

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



**Tratamento de sementes de soja com produtos à base de fertilizantes e
biofertilizantes**

Camila de Avila Nunes

Pelotas, 2023

Camila de Avila Nunes

**Tratamento de sementes de soja com produtos à base de fertilizantes e
biofertilizantes**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes.

Orientadora:

Prof. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Co-Orientadora:

Prof. Dra. Andréia da Silva Almeida

Pelotas, 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

N972t Nunes, Camila de Avila

Tratamento de sementes de soja com produtos à base de fertilizantes e biofertilizantes / Camila de Avila Nunes ; Lilian Vanussa Madruga de tunes, orientadora ; Andréia da Silva Almeida, coorientadora. — Pelotas, 2023.

42 f.

Dissertação (Mestrado) — Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Energy®. 2. *Glycine max*. 3. Qualidade fisiológica. 4. Micronutrientes. I. tunes, Lilian Vanussa Madruga de, orient. II. Almeida, Andréia da Silva, coorient. III. Título.

CDD : 633.3431

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

Camila de Avila Nunes

**Tratamento de sementes de soja com produtos à base de fertilizantes e
biofertilizantes**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 01/08/2023

Banca examinadora:

Prof. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Doutora em Agronomia

Prof. Dra. Andréia da Silva Almeida
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dra. Anna dos Santos Suñe
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dra Andréa Bicca Noguez Martins
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dedicatória

Dedico aos meus pais Oton e Karla, pessoas que amo e admiro e que nunca mediram esforços para me auxiliar, e sempre me apoiaram e incentivaram no crescimento pessoal e profissional.

Agradecimentos

Agradeço à Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, bem como a Capes pela concessão da bolsa de estudos para realização desta pesquisa.

Aos meus pais, Oton e Karla por todo amor, incentivo, confiança, e companheirismo dedicados a mim incansavelmente, em todos os momentos da minha trajetória, meu singelo agradecimento.

Ao meu namorado Roger por me incentivar, pelo amor, carinho e auxílio.

Agradeço aos meus tios Everton e Marieli e afilhada Laura por todo apoio, incentivo e carinho em todos os momentos.

À Prof^a Lilian Vanussa Madruga de Tunes, pela orientação, pela oportunidade de adquirir conhecimentos tão consistentes e importantes para minha vida pessoal e profissional. Obrigada por toda paciência, dedicação e amizade, meu sincero agradecimento!

Agradeço de coração à Andréa Martins e Andréia Almeida, por todo auxílio, cooperação e atenção.

Agradeço à Deus pela vida, força e oportunidades.

Muito obrigada!

Resumo

NUNES, Camila de Avila. Tratamento de sementes de soja com produtos à base de fertilizantes e biofertilizantes. Orientadora: Profa. Dra. Lilian Vanusa Madruga de Tunes. 41f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

Os biofertilizantes em sua maioria podem ser aplicados na forma de pulverizações no solo ou dossel das plantas, sendo aplicados de modo isolado ou em conjunto com herbicidas, ou também no tratamento de sementes. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o tratamento de sementes de soja com biofertilizantes comparado à produtos químicos. O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS. Utilizaram-se sementes de soja, cultivar NA 5909. As sementes de soja foram tratadas com inseticida (Cruiser), fungicida (Maxin Advanced), nematicida e com biofertilizante (Energy®), todos com as doses recomendadas para a cultura. Os testes foram realizados com e sem estresse hídrico. O estresse hídrico foi obtido por meio de soluções aquosas de polietileno glicol (PEG 6000). Após a realização dos tratamentos, foram realizados os seguintes testes: teste de germinação (G%), teste de envelhecimento acelerado (EA%), emergência em solo (E%), Índice de velocidade de emergência (IVE e comprimento de raiz (CR). Concluiu-se que o tratamento de sementes com o biofertilizante Energy® confere alterações benéficas para as plantas de soja, com efeito positivo sobre a qualidade fisiológica e vigor das sementes.

Palavras-chave: Energy®; *Glycine max*; qualidade fisiológica; micronutrientes;

Abstract

NUNES, Camila de Avila. Seed treatment with fertilizer-based products and biofertilizers. Advisor: Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes. 41f Thesis (Academic Master in Seed Science and Technology) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, 2023.

Most biofertilizers can be applied in the form of sprays on the soil or plant canopy, being applied alone or together with herbicides, or also in seed treatment. The objective of the present work was to evaluate the treatment of soybean seeds with biofertilizers compared to chemical products. The work was conducted in the Didactic Laboratory of Seed Analysis of the Faculty of Agronomy Eliseu Maciel of the Federal University of Pelotas (UFPel), Pelotas-RS. Soybean seeds, cultivar NA 5909, were used. Soybean seeds were treated with insecticide (Cruiser), fungicide (Maxin Advanced), nematocide and biofertilizer (Energy®), all with the recommended doses for the crop. The tests were carried out with and without water stress. Water stress was obtained by means of aqueous solutions of polyethylene glycol (PEG 6000). After the treatments, the following tests were performed: germination test (G%), accelerated aging test (EA%), emergence in soil (E%), emergence speed index (IVE and root length (CR). It was concluded that seed treatment with Energy® biofertilizer confers beneficial changes to soybean plants, with a positive effect on the physiological quality and vigor of the seeds.

Keywords: Energy®; *Glycine max*; physiological quality; micronutrients;

Lista de tabelas

Tabela 1 Germinação (%), envelhecimento acelerado (%), emergência (%), velocidade de emergência (dias) e comprimento radicular (cm) de sementes de soja tratadas com Energy® sem estresse hídrico, Pelotas/RS, 2023.	29
Tabela 2 Germinação (%), envelhecimento acelerado (%), emergência (%), velocidade de emergência (dias) e comprimento radicular (cm) de sementes de soja tratadas com Energy® com estresse hídrico, Pelotas/RS, 2023.	32

Sumário

1 Introdução	11
2 Revisão bibliográfica.....	13
2.1 A cultura da soja.....	13
2.2 Qualidade de sementes e potencial fisiológico	14
2.3 Tratamento de sementes.....	18
2.4 Tratamento químico de sementes	19
2.5 Tratamento Biológico de Sementes.....	22
2.6 Biofertilizantes	23
2.7 Energy®	25
3 Materiais e métodos.....	26
4 Resultados e discussão	28
5 Conclusões	32
6 Referências bibliográficas.....	32

1 Introdução

A soja (*Glycine max*) é uma cultura com grãos ricos em óleos e proteínas, sendo utilizada para a alimentação humana e animal e, na formulação de biocombustíveis, entre outras finalidades (PEREIRA et al., 2017). Assim, em razão da ampla utilização este grão se tornou uma das principais commodities do mundo, apresentando elevada importância na agricultura e economia mundial (RIGO et al., 2015).

O Brasil há alguns anos destaca-se entre os principais produtores de soja no mundo. Segundo a USDA (2022), o país atingiu na safra de 2020/2021, uma produção de 139,5 milhões de toneladas, ultrapassando os Estados Unidos que produziram cerca de 114,75 milhões de toneladas. O Rio Grande do Sul destaca-se entre os maiores produtores de soja no Brasil, porém com grande redução na última safra devido à menor produtividade gerada por estiagem, cerca de 55% inferior em comparação com a safra 2020/21, na qual o Estado havia produzido cerca de 20,8 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

Com as dificuldades encontradas em expandir as áreas cultivadas, torna-se cada vez mais importante preservar e ampliar o potencial produtivo das culturas, para que se possa garantir a segurança alimentar e nutricional. E para que o Brasil mantenha esses altos níveis de produção, o mercado de sementes é extremamente relevante, pois, a semente, além de carregar toda a carga genética da cultivar, tem na qualidade fisiológica um dos principais fatores limitantes para obtenção de altos rendimentos de grãos (CARVALHO; OLIVEIRA; CALDEIRA, 2014).

Considerando estes atributos da qualidade, sementes que possuem boa qualidade sanitária apresentam baixa ou nenhuma incidência de patógenos associados à elas e possuindo boa qualidade fisiológica devem apresentar um maior vigor, porém, mesmo assim é comum a observação de problemas na emergência e desuniformidade das plantas quando não se utiliza tratamento de sementes, tornando esta prática um dos principais processos que antecedem a semeadura, realizado em cerca de 95% das áreas de soja e milho no Brasil (BAYER, 2019).

