



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

GABRIEL DE MOURA

**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES SALVAS E
COMERCIAIS DE SOJA**

CERRO LARGO – RS

2022

GABRIEL DE MOURA

**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES SALVAS E
COMERCIAIS DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dr. Juliane Ludwig.

Coorientadora: Prof. Dr. Débora Leitzke Betemps

CERRO LARGO – RS

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Moura, Gabriel de Qualidade Fisiológica e Sanitária de Sementes
Salvas e Comerciais de Soja / Gabriel de Moura. -- 2022. 35 f.

Orientadora: Juliane Ludwig

Co-orientadora: Débora Leitzke Betemps

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em
Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

1. Germinação. 2. Viabilidade. 3. Patógenos. I.
Ludwig, Juliane, orient. II. Betemps, Débora Leitzke, co-orient.
III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES SALVAS E COMERCIAIS DE SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

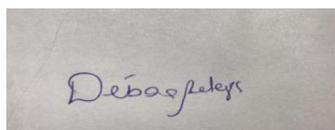
Orientadora: Prof. Dr. Juliane Ludwig.
Coorientadora: Prof. Dr. Débora Leitzke Betemps

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 28/03/2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Juliane Ludwig – UFFS
Orientadora



Prof. Dr. Débora Leitzke Betemps – UFFS
Coorientadora/Avaliadora



Prof. Dr. Nerison Luís Poersch – UFFS
Avaliador

RESUMO

A soja é a principal oleaginosa cultivada no mundo, sendo o Brasil, seu maior produtor. Visto que as sementes são a base dos cultivos, sua obtenção com alta qualidade é almejada tanto por empresas e produtores, uma vez que a utilização de sementes salvas proporciona significativa redução de custos de produção. No entanto a comercialização ilegal destas sementes tornou-se prática comum, e o controle de qualidade dos lotes em muitos casos é inexistente, afetando diretamente o estabelecimento e a produtividade das lavouras. Dessa forma, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de diferentes lotes de sementes de soja de origens salvas e certificadas, disponíveis no município de Santo Augusto – RS. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo – RS. Foram utilizadas sementes das cultivares BMX RAIO IPRO, BMX ZEUS IPRO, NA 5909 RG, NEO 610 IPRO e SYN 1561 IPRO, de origens comercial e salvas. Visando aferir a qualidade fisiológica das sementes das cultivares em relação a sua origem, foram avaliadas seguintes variáveis: Primeira contagem, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de radícula e de parte aérea, massa seca de radícula e de parte aérea, e teste de envelhecimento acelerado. Já para a avaliação da qualidade sanitária das sementes, promoveu-se a o teste de sanidade pelo método de incubação em substrato de papel, sendo a avaliação realizada individualmente nas sementes com o auxílio de estereomicroscópio, observando a presença de frutificações típicas do desenvolvimento de fungos, sendo os resultados expressos em porcentagem ao final da avaliação. De modo geral, não houve diferença significativa para o fator cultivar, porém, a origem de sementes influenciou significativamente nos resultados de primeira contagem, germinação e IVG, em que, sementes de origem comercial das cultivares BMX ZEUS IPRO e NEO 610 IPRO proporcionaram os melhores resultados. Quanto ao comprimento de radícula e de parte aérea, não houve interação entre cultivares e origens, sendo os melhores resultados observados, no geral, para as cultivares BMX RAIO IPRO e BMX ZEUS IPRO, respectivamente. Em relação a massa seca de radícula e de parte aérea, os melhores resultados foram observados para a origem comercial e salva, respectivamente. De modo geral, sementes de origem salva mostraram-se superiores durante o envelhecimento acelerado, porém, apenas sementes da cultivar SYN 1561 IPRO apresentaram viabilidade para uso. A presença de fungos foi baixa, sendo *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp. os de maior expressividade. De modo geral, quanto a qualidade fisiológica e desempenho de plântulas, sementes de origem comercial apresentaram resultados superiores aos obtidos para sementes salvas. Em que, as cultivares BMX ZEUS IPRO, BMX RAIO IPRO e NEO 610 IPRO proporcionaram os melhores resultados. As sementes de origem salva mostraram-se superiores, de acordo com o teste de envelhecimento acelerado, porém, apenas as sementes da cultivar SYN 1561 IPRO resultaram em valores aceitáveis para uso. A qualidade sanitária das sementes foi alta, visto que a incidência de patógenos foi baixa, sendo os de maior expressividade *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp. nas origens salva e comercial, respectivamente.

Palavras-chave: Germinação. Viabilidade. Patógenos.

ABSTRACT

Soybean is the main oilseed cultivated worldwide, and Brazil is its largest producer. Since seeds are the basis of crops, obtaining high quality seeds is desired by both companies and producers, since the use of saved seeds provides a significant reduction in production costs. However, illegal commercialization of these seeds has become common practice, and the quality control of lots is often non-existent, directly affecting the establishment and productivity of crops. Thus, the aim was to evaluate the physiological and sanitary quality of different lots of soybean seeds from saved and certified sources, available in the city of Santo Augusto - RS. The experiment was developed in the Phytopathology Laboratory of the Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo - RS. Seeds of the cultivars BMX RAI0 IPRO, BMX ZEUS IPRO, NA 5909 RG, NEO 610 IPRO and SYN 1561 IPRO, of commercial and saved origins, were used. The following variables were evaluated to assess the physiological quality of the seeds of the cultivars in relation to their origin: first count, germination, germination speed index, radicle and aerial part length, radicle and aerial part dry mass, and accelerated aging test. To evaluate the sanitary quality of the seeds, the sanitary test was performed by the incubation method on paper substrate, and the evaluation was performed individually on the seeds with the help of a stereomicroscope, observing the presence of typical fruiting of fungus development, and the results were expressed in percentage at the end of the evaluation. In general, there was no significant difference for the cultivar factor; however, the origin of the seeds significantly influenced the results of the first count, germination and GVI, where seeds of commercial origin of the cultivars BMX ZEUS IPRO and NEO 610 IPRO provided the best results. As for radicle and aerial part length, there was no interaction between cultivars and origins, with the best results observed for the BMX RAI0 IPRO and BMX ZEUS IPRO cultivars, respectively. Regarding radicle and aboveground dry mass, the best results were observed for commercial and sage origin, respectively. In general, seeds from sage origin showed superior results during accelerated aging, but only seeds from cultivar SYN 1561 IPRO showed viability for use. The presence of fungus was low, with *Fusarium* sp. and *Aspergillus* sp. being the most expressive. In general, regarding the physiological quality and seedling performance, seeds of commercial origin presented superior results when compared to those obtained for saved seeds. The cultivars BMX ZEUS IPRO, BMX RAI0 IPRO and NEO 610 IPRO gave the best results. The salted seeds showed superior results, according to the accelerated aging test, however, only the seeds of cultivar SYN 1561 IPRO resulted in acceptable values for use. The sanitary quality of the seeds was high, since the incidence of pathogens was low, with the most significant being *Fusarium* sp. and *Aspergillus* sp. in the sage and commercial origins, respectively.

Keywords: Germination. Viability. Pathogens.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1	CULTURA DA SOJA	10
2.2	QUALIDADE DE SEMENTES	12
2.3	QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA.....	14
2.4	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) atualmente é a cultura agrícola mais explorada no Brasil, sendo ainda, uma das commodities de maior importância mundial. A produção nacional da cultura atingiu a marca de 135.911,7 milhões de toneladas na safra 2020/21, sendo a área cultivada nesse período de 38,502 milhões de hectares, tornando o país o maior produtor da oleaginosa, a frente dos EUA e Argentina (CONAB, 2021).

