtos nas sementes.

Segundo NAZI et. al (2019) também é observado uma melhora no manuseio das sementes durante a semeadura, isso se deve ao fato do recobrimento uniforme dos produtos na semente deixam sua superfície mais lisa. Resultando em uma semeadura mais precisa e eficiente, com melhor espaçamento entre as plantas.

Os tratamentos utilizados não interferiram na qualidade da semente, visto que, a diferença na primeira contagem de germinação não foi significativa para os diferentes tratamentos, obtendo um resultado de 91% de plântulas normais. Segundo Andrade et al (1994) em seu artigo publicado é possível observar quando o tratamento de sementes é feito de forma adequada, com dosagens e produto corretos para tal atividade. As sementes permanecem tratadas, temperatura e aeração do ambiente que serão armazenadas, tendem a manter seus atributos de germinação e vigor por determinado período.

Do 0 aos 30 dias não há redução na germinação (Figura 13), porém dos 30 aos 60 dias de armazenamento se tem um decréscimo mais acentuado, cerca de 6%. Os valores apresentados demonstram a redução do potencial de germinação das sementes de soja armazenadas ao longo do tempo. O armazenamento em condições não controladas que influenciaram também nesse decréscimo de 6% na germinação aos 60 dias.

**Figura 13.** Germinação (%) da cultivar Brasmax Zeus IPRO em três épocas de avaliação 0, 30 e 60 dias após o tratamento, na média das três combinações de tratamentos (nematicida, micorriza, nematicida + micorriza e a testemunha) Ibirubá RS, 2024.



\*Teste de Tukey, a 5% de significância.

Fonte: Finkler, 2024

Entretanto, apesar dos tratamentos de sementes não terem influenciado na germinação e no vigor ao longo do tempo, a semente escolhida para utilizar no experimento era de qualidade, sementes certificadas, por isso a qualidade da semente não interferiu no experimento, tendo valores elevados para germinação e vigor pelo teste de primeira contagem. O armazenamento por mais de 30 dias não influenciou a germinação, porém há um decréscimo observado aos 60 dias, mas o valor se manteve-se acima dos 80% de potencial de germinação tido como porcentagem mínima pela legislação para cultura da soja.

Estes resultados concordam com Fessel et al. (2003) e Ludwig et al. (2011) ao verificarem que o vigor das sementes diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento das sementes tratadas. E indicando redução da germinação com o decorrer do armazenamento. Possivelmente, este resultado está relacionado com as condições de

armazenamento, uma vez que as sementes foram armazenadas no laboratório de sementes sem controle de temperatura e umidade relativa do ar. Essas condições sub-ótimas de temperatura e umidade relativa do ar afetaram a germinação da semente. Este resultado é explicado por Kunkur (2007) segundo o qual o declínio da porcentagem de germinação, com o avanço do período de armazenamento, pode ser atribuído ao envelhecimento das sementes, ao consumo de reservas e a redução da capacidade de síntese do embrião.

As variáveis visualizadas no campo como emergência, onde obtivemos uma média geral de 75,2%, comprimento total de plântula com média de 30,1cm independente do tratamento e massa seca total a qual o resultado médio para as plântulas dos quatro tratamentos foram de 4,6g/planta, não apresenta diferença entre os tratamentos para as três variáveis.

Segundo Egli (1998) uma boa emergência reduz o coeficiente de variação no estabelecimento da cultura, proporcionando um campo homogêneo, facilitando seu manejo, reduzindo perdas por competição entre plantas e maximizando seu potencial de rendimento no campo.

O artigo de Vieira & Tekrony (2003) relata em relação ao comprimento de plântulas é fundamental para o desenvolvimento radicular, resultando em raízes mais profundas e extensas melhorando assim sua capacidade de absorção de nutrientes e água no perfil do solo. A competitividade com plantas daninhas é recorrente em todas as culturas e épocas, quando temos uma plântula vigorosa e com bom comprimento de raiz e parte aérea, rapidamente ela cobre o solo suprimindo plantas daninhas através da competição por luz, água e nutrientes. Que por fim gera uma planta mais resistente aos estresses abióticos como, por exemplo, a seca, que dá à planta uma sobrevida pelo fato de poder buscar água em maiores profundidades no solo.