O tratamento das sementes com produtos químicos, auxilia no melhor estabelecimento da cultura, através do controle de patógenos transmitidos pelas sementes,

reduzindo as chances de sua introdução em áreas indenes e ataque de pragas no início do desenvolvimento da cultura. Porém é importante ter atenção com possíveis efeitos fito tóxicos do tratamento das sementes, comprometendo a qualidade fisiológica, reduzindo a germinação e emergência das plântulas (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Outra prática discutida no tratamento das sementes, é o chamado tratamento biológico de sementes, segundo Sampaio e Sampaio (2009), trabalhos recentes demonstraram que em muitos casos um aporte nutricional externo, mediante a adição localizada de fertilizantes em formulações simples ou combinada, faz com que as plântulas respondam favoravelmente e cresçam de forma mais rápida e vigorosa, além da melhoria na absorção de nutrientes e proteção contra doenças e pragas, esses produtos contribuem para uma agricultura mais sustentável e produtiva.

Os biofertilizantes em sua maioria podem ser aplicados na forma de pulverizações no solo ou dossel das plantas, sendo aplicados de modo isolado ou em conjunto com herbicidas, ou também aplicados por meio de sistemas de fertirrigação. O desenvolvimento da macro, meso e microfauna do solo pode proporcionar aumentos da porosidade do solo, matéria orgânica e mineralização de nutrientes, favorecendo os cultivos agrícolas. Resumidamente, os biofertilizantes visam atuar principalmente na promoção do desenvolvimento dos microrganismos do solo, favorecendo o aumento da atividade microbiana.

Embora ZANELATO (2018), assim como SILVA (2017) avaliando a utilização do biofertilizantes não tenham encontrados resultados significativos para o aumento da produtividade da soja, WINCKLER (2017) avaliando a eficiência de um biofertilizante na reestruturação de solo sob diferentes sistemas de cultivo encontrou resultados que demonstram uma melhora em componentes de produtividade da soja ao utilizar o biofertilizante.

Pensando em quantificar melhor os resultados referentes ao uso de biofertilizantes, é indicado que se conduzam estudos a médio longo prazo, já que a principal finalidade dos produtos é atuar em aspectos biológicos do solo. Os biofertilizantes são importantes alternativas para o manejo do solo, sendo basicamente utilizados como fontes complementares à adubação mineral.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o tratamento de sementes de soja com biofertilizante Energy® comparado à produtos químicos.

2 Revisão bibliográfica

2.1 A cultura da soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merr.] é uma planta autógama pertencente à família Fabaceae e é amplamente cultivada no mundo, seu centro de origem é na China no continente asiático (SEDIVY; WU; HANZAWA, 2017).

Há cerca de cinco mil anos a soja começou a ser domesticada pelos chineses e somente no século XX, passou a ser cultivada comercialmente nos Estados Unidos (REIS et al., 2007). O primeiro relato no Brasil ocorreu em 1882, no Estado da Bahia, local onde não se adaptou. Logo, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente em 1914, a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul (RS), onde os genótipos trazidos dos Estados Unidos, melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981). Ao longo das últimas décadas a produção brasileira de soja apresentou um grande avanço impulsionado não somente pelo aumento de área semeada, mas também pela aplicação de técnicas de manejo avançadas que permitiram o incremento na produtividade (LAZZAROTTO e HIRAKURI, 2010).

Originária de clima temperado, a cultura da soja por apresentar uma ampla adaptação agrônômica aos climas subtropicais e tropicais, desenvolveu-se em quase todas as latitudes de cultivo. Atualmente, a soja é considerada a oleaginosa mais cultivada no mundo, apresentando produção de mais de 366,2 milhões de toneladas na safra 2020/21, sendo o mercado internacional composto por três produtores principais, (Brasil, Estados Unidos e Argentina) e um comprador (importador), a China (USDA, 2021). Na última safra (2021/2022) foram semeados com soja cerca de 40,9 milhões de hectares no Brasil, ocupando proporcionalmente mais de 58% do total da área brasileira cultivada com as principais culturas de verão para produção de grãos. Ao se considerar apenas a área de soja, o Rio Grande do Sul cultivou cerca de 6,3 milhões de hectares, correspondente a 16% da área nacional com esta cultura (CONAB, 2022).

O crescimento da produção de soja no Brasil, está diretamente ligado ao aumento da demanda do grão (CARVALHO, 2013). A cultura assume valor econômico, devido à

importância de seus produtos, especialmente pela versatilidade de seus usos, na forma de grão, ou processada, podendo ser transformada em diversos alimentos proteicos, tais como farinha, leite, proteína texturizada, dentre outros alimentos. Além disso, tem sido amplamente utilizada na indústria para a fabricação de outros tipos de derivados, como tintas, vernizes e combustíveis, como o biodiesel. Isso configura um significativo aumento da demanda do produto no Brasil, além da demanda de exportações para outros países (EMBRAPA, 2004).

O grão, em relação ao seu peso, possui em torno de 20% de óleo e 40% de proteína (ŽILIĆ et al., 2009). Por apresentar teor e qualidade de proteína elevados, e ser fonte de aminoácidos essenciais, é considerada complemento para a alimentação, tanto animal quanto humana (TOLEDO et al., 2007). Dentre as diversas práticas de manejo da cultura da soja, que são implantadas na lavoura visando altas produtividades, a utilização de sementes de qualidade é uma das mais importantes, sendo considerada a base para o sucesso da atividade

2.2 Qualidade de sementes e potencial fisiológico

A história da agricultura mostra que os primeiros contatos entre o homem e a fisiologia das sementes foram estabelecidos a partir do momento em que se descobriu a possibilidade de seu uso para propagação de plantas, no século LXXX a.C. (KRZYZANOWSKI & VIEIRA, 1999). Nessa situação, além de provocar profundas mudanças positivas nos hábitos de vida do homem, o início do uso de sementes para o estabelecimento de lavouras, com objetivo de produzir alimentos, também se tornou motivo de preocupação (PERES, 2010).

Assim, com a domesticação das espécies vegetais, surgiram novos desafios com a necessidade de determinar épocas mais favoráveis ao plantio (MARCOS FILHO, 2005). A semente, por ser um insumo indispensável, por seu papel na cadeia agrícola e na história da humanidade, tanto social quanto economicamente, contribui para o aumento quantitativo e qualitativo da produtividade, destacando que é preponderante a utilização de sementes de alta qualidade, fator de sucesso de qualquer cultura (GASPAR & NAKAGAWA, 2002).

Os procedimentos adotados nos programas de controle de qualidade de sementes são baseados no conhecimento prévio das recomendações de pesquisas ou na experiência

prática, bem como na coleta de dados para detectar problemas e propor soluções adequadas (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

A qualidade de uma semente é determinada basicamente pelo seu potencial fisiológico, que reúne informações sobre a viabilidade e o vigor de muitas sementes, sendo o termo potencial traduzido como virtualidade ou conjunto de aptidões para executar tarefas e produzir resultados (MARCOS FILHO, 2005). O teste comumente utilizado para determinar a viabilidade das sementes é o teste de germinação, cujo principal objetivo é obter informações sobre o valor das sementes para semeadura, bem como comparar a qualidade de diferentes lotes (LIMA et al., 2006).

Sua condução ocorre em condições ótimas, a fim de proporcionar a máxima germinação da amostra analisada, condições referentes à disponibilidade de água, aeração e temperatura (MARCOS FILHO et al., 1987; BRASIL, 2009). O teste de germinação tem como objetivo pelo menos dois aspectos, primeiramente fornecer informações sobre o potencial de um lote germinar em condições ambientais favoráveis e apresentam alto grau de padronização, com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, desde que seguidas as instruções estabelecidas (MARCOS FILHO, 1999; BRASIL, 2009).

No entanto, o teste de germinação pode superestimar o potencial fisiológico das sementes, pois não avalia as alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, relacionadas ao processo de deterioração, não permitindo a diferenciação de lotes de sementes no campo e no armazenamento em termos de vigor (ABRANTES et al., 2010). Portanto, pesquisas têm sido realizadas para desenvolver métodos para avaliar o vigor das sementes (KIKUTI et al. 1999; ÁVILA et al., 2007; OHLSON et al., 2010).

O vigor da semente compreende um conjunto de propriedades que determinam a capacidade de emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla gama de condições ambientais (BAALBAKI et al., 2009). Assim, seu objetivo básico é identificar adequadamente quais lotes têm maior potencial para sobreviver e gerar boa produtividade em condições de campo (MARCOS FILHO, 2005).