O expressivo aumento na produção da soja na última década se deve à ampla versatilidade de uso do grão, principalmente para a produção de óleo vegetal e como fonte de matéria prima de rações para alimentação animal. O crescente aumento do poder aquisitivo da população de países em desenvolvimento tem gerado alterações no hábito alimentar destes, provocando a troca de cereais por proteínas de origem animal (FREITAS, 2011), aumentando assim a demanda por soja para a produção de rações para a alimentação animal.

Com a crescente demanda do grão e as limitações impostas quanto a expansão da fronteira agrícola nacional, faz-se necessário o aumento da produção da cultura por meio da utilização de práticas de manejo que possibilitem elevar a produtividade das lavouras brasileiras. Porém, diversos são os fatores que influenciam no sucesso da implantação e desenvolvimento das culturas agrícolas, dentre estes, a qualidade e procedência das sementes utilizadas pelos agricultores no sistema de produção.

As sementes são consideradas o insumo básico dos cultivos, e diferentemente dos demais insumos, a semente possui metabolismo próprio, estado sujeita a inúmeros tipos de deterioração e danos durante sua formação e maturação, estando ainda, sujeita a danos mecânicos durante a colheita, transporte, armazenamento, bem como, durante a semeadura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Nesse sentido, a obtenção de sementes de alta qualidade envolve diversos protocolos de cuidados durante todas as suas fases de produção, diferindo assim, da produção de grãos para a indústria, onde os cuidados durante o processo de produção são mínimos.

O uso de sementes salvas entre os agricultores, proporciona significativa redução de custos de produção, devido ao seu alto valor empregado. No entanto, a comercialização ilegal destas sementes tornou-se prática comum, e o controle de qualidade dos lotes em muitos casos é inexistente, afetando diretamente o estabelecimento e a produtividade das lavouras. Dessa forma, objetivou-se avaliar a

qualidade fisiológica e sanitária de diferentes lotes de sementes de soja de origens salvas e comerciais, disponíveis no município de Santo Augusto – RS.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DA SOJA

A cultura da soja (*Glycine max*) tem seus primeiros registros datados durante o período entre 2883 e 2838 A.C., dispondo como centro de origem o leste da Ásia, onde inicialmente foi cultivada e domesticada pelos chineses (BONATO; BONATO, 1987). Pertencente à família Fabaceae, a soja destaca-se pelos elevados teores de proteína e óleo de seus grãos, sendo considerado um dos alimentos mais importantes da história da humanidade (HESSE, 1996).

Inicialmente com expansão lenta, a cultura foi disseminada pelo mundo principalmente no final do século XIX e início do século XX, servindo como base para a alimentação humana e animal (BONATO; BONATO, 1987). Mais precisamente, na segunda metade do século XX a soja passou a despertar o interesse de grandes indústrias, porém a tentativa de introdução em países europeus como a Rússia, Alemanha e Inglaterra esbararam nas condições climáticas adversas ao seu desenvolvimento (BONATO; BONATO, 2017).

No Brasil, a soja foi introduzida, sem sucesso, no estado da Bahia pelo professor Gustavo D'utra. (BLACK, 2000). No entanto, foi no estado do Rio Grande do Sul que a cultura melhor se adaptou, devido as condições edafoclimáticas do estado, sobretudo quanto ao fotoperíodo (BONETTI, 1981). Nas décadas de 1950 e 1960 os primeiros cultivos de relevância foram registrados no estado, e a partir de meados de 1970, impulsionado pelo mercado mundial e preço notável, a soja avançou pelos campos da região Sul do Brasil (DALL'AGNOL, 2016). Somados aos bons preços, a evolução da tecnologia de produção, com cultivares mais adaptadas e técnicas de produção mais elaboradas o crescimento da cultura da soja atingiu o Cerrado brasileiro durante as décadas de 1970 e 1980, expandindo para os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (IGREJA et al., 1988).

Nos últimos anos a expansão do cultivo estabeleceu uma nova fronteira agrícola, conhecida vulgarmente como Mapitoba, abrangendo os estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, demonstrando que a o país tem para onde e como crescer a sua produção (FREITAS, 2011). A participação do Cerrado na produção nacional de soja cresceu de 14% em 1980 para 61% em 2015, um salto de cerca de 28 vezes em 35 anos (DALL'AGNOL, 2016).

De acordo com os dados da Food and Agriculture Organization (FAO) os países com maior produção de soja em 2019 foram, na seguinte ordem, Brasil, Estados Unidos, Argentina, China e Índia (FAO, 2019). Já na safra 2020/21, mundialmente foram destinadas cerca de 127,842 milhões de hectares para o cultivo de soja, refletindo numa colheita de 362,947 milhões de toneladas do grão (USDA, 2021).

Líder na produção da oleaginosa, o Brasil registrou recorde de produção na safra 2020/21, atingindo uma produção de 135.911,7 milhões de toneladas, reflexo do aumento da área cultivada, que foi de 4,2% em relação à safra anterior, resultando em 38,5 milhões de hectares cultivadas no país, bem como, em virtude do aumento da produtividade média brasileira, que chegou a 3.529 kg.ha⁻¹, crescimento de 4,5% em relação à safra anterior (CONAB, 2021). Em relação ao estado do Rio Grande do Sul, os números registrados para a safra 2020/21 foram de 20,164 milhões de toneladas produzidas em cerca de 5,618 milhões de hectares, resultando em produtividade média de 3.330 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2021).

Em virtude dos crescentes avanços nas tecnologias desenvolvidas para as condições de cultivo do Brasil, tornou-se viável a nova revolução do sistema de produção e com isso, o país passou de importador para maior exportados mundial de soja (ZANON, 2018). Dentre as novas tecnólogas, destacam-se os inúmeros avanços na mecanização e o desenvolvimento de cultivares altamente adaptadas e com alto potencial produtivo, assim como, a formação de pacotes tecnológicos para o manejo de solos, pragas e doenças (FREITAS, 2011).

Ainda que a soja disponha de elevado potencial produtivo, nem sempre tal característica é concretizada, visto que grande parte deste potencial é perdido em virtude de interações com o ambiente, variando conforme o nível das interferências impostas por fatores bióticos e abióticos (NAVARRO; COSTA, 2002).

Por atuar diretamente em processos biológicos e fisiológicos, a água torna-se imprescindível para o desenvolvimento das culturas agrícolas, sendo responsável por cerca de 90% do peso de uma planta. Dessa forma, a deficiência hídrica configura-se como um dos fatores abióticos mais diretamente relacionado às baixas produtividades da soja (ZANON, 2018). Sendo que, a necessidade hídrica da cultura aumenta conforme avançam os estádios fenológicos, exceto após a maturidade fisiológica dos grãos. Em relação aos períodos críticos de demanda por água pela cultura, estes são basicamente dois, sendo o primeiro durante a germinação e emergência de plântulas, e o segundo entre a floração e o enchimento de grãos (SEIXAS, 2020).

A alteração estrutural dos solos é uma consequência natural do uso e manejo de áreas agrícolas, onde, a compactação do solo causa redução do crescimento radicular, refletindo negativamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas (RESOLEM et al., 1994). Além disso, a dinâmica da água e dos nutrientes pode ser afetada de forma prejudicial pela compactação, principalmente a partir da redução da porosidade e do aumento da densidade e da resistência do solo (BEUTLER et al., 2006).