Segundo dados do artigo de Marcos-filho, (2015) a massa seca de plântulas pode ser considerada um indicativo de vigor, plântulas com maior massa seca têm maior capacidade de armazenar e mobilizar nutrientes essenciais para o crescimento. Maior massa seca está atrelada à um crescimento vegetativo mais rápido, aumentando sua biomassa total e melhorando o desenvolvimento inicial. Dados do artigo mostram que a massa seca está ligada à eficiência da fotossíntese, plântulas com maior massa seca possuem uma maior área foliar, o que aumenta a taxa de assimilação de carbono, melhorando a eficiência fotossintética e o acúmulo de biomassa.

Os dados obtidos demonstram que as combinações de nematicida e micorriza não afetaram o estabelecimento da cultura, visto que, as micorrizas necessitam de um tempo para colonizar às raízes das plantas hospedeiras. Durante as primeiras semanas após a semeadura, a associação simbiótica pode ainda não estar completamente estabelecido, o que significa que as micorrizas não afetam significativamente a emergência e o estabelecimento inicial. Segundo Cohen et al. (2005) o uso do nematicida biológico a base de *Bacillus amyloliquefaciens* também não é prejudicial à emergência e ao estabelecimento inicial da cultura da soja. Segundo os mesmos autores, também mostraram que sementes de soja tratadas com *Bacillus amyloliquefaciens* têm taxas de emergência comparáveis ou até superiores às sementes não tratadas. Isso se deve à proteção contra nematoides e patógenos, além da estimulação do crescimento, visto que, este bacilo pode produzir fitohormônios, como ácido indolacético (AIA), que estimulam o crescimento das raízes e melhoram a absorção de nutrientes.

A variável volume radicular (Tabela 1) demonstra que o tratamento com micorriza e nematicida apresentou melhor desempenho em relação a testemunha sem aplicação.

O tratamento com *Bacillus amyloliquefaciens* (nematicida) como citado no artigo de Cohen et al. (2005) demonstra uma estimulação no crescimento radicular devido à produção de fitohormônios que estimulam o crescimento radicular e o aumento da biomassa, por conta disso observamos no experimento um incremento no volume radicular quando comparamos com a testemunha (Tabela 1).

O uso de micorriza a base de *Rizogloium intraradices* e *Claroideogloium claroideum* no tratamento de sementes formam estruturas chamadas hifas e arbúsculos dentro das raízes das plantas. Essas estruturas aumentam significativamente a área de superfície das raízes, e essas hifas irão explorar maiores áreas em comparação com as raízes permitindo uma maior absorção de água e nutrientes do solo. (SMITH & READ, 2008)

Estudos de campo e de laboratório têm demonstrado consistentemente que o tratamento de sementes com micorrizas pode aumentar o volume radicular das plantas, incluindo a soja. Esses estudos frequentemente medem o crescimento radicular e a densidade de micorrizas nas raízes para avaliar os benefícios. Um exemplo de pesquisa é a de Smith e Read (2008) e Jakobsen e Rosendahl (1990) destacam os mecanismos pelos quais micorrizas aumentam a absorção de nutrientes e promovem o crescimento radicular em várias culturas, incluindo a soja.

**Tabela1.** Volume radicular em mL do cultivar Brasmax Zeus IPRO tratada com nematicida, micorriza, nematicida + micorriza, e a testemunha, armazenada na média de avaliações 0, 30 e 60 dias após o tratamento. Ibirubá, 2024.