Nos Estados Unidos e no Canadá, de 1976 a 1990, houve um aumento significativo da utilização de testes de vigor em laboratórios de análise de sementes. Na época, o teste de condutividade elétrica não era mencionado como teste de vigor, o que passou a ser considerado a partir de 1982 (TEKRONY, 1983; FERGUSON, 1993). Este teste, juntamente

com os testes de envelhecimento acelerado e frio, foi estudado pelo comitê de vigor da Association of Official Seed Analysts, Inc, (AOSA), que, no período de 1983-1991, foram considerados os três testes de vigor mais promissores (MCDONALD, 1993).

Investigando o uso de testes de vigor entre os laboratórios membros da ISTA (International Seed Testing Association), Hampton et al. (1992), consideraram o teste de condutividade elétrica como um teste recomendado para avaliar o vigor de sementes de ervilha na Europa e Nova Zelândia. Como resultado, a condutividade elétrica e o teste de envelhecimento acelerado tornaram-se os dois únicos testes de vigor recomendados pelo comitê de vigor da ISTA (HAMPTON & TEKRONY, 1995).

No Brasil, Krzyzanowski et al. (1991), ao avaliar a situação do uso rotineiro de testes de vigor entre os laboratórios de análise de sementes, concluíram que,

Apesar de fundamentais, esses testes ainda têm um longo caminho a percorrer para participar efetivamente dos programas de controle de qualidade das indústrias de sementes. No caso particular do teste de condutividade elétrica, pode-se dizer que seu uso ainda é bastante restrito a determinadas situações, principalmente aquelas diretamente relacionadas à pesquisa (PERES, 2010).

Segundo a ABRATES (Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes), existem três critérios de qualidade que são germinação, pureza e sanidade, estes podem ser determinados por análises diárias em laboratórios de sementes, sendo de grande importância para avaliar a qualidade no mercado. Não são considerados os mais eficientes (KRZYZANOWSKI & VIEIRA, 1999).

A abertura de novas fronteiras agrícolas e o aumento da produção de sementes no Brasil nos últimos anos levaram as empresas de sementes a buscar melhorias técnicas em suas atividades, com o objetivo fundamental de aumentar a produtividade associada ao aumento da qualidade do produto colhido. Por isso, tanto a ISTA quanto a AOSA adotam procedimentos para avaliar a metodologia mais adequada para inclusão nos Padrões de Análise de Sementes, por meio de testes de calibração realizados em diversos laboratórios, sob a coordenação de comitês específicos, onde pureza, germinação, teor de umidade, entre outras características. (KRZYZANOWSKI & VIEIRA, 1999).

Para isso, um determinado número de amostras é enviado aos laboratórios participantes do programa, acompanhado de instruções que devem ser seguidas pelos analistas. A coordenação do Comitê, uma vez de posse dos resultados, realiza sua

interpretação, verificando a compatibilidade entre os laboratórios, detectando problemas, diagnosticando a situação e programando novas etapas de teste, até que o nível de padronização seja satisfatório e permita que a metodologia seja recomendada.

Diante disso, é possível perceber que existe um processo criterioso de padronização e controle de qualidade que tem a função de compatibilizar e determinar o melhor método para o monitoramento vital da semente (KRZYZANOWSKI & VIEIRA, 1999).

O principal objetivo da análise de sementes é determinar a qualidade de um lote de sementes e, conseqüentemente, seu valor para semeadura (BRASIL, 2009). A análise caracteriza-se pelo exame detalhado e crítico de uma amostra, com o objetivo de avaliar sua qualidade, para ser utilizada em trabalhos de pesquisa, bem como na identificação de causas e problemas de qualidade.

Nos Estados Unidos (EUA), a maioria das grandes empresas de sementes agrícolas tem usado testes de vigor para identificar lotes que não atendem aos padrões internos de qualidade, classificar (classificar) lotes em diferentes níveis de qualidade fisiológica, avaliar potencial para formação de estoques regulatórios (carry over), a tomada de decisão quanto à comercialização, buscando comercializar, em primeiro lugar, os lotes que atendem aos padrões de germinação, mas apresentam menor vigor, bem como o fornecimento de informações sobre a qualidade fisiológica dos lotes aos consumidores (FRIGERI, 2007).

Portanto, a análise de sementes é uma ferramenta importante no controle de qualidade, principalmente a partir do final do período de maturação, quando as sementes atingem sua maturidade fisiológica. Existe, inclusive, um consenso internacional entre pesquisadores, tecnólogos e produtores de sementes sobre a importância de determinar o vigor das sementes e a necessidade de avaliá-lo.

A informação de vigor é ainda mais importante para sementes de maior valor comercial, como hortaliças, que podem ter sido peletizadas (recobertas com pele) e fisiologicamente pré-condicionadas, como é feito em outros países, até porque possuem menor quantidade de reservas armazenadas são mais propensas a perder o vigor após a maturidade fisiológica (KIKUTI, et al. 2012). O cultivo dessas espécies é feito de forma intensiva e deve ser estabelecido com sementes que germinem rápida e uniformemente e, portanto, de alta qualidade fisiológica.

Entretanto, a busca por métodos que sejam satisfatórios na predição da qualidade fisiológica da semente, por meio do vigor de sementes de hortaliças, serve como

atualização metodológica de outras culturas, como sementes de milho híbrido, gerando um avanço tecnológico em busca de qualidade na determinação de testes de vigor (PERES, 2010).

Nesse contexto, os testes de vigor são úteis em programas de produção de sementes para avaliar o potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, permitindo a diferenciação dos lotes, com base no potencial de emergência das plântulas no campo, avaliação do potencial de armazenamento, grau de deterioração, pós- maturidade, controle de qualidade e qualidade fisiológica, servindo como ferramenta de auxílio nos métodos de seleção durante o melhoramento de plantas, além de permitir a avaliação dos efeitos de danos mecânicos e térmicos, tratamento com fungicidas e outros fatores adversos antes e após a colheita (MARCOS FILHO, 1999).

Nesse sentido, a tecnologia de sementes tem buscado aprimorar os testes de germinação e vigor para obter resultados que expressem o desempenho efetivo das sementes no campo. Nesse caso, o interesse pelos testes de vigor, principalmente nos programas internos de controle de qualidade das empresas de sementes (KIKUTI & MARCOS FILHO, 2012).

Lotes de sementes com porcentagens de germinação semelhantes muitas vezes podem apresentar respostas diferentes no campo e/ou no armazenamento (FRIGERI, 2007), sendo a perda do potencial germinativo um importante indicador de perda de qualidade, porém, é a última consequência, ou seja, o evento final deste processo. Portanto, a utilização de testes de vigor é de extrema importância para monitorar a qualidade das sementes desde a maturidade, pois a diminuição do vigor precede a perda da viabilidade (DIAS & MARCOS FILHO, 1995).

2.3 Tratamento de sementes

Para evitar possíveis perdas decorrentes das ações de pragas do solo e da parte aérea, tem-se como alternativa, o uso preventivo do tratamento de sementes (SILVA, 1998). Essa prática vem sendo amplamente adotada, pois confere a planta condições de defesa, possibilitando maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura e contribuindo para obtenção do estande inicial almejado (BAUDET e PESKE, 2007).

O tratamento de sementes é considerado de grande importância para um bom desenvolvimento inicial da cultura da soja, levando em conta que a semente é o principal

veículo de disseminação e introdução de microrganismos em novas áreas, 15 com potencial de causar sérios danos à cultura (HENNING, 2005). Devido a isto, considera-se importante priorizar o uso de sementes certificadas, provenientes de campos de produção em que se realiza um rigoroso controle das doenças (JUHÁSZ et al., 2013).

Um grande salto na adoção e no desenvolvimento do tratamento de sementes industrial foi o lançamento de novas moléculas e organismos com diferentes atividades: inseticidas, fungicidas, bioativadores, filmes de recobrimento, que ao lado dos benefícios sanitários e fisiológicos, permitem o tratamento antecipado das sementes e seu armazenamento por períodos prolongados sem grandes riscos de perdas de qualidade fisiológica (PICCININ et al., 2013). A adoção do uso de aditivos como filmes de recobrimento com características que incrementam a distribuição, recobrimento, aderência e aparência final das sementes tratadas surgiu como consequência dessa demanda tecnológica (LUDWIG et al., 2011), trazendo melhorias da qualidade às sementes tratadas.