Elementos nutricionais em desequilíbrio também podem ser um fator limitante do potencial produtivo, principalmente os elementos essenciais. Sendo o nitrogênio, o nutriente de maior exigência pela cultura da soja, o qual é responsável pela formação de importantes grupos de aminoácidos e proteínas, entre outros (TAIZ; ZIEGER, 2013). A necessidade deste elemento pode ser suprida por fertilizantes nitrogenados, porém estes não são recomendados para a cultura da soja, visto que a fixação biológica de nitrogênio por meio da associação simbiótica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, compreende uma alternativa de baixo custo e de alta eficiência neste processo (HUNGRIA et al., 2001).

Ainda, outro fator altamente limitante da produtividade é a qualidade das sementes que são utilizadas nos cultivos, as quais são responsáveis por garantir a uniformidade das lavouras. Vale ressaltar que a produção de sementes de alta qualidade é um grande desafio para o setor produtivo, e para que este seja alcançado é necessário que se invista em tecnologias para a produção, mas também do aprimoramento de métodos de análise de sementes (FRANÇA-NETO et al., 2016).

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

O sucesso na instalação de uma cultura tem como base fundamental o bom desempenho agrônomo das sementes, sendo este, essencial para o estabelecimento do estande adequado de plantas (FRANÇA-NETO et al., 2010). Embora o seu rendimento apresente baixa resposta as variações de densidade de plantas, em função de sua alta plasticidade fenotípica, o ajuste desta, compõe uma prática de manejo importante no quesito de maximizar a produtividade de grãos e minimizar custos (BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

Para a cultura da soja, a máxima qualidade de sementes é alcançada quando as sementes expressam altas taxas de vigor, germinação e sanidade, além de

apresentar garantias de pureza física e genética (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Plantas originárias de sementes com estas características apresentam alto desempenho, com taxa de crescimento superior, sistema radicular mais profundo, produção de maior número de vagens e sementes, resultando em maior produtividade, além de manterem seu potencial produtivo em situações de estresse (FRANÇA-NETO et al., 2016).

A qualidade genética está relacionada com a pureza varietal, responsável por preservar as características do material desejado, garantindo a homogeneidade das plantas durante o cultivo, assim como, a estabilidade de rendimento (MUGNOL; EICHELBERGERG, 2008). Já os atributos da qualidade física referem-se a presença de materiais inertes, impurezas, bem como, a ocorrência de danos mecânicos que comprometem a qualidade da semente, provocando fissuras no tegumento e proporcionando uma porta de entrada para patógenos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Alterações provocadas por estresses nutricionais ou climáticos, em conjunto a danos provocados por insetos ou microrganismos, são considerados as principais causas da deterioração de sementes no campo (KRZYZANOWSKI et al., 2008). A deterioração da semente pode ser simplificada de modo que, no momento do processo de germinação e emergência, uma semente não possui a capacidade de produzir uma plântula normal, ou seja, com parte aérea e raízes bem desenvolvidas (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2001).

O ataque de pragas, em especial os percevejos, ocorre no período entre o começo da frutificação e o ponto máximo de matéria seca na semente, porém são nos estádios entre o final do desenvolvimento das vagens (R4) e o início do enchimento de grãos (R5) que os danos são mais prejudiciais, acarretando na não viabilidade das sementes em plantas infestadas por percevejos das espécies *Piezodorus guildinii*, *Euschistus heros* e *Nezara viridula* (HENNING, 2015).

A disponibilidade de nutrientes influencia no pleno desenvolvimento das plantas e concomitantemente no bom desenvolvimento das sementes. Visto que, os nutrientes são necessários para a formação do embrião, dos órgãos de reserva, bem como, na sua composição química, afetando a composição dos tecidos protetores, além do tamanho e a qualidade fisiológica das sementes (PESKE et al., 2003).

Ao final do processo a campo, efetuar a colheita no momento correto é primordial, pois a partir do momento em que a planta atinge o ponto de maturação

fisiológica a semente ainda mantém-se fisicamente ligada a planta, porém não mais recebendo fotoassimilados, iniciando assim, o processo de degradação natural (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A operação da colheita deve ser iniciada no momento em que o conteúdo de água atinge valores aproximados de 13%, porém se o produtor dispor de amplos conhecimentos de regulação do sistema de trilha, bem como, estrutura adequada para secagem, torna-se possível realizar a operação com conteúdo de água da semente em cerca de 18%. O retardo da colheita, assim como a realização da operação de forma incorreta, resultará em reduções de germinação e vigor, bem como, no aumento nos índices de danos mecânicos latentes (SEIXAS, 2020).

Após a colheita as sementes passam pelo processo de recepção, beneficiamento e armazenagem. Onde o processo de beneficiamento tem por finalidade classificar as sementes por tamanho, a fim de melhorar a qualidade e uniformidade do lote para sequencialmente serem armazenados (SEIXAS, 2020).

2.3 QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA

De modo geral, as sementes podem abrigar e transportar microrganismos ou agentes patogênicos quase imperceptivelmente, podendo ser transportadas por longas distâncias e amplos períodos de tempo, e assim, tendo potencial de causar sérios prejuízos a agricultores (MACHADO, 2016). Tais organismos patogênicos, de um ponto de vista ecológico, podem ser classificados em dois grandes grupos, os organismos de campo, e os organismos de armazenamento, em que o primeiro grupo contém espécies fitopatogênicas e o segundo contém espécies que deterioram as sementes (BRASIL, 2009).

O início de uma epidemia em cultivos agrícolas tem seu início através da primeira lesão em uma planta hospedeira, e para que isso aconteça se faz necessário a reprodução do patógeno em determinado local, e posteriormente, que este seja transportado até uma nova planta sadia, dessa forma, a sobrevivência do inóculo é considerada a última fase de um ciclo de relações patógeno-hospedeiro, e o início do ciclo primário de desenvolvimento de doenças infecciosas (AMORIM et al., 2011).

A campo, sementes infectadas adotam a posição de fonte de inóculo primário e deste modo, podem provocar falhas na formação de lavouras, acarretando em um

processo de desenvolvimento de epidemiologia de doenças de parte aérea (GOULART, 2018).

Os fungos compreendem o maior grupo de espécies associadas a sementes, não somente devido ao número, mas também em decorrência dos prejuízos causados na qualidade das sementes e na produtividade final (BRASIL, 2009).

Algumas doenças destacam-se pelo efeito causal na qualidade das sementes, sendo *Phomopsis* sp. a mais conhecida quanto aos efeitos provocados na capacidade de germinação de sementes de soja (HENNING, 2005). Nesse sentido, períodos chuvosos associados a altas temperaturas configuram condições favoráveis para o desenvolvimento deste patógeno, o qual é comumente encontrado na fase final do ciclo da cultura da soja, e é caracterizado pelo surgimento de pontuações pretas na haste, pecíolos e vagens (HENNING, 1997).

Um dos sintomas mais evidentes encontrados em sementes é causado pelo fungo *Cercospora kikuchii*, o qual provoca o surgimento de manchas de coloração roxa, no entanto, este patógeno não apresenta um risco, visto que, o seu efeito sobre a qualidade das sementes e a taxa de transmissão semente-planta-semente é extremamente baixo (GOULART, 2018).

A antracnose, causada por *Colletotrichum dematium* var. *truncatum*, merece atenção não somente pelos danos causados as sementes, mas também quanto ao potencial de redução de produtividade das culturas. Em que, os sintomas mais característicos observados em sementes são a presença de pontuações escuras e os acérvulos, valendo ressaltar que além da deterioração, o mesmo ainda pode levar a inviabilidade da semente, ainda, durante todo o ciclo da planta, este fungo pode ocasionar morte de plântulas e a infecção sistêmica em plantas adultas (HENNING, 2005).

