

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA E DO
ÓLEO EXTRAÍDO APÓS PERÍODO DE ARMAZENAGEM

PALOTINA

2023

HELOISA DE OLIVEIRA MACHADO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA E DO ÓLEO EXTRAÍDO
APÓS PERÍODO DE ARMAZENAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Setor de Palotina, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia.

Orientador: Prof Dr Luis Fernando Souza Gomes.

PALOTINA

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E EXATAS
Rua Pioneiro, 2153, - - Bairro Jardim Dallas, Palotina/PR, CEP 85950-
000 Telefone: 3360-5000 - <http://www.ufpr.br/>

ATA DE REUNIÃO

Aos trinta dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e três, às vinte horas, na Sala 24 do Bloco Didático V, na Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, realizou-se a Defesa Pública e Oral do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja e do Óleo Extraído Após Período de Armazenagem" apresentado pela discente Heloísa de Oliveira Machado, orientada pelo Prof. Dr. Luis Fernando Souza Gomes, como um dos requisitos obrigatórios para conclusão do curso de graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. Iniciados os trabalhos, o orientador e Presidente da Banca concedeu a palavra à discente, para exposição do seu trabalho. A seguir, foi concedida a palavra em ordem sucessiva aos membros da Banca de Exame, os quais passaram a arguir a discente. Ultimada a defesa, que se desenvolveu nos termos normativos, a Banca de Exame, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo atribuído à discente as seguintes notas: Profa. Dra. Raquel Stroher, nota: 90 (noventa), Profa. Dra. Tania Sila Campioni Magon, nota: 90 (noventa), e Prof. Dr. Luis Fernando Souza Gomes, nota: 90 (noventa). A nota final da discente, após a média aritmética dos três membros da banca de exame, foi 90 (noventa). As considerações e sugestões feitas pela Banca de Exame deverão ser atendidas pela discente sob acompanhamento de seu orientador. Nada mais havendo a tratar foi lavrada a presente ata, que, lida e aprovada, vai por todos assinada eletronicamente.



Documento assinado eletronicamente por **LUIS FERNANDO SOUZA GOMES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/07/2023, às 17:25, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RAQUEL STROHER, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/07/2023, às 18:37, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **TANIA SILA CAMPIONI MAGON, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 05/07/2023, às 17:33, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador 5695124 e o código CRC B5184DD4.

Referência: Processo nº 23075.020754/2023-11

5695124

SEI nº

Dedico este trabalho à minha mãe, mulher guerreira que me ensinou a sorrir e ter fé mesmo nos momentos de dor. Sei que, apesar de não estar presente fisicamente, abençoa meus passos e inspira as minhas decisões e, espero, um dia, poder sentir, novamente, seu abraço quente e acolhedor. Dedico este momento ao meu avô Paulo, um homem com cabelos prateados e coração de ouro. Ele sempre teve orgulho e acreditou neste momento da minha vida, com seu jeito brincalhão, ele me moldou com humildade no caráter. A mim mesma, por persistir, acreditar e buscar nas adversidades da vida, maneiras de atingir os objetivos impostos para realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me abençoado até aqui.

À minha família, agradeço pelo apoio incansável, amor e compreensão que sempre me deram. Em especial a meus avôs, Paulo e Sebastiana, minha tia Carmem, minha irmã Mariana; que me auxiliou, minhas irmãs Isadora e Fabiana e meu Pai, Edvaldo. Sou grata por ter vocês como minha família e por todo o incentivo e suporte que me deram ao longo dessa jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Fernando Souza Gomes agradeço por ter colaborando fundamentalmente para realização deste trabalho. Seu conhecimento, experiência foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

À equipe do laboratório LaborTec, agradeço pela disponibilidade e colaboração em fornecer os recursos e equipamentos necessários para a realização dos experimentos e análises. Em especial a Rita Borges, que se dedicou a passar técnicas e conhecimento, o que ajudou a tornar este projeto possível.

À Raquel Stroher, responsável por dar suporte em diversos momentos ao decorrer do curso, momentos que foram cruciais para chegada até aqui.