Em relação aos produtos aplicados no tratamento das sementes, de forma geral, podem ser separados em duas categorias conforme seus ingredientes em produtos químicos (tratamento químico) e organismos biológicos (tratamento biológico) (ABRASEM, 2014).

2.4 Tratamento químico de sementes

As primeiras tentativas de utilização de produtos químicos nas sementes foram feitas durante o Império Romano, utilizando vinho, cipreste e sal, demonstrando que o uso de produtos químicos nas sementes para controle de patógenos é uma prática antiga. A partir desta época, novos produtos e métodos de tratamento foram desenvolvidos, e o tratamento químico de sementes é hoje difundido (JEFFS, 1986).

O tratamento químico de sementes tornou-se um procedimento importante na produção agrícola por diversos motivos. A primeira é que, por meio desse tipo de tratamento, muitos dos fitopatógenos presentes não só na semente, mas também no solo e, em alguns casos, podem ser controlados com eficiência.

A aplicação localizada de produtos nas sementes, antes do plantio, também é um pouco menos prejudicial aos organismos benéficos presentes no solo. A essas razões deve-se acrescentar também o fato de que o tratamento químico das sementes é um

procedimento simples de ser realizado, de baixo custo e que normalmente implica em menor risco de intoxicação para os operadores (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Ao contrário, o uso sistemático de produtos, principalmente dos grupos mais específicos e de ação mais brusca, em sementes, pode desencadear o aparecimento de formas resistentes por determinados patógenos. A distribuição de pequenas quantidades desses produtos no solo, por meio das sementes, pode permitir o desenvolvimento de resistência por patógenos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Em geral, o tratamento químico de sementes é um procedimento mais voltado para o controle de fungos e, em menor escala, de bactérias e nematóides. Basicamente, os produtos para tratamento de sementes são comercializados em formulações de pó seco, pó molhável e emulsão. A aplicação de produtos por meio de suspensão é realizada por meio de emulsões ou com o produto na forma de pó molhável. Neste caso, um pequeno volume de água ou outro veículo é adicionado às sementes antes ou em mistura com o fungicida.

O tratamento líquido de sementes, por embebição, utilizando água ou um composto orgânico como solvente é uma alternativa em alguns casos, porém, não é muito difundido por apresentar alguns inconvenientes. Entretanto, a rápida imersão das sementes na suspensão do produto é uma prática que pode apresentar bons resultados em alguns casos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Bateman et. al., (1986), um fungicida para ser usado no tratamento de sementes, deve atender a alguns requisitos. O produto deve ser tóxico para o patógeno e não para a planta, mesmo em doses duplas; deve ser atóxico para humanos e animais e não se acumular no solo. O produto deve ser de baixo custo, não explosivo, não corrosivo, capaz de ser armazenado sem deterioração, não afetado por temperaturas extremas e de fácil obtenção. Uma característica adicional, que também deve ser lembrada, é a capacidade de cobrir e aderir ao produto sem, no entanto, causar restrições na fluidez das sementes (CARRIJO, 2014).

Em termos de compatibilidade, é sempre vantajoso que os antibióticos fungicidas ou nematicidas tenham características que permitam a sua aplicação em mistura com inseticidas ou micronutrientes, quando necessário. Nesse caso, a atividade de cada produto não pode ser alterada de forma que sua eficiência seja reduzida ou que ocorram possíveis

danos à planta. Também é interessante que inoculantes misturados com sementes de leguminosas não causem danos ao *Rhizobium*.

Segundo a FAO e a Organização Mundial da Saúde, a incorporação de substâncias amargas, que causam náuseas, é uma forma de evitar que essas sementes sejam utilizadas inadvertidamente para consumo humano e animal. Da mesma forma, a adição de corantes ou substâncias com odor característico são formas de diferenciar as sementes tratadas. Os fungicidas atualmente disponíveis para tratamento de sementes estão distribuídos em diferentes grupos, classificados de acordo com sua estrutura química, modo de ação na planta e mecanismo de ação em relação aos processos fisiológicos dos patógenos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Nessa abordagem, os fungicidas serão classificados em dois grupos: protetores e sistêmicos. O grupo dos fungicidas protetores é o mais numeroso e, em geral, inclui produtos com espectro de ação mais amplo. Já os fungicidas sistêmicos, desenvolvidos na década de 1960, são mais específicos e em menor quantidade. No entanto, nas últimas décadas, o número de fungicidas sistêmicos aumentou notavelmente. São produtos que atualmente têm se mostrado eficientes na eliminação de patógenos de sementes em algumas espécies vegetais.

Entre os primeiros fungicidas protetores, desenvolvidos para o tratamento de sementes, estão os mercuriais. São produtos com amplo espectro de ação que também possuem características erradicantes. Após algumas décadas de uso, esses produtos, por serem altamente tóxicos e se acumularem no solo, atingindo níveis inaceitáveis, foram proibidos na maioria dos países. Isso levou ao desenvolvimento de outros produtos de proteção menos tóxicos e seu uso generalizado no tratamento de sementes. Esses fungicidas são usados principalmente para proteger as sementes no silo contra patógenos que causam murchamento e podridão radicular no momento da germinação. Do grupo dos fungicidas sistêmicos, as oxatiínas, seguidas dos benzimidazóis, foram os primeiros a serem desenvolvidos e utilizados no tratamento de sementes. As oxatiínas são seletivas para o controle de fungos pertencentes a *Basidiomycotina*, como *Rhizoctoniae*, que causam manchas (RODRIGUEZ-KABANA et al., 1977).

Já os fungicidas benzimidazóis possuem espectro mais amplo, sendo indicados para o controle de fungos pertencentes a *Ascomycotina* e *Deuteromycotina*, com exceção de *Dematiaceas*, que produzem esporos negros, como *Alternaria*, *Bipolaris*,

Helminthosporium, *Curvularia*, *Drechslera*, etc. Vale ressaltar também que a maioria dos fungicidas é incorporada às sementes com o objetivo de controlar patógenos de solo, que podem estabelecer relações prejudiciais ao hospedeiro em sua fase inicial (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

2.5 Tratamento Biológico de Sementes

A utilização de microrganismos benéficos é uma prática que vem sendo amplamente adotada no mercado de tratamento de sementes, e estão sendo amplamente estudados como uma alternativa para reduzir o uso de produtos sintéticos (MERTZ; HENNING; ZIMMER, 2009). Esses estudos são impulsionados pela preocupação da sociedade com o impacto ambiental e o risco de contaminação, e têm demonstrado resultados promissores na eficácia dos microrganismos no controle de doenças (MORANDI; BETTIOL, 2009) e na promoção do crescimento das plântulas (SILVA, 2020).

Existem vários microrganismos sendo estudados e demonstrando eficácia no controle biológico de doenças e promoção do crescimento, como o *Bacillus* spp. (OLIVEIRA et al., 2017; TAVANTI et al., 2020), o *Azospirillum* spp. na cultura da soja (GALINDO et al., 2017) e o *Trichoderma* spp. em várias culturas (CHAGAS et al., 2017). Esses microrganismos podem agir de diferentes maneiras no controle de microrganismos patogênicos, por meio de diferentes mecanismos de ação, como antibiose, competição, parasitismo, predação e indução de defesas (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018), além de terem potencial para contribuir com a fixação biológica de nitrogênio quando usados em co-inoculação com outras bactérias (CHAGAS JÚNIOR et al., 2015; MEERT et al., 2020).

Além desses mecanismos de controle de patógenos, alguns microrganismos têm a capacidade de promover o crescimento das plantas, uma ação que antes era relacionada apenas ao controle de patógenos, mas que mais recentemente tem sido associada à produção de hormônios, além de melhorar a disponibilidade, absorção e eficiência do uso de nutrientes (LUCON, 2009). É importante destacar que os mecanismos empregados pelos microrganismos benéficos são bastante complexos, e pode-se observar uma combinação de diferentes mecanismos atuando simultaneamente, influenciados por fatores como solo, pH, temperatura, umidade da planta e do ambiente, além de outros membros da microflora (HOWELL, 2003).