Testemunha	1,23b
Nematicida	1,70a
Micorriza	2,05a
Nematicida + Micorriza	1,72a
Média	1,67
C.V.	23,01

\*Tratamentos seguidos pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Fonte: Finkler, 2024

A diferença dos valores obtidos na variável volume radicular onde o tratamento com micorriza e nematicida desempenhou um resultado melhor em comparação à testemunha devido aos organismos atuarem como associações simbióticas entre as raízes na maioria das plantas terrestres e fungos do solo (SANTOS, 2006 & KISTNER & PARNISKE, 2002). Segundo Machado (2022) os fungos micorrízicos melhoram a eficiência na exploração do solo pelas plantas, pois desenvolvem uma rede extra radicular formada pelo micélio e conectada pela raiz e por conta dessa associação obtivemos um volume radicular maior em relação aos outros tratamentos. Também vale ressaltar que o uso do nematicida a base de *Bacillus amyloliquefaciens* produz ácido indolacético (AIA) um fitohormônio que estimula o crescimento das raízes.

### **3. CONCLUSÃO**

O armazenamento das sementes tratadas com as diferentes combinações de nematicida e micorriza manteve a qualidade das sementes por 30 dias após o tratamento e após isso observou-se uma queda de 6% na porcentagem de germinação, o que ainda se demonstrava dentro dos parâmetros exigidos por lei. A utilização de produtos micorriza e nematicida apresentou um incremento no volume radicular com resultado promissor, porém cabe maiores aprofundamentos.

Dado exposto observa-se que a combinação de micorriza e nematicida não ocasionou incremento de umidade após o tratamento, isso demonstra que os tratamentos biológicos e químicos presentes não afetaram o teor de umidade das sementes durante o armazenamento. A combinação de micorriza e nematicida não ocasionou efeito na distribuição de produto químico na semente, e com isso conclui-se que os produtos citados nesse trabalho podem ser utilizados juntos no tratamento de sementes sem que haja problemas incompatibilidade, revestimento e distribuição de produto.

#### 4. REFERÊNCIAS

ANDRADE ET AL. **FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA SEMENTE, DISPONÍVEL** EM: <HTTPS://AINFO.CNPTIA.EMBRAPA.BR/DIGITAL/BITSTREAM/ITEM/57373/1/CIRC-19-FATORES-AFETAM.PDF> ACESSO EM: 17/04/2024.

AVELAR, S.A.G.; PESKE, L.B.S.T.; LUDWIG, M.P.; RIGO, G.A.; CRIZEL, R.L.; OLIVEIRA, S. **ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM FUNGICIDA, INSETICIDA E MICRONUTRIENTE E RECOBERTAS COM POLÍMEROS LÍQUIDO E EM PÓ.** CIÊNCIA RURAL, V. 41, N. 10, P. 1719-1725, 2011.

BAUDET, L.; PESKE, F. **AUMENTANDO O DESEMPENHO DAS SEMENTES.** SEED NEWS, V.9, N.5, P.22-24, 2007. DÍSPONIVEL EM: <[HTTP://WWW.SEEDNEWS.INF.BR/PORTUGUES/SEED115/PRINT\\_ARTIGO115.HTML](HTTP://WWW.SEEDNEWS.INF.BR/PORTUGUES/SEED115/PRINT_ARTIGO115.HTML)>. ACESSO EM: 02 ABRIL. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES.** BRASÍLIA: SNDA, 1992. 365P

BORTOLINI, G. L. et al. **CONTROLE DE *PRATYLENCHUS BRACHYURUS* VIA TRATAMENTO DE SEMENTE DE SOJA.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.9, n.17; p. 2013. Disponível em: <<http://conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/CONTROLE%20DE%20Pratylenchus.pdf>>, acesso em: 04/05/2023.

CARVALHO, T. C.; GAGLIARDI, B.; MORAES, M. H. D. **EFEITO DE POLÍMERO NO TRATAMENTO DE SEMENTES.** Cultivando o Saber, 2010. Disponível em: <<https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/download/301/213/>>, acesso em: 14/05/2023.