Ao Rodrigo Sequinel, por proporcionar a oportunidade de participar de um de seus projetos, além de orientar em estágio não obrigatório.

À Tania Campioni, coordenadora do curso, banca e crucial para este momento.

A Eduarda Miranda, Bruna de Paula, Eduardo Frigo, Daniel Santos, Evelange Hoffmann, Gian Kit, Fabio Zambiasi, Jean Gabriel, Daniel Santos, Mayumi Yamate, Paula Kugelmeier e Vitor Linke; meus amigos, desde os que conquistei nesta jornada acadêmica aos que já faziam parte da minha trajetória. Em especial, a Mariana Carvalho que fechou uma parceria implacável com intuito de jamais deixar abater ou desistir do objetivo, o real motivo e importância desta etapa.

A Leandro Gonzaga, meu namorado que se fez presente neste momento.

A todos vocês, o meu muito obrigado. Este trabalho é resultado do esforço e trabalho em equipe de cada um de vocês. Serei sempre grata por ter vocês em minha vida.

“Eu sempre gosto de olhar o lado otimista da vida, mas sou realista o suficiente para saber que a vida é uma questão complexa.”

(WALT DISNEY)

RESUMO

Considerando a importância do agronegócio tanto no Brasil quanto no cenário global, a biotecnologia desempenha um papel fundamental ao oferecer diversas técnicas que contribuem para o avanço desse setor, foi investigado o impacto do armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja, com ênfase no setor do agronegócio. Através da aplicação de técnicas biotecnológicas, buscou-se aumentar a produtividade agrícola e suprir a crescente demanda por alimentos. Foram realizados testes de germinação, tetrazólio e análise de umidade para avaliar a qualidade fisiológica das sementes durante distintos períodos de armazenamento. Além disso, bioensaios foram conduzidos para quantificar a porcentagem de óleo bruto das sementes da soja, incluindo extração e análise de acidez total. Com objetivo de estabelecer uma correlação clara entre o armazenamento da semente de soja e suas características oxidativas, que podem resultar em um aumento no teor de ácidos graxos livres (AGL) e afetar diretamente a porcentagem de lipídios presentes na semente. Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas no teste de germinação, acarretando em uma viabilidade alta que ocasionou o mascarando na correlação entre o período de armazenamento e a qualidade fisiológica das sementes, o teste de tetrazólio ainda revelou danos latentes semelhantes entre as amostras, porém demonstrou uma discrepância significativa entre os danos causados pela umidade, sendo eles progressivos, afirmando a presença da correlação, sendo a amostra 846 – TMG 2383 iPRO, armazenada por 4 meses, severamente impactada por este dano, resultando em um vigor menor (64%) em comparação com a amostra 847 – NS 5505i2X (88%), como reflexo temos o baixo índice de emergência da plântula a campo. Além disso, o armazenamento teve uma influência negativa na extração de óleo bruto, com a amostra 846 – TMG 2383 iPRO apresentando menor rendimento e maior acidez. Esses resultados ressaltam a importância crucial de levar em consideração o tempo de armazenamento e seus efeitos na qualidade fisiológica das sementes de soja. Danos decorrentes da umidade comprometem não apenas a produtividade no campo, mas também a qualidade do produto final, especialmente no que se refere à extração de óleo de soja.

Palavras-chave: Armazenamento. Qualidade fisiológica das sementes de soja; Danos por umidade. Vigor; Óleo bruto.