Como pôde ser observado, a maioria das informações disponíveis na literatura relata a relação entre a nutrição da planta mãe e o desempenho das sementes. Entretanto, estudos objetivando avaliar o aumento da concentração de nutrientes por meio do tratamento das sementes têm sido desenvolvidos, apresentando resultados promissores. O tratamento de sementes tem sido mais uma alternativa visando manter e/ou melhorar a qualidade das sementes, tanto fisiológica e sanitária, quanto de armazenabilidade, tornando-se uma prática indispensável em determinadas situações. A utilização de técnicas visando aumentar a concentração de nutrientes pela sua aplicação nas sementes pode incrementar a produção por planta subsequente por permitir que uma maior quantidade de nutrientes esteja prontamente disponível para a planta (TANCREDI; SEDIYAMA, 2013).

2.6 Biofertilizantes

Com o avanço da bioquímica, fisiologia e biotecnologia vegetal, novos compostos têm sido identificados nos vegetais. Além disso, esse avanço proporcionou a síntese de novas moléculas que quando utilizadas nas culturas resultam no aumento de sua proteção bem como a produtividade (CASTRO, 2010). Os biorreguladores, bioativadores, bioestimulantes e biofertilizantes são citados como os principais compostos capazes de promover efeitos importantes nas plantas de forma a alterar o desenvolvimento e a produtividade dos cultivos.

Os biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores são considerados agroquímicos por estarem relacionados aos hormônios vegetais (MORZELLE et al., 2017). Já para os produtos biofertilizantes se enquadrariam uma classe específica dentro do setor de fertilizantes (MÓGOR, 2017). Os biorreguladores são compostos orgânicos, não nutrientes consideradas substâncias similares aos hormônios endógenos que, em baixas concentrações, alteram processos fisiológicos e/ou morfológicos das plantas, aumentando a produtividade. Estes pertencem ao grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno. Além desses, podemos citar os grupos dos brassinosteróides, jasmonatos, salicilatos e poliaminas, com efeitos similares aos dos biorreguladores (MORZELLE et al., 2017).

Os bioativadores são substâncias orgânicas complexas que atuam como precursores de hormônios vegetais endógenos, aumentando a síntese hormonal e o vigor, modificando o desenvolvimento e a fisiologia das plantas. Os inseticidas tiametoxam e aldicarb e o

agente brotante cianamida hidrogenada têm demonstrado esse efeito (MORZELLE et al., 2017).

Os bioestimulantes são considerados misturas de biorreguladores ou a combinação de um ou mais biorreguladores com compostos de natureza química diferente. (MORZELLE et al., 2017). Os bioestimulantes podem estimular o crescimento vegetal mediante maior divisão celular, aumentando a capacidade de absorção de nutrientes minerais, essenciais para a produtividade das culturas (SANTOS et al., 2017).

Já os biofertilizantes são produtos compostos por sais minerais e agente orgânico, isento de biorreguladores, com ação direta ou indiretamente sobre as plantas cultivadas, afetando positivamente a produtividade, e os fertilizantes organominerais seriam um exemplo dessa classe (MORZELLE et al., 2017). Também muito mencionados na literatura como bioestimulantes, os biofertilizantes caracterizam-se por produtos compostos por substâncias que são capazes de promover a maximização da utilização dos nutrientes nas plantas através de incrementos na taxa fotossintética e também por meio da regulação hormonal, seja via aplicações foliares ou via tratamento de sementes (EVANS, 2013).

Desta forma, esses produtos vêm recebendo destaque no cenário produtivo tornando-se alvo de pesquisa em diversas culturas como soja (CASTRO et al., 2008; BATISTA FILHO et al., 2013; SANTINI et al., 2015; BINSFELD et al., 2014); milho (CONCEIÇÃO et al., 2010; DOURADO NETO et al., 2014) entre outras. Porém, segundo os mesmos autores, quando se aborda de informações referentes ao modo de ação destes produtos nas plantas, ainda existem muitas lacunas e controversas a respeito do melhor estágio fenológico, modalidade e dose de aplicação em relação às interferências promovidas na produtividade das culturas. No mercado são oferecidos diversos produtos que apresentam em sua composição compostos naturais que são capazes de modificar ou promover processos do metabolismo vegetal, chamados habitualmente de “bioestimulantes”.

Na maioria dos casos, os registros desses produtos são realizados como fertilizantes foliares ou para aplicação via tratamento de sementes. Fato que ocorre devido a essas substâncias possuírem características comuns aos aditivos ou agentes quelantes e complexantes para fertilizantes minerais autorizados na legislação. Isso ocorre devido ao fato de que a legislação brasileira não contempla essa classe específica de produtos, assim, para que as empresas possam comercializá-los, os enquadram na classe de fertilizantes. Outra opção seria registrá-los pela via de agrotóxicos, porém este caminho tornaria o

processo mais longo e custoso, o qual inviabilizaria economicamente seu registro (MÓGOR, 2017).

A Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (ABISOLO, 2017), em trabalho conjunto com as empresas, está criando uma nova proposta a ser apresentada ao Ministério da Agricultura junto ao setor de fertilizantes, com o intuito da regulamentação de uma classe específica para esses produtos os quais se enquadrariam como biofertilizantes (ABISOLO, 2017), Mógor (2017) descreve que os principais produtos que se enquadrariam nessa classe devem gerar um efeito de “bioatividade” comprovado, além disso, estes produtos devem ser compostos por moléculas ou complexo de moléculas orgânicas com efeito estimulante comprovado e devem ser isentos de substâncias agrotóxicas, portanto, sem conter reguladores vegetais (auxinas, citocininas, giberelinas, etc).

As substâncias húmicas, extrato de algas, extrato de plantas, aminoácidos advindos de hidrolisados proteicos e caldos fermentados se enquadram nessa classe. Dourado Neto et al. (2014) observaram que o uso de bioestimulantes em milho proporcionou aumento do diâmetro do colmo das plantas, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga, porém não causou interferência no rendimento da cultura. Também observaram que em feijão, o uso de bioestimulantes, nas diferentes doses e formas de aplicação, apresentou aumento no número de grãos por planta e a produtividade.

Junqueira et al. (2017) observaram que quando não foi utilizado produto biorregulador (testemunha) na cultura do girassol, foram observados menores porcentagens de plântulas normais (10%) e teor de massa fresca aérea e total. Contudo, nos tratamentos provenientes de sementes pré-embebidas com 12,5 mL kg⁻¹ de Biozyme® foi observado maior porcentagem de plântulas normais e massa seca (raiz, aérea e total). A adesão destes produtos nas culturas vem aumentando conforme os produtores tomam conhecimento dos inúmeros benefícios.

2.7 Energy®

Fertilizante Organomineral Classe A, composto por Extrato de Algas da espécie *Ascophyllum nodosum* e aditivado com Glicina que potencializam as ações/efeitos fisiológicos do produto na planta. Auxilia o metabolismo das plantas, maximizando o seu potencial produtivo. Possui ação sistêmica nas plantas, podendo ser aplicado via foliar, solo

e fertirrigação, sendo observados resultados positivos em toda a planta, inclusive no sistema radicular.

Os compostos oriundos do Extrato de Algas atuam como sinalizadores pré-hormonais que atenuam as tolerâncias aos estresses. O conjunto destes compostos leva a diversos benefícios, como: potencializar o vigor das sementes, favorecer a uniformidade na germinação, proporcionar maior desenvolvimento inicial, maior enraizamento, maior vigor de planta, melhor desenvolvimento vegetativo, maior retenção de flores, e por consequência, maior número de frutos e vagens, melhor enchimento de frutos e grãos, menores perdas de produtividade em condições de estresse, em especial deficiência hídrica, otimização do aporte de nutrientes, maior produtividade. Registrado para cultura da soja com recomendação de dose de 0,25 a 1 L/ ha. (DIAMAJU AGRÍCOLA, 2018).

3 Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS. Utilizaram-se sementes de soja, cultivar NA 5909. As sementes de soja foram tratadas com inseticida (Cruiser), fungicida (Maxin Advanced), nematicida e com biofertilizante (Energy®), todos com as doses recomendadas para a cultura.

Os testes foram realizados com e sem estresse hídrico. O estresse hídrico foi obtido por meio de soluções aquosas de polietileno glicol (PEG 6000). O cálculo das quantidades de soluto foi efetuado segundo Villela et al. (1991). As soluções de polietileno glicol, assim obtidas foram aplicadas sobre o substrato de papel germitest, em quantidade equivalente a 2,5 vezes seu peso de papel seco, em todas avaliações em laboratório que envolviam o teste de germinação.