COHEN, M. F., YAMASAKI, H., & MAZZOLA, M. (2005). **BIOCONTROL OF ROOT DISEASES AND POTENTIAL MODE OF ACTION. SOIL BIOLOGY & BIOCHEMISTRY**, 37(9), 1777-1784.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **ACOMPANHAMENTO DE SAFRA BRASILEIRA**: grãos, nono levantamento, julho 2013. Brasília: Conab, 2023.

COSTAMILAN, L.M. et al. **LA NIÑA E OS POSSÍVEIS EFEITOS SOBRE A OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE SOJA NA SAFRA 2010/2011** Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/fitopatologia/LaNina\\_ocorrencia\\_doencas\\_soja2010-2011.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/fitopatologia/LaNina_ocorrencia_doencas_soja2010-2011.pdf)>. Online. Acesso em: 05 Maio 2023

COVOLO, G. NEMATÓIDES. IN: SANTOS, O. S. (COORD). **A CULTURA DA SOJA**. RIO DE JANEIRO: GLOBO, 1998. P. 199-211.

EMATER/RS-Ascar. **PLANTIO DA SOJA É ENCERRADO, E O DE MILHO CHEGA À RETA FINAL NO ESTADO**. Porto Alegre. Editora SECOM, 2024. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/plantio-da-soja-e-encerrado-e-o-de-milho-chega-a-reta-final-no-estado#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Informativo,%C3%A9%20de%203.327%20kg%2Fha.>> Acesso em: 10/02/2024

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A SOJA**. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.CNP.SO.EMBRAPA.BR/INDEX.PHP?OP\\_PAGE=22&](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=22&). ACESSO EM: 10 DE MAIO DE 2023.

FERREIRA. DF. **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](http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001).

FESSEL, S.A.; MENDONCA, E.A.F.; CARVALHO, R.V. **EFFECT OF CHEMICAL TREATMENT ON CORN SEEDS CONSERVATION DURING STORAGE**. Revista Brasileira de Sementes, v.25, n.1, p.25-28, 2003.

GIRALDELI A. L. **QUAL O TEOR DE UMIDADE DE ARMAZENAMENTO DA SOJA?** Lavoura 10, Abril., 2020: Revista, Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/umidade-de-armazenamento-da-soja/>> Acessado em>25/03/2024

HENNING, A. A. **PATOLOGIA E TRATAMENTO DE SEMENTE: Noções Gerais.** Londrina: Embrapa, 2005. 52p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SAFRA DE 2024 DEVE SER DE 298,3 MILHÕES DE TONELADA.** EDIÇÃO: YARA AQUINO, DISPONÍVEL EM: <<https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202404/estimativa-cai-0-8-e-preve-safra-de-298-3-milhoes-de-toneladas-em-2024>> ACESSO EM: 08/06/2024

JAKOBSEN, I., & ROSENDAHL, L. (1990). **CARBON FLOW INTO SOIL AND EXTERNAL HYPHAE FROM ROOTS OF MYCORRHIZAL CUCUMBER PLANTS.** NEW PHYTOLOGIST, 115(1), 77-83.

JOSÉ DE BARROS FRANÇA-NETO, ET AL. **TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE SEMENTE DE SOJA DE ALTA QUALIDADE - LONDRINA: EMBRAPA SOJA, 2016.** 82 P. IL - (DOCUMENTOS/EMBRAPA SOJA, ISSN 2176-2937; N.380) ACESSO EM: 08/07/2024

KISTNER, C. & PARNISKE, M. **EVOLUTION OF SIGNAL TRANSDUCTION IN INTRACELLULAR SYMBIOSIS.** Trends in Plant Science, 7(11):511-518. 2002.