Ainda, dentre os fungos fitopatogênicos que mais afetam sementes de soja, o *Aspergillus flavus* merece destaque, o qual é comumente encontrado em lotes de sementes colhidas antecipadamente, com elevados teores de umidade, fornecendo assim, condições para a alta incidência e colonização deste, e conseqüentemente, provocando redução no poder germinativo e emergência de plantas a campo (GOULART, 2018).

Nessa perspectiva, o teste de sanidade de sementes tem como intuito servir como uma medicina preventiva para os sistemas de produção de sementes, visando

identificar e entender o comportamento dos patógenos, assim como seus efeitos sobre a qualidade das sementes (HENNING, 2005).

2.4 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

Os atributos fisiológicos são definidos como aqueles que envolvem o metabolismo da semente para expressar o seu potencial (PESKE et al., 2003). De modo geral, a qualidade fisiológica máxima é atingida no momento em que a planta atinge o ponto de maturidade fisiológica, no qual a semente apresenta seu máximo poder germinativo e de vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A germinação é definida como um fenômeno pelo qual, sob condições apropriadas, o eixo embrionário dá continuidade ao seu desenvolvimento, que havia sido interrompido (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Outra definição dada a germinação é a emergência e o desenvolvimento de estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade de dar origem a uma plântula normal. (PESKE et al., 2003). Estas duas definições básicas não demonstram a complexidade e a importância do processo de germinação, no entanto, é possível detalhar o processo germinativo nas seguintes etapas: 1) Hidratação e absorção de água; 2) Hidratação dos tecidos; 3) Absorção de oxigênio; 4) Intensificação das atividades enzimáticas e de digestão; 5) início da multiplicação e crescimento celular; 6) intensificação da respiração e assimilação; 7) intensificação da multiplicação e crescimento celular; 8) diferenciação celular; 9) aumento no conteúdo de açúcares redutores; e 10) emergência da plântula (KRAMMER; KOZLOWSKI, 1960 apud CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Uma vez que a germinação e a emergência são respostas relativas a qualidade fisiológica, lotes de sementes que apontam a mesma porcentagem de germinação em situações de campo ou armazenamento, na prática podem exibir comportamentos distintos (CHEROBIN, 2006). Para explicar a diferença de respostas a campo e em testes de germinação o conceito de vigor foi desenvolvido. Desse modo, o vigor pode ser expresso como a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula (ISTA, 1981). Também é possível definir vigor como o resultado da conjugação de todos aqueles atributos da semente que permitem a obtenção de um adequado estande sob condições de campo, favoráveis e

desfavoráveis (PESKE et al., 2003). Assim, a utilização de sementes de elevada qualidade, tendem a gerar plantas de alto vigor, que terão desempenho superior no campo, assegurando maiores produtividades (FRANÇA-NETO et al., 2016)

A qualidade fisiológica, composta pela germinação e pelo vigor, pode ser afetada por fatores de deterioração a campo, tais como, danos por umidade, danos mecânicos e os danos causados por percevejos (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

Temperaturas ambientais acima dos 30° C nas fases de enchimento de sementes são capazes de afetar de forma negativa a qualidade fisiológica da semente de soja. Sendo este dano superior quando associado a chuvas e oscilação de umidade, os quais causam sucessivas hidratações e desidratações do tegumento e dos cotilédones (KRZYZANOWISKI et al., 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Cerro Largo – RS, no período de 05/07/2021 a 15/08/2021. As amostras de semente de soja denominadas de sementes salvas foram coletadas em propriedades de agricultores do município de Santo Augusto, no estado do Rio Grande do Sul. Já as sementes certificadas foram adquiridas junto a comerciantes que possuem o Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM).

Dessa forma, foram coletadas duas amostras de sementes de soja para cada cultivar, sendo uma amostra de semente salva e outra amostra de semente comercial. As cultivares coletadas e analisadas no presente trabalho foram BMX RAI0 IPRO, BMX ZEUS IPRO, NA 5909 RG, NEO 610 IPRO e SYN 1561 IPRO.

Visando aferir a qualidade fisiológica das sementes das cultivares em relação a sua origem (salvas e comerciais), foram avaliadas seguintes variáveis: Primeira contagem, germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de radícula, comprimento de parte aérea, massa seca de radícula e massa seca de parte aérea, e o teste de envelhecimento acelerado.

Nesse sentido, para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, inicialmente realizou-se o teste de germinação, o qual foi montado utilizando-se três folhas de papel filtro umedecido com água destilada na proporção de duas vezes o peso seco do papel, com cinco repetições de 25 sementes. Após o preparo dos rolos de papel, estes foram acomodados em um germinador de sementes tipo Mangelsdorf, por oito dias sob temperatura constante de $25^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$. Após o oitavo dia, as sementes foram avaliadas e quantificadas em plântulas normais e anormais, e sementes não germinadas, sendo o resultado expresso em porcentagem (BRASIL, 2009). Em conjunto ao teste de germinação, cinco dias após sua instalação, realizou-se o teste de primeira contagem de germinação, onde foram quantificadas as plântulas normais, sendo os resultados obtidos expressos na forma de porcentagem.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado através da fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ Onde: IVG = índice de velocidade de germinação. E1, E2, ..., En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e assim sucessivamente

até a n-ésima (última) contagem. N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e assim sucessivamente até a n-ésima (última) contagem.

Ainda, quanto as variáveis relacionadas ao desempenho de plântulas, para determinação do comprimento de radícula e de parte aérea, foram avaliadas cinco repetições com 10 plântulas em cada uma, sendo seus resultados expressos em milímetros (mm). Já para a determinação da massa seca de radícula e de parte aérea, foram essas mesmas cinco repetições com 10 plântulas, sendo as amostras levadas a estufa para secagem até que tivessem atingido massa constante, e após realizou-se a pesagem destas, sendo os valores expressos em gramas (g).

Para o teste de envelhecimento acelerado, foram utilizadas 200 sementes de cada amostra, sendo estas, subdivididas em quatro repetições com 50 sementes cada, as quais foram distribuídas em caixas plásticas do tipo gerbox, e após, expostas a temperatura constante de $41^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$, e umidade relativa do ar (UR%) de 100%, durante o período de 48 horas. Após este período de exposição a condições adversas, realizou-se novo teste de germinação, conforme detalhado anteriormente, sendo a contagem final realizada sete dias após sua instalação (MASCOS-FILHO, 1999).

A avaliação da qualidade sanitária das sementes das cultivares provenientes de diferentes origens foi realizada pelo método de incubação em substrato de papel (BRASIL, 2009). Assim, as sementes foram acondicionadas em três folhas de papel filtro, dentro de caixas plásticas do tipo gerbox, devidamente esterilizadas e umedecidas com água destilada. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. As caixas gerbox foram acondicionadas em incubadora do tipo BOD durante o período de oito dias, sob temperatura constante de $20^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$, e fotoperíodo de 12 horas. Passados os oito dias de incubação, as semente foram avaliadas individualmente com o auxílio de estereomicroscópio, observando a presença de frutificações típicas do desenvolvimento de fungos, sendo os resultados apresentados em porcentagem (%).

Para as variáveis de qualidade fisiológica de sementes, calculou-se a média de cada variável em cada parcela e realizada a análise de variância conforme modelo matemático bifatorial no delineamento inteiramente casualizado dado por: $Y_{ijk} = \mu + a_i + d_j + (ad)_{ij} + \epsilon_{ijk}$, no qual Y_{ijk} é o valor médio observado da variável resposta na parcela ijk , μ é a média geral, a_i é o efeito fixo do nível i ($i = 1, 2, 3, 4$ e 5) do fator cultivar, d_j é o efeito fixo do nível j ($j = 1$ e 2) do fator origem de sementes, $(ad)_{ij}$ é o efeito da interação do nível i do fator cultivar com o nível j do fator origem de sementes

e ϵ_{ijk} é o efeito do erro experimental suposto normal e independentemente distribuído com média zero e variância comum σ^2 (Storck et al., 2016).