ABSTRACT

Considering the importance of agribusiness both in Brazil and in the global scenario, biotechnology plays a fundamental role by offering various techniques that contribute to the advancement of this sector, the impact of storage on the physiological quality of soybean seeds was investigated, with an emphasis on the agribusiness sector. Through the application of biotechnological techniques, the aim was to increase agricultural productivity and meet the growing demand for food. Germination tests, tetrazolium tests, and moisture analysis were conducted to assess the physiological quality of seeds during different storage periods. Additionally, bioassays were performed to quantify the percentage of crude oil in soybean seeds, including extraction and total acidity analysis. The objective was to establish a clear correlation between soybean seed storage and its oxidative characteristics, which can result in an increase in free fatty acid content and directly affect the percentage of lipids present in the seed. Although no significant differences were found in the germination test, resulting in high viability that masked the correlation between storage period and seed physiological quality, the tetrazolium test revealed latent damages similar among the samples but showed a significant discrepancy in damages caused by moisture, which were progressive, affirming the presence of the correlation. Sample 846 - TMG 2383 iPRO, stored for 4 months, was severely impacted by this damage, resulting in lower vigor (64%) compared to sample 847 - NS 5505i2X (88%), reflecting the low seedling emergence rate in the field. Furthermore, storage had a negative influence on the extraction of crude oil, with sample 846 - TMG 2383 iPRO showing lower yield and higher acidity. These results highlight the crucial importance of considering storage time and its effects on the physiological quality of soybean seeds. Damages resulting from moisture compromise not only field productivity but also the quality of the final product, particularly in soybean oil extraction.

Keywords: Storage. Physiological quality of soybean seeds; Moisture damage; Vigor. Crude oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - GERMINADOR MANGELSDORF DIGITAL	23
Figura 2 -TABULEIRO CONTADOR DE SEMENTES	23
Figura 3 - DOBRADURA SEGUIDA DE ENROLAMENTO DOS RPS.....	24
Figura 4 - AMOSTRAS DISPOSTAS NO GERMINADOR	25
Figura 5 - MEDIDOR DE UMIDADE DE SEMENTES PORTÁTIL G650I MARCA GEHAKA	26
Figura 6 - TÁBUA CONTADORA.....	27
Figura 7 - IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS	27
Figura 8 - FICHA DE AVALIAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO	28
Figura 9 - MICRO MOINHO DE FACAS SL-30.....	30
Figura 10 - EXTRATOR DE ÓLEOS E GRAXAS ANALÓGICO ATRAVÉS DE SOLVENTE 6 PROVAS (SL-201	30

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - COMPARATIVO ENTRE AMOSTRAS TAXA DE VIABILIDADE.....	37
GRÁFICO 2 - COMPARATIVO ENTRE AMOSTRAS NÍVEL DE VIGOR	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TESTE DE GERMINAÇÃO AMOSTRA 846 - TMG 2383 IPRO	33
TABELA 2 - TESTE DE GERMINAÇÃO AMOSTRA 847 - NS 5505i2x	33
TABELA 3 - TESTE DE TERRAZÓLIO AMOSTRA 846 - TMG 2383 IPRO	35
TABELA 4 - TESTE DE TETRAZÓLIO AMOSTRA 847 - NS 5505i2x	36
TABELA 5 - EXTRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO AMOSTRA 846 - TMG 2383 IPRO.....	40
TABELA 6 - EXTRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO AMOSTRA 847 - NS 5505i2x	40
TABELA 7 - DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ AMOSTRA 846 - TMG 2383 IPRO	41
TABELA 8 - DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ AMOSTRA 847 - NS 5505i2x	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 A SOJA (GLYCINE MAX)	15
2.2 O ARMAZENAMENTO.....	15
2.3 INFLUÊNCIA DA CONDIÇÃO DA SEMENTE ANTES DA ARMAZENAGEM.....	16
2.4 INFLUÊNCIA DA UMIDADE	17
2.5 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA	18
2.6 INFLUÊNCIA GENÉTICA.....	19
2.7 O ÓLEO DE SOJA.....	19
2.8 BIODIESEL	20
3 METODOLOGIA.....	21
3.1 AMOSTRAGEM.....	21
3.2 TESTE DE GERMINAÇÃO	21
3.3 TESTE DE UMIDADE	24
3.4 TESTE DE TETRAZÓLIO.....	25
3.5 SECAGEM DAS AMOSTRAS	28
3.6 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS	28
3.7 EXTRAÇÃO DE OLÉO BRUTO	30
3.8 TITULAÇÃO PARA ACIDEZ TOTAL	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 TESTE DE GERMINAÇÃO	33
4.2 GRAU DE UMIDADE.....	35
4.3 TESTE DE TETRAZÓLIO	35
4.4 EXTRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO	39
4.5 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ	40
5 CONCLUSÃO.....	43
APÊNDICE.....	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Considerando a importância do agronegócio tanto no Brasil quanto no cenário global, a biotecnologia desempenha um papel fundamental ao oferecer diversas técnicas que contribuem para o avanço desse setor. Essas técnicas têm como objetivo aumentar a produtividade agrícola e suprir a demanda mundial em constante crescimento por alimentos. De acordo com Silveira et al. (2006), a inovação agrícola tem se voltado cada vez menos para avanços mecânicos e químicos, direcionando-se mais para o campo científico e para técnicas moleculares e celulares. Isso visa otimizar a produtividade, reduzir custos e aprimorar a qualidade dos alimentos e produtos. A biotecnologia tem introduzido inovações estratégicas que englobam políticas governamentais, desde níveis estaduais até federais.