Tratamentos:

- 1 Testemunha
- 2 Inseticida
- 3 Fungicida
- 4 Nematicida
- 5 Energy®
- 6 Inseticida + Energy®
- 7 Fungicida + Energy®
- 8 Nematicida + Energy®

Após a realização dos tratamentos, foram realizados os seguintes testes:

Teste de germinação (G%): Foi avaliada utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolo de papel toalha marca Germitest® e colocadas em germinador regulado para manter temperatura constante de 25 °C. A contagem foi efetuada cinco e oito dias após a instalação do teste, conforme recomendações contidas em Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Teste de envelhecimento acelerado (EA%): Realizado com quatro repetições de 50 sementes. No teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes e acondicionadas sobre a tela dentro de caixa plástico tipo gerbox, contendo 40 mL de água destilada. Após tampadas, as caixas foram colocadas em estufa incubadora, tipo BOD, à temperatura de 41°C por 48 horas, conforme metodologia descrita por Marcos Filho et al. (1985). Após o envelhecimento, as sementes foram colocadas para germinar, seguindo a mesma metodologia adotada no teste de germinação.

Emergência em solo (E%): Foi realizado semeando-se 50 sementes por repetição em bandejas contendo 2 partes de areia e 1 parte de solo, com capacidade de campo de 60%. A avaliação foi realizada em uma contagem dez dias, determinando o número de plântulas normais e expressando os resultados em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE): Foi conduzido junto com o teste de emergência de plântulas, através de contagens diárias a partir da emergência da primeira plântula até o décimo dia após a semeadura. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentaram cotilédones acima do solo, em posição aberta, liberando as folhas primárias. O índice foi calculado conforme metodologia indicada por Maguire (1962).

Comprimento de raiz (CR) - utilizou-se o método adaptado de NAKAGAWA (1999) e RIBEIRO (2008), empregando-se quatro repetições. A parcela foi constituída por quatro rolos de 10 sementes. O delineamento experimental empregado foi blocos casualizados, utilizando duas câmaras. Uma linha foi traçada a dois centímetros da borda superior do papel de germinação na direção longitudinal, com o intuito de proporcionar a mesma dificuldade de germinação a todas as sementes. O papel foi umedecido previamente com água destilada com quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. O sistema de análise estatística adotado foi o WinStat, versão 2.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003)

4 Resultados e discussão

Os resultados da análise da qualidade fisiológica das sementes encontram-se na Tabela 1. Os coeficientes de variação foram baixos para todas as variáveis, indicando boa precisão experimental.

Independente do tratamento utilizado, as sementes de soja sem estresse hídrico da cultivar NA 5909 apresentaram percentual de germinação (G%) acima dos padrões exigidos para comercialização estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013) que é 85%, indicando que as sementes possuem boa qualidade fisiológica.

Foi possível observar que, a germinação (G%) foi praticamente semelhante para todos os tratamentos avaliados (Tabela 1), exceto o tratamento com nematicida (88%). Portanto, as sementes avaliadas apresentaram valores próximos para esta característica, o que é desejável para obtenção de resultados mais uniformes (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Em relação ao envelhecimento acelerado (EA%) e emergência de plântulas, também foi verificado que, o tratamento com nematicida foi inferior em relação aos outros tratamentos (84%). Contudo, para o teste de emergência, o tratamento com nematicida não deferiu da testemunha.

Em relação a velocidade de emergência, observou-se que o tratamento com nematicida não teve diferença em relação a testemunha (Tabela 1).

Já em relação ao tratamento com Energy®, foram observados resultados superiores em todas as variáveis em relação ao tratamento com nematicida ou fungicida (Tabela 1), revelando resultados superiores em relação a testemunha. Os mesmos resultados foram observados nos tratamentos com o biofertilizante associado com fungicida e nematicida.

Os biofertilizantes são adubos biológicos que promovem o desenvolvimento dos microrganismos do solo, atuando diretamente na biologia do solo. Além de promover o aumento e a diversidade da biota do solo, os biofertilizantes também auxiliam na melhoria

de atributos físicos e químicos do solo, condicionando melhores condições para a melhoria estrutural do solo (PRIETO et al., 2017).

Vale ressaltar que, a adubação biológica é uma maneira indireta de melhorar a qualidade física biológica e química do solo, pois com uma alta quantidade de microrganismos no solo aumenta a ciclagem de nutrientes, possibilitando uma maior fertilidade ao solo (PEDÓ et. al, 2016).

O tratamento de sementes consiste na aplicação de produtos nas sementes, previamente, a semeadura, que utiliza produtos como inseticidas, fungicidas e nematocidas com o objetivo de proteção das sementes no início do desenvolvimento (BRZEZINSKI et al., 2015; FRANÇA NETO et al., 2015).

A utilização de biofertilizantes no tratamento de sementes, favorece o estabelecimento de uma lavoura com densidade populacional adequada e maior potencial produtivo (FRANÇA NETO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2017).

Tabela 1 Germinação (%), envelhecimento acelerado (%), emergência (%), velocidade de emergência (dias) e comprimento radicular (cm) de sementes de soja tratadas com Energy® sem estresse hídrico, Pelotas/RS, 2023.

Tratamentos	Germinação (%)	Envelhecimento acelerado (%)	Emergência (%)	Velocidade de emergência (dias)	Comprimento radicular (cm)
Testemunha	93 a	88 a	86 b	10 b	11 b
Inseticida	93 a	89 a	90 a	7 a	11 b
Fungicida	93 a	89 a	90 a	7 a	11 b
Nematicida	88 b	84 b	85 b	10 b	9 c
Energy®	93 a	89 a	91 a	7 a	13 a
Inseticida + Energy®	94 a	91 a	91 a	6 a	16 a
Fungicida + Energy®	95 a	91 a	92 a	6 a	17 a
Nematicida + Energy®	95 a	91 a	92 a	7 a	15 a
CV(%)	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os resultados para a variável germinação (G%) das sementes de soja da cultivar NA 5909 com estresse hídrico, revelaram que, os tratamentos com o biofertilizante foram superiores em relação a testemunha (Tabela 2). Os dados do tratamento com nematicida estão de acordo com os resultados dos tratamentos da cultivar em estudo sem estresse hídrico (Tabela 1), indicando percentuais baixos de germinação. Vale ressaltar que, os

tratamentos sem estresse hídrico (Tabela 1) apresentaram percentual de germinação superior aos tratamentos com estresse hídrico (Tabela 2).

Segundo Marcos Filho (2005) a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma plântula normal, sobre condições ambientais favoráveis. Krzyzanowski et al. (1999); Oliveira et al. (2009) relataram que o vigor compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla diversidade de condições ambientais, incluindo condições ótimas e sob estresse.

O impacto do tratamento de sementes com fertilizantes na germinação pode ser em decorrência da genética (cultivar específico), da dosagem em que o produto é aplicado ou da interação de como cada cultivar responde às diferentes doses (CUNHA et al., 2015).

O déficit hídrico é o mais importante e frequente estresse que afeta a cultura da soja. Em algumas regiões do Brasil, é comum a distribuição irregular das chuvas logo após a semeadura, acarretando redução no estande e no crescimento das plantas. O tratamento de sementes, além de promover o controle de patógenos e pragas, pode favorecer a emergência e o desenvolvimento de plantas submetidas a estresse hídrico.

O déficit hídrico reduz a taxa fotossintética das plantas, principalmente por induzir o fechamento estomático (SANTOS et al., 2004) e diminuir a expansão foliar (TAIZ & ZEIGER, 2009), limitando a assimilação de CO₂ (CORNIC, 2000), o que prejudica a produtividade da cultura (KRON et al., 2008).

Em relação as variáveis envelhecimento acelerado e emergência, foi verificado que, o tratamento com Energy® juntamente com os tratamentos com fungicida, fertilizante ou nematicida associados com Energy®, foram superiores em relação aos outros tratamentos (Tabela 2)

Vigor da semente engloba todas as propriedades da semente as quais vão determinar o nível de atividade e o desempenho da semente ou do lote durante a germinação e emergência das plântulas, sendo classificadas como vigorosas as que obtêm um bom desempenho e as que não obtêm bom desempenho, são chamadas de baixo vigor (ISTA, 1981). Os testes de vigor buscam obter dados que complementem aos dados fornecidas pelo teste de germinação, possibilitando assim a obtenção de informações consistentes (OHLSON et al., 2010).