Posteriormente, calculou-se a precisão experimental e o agrupamento de médias por meio do teste de Scott-Knott (1974), tanto para efeitos principais quanto para os desdobramentos. Na interpretação utilizou-se o seguinte critério: quando as interações entre as cultivares e as origens de sementes foram significativas ($p \leq 0,05$), avaliou-se o desdobramento do fator origem de sementes dentro de cada cultivar, e após, avaliou-se o desdobramento do fator cultivar dentro de cada origem de sementes; nos casos em que as interações não foram significativas ($p > 0,05$), avaliaram-se apenas os efeitos principais das cultivares e das origens de sementes, separadamente. Em todas as análises foi estabelecido 5% de probabilidade de erro, sendo as análises realizadas com auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel e do software SISVAR (Ferreira, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a precisão experimental oscilou entre alta e média ($3,08 \leq CV \leq 15,71\%$, conforme a classificação de Pimentel-Gomes (2009), dependendo da variável de qualidade fisiológica avaliada (Tabela 1).

Verificou-se efeito significativo para cultivares pelo teste F ($p \leq 0,05$), apenas para as variáveis massa seca de radícula (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA). No entanto, houve efeito significativo para origem de sementes na maioria das variáveis avaliadas pelo teste F ($p \leq 0,05$), exceto para as variáveis comprimento de radícula (CR) e comprimento de parte aérea (CPA). E assim sendo, na maioria das variáveis de qualidade fisiológica, foi observada interação significativa entre cultivares e origem de sementes ($p > 0,05$), exceto para CR e CPA (Tabela 1).

As sementes são responsáveis por expressar o potencial genético de produtividade, resistência ou tolerância a estresses bióticos e abióticos, a fim de proporcionar alto desempenho agrônomico dos cultivos (KRZYANOWSKY et al., 2008), dessa forma, o conhecimento da qualidade fisiológica das sementes que serão utilizadas se faz importante, e dentre os principais atributos destas, destacam-se a germinação e o vigor. Nesse sentido, sementes de alto vigor e germinação são almejadas para obtenção de cultivos com maior qualidade, pois de modo geral, sementes com alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos,

proporcionando emissão rápida e uniforme da raiz primária durante o processo germinativo, bem como, maior taxa de crescimento inicial de plântulas (MUNIZZI et al., 2010), já lotes com alta porcentagem de germinação, proporcionam alta eficiência técnica, por meio da redução de custos com sementes, além da garantia de maior uniformidade do *stand* de plantas, pois as falhas entre plantas na linha de semeadura são reduzidas. Fazendo com que os teste de germinação e vigor sejam bastante utilizados para a avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes (OHLSON et al., 2010).

Tabela 1 – Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de variância, coeficiente de variação (CV) e média geral do experimento para variáveis avaliadas no delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial com cultivares e origem de sementes de soja.

FV	GL	Quadrados Médios das Variáveis ⁽¹⁾ Avaliadas			
		PC	G	IVG	
Cultivar	4	29,12 ^{ns}	5,92 ^{ns}	6,7368 ^{ns}	
Origem	1	250,88 ^{**}	46,08 [*]	33,0159 ^{**}	
Interação	4	177,28 ^{**}	24,48 [*]	24,0494 ^{**}	
Erro	40	25,76	8,96	3,0177	
CV (%)		5,79	3,08	4,31	
Média		87,68	97,28	40,3014	

FV	GL	Quadrados Médios das Variáveis Avaliadas			
		CR	CPA	MSR	MSPA
Cultivar	4	594,0307 ^{ns}	452,1758 ^{ns}	0,00322 ^{**}	0,00375 ^{**}
Origem	1	185,5123 ^{ns}	21,1770 ^{ns}	0,00375 ^{**}	0,011796 ^{**}
Interação	4	301,4337 ^{ns}	607,7783 ^{ns}	0,001796 ^{**}	0,017831 ^{**}
Erro	40	301,4337	241,4658	0,000313	0,000642
CV (%)		14,67	15,71	7,31	9,07
Média		118,3494	98,8836	0,24218	0,27936

⁽¹⁾ PC = Primeira Contagem, em %; G = Germinação, em %; IVG = Índice de Velocidade de Germinação; CR = Comprimento de Radícula, em mm; CPA = Comprimento de Parte Aérea, em mm; MSR = Massa Seca de Radícula, em g; MSPA = Massa Seca de Parte Aérea, em g. * e ** indicam efeito significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} indica efeito não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De modo geral, não houve diferença significativa entre cultivares para a variável primeira contagem (PC), porém, quando levamos em consideração a origem das sementes, tem-se diferença significativa, sendo a maior contagem observada em sementes de origem comercial (89,92%). Ainda, ao analisarmos individualmente a origem das cultivares, é notória a variação de PC para algumas cultivares, como é o caso da BMX ZEUS IPRO, na qual observamos resultado superior em 14,40%, para o lote de sementes de origem comercial. No entanto, o oposto também é observado,

em que para a cultivar NA 5909 RG, observou-se a maior média (92,80%) em sementes de origem salva (Tabela 2). Tais resultados assemelham-se aos encontrados por Tonello (2017), que observou maior vigor, por meio da primeira contagem, em sementes comerciais de soja das cultivares NS 5445 IPRO e BMX Ativa RR, em relação a sementes salvas.

Quanto a germinação, de modo geral, entre as cultivares não houve diferença significativa, porém para origem de sementes, houve diferença significativa, sendo a maior média geral observada em sementes de origem comercial (98,24%) (Tabela 2). Corroborando com Tonello (2017), que aferiu germinação superior em sementes de procedência comercial, em relação a sementes de procedência salva, para as cultivares NS 5445 IPRO e BMX Ativa RR, nos anos agrícolas 2015/16 e 2016/17. Independentemente das procedências e cultivares, é evidente que as sementes de soja avaliadas encontravam-se acima do limite mínimo de 80% de germinação, exigido pela legislação para fins de comercialização (BRASIL, 2013).

Ainda, em estudo realizado por Rampim et al. (2016) acerca de sementes de soja de procedência certificada e salva, foram observados resultados superiores de germinação, bem como, de vigor no teste de primeira contagem, para sementes de procedência certificada. Sendo observado 11,50% de plântulas normais de primeira contagem em sementes salvas, enquanto que para sementes certificadas, o resultado encontrado foi de 89,50% para a variável em questão. Bellé et al. (2016) realizou um trabalho semelhante, no qual destacou que normalmente sementes certificadas apresentam maior qualidade de germinação em comparação com sementes salvas, salientando que tal diferença pode se dar em função de condições de armazenamento que estas são submetidas, em que lotes certificados são armazenados com umidade e temperatura controlada, e já as sementes salvas, geralmente são armazenadas em condições climáticas desfavoráveis para manutenção da viabilidade das sementes.

Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG), sabe-se que quanto maior for seu resultado, maior é a velocidade de estabilização da germinação do lote de sementes, ou seja, altos valores de IVG são almejados para obtenção de ótimos resultados. De maneira geral, dentre as cultivares em estudo, não foi encontrada diferença significativa, porém, a cultivar NA 5909 RG destacou-se, apresentando média geral superior às demais (41,478). No entanto, houve diferença significativa entre as origens de sementes, onde foram observados os valores 41,114 e 39,488 de IVG para sementes de origem comercial e de origem salva, respectivamente. Os melhores

resultados para a variável foram observados em sementes de origem comercial, nas cultivares BMX ZEUS IPRO e NEO 610 IPRO, respectivamente, sendo seguidos pela cultivar NA 5909 RG de origem salva (Tabela 2).