KUNKUR, V.; HUNJE, R.; PATIL, N.K.B.; VYAKARNHAL, B.S. **EFFECT OF SEED COATING WITH POLYMER, FUNGICIDE AND INSECTICIDE ON SEED QUALITY IN COTTON DURING STORAGE.** Karnataka Journal of Agricultural Sciences, v.20, n.1, p.137-139, 2007. <http://203.129.218.157/ojs/index.php/kjas/article/viewFile/42/42>.

LUDWIG, M.P.; LUCCA FILHO, O.A.; BAUDET, L.; DUTRA, L.M.C.; AVELAR, S.A.G.; CRIZEL, R.L. **QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS APÓS**

**RECOBRIMENTO COM AMINOÁCIDOS, POLÍMERO, FUNGICIDA E INSETICIDA.** Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 3 p. 395 - 406, 2011.

MACHADO, A. **MICORRIZAS (FMA) - TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER.** AGROLINK, Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/micorrizas--fma----tudo-o-que-voce-precisa-saber\\_471047.html#2](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/micorrizas--fma----tudo-o-que-voce-precisa-saber_471047.html#2)> Publicado em: 30/09/2022; Atualizado em 07/02/2024.

MARSCHNER, H.; DELL, B. **NUTRIENT UPTAKE IN MYCORRHIZAL SYMBIOSIS.** Plant and Soil, v. 159, n. 01, p. 89-102, 1994.

**MUNKVOLD, G. P. (2009). SEED TREATMENT FOR INTEGRATED MANAGEMENT OF SOILBORNE, SEEDBORNE, AND FOLIAR DISEASES. ANNUAL REVIEW OF PHYTOPATHOLOGY, 47, 443-466.**: ESTE ARTIGO ABORDA A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES NO MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS.

**NAZI, Z, SIAL, T. A., TUFAIL, M. A., & MUBASHAR, U. (2019). IMPACT OF SEED TREATMENT ON GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF SOYBEAN. ASIAN JOURNAL OF PLANT SCIENCES, 18(3), 123-128.**

ROSSIELLO, R.O.P.; ARAÚJO, A.P.; MANZATTO, C.V. ET AL. **COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS FOTOELÉTRICO E DA INTERSEÇÃO NA DETERMINAÇÃO DA ÁREA, COMPRIMENTO E RAIOS MÉDIOS RADICULAR.** PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, BRASÍLIA, V.30, N.5, P.633- 638, 1995.

SANTOS, L. C. **EFEITO DO COBRE NA POPULAÇÃO DE BACTÉRIAS E FUNGOS DO SOLO, ASSOCIAÇÃO ECTOMICORRÍZICA E NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE EUCALIPTO E CANAFÍSTULA.** Dissertação de Mestrado. Mestrado em Ciências do Solo, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. 2006.

SCHÜBLER A.; SCHWARZOTT D.; WALKER C. **A NEW FUNGAL PHYLUM, THE GLOMEROMYCOTA: PHYLOGENY AND EVOLUTION.** Mycological Research, v. 105, p. 1413-1421, 2001.

SMITH, SE E READ, DJ (2008) **MYCORRHIZAL SYMBIOSIS.** 3ª EDIÇÃO, ACADEMIC PRESS, LONDRES.

NASCIMENTO. **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – GUIA DE PRODUTOS,** setembro 2010, versão eletrônica – Avicta 500 FS Disponível em: <<http://www.syngenta.com/country/br/pt/produtosemarcas/protecao-de-cultivos/Pages/produtos.aspx>>. Acesso em: abril de 2024

AVELAR, P. F. **SEMENTES: TECNOLOGIA ALIADA À PRODUTIVIDADE DESDE O INÍCIO,** DISPONÍVEL EM: <https://portal.syngenta.com.br/noticias/tratamento-de-sementes-tecnologia-aliada-a-productividade/>. acesso em: 30/05/2023

VIEIRA, R. D., & TEKRONY, D. M. (2003). **SEED VIGOR TESTING HANDBOOK. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA).**