Em relação ao comprimento radicular, os maiores resultados também foram encontrados nos tratamentos com Energy®, corroborando com as variáveis anteriores (Tabela 2). Este efeito é bastante considerável no estabelecimento inicial da cultura, propiciando melhor exploração do volume do solo e consequente maior aproveitamento dos nutrientes e água disponíveis

O uso de biofertilizantes no tratamento de sementes, poderá oferecer a planta um melhor desenvolvimento inicial. O biofertilizante, quando aplicado no solo na planta ou na semente, coloniza a rizosfera ou o interior da planta promovendo o crescimento vegetal pelo aumento no suprimento de nutrientes, com reflexos positivos no estado nutricional e na produtividade (CAVALCANTE et al., 2012).

Para que as plantas produzam bem o sistema radicular deve apresentar bom desenvolvimento em volume e boa arquitetura, o que melhora sua eficiência na utilização dos recursos disponíveis como: água e nutrientes. O desenvolvimento radicular é influenciado pelos hormônios vegetais, com fortes efeitos atribuídos a auxina, citocinina e etileno (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Os fertilizantes orgânicos fornecem nutrientes, melhoram as condições do solo e também apresentam bioatividade, ou seja, efeitos estimulantes nas plantas. Efeitos como indução de crescimento e melhora na qualidade nutricional vêm justificando a crescente comercialização de bioestimulantes e fertilizantes de base orgânica. A função de promoção de crescimento de extratos aquosos da matéria orgânica do solo tem sido estabelecida por autores diversos (SCHMIDT et al., 2007; ZANDONADI et al., 2016).

Singh et al. (2014) relataram que os biofertilizantes, aliados aos fertilizantes podem aumentar a eficiência no aproveitamento de nutrientes pelas plantas de soja elevando a produtividade da cultura.

Tabela 2 Germinação (%), envelhecimento acelerado (%), emergência (%), velocidade de emergência (dias) e comprimento radicular (cm) de sementes de soja tratadas com Energy® com estresse hídrico, Pelotas/RS, 2023.

Tratamentos	Germinação (%)	Envelhecimento acelerado (%)	Emergência (%)	Velocidade de emergência (dias)	Comprimento radicular (cm)
Testemunha	87 b	80 a	85 b	14 b	5b
Inseticida	90 a	84 a	90 a	9 a	10 a
Fungicida	90 a	85 a	90 a	9 a	9 a
Nematicida	84 b	78 c	85 b	15 b	4 b
Energy®	92 a	85 a	91 a	9 a	12 a
Inseticida + Energy®	93 a	91 a	91 a	8 a	14 a
Fungicida + Energy®	94 a	91 a	92 a	8 a	17 a
Nematicida + Energy®	93 a	91 a	92 a	9 a	12 a
CV(%)	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

5 Conclusões

Concluiu-se que o tratamento de sementes com o biofertilizante Energy® confere alterações benéficas nas plantas de soja, com efeito positivo sobre a qualidade fisiológica e vigor das sementes.

6 Referências bibliográficas

ABISOLO – Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. Anuário Brasileiro de Tecnologia e Nutrição Vegetal. 3. ed. São Paulo: Crosmoset Gráfica e Editora, 2017. 140 p.

ABRANTES, F.L.; KULCZYNSKI, S.M.; SORATTO, R.P., BARBOSA, M.M.M Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). Rev. Bras. Sementes, v. 32, n.3:106-115, 2010.

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; BRECHT, L.P.; VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. Rev. Bras. Sementes v.29, n.3, p.111-127, 2007.

BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; MCDONALD, M.B. Seed vigor testing handbook. AOSA. (Contribution, 32 to the Handbook on Seed Testing) P. 346, 2009.

BATEMAN, G. L.; EHLE, H.; WALLACE, H. A. H. Fungicidal treatment of cereal seeds. In: JEFFS, K.A. Seed treatment. 2^a. ed. Surrey, British Crop Protection Council, 1986.

BATISTA FILHO, C. G. et al. Efeito do Stimulate® nas características agronômicas da soja. Acta Iguazu, Cascavel, v. 2, n.4, p. 76-86, nov./dez. 2013.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York – USA. Plenum, 1994. 445 p.

BINSFELD, J. A. et al. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 88- 94, jan./mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS P. 399, 2009.

BRZEZINSKI, C. R.; HENNING, A. A.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; FRANÇANETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. J. Seed Sci. Londrina, v. 37, n. 2, p. 147-153, 2015

CÂMARA, G. M. S. Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e na maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 1991. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia da produção II. Piracicaba: LPV/ESALQ, 2000. p. 81-119.

CAMPOS, R.J. Compatibilidade de uso de inoculante e fungicidas no tratamento de sementes de soja. - Londrina: Embrapa Soja, 2000. 32p. (Embrapa Soja Circular Técnica. 26).

CARRIJO, D.R. Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida fluxapiroxade, isolado e em mistura com a Piraclostrobina, na cultura de soja. 2014. 71f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2014.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4^a. ed. Jaboticabal – SP, FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p., 2012.

CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311- 1318, set./out. 2008.

CASTRO, G. S. A., BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, out. 2008.

CASTRO, P. R. C. Novos agroquímicos de controle hormonal e outros fitoquímicos. Agroanalysis – Revista do agronegócio da FGV, v.7, p. 22, 2010.

CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, Í.H.L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; BECKMANNCAVALCANTE, M.Z.; SANTOS, G.P. Leaf-macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. Journal of Plant Nutrition, v. 35, p. 176-191, 2012.

COELHO, E. B.; SOUZA, J. E. B.; MARTINS, T. A.; SANTOS, D. P. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica da soja. Ipê Agronomic Journal. v. 3, n. 1, p 71-79. 2019.

CONCEIÇÃO, P. M. Efeito de Bioestimulante no Sistema Radicular de Plântulas de Milho Originadas de Sementes Submetidas a Diferentes Épocas de Colheita. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. Resumos [...] . Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 3526 - 3530.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. Principles of seed science and technology. 3^a. ed. New York – USA. Chapman & Hall, 1995. 409 p.

CORNIC, G. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture - not by affecting ATP synthesis. Trends in Plant Science, London, v.5, p.183-221, 2000.

CUNHA, S. G. S.; SOUZA DAVID, A. M. S.; AMARO, H. T. R.; ALVES, D. D.; PORTO, E. M. V. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta ao tratamento com fertilizante à base de zinco e molibdênio. *Agrarian*, v. 8, n. 30, p. 351357, 2015.

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. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 2, p. 131-139, jun. 2010.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: II Lixiviação de potássio. *Informativo ABRATES*, v. 5, n. 1, p.37-41, 1995.

DOURADO NETO, D. et al. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 371-379, jun. 2014.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p

EVANS, J.R. Improving photosynthesis. *Plant Physiology*, [S.l.], v. 162, p. 1780- 1793, august. 2013.

FERGUSON, J.M. AOSA Perspective of seed vigor testing. *J. Seed Science Technology*, v.17, n.2, p.101-104, 1993.

FONSECA, J.J.S. Metodologia da pesquisa científica. Universidade Estadual do Ceará. Curso de Especialização em Comunidades Virtuais de Aprendizagem - Informática Educativa. Fortaleza, 2002, 127p. disponível em: Acesso em: 4 mar. 2022.

FRANÇA NETO, J.B. et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 83p.

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, F. A.; LORINI, I. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 4 p. CD ROM. Disponível em . Acesso em: 21 set. 2018.

FRANÇA-

NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, F. A.; LORINI, I. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. Embrapa Soja- Artigo em periódico indexado (ALICE). 2015.

FRIGERI, T. (2007). Interferência de patógenos nos resultados dos testes de vigor em sementes de feijoeiro. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.

GARCIA, A. Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1999. 32p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 46).

GASPAR, C.M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milho. Rev. Bras. Sementes, v. 24, n.2, p.82-89, 2002.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p.

GIL AC. Como elaborar projetos e pesquisa. 3a ed. São Paulo: Atlas; 1995

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; ROESE, A.D.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2012/13: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: EMBRAPA. 2013. (EMBRAPA Circular Técnica. 99)

GOODE WJ, HATT PK. Métodos em pesquisa social. 5a ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional; 1979: 422.

GOULART, A. C. P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas para o controle de patógenos Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 127-131, jun. 1998.

GOULART, A. C. P.; MELO FILHO, G. A. de. Quanto custa tratar as sementes de soja, milho e algodão com fungicidas? Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 23 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 11). Disponível em: . Acesso em: 21 set. 2018.

GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas: recomendações técnicas. Dourados: EMBRAPA- CPAO, 1998. 32p. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 8).

HAMPTON, J.G.; JOHNSTONE, K.A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. Seed Sci. Technol. V.20, n.3. p.677-686, 1992.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Handbook of vigour test methods. (3ed.) ISTA, p.117, 1995.

HEIFFIG-DEL AGUILA, L.S.; VERNETTI JR., F.J.; ÁVILA, A.F.; LEITE, T.M.; SOARES, V.A.; VASQUES, S.R. Época de Semeadura para a Cultura da soja: Produtividade em Áreas de Cultivo de Arroz Irrigado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 11 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 201).

HENNING, A.A.; CATTELAN, A.J.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N.P. Tratamento e inoculação de sementes de soja. Londrina: EMBRAPA, 1994. 6p. (EMBRAPA CNPSO. Comunicado Técnico, 54)

HENNING, A.A.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; LORINI, I. Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”. Londrina: EMBRAPA, 2010. 8p. (EMBRAPA. Circular técnica, 82).

HEWITT, H.G. Fungicides in crop protection. Oxon, UK: CAB International, 1998, 221p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). Handbook of vigour test methods. Zurich, Switzerland, 1981, 72p

JEFFS, K. A. Seed treatment. 2^a. ed. Surrey, British Crop Protection Council, 1986. 332 p.

JUNQUEIRA, I. A. et al. Ação de biorreguladores na qualidade e fisiologia de sementes e plântulas de girassol. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v. 22, n.1, p. 1-5. 2017.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de alface. Horticultura Brasileira. v.30, p.44-50, 2012.

KIKUTI, A.L.P.; VON PINHO, E.V.R.; REZENDE, M.L. Estudos de metodologias para a condução do teste de frio em sementes de milho. Rev. Bras. Sementes v.21, n.2, p.175-179, 1999.

KOTLER, Philip. Administração de marketing. Tradução: Bazán Tecnologia e Lingüística; revisão técnica Arão Sapiro. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KRON, A.P. et al. Water deficiency at different developmental stages of Glycine max can improve drought tolerance. Bragantia, v.67, n.1, 43-49, 2008.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Embrapa: Circular Técnica 136. Londrina, PR. 2018. URL: CT136-online.pdf (embrapa.br).

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO. J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Associação Brasileira de tecnologia de Sementes, Comitê de vigor de sementes. Londrina – PR. Abrates, 1999.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. Informativo Abrates 1:15-50, 1991.

LIMA, T.C.; MEDINA, P.F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. Rev. Bras. Sementes, v.28, n.1, p. 106-113, 2006.

MAPA. **Instrução Normativa Nº 45, De 17 de Setembro de 2013.** Publicado na seção 1 do DOU Nº 243 de 20.12.05. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroles_milho.pdf. Acesso em 02/07/2023.

MARCOS FILHO, J. (2005). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, p.1:495, 2005.

MARCOS FILHO, J. Conceituação do vigor de sementes em seus múltiplos aspectos.In: XX Congresso brasileiro de semente. Resumos...Londrina: ABRATES. p. 28, 2017.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de Sementes de plantas cultivadas.Londrina: ABRATES, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França-Neto, J.B. (Ed.) Vigor de sementes: conceitos e testes. ABRATES, v. 3, p. 1-24, 1999.

MARTINS, A.B.N; MARINI, P.; BANDEIRA, J.M.; VILLELA, F.A; MORAES, D.M. Review: Analysis of seed quality: a nonstop evolving activity. African Journal of Agricultural Research, v.8, p.114-118, 2014.

MARTINS, G. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. Revista Caatinga, v. 22, n. 2, p. 170- 174, mai. 2009.

MCDONALD, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests.

MÓGOR, A. F. Mecanismo de atuação dos biofertilizantes. Campinas: Abisolo, 2017. 72 slides, color.

MORZELLE, M. C. et al. Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólicos microbianos na agricultura.: Série produtor rural – nº63. 1. ed. Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca, 2017. 96 p.

NAKAO, A. H.; COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; SOUZA, M. F. P.; DICKMANN, L. et al. Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação foliar com boro e zinco. Revista de Ciências Agronômicas. v. 27, n 3. p. 312-327. 2018.

NASCIMENTO W.M.O. et al. 1996. Fitotoxidade do inseticida carbofuran 350 FMC na qualidade fisiológica de sementes de milho. Revista Brasileira de Sementes 18: 242-245.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes na indústria. Seed News, ano 20, n. 1, p. 26-32, jan./fev. 2016.

OHLSON, O.C.; KRZYKANOWSKI, F.C.; CAIEIRO, J.T. E PANOBIANCO, M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes trigo. Revista Brasileira de Sementes, v. 32, n. 4, p. 118-124.

OLIVEIRA, A. C. S. et al. Testes de Vigor em Sementes Baseados no Desempenho das Plântulas. Inter Science Place, v. 2, n. 4, 2009.

- OLIVEIRA, D. D. M. C. Avaliação da interferência do tratamento industrial na germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L) Merrill). EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Reunião de pesquisa de soja, 35., 2016, Londrina. Ata... Londrina: Embrapa Soja, 2017. 133 p. (Embrapa Soja. Documentos, 385). p. 15
- PEDÓ, R. et. al. Efeitos da adubação com microgeo na produtividade da cultura da soja e nos atributos físicos e químicos do solo. SIEPE, set. 2016
- PERES, W.L.R. (2010). Testes de vigor em sementes de milho. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP.
- PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G.E. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 3ª ed. Ed. Universitária UFPel, 2019. Pelotas. 573p.
- POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Electrical conductivity test. In: PERRY, D. A. (Ed.) Proceed. Assoc. Official Seed Anal. 65:109-139, 1993.
- PRIETO, C. A.; ALVAREZ, J. W. R.; FIGUEREDO, J. C. K.; TRINIDAD, S. A. Bioestimulante, biofertilizante e inoculação de sementes no crescimento e produtividade da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, 4(2), 1-8, 2017.
- RODRIGUES, D. S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T.. Desempenho de plantas de soja em função das sementes e do estresse hídrico. *Revista Ciência Rural*. v. 20, n. 2. 2018.
- RODRIGUEZ-KABANA, R.; BACKMAN, P. A.; CURL, E. A. Control of seed and soilborne plant diseases. In: Siegel, M. R.; Siesler, H. D. (Eds.) antifungal compounds. New York – USA. Marcel Dekker, 1977. v. 1, p. 117-61.
- SANTINI, J. M. K. et al. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v. 9, n.1, p. 57-62, mar. 2015.
- SANTOS, L. L. S. Uso de bioestimulantes no sulco de semeadura e no tratamento sementes de cultivares de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 20., 2017, Foz do Iguaçu. Resumos [...]. Foz do Iguaçu: Abrates, 2017a. v. 2, p. 182 – 183.

SANTOS, M.G. et al. Gas exchange and yield response to foliar phosphorus application in *Phaseolus vulgaris* L. under drought. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.16, p.171-179, 2004.

SCHMIDT, W. et al. Water-extractable humic substances alter root development and epidermal cell pattern in *Arabidopsis*. *Plant and Soil*, v. 300, n. 1, p. 259-267, 2007.

SILVA, C. J. C. utilização de biofertilizante e NPK na cultura da soja. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

SINGH, P. K. et al. Effect of Biozyme and fertility levels on growth, yields, nutrient uptake, nutrient harvest and physiological efficiency index of soybean (*Glycine max* L. Merrill). *International Journal of Current Research*, v. 6, n. 12, p.10863-10868, dec. 2014.

TAIZ, L; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal Tradução: SANTARÉM, E.R. [et al.]. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TEKRONY, D..M (1983). Seed vigor testing. *J. Seed Technol.* 8(1):55-60.

WENDT, L.; MALAVASI, M. M.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; GOMES JUNIOR, F. G. Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja. *Agrária – Revista de Ciências Agrárias*. v. 12, n. 2, p. 166-171.

WINCKLER, T. A. L. Avaliação da eficiência do microgeo® na reestruturação de solo sob diferentes sistemas de cultivo. Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2017.

ZANDONADI, D. B. et al. Plant physiology as affect by humified organic matter. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, v. 25, n. 1, p. 12-25, 2016.

ZANELATO, D. C. Efeito de bioestimulador do solo e adubação mineral sobre atributos edáficos e produtividade de culturas ANUAIS. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.