Segundo Smaniotto et al. (2014), o IVG de sementes de soja tende a decrescer significativamente ao longo do período de armazenamento das sementes, principalmente em sementes armazenadas com teores mais elevados de umidade. Como observado pelos autores, onde valores de IVG que inicialmente eram de 45,80, 45,70 e 43,90 reduziram para 32,70, 31,80 e 32,00 ao final do período de armazenamento ao qual foram submetidos, nos teores de umidade iniciais de 12, 13 e 14%, respectivamente. Resultados semelhantes, foram observados por Braccini et al. (1997) em sementes de soja armazenadas por zero, três e seis meses em condição ambiente. Silva e Viera (2006) destacam que dentre os testes de vigor mais conhecidos encontra-se o IVG, pois este é de fácil execução, uma vez que a coleta de dados é efetuada em conjunto ao teste de germinação. Assim, o teste de velocidade de germinação considera que lotes cujas sementes germinam mais rapidamente, são mais vigorosos (SMANIOTTO et al., 2014).

Tabela 2 – Comparação de médias para variáveis de qualidade fisiológica de sementes avaliadas no delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial com cultivares e origens de sementes em soja.

Cultivar	Origem Salva	Origem Comercial	Geral/Cultivar
	PC = Primeira Contagem (%)		
NA 5909 RG	92,80 aA	85,60 bA	89,20 A
NEO 610 IPRO	82,40 bB	92,80 aA	87,60 A
BMX RAIO IPRO	84,40 aA	90,40 aA	88,40 A
BMX ZEUS IPRO	77,60 bB	92,00 aA	84,80 A
SYN 1561 IPRO	88,00 aA	88,81 aA	88,40 A
Geral	85,44 b	89,92 a	87,68
	G = Germinação (%)		
NA 5909 RG	99,20 aA	97,60 aA	98,40 A
NEO 610 IPRO	93,60 bB	99,20 aA	96,40 A
BMX RAIO IPRO	96,80 aA	97,60 aA	97,20 A
BMX ZEUS IPRO	94,40 bB	99,20 aA	96,80 A
SYN 1561 IPRO	97,60 aA	97,60 aA	97,60 A
Geral	96,32 b	98,24 a	97,28
	IVG = Índice de Velocidade de Germinação		
NA 5909 RG	42,138 aA	40,818 aB	41,478 A
NEO 610 IPRO	37,150 bB	42,206 aA	39,678 A
BMX RAIO IPRO	40,406 aA	40,700 aB	40,553 A
BMX ZEUS IPRO	37,982 bB	42,850 aA	40,416 A
SYN 1561 IPRO	39,768 aA	38,996 aB	39,382 A

Geral	39,488 b	41,114 a	40,3014
CR = Comprimento de Radícula (mm)			
NA 5909 RG	126,338	117,866	122,102 A
NEO 610 IPRO	97,284	113,832	105,558 A
BMX RAIO IPRO	128,284	123,018	125,651 A
BMX ZEUS IPRO	115,172	120,074	117,623 A
SYN 1561 IPRO	115,138	126,588	120,813 A
Geral	116,4232 a	120,2756 a	118,3494
CPA = Comprimento de Parte Aérea (mm)			
NA 5909 RG	80,440	99,842	90,141 A
NEO 610 IPRO	94,268	96,010	95,139 A
BMX RAIO IPRO	113,734	90,628	102,181 A
BMX ZEUS IPRO	106,260	109,336	107,798 A
SYN 1561 IPRO	102,970	95,348	99,159 A
Geral	99,5344 a	98,2328 a	98,8836
MSR = Massa Seca de Radícula (g)			
NA 5909 RG	0,2462 aA	0,2470 aB	0,2466 A
NEO 610 IPRO	0,2262 aA	0,2108 aC	0,2185 B
BMX RAIO IPRO	0,2226 aA	0,2370 aB	0,2298 B
BMX ZEUS IPRO	0,2370 bA	0,2894 aA	0,2632 A
SYN 1561 IPRO	0,2356 bA	0,2700 aA	0,2528 A
Geral	0,23352 b	0,25084 a	0,24218
MSPA = Massa Seca de Parte Aérea (g)			
NA 5909 RG	0,2686 bB	0,3102 aA	0,2894 A
NEO 610 IPRO	0,2780 aB	0,2654 aB	0,2717 B
BMX RAIO IPRO	0,2808 bB	0,3360 aA	0,3084 A
BMX ZEUS IPRO	0,3196 aA	0,2050 bC	0,2623 B
SYN 1561 IPRO	0,3266 aA	0,2034 bC	0,2650 B
Geral	0,29472 a	0,26400 b	0,27936

(1) Médias de cultivares não seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e médias de origens de sementes não seguidas pela mesma letra minúscula na linha diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em relação as variáveis comprimento de radícula (CR) e comprimento de parte aérea (CPA), não houve diferença significativa, no geral, para cultivares e para origem de sementes. No entanto, a cultivar BMX RAIO IPRO apresentou a maior média geral dentre as cultivares (125,651 mm) para CR. Já para CPA, a maior média geral dentre as cultivares foi observada na cultivar BMX ZEUS IPRO (107,798 mm).

De modo geral, houve diferença significativa entre as cultivares para a variável massa seca de radícula (MSR), em que os melhores resultados foram observados para as cultivares BMX ZEUS IPRO, SYN 1561 IPRO e NA 5909 RG, respectivamente (0,2632, 0,2528 e 0,2466 g, respectivamente). Também foi observada diferença significativa dentre as origens das sementes, em que a maior média geral foi observada para sementes de origem comercial (0,25084 g). Os melhores resultados

para MSR foram observados nas cultivares BMX ZEUS IPRO e SYN 1561 IPRO de origem comercial (0,2894 e 0,2700 g, respectivamente) (Tabela 2).

Para a variável massa seca de parte aérea (MSPA), de modo geral, houve diferença significativa entre cultivares, em que as maiores médias foram observados para as cultivares BMX RAIO IPRO e NA 5909 RG, respectivamente (0,3084 e 0,2894 g, respectivamente). Ainda, quanto a origem das sementes, a maior média geral foi observada em sementes de origem salva (0,29472 g). Os melhores resultados foram observados em BMX RAIO IPRO de origem comercial (0,336 g), SYN 1561 IPRO e BMX ZEUS IPRO de origem salva (0,3266 e 0,3196 g, respectivamente) (Tabela 2).

De modo geral, conforme a classificação de Pimentel-Gomes (2009) a precisão experimental foi baixa ($22,24 \leq CV \leq 30,94\%$) para as variáveis do teste de envelhecimento acelerado. No entanto, houve efeito significativo para cultivares e origem de sementes pelo teste F ($p \leq 0,05$), e assim, verificou-se interação significativa entre esses fatores ($p > 0,05$) para ambas as variáveis (Tabela 3).

Tabela 3 – Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de variância, coeficiente de variação (CV) e média geral do experimento para variáveis avaliadas no delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial com cultivares e origem de sementes de soja.

FV	GL	Quadrados Médios das Variáveis ⁽¹⁾ Avaliadas		
		SNG (%)	PA (%)	PN (%)
Cultivar	4	1672,10**	1105,15**	3955,15**
Origem	1	3240,00**	1188,10**	8352,10**
Interação	4	631,00**	1168,85**	1006,35**
Erro	30	21,40	126,50	108,30
CV (%)		22,24	30,94	24,29
Média		20,80	36,35	42,85

⁽¹⁾ SNG = Sementes Não Germinadas, em %; PA = Plântulas Anormais, em %; PN = Plântulas Normais, em %. * e ** indicam efeito significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} indica efeito não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De modo geral, houve grande variação entre as cultivares para a variável sementes não germinadas (SNG), oscilando de 3,25 até 39,75% (SYN 1561 IPRO e NA 5909 RG, respectivamente). Ainda, ao comparar as médias gerais das origens de sementes, nota-se que as sementes de origem comercial destacaram-se, apresentando 29,80% de SNG, enquanto que sementes de origem salva, apresentaram média geral de 11,80% (Tabela 4).

Para a variável plântulas anormais (PA), foi observada diferença significativa entre cultivares, em que a cultivar NEO 610 IPRO destacou-se das demais, dispendo de média geral de 50,50% de plântulas anormais do teste de envelhecimento acelerado. Ainda, de modo geral, sementes provenientes de origem comercial apresentaram maior média geral (41,80%) que sementes de origem salva (30,90%). Dentre os valores obtidos após a avaliação do teste de envelhecimento acelerado, nota-se que sementes de origem salva da cultivar SYN 1561 IPRO apresentaram a menor porcentagem (9,00%) para PA e SNG, em comparação as demais, apontando alta resistência as condições adversas proporcionadas pelo envelhecimento acelerado.

Em relação a variável plântulas normais (PN), houve grande variação entre as cultivares de modo geral, tendo sido a maior e menor média geral observadas nas cultivares SYN 1561 IPRO (78,25%) e NA 5909 RG (18,50%), respectivamente. Ainda, dentre as origens de sementes, observa-se que sementes de origem salva apresentaram maior média geral (57,30%). Tendo a cultivar SYN 1561 IPRO se destacado quanto a variável plântulas normais, dispendo da maior porcentagem, tanto para sementes salvas quanto para sementes comerciais (88,50 e 68,00%, respectivamente), o oposto foi observado para a cultivar NA 5909 RG, que apresentou a menor porcentagem para sementes salvas e comerciais (31,50 e 5,50%, respectivamente) (Tabela 4).

Inúmeros fatores podem estar associados a variações no vigor de sementes, dentre eles, os mais conhecidos são a constituição genética, condições ambientais como oscilações extremas de temperatura e umidade relativa do ar, estado nutricional da planta mãe, estágio de maturação no momento da colheita, tamanho da semente, peso ou densidade específica, integridade mecânica, idade, deterioração e patógenos (COSTA et al., 2001; MARCOS FILHO, 2005; PÁDUA et al., 2010). Como já citado, o baixo vigor aferido nas sementes de soja pode estar relacionado com a presença de patógenos, como foi observado por Rampim et al. (2016) durante testes de envelhecimento acelerado em lotes de sementes salvas de soja, onde o autor verificou a presença de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. e *Penicilliu* sp., presumindo a ligação destes com a redução de vigor observada.

Ainda, Silva (2010) e Rampim (2016) alertam que variações na resposta das sementes à períodos de envelhecimento acelerado, podem ser atribuídas a fatores inerentes às sementes de cultivares em estudo, com as condições climáticas de

múltiplos estresses, enquanto estão ligadas à planta mãe, período da colheita ou condições de armazenamento.

Visto que o vigor das sementes influencia o desempenho inicial das plantas, torna-se necessário a obtenção de sementes com alta viabilidade, possibilitando germinação rápida e uniforme (KOLCHINSKI et al., 2005; MEOTTI et al., 2012). Com o passar do tempo, a influência do vigor nas plantas torna-se inversamente proporcional ao seu crescimento e desenvolvimento, predominando então, influências genéticas e ambientais (BRACCINI et al., 2004; DAN et al., 2010; DAN et al., 2011).

Tabela 4 – Comparação de médias para variáveis avaliadas por meio do teste de envelhecimento acelerado, avaliadas no delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial com cultivares e origens de sementes em soja.

Cultivar	Origem Salva	Origem Comercial	Geral/Cultivar
	SNG = Sementes Não Germinadas (%)		
NA 5909 RG	16,50 bB	63,00 aA	39,75 A
NEO 610 IPRO	03,50 bC	20,00 aC	11,75 D
BMX RAIO IPRO	09,00 bC	29,50 aB	19,25 C
BMX ZEUS IPRO	27,50 aA	32,50 aB	30,00 B
SYN 1561 IPRO	02,50 aC	04,00 aD	03,25 E
Geral	11,80 b	29,80 a	20,80
PA = Plântulas Anormais (%)			
NA 5909 RG	52,00 aA	31,50 bB	41,75 B
NEO 610 IPRO	31,50 bA	69,50 aA	50,50 A
BMX RAIO IPRO	21,50 bB	47,00 aB	34,25 B
BMX ZEUS IPRO	40,50 aA	33,00 aB	36,75 B
SYN 1561 IPRO	09,00 bB	28,00 aB	18,50 C
Geral	30,90 b	41,80 a	36,35
PN = Plântulas Normais (%)			
NA 5909 RG	31,50 bC	05,50 aC	18,50 D
NEO 610 IPRO	65,00 aB	10,50 bC	37,75 C
BMX RAIO IPRO	69,50 aB	23,50 bB	46,50 B
BMX ZEUS IPRO	32,00 aC	34,50 aB	33,25 C
SYN 1561 IPRO	88,50 aA	68,00 bA	78,25 A
Geral	57,30 a	28,40 b	24,29

⁽¹⁾ Médias de cultivares não seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e médias de origens de sementes não seguidas pela mesma letra minúscula na linha diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao avaliar a qualidade sanitária das sementes de ambas as cultivares e origens, observou-se principalmente a presença dos fungos *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Cercospora* sp. e *colletotrichum* sp., sendo sua presença quantificada e expressa em porcentagem (Tabela 5). Aferindo a qualidade sanitária de sementes de soja de procedência comercial e salva em cultivares de soja (NS 5445 IPRO e BMX Ativa RR),

Tonello (2017) também observou maior expressividade da presença dos fungos *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp., em ambas as cultivares e procedências.

Para *Fusarium* sp., nota-se que sua presença foi superior em sementes de origem salva (9,80%), tendo destaque nas cultivares SYN 1561 IPRO e BMX ZEUS IPRO, onde observou-se as maiores porcentagens (15,00 e 12,00%, respectivamente) dentre as sementes de origem salva, e ainda, para a cultivar NA 5909 RG, que apresentou a maior porcentagem dentre as sementes de origem comercial (12,00%) (Tabela 5).

Em relação ao fungo *Aspergillus* sp., no geral, sua presença foi maior em sementes de origem comercial (6,00%), em especial nas cultivares BMX RAIO IPRO e NA 5909 RG, respectivamente (11,00 e 10,00%, respectivamente) (Tabela 5).

Quanto a *Cercospora* sp., no geral, sua presença foi superior em sementes de origem salva, porém em valores muito baixos, em média 1,40%. O mesmo ocorreu para *Colletotrichum* sp., o qual teve incidência muito baixa na média, 1,80 e 2,00% para sementes de origem salva e comercial, respectivamente. Porém, sua incidência foi superior nas cultivares SYN 1561 IPRO e NA 5909 RG (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados obtidos a partir da análise de qualidade sanitária realizada em sementes de cultivares de soja provenientes de diferentes origens.

Cultivar	Origem Salva	Origem Comercial	Origem Salva	Origem Comercial
	<i>Fusarium</i> sp. (%)		<i>Aspergillus</i> sp. (%)	
NA 5909 RG	10,00	12,00	2,00	10,00
NEO 610 IPRO	3,00	6,00	0,00	2,00
BMX RAIO IPRO	9,00	6,00	2,00	11,00
BMX ZEUS IPRO	12,00	6,00	1,00	1,00
SYN 1561 IPRO	15,00	7,00	2,00	6,00
Média Geral	9,80	7,40	1,40	6,00
Cultivar	<i>Cercospora</i> sp. (%)		<i>Colletotrichum</i> sp. (%)	
NA 5909 RG	0,00	0,00	6,00	4,00
NEO 610 IPRO	1,00	0,00	0,00	0,00
BMX RAIO IPRO	2,00	0,00	0,00	1,00
BMX ZEUS IPRO	2,00	0,00	0,00	1,00
SYN 1561 IPRO	2,00	1,00	3,00	4,00
Média Geral	1,40	0,20	1,80	2,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Grande parte dos patógenos da soja é transmitida via sementes, sendo o uso de sementes contaminadas, originadas de diferentes áreas de produção, responsável pela introdução e aumento de novas doenças ou raças fisiológicas de patógenos

(LACERDA et al., 2003; MINUZZI et al., 2010), sendo assim, a utilização de sementes saudáveis uma das formas de evitar tal disseminação (BELLÉ et al., 2016). Nesse sentido, vale ressaltar que, a qualidade sanitária em cultivares de soja está intimamente ligada a fatores genéticos e condições edafoclimáticas à que a cultura é exposta durante seu ciclo, visto que, estas podem beneficiar ou prejudicar o desenvolvimento de fitopatógenos. Nesse sentido, a expressão final de sanidade e, por consequência, de qualidade fisiológica de sementes, está ligada as condições em que a cultura este submetida a campo e durante o período de armazenamento de suas sementes (ALBRECHT et al., 2008; RAMPIM et al., 2016; TONELLO, 2017).

5 CONCLUSÃO

De modo geral, quanto a qualidade fisiológica e desempenho de plântulas, sementes de origem comercial apresentaram resultados superiores aos obtidos para sementes de origem salva. Em que, as cultivares BMX ZEUS IPRO, BMX RAI0 IPRO e NEO 610 IPRO proporcionaram os melhores resultados.

As sementes de origem salva mostraram-se superiores, de acordo com o teste de envelhecimento acelerado, porém, apenas as sementes da cultivar SYN 1561 IPRO resultaram em valores aceitáveis para uso.

A qualidade sanitária das sementes foi alta, visto que a incidência de patógenos foi baixa, sendo os de maior expressividade *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp. nas origens salva e comercial, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; AGUIAR, C. G.; ÁVILA, M. R.; STÜLP, M. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 445-454, 2008.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia. Volume 1 - Princípios e Conceitos**. 5ª Edição. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda. 2018. 573 p.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCOPIO, S. O.; DEBIASI, H. FRANCHINI, J. C. **Densidade de plantas na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 36 p.
- BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S. M.; KUHN, P. R.; MIGLIORINI, P.; SANGIOGO, M.; KOCH, F. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de soja da região norte do Rio Grande do Sul. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 9, n. 31, p. 1-10, 2016.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; SILVA, A. P. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja em latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 787-794, 2006.
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1987. 61 p.
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.
- BRACCINI, A. L. E.; MOTTA, I. S.; SCAPIN, C. A.; BRACCINI, M. C. L.; ÁVILA, M. R.; MESCHÉDE, D. K. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 81-92, 2004.
- BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, T. Influência do processo de hidratação-desidratação na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, p. 80-87, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa, Nº 45**, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, DF, 20 set. 2013. p. 25, Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análises de sementes. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária - Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588 p.

CHEROBINI, Edicléia Aparecida Lensen. **Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Curso de pós-graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, 2006.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Base de dados estatísticos**. 2021. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em 27 ago. 2021.

COSTA, N. P.; FRANÇA-NETO, J. B.; PEREIRA, J. E.; MESQUITA, C. M.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 102-107. 2001.

DALL'AGNOL, A. **A Embrapa Soja no contexto no desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília: Embrapa, 2016. 73 p.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticida sob efeito de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 131-139, jun. 2010.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. P.; RICCI, T. T.; PICCINI, G. G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes período de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 6, n. 2, p. 215-222, abr./jun. 2011.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. Disponível em: <<https://www.fao.org/home/en/>>. Acesso em 12 set. 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2010.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYANOWSKY, F. C.; HENNING, A. A.; PADUA, G. P. L.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p.

FREITAS, M. C. M. A Cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

GOULART, A. C. P. **Fungos em Sementes de Soja: detecção, importância e controle**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 71 p.

HENNING, A. A. **Guia prático para identificação de fungos mais frequentes em sementes de soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 33 p.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p.

HESSE, G. **O Brasil da Soja**: Abrindo Fronteiras, Semeando Cidades. Porto Alegre: L&MP, 1996.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p.

IGREJA, A. C. M.; PACKER, M. F.; ROCHA, M. B. **A evolução da soja no estado de Goiás e seu impacto na composição agrícola**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1988. 20 p.

ISTA - INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods Zürich**. ISTA, 1981. 72 p.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

KRZYANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. A **Semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades** - Série Sementes. Circular técnica 55. Londrina, 2008.

KRZYANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. D. B.; HENNING, A. D. A.; COSTA, N. P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades**: série sementes. Londrina: Embrapa, 2008. 8 p.

KRZYANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes**. Londrina: ABRATES, 2001. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/446594>>. Acesso em 22 ago. 2021.

LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 97-105, 2003.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

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

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-3.

MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 14-22, 2012.

MINUZZI, A.; BRACCINI, A. L.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIN, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

MUGNOL, D.; EICHELBERGER, L. **Qualidade de sementes**. Embrapa Trigo. Passo Fundo. 2008. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do94_39.htm>. Acesso em: 18 mar. 2022.

NAVARRO J. H. M.; COSTA, J. A. Expressão do potencial de rendimento de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 275-279, mar. 2002.

OHLSON, O. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CAIEIRO, J. T.; PANOBIANCO, M. Teste de envelhecimento acelerado de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 118-124, 2010.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇA NETO, J. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. 414 p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba, FEALQ, 2009. 451 p.

RAMPIM, L.; LIMA, P. R.; HERZOG, N. F. M.; ABUCARMA, V. M.; MEINERS, C. C.; LANA, M. do C.; MALAVASI, M. de M.; MALAVASI, U. C. Physiological and sanitary quality of comercial and saved seeds of soybean. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v. 15, n. 4, p. 476-486, 2016.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis methods for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. C. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 348 p.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Comportamento de sementes de cultivares de soja submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 755-762, set./out. 2010.

SILVA, J. B.; VIERA, R. D. Avaliação do potencial fisiológica de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p.128-134, 2006.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3. ed. Santa Maria: UFSM, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TONELLO, Eduardo Silvestrini. **Desempenho agrônomo de cultivares e incidência de doenças em cultivares de soja provenientes de sementes salvas e certificadas**. 2017. 30 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Erechim. 2017.

ZANON, A. J.; SILVA, M. R.; TAGLIAPIETRA, E. L.; CERA, J. C.; BEXAIRA, K. P.; RICHTER, G. L.; DUARTE, A. J.; ROCHA, T. S. M.; WEBER, P. S.; STRECK, N. A. **Ecofisiologia da Soja Visando Altas Produtividades**. 1. ed. Santa Maria: Palloti, 2018.