A soja (*Glycine max*) se destaca na economia brasileira e apresenta características fisiológicas de grande valor para a biotecnologia. A semente de soja possui um alto valor nutricional sendo obtido através de seu processamento, subprodutos, o óleo de soja é um exemplo destes, desempenhando um papel essencial na cadeia produtiva com amplas aplicações. Entretanto, Ciabotti (2019) destaca que o *flavor* ou sabor da soja representa um desafio para sua utilização como proteína humana devido às suas propriedades indesejáveis de ranço, amargor e adstringência, sendo que tais características são resultado de oxidações enzimáticas dos ácidos graxos insaturados presentes nos lipídios da soja por serem catalisadas pelas enzimas lipoxigenases.

De acordo com Barrionuevo (2020), o conhecimento sobre o comportamento das sementes durante o armazenamento, considerando diversos fatores, desempenha um papel fundamental na tomada de decisões para gerenciar perdas de qualidade.

Este estudo visa avaliar as condições fisiológicas de sementes de soja submetidas a diferentes condições de armazenamento. O objetivo é verificar os impactos fisiológicos obtidos em decorrência do período de armazenamento e suas condições, além de estabelecer uma relação entre os danos observados e a quantidade de óleo extraído como resultado.

1.1 JUSTIFICATIVA

O armazenamento adequado da semente de soja é fundamental para preservar sua qualidade fisiológica e nutricional. A soja é uma matéria-prima de grande importância,

pois é utilizada em diversos setores industriais, incluindo a indústria alimentícia e a produção de biocombustíveis. A qualidade fisiológica da soja desempenha um papel crucial nos processos de purificação e tratamento do óleo de soja para esses fins.

Com base nessa análise, podem ser desenvolvidas soluções e estratégias para reduzir tais impactos e garantir uma melhor qualidade nos produtos finais.

Isso contribui para a agregação de valor ao óleo de soja, bem como para um melhor aproveitamento da matéria-prima, promovendo a sustentabilidade e a eficiência nos processos industriais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Neste trabalho avaliou a correlação entre o armazenamento da semente de soja com sua atividade fisiológica, buscando observar a expressão de características oxidativas que acarretam no aumento do teor de ácidos graxos livres (AGL) da semente de soja, além de influenciar as porcentagens de lipídios contidos na semente ocasionados devida sua deterioração.

1.2.2 Objetivos específicos

Realizar bioensaios para quantificar a qualidade fisiológica das sementes de soja após o período de armazenamento:

- I. Teste de germinação;
- II. Teste de tetrazólio;
- III. Teste de vigor; IV. Umidade.

Realizar bioensaios para quantificar porcentagem de óleo bruto das sementes de soja:

- I. Extração lipídica;
- II. Acidez total.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A SOJA (GLYCINE MAX)

A soja é uma aleuro-oleaginosa amplamente cultivada em todo o mundo, sendo uma das culturas mais importantes devido ao seu valor econômico e nutricional. A planta da soja possui características fisiológicas que desempenham um papel crucial em seu crescimento e desenvolvimento. É considerada uma oleaginosa devido ao alto teor de óleo presente em suas sementes, o termo aleuro-oleaginosa se refere à combinação de suas características como uma planta produtora de lipídios e proteínas com destinação para uso como alimento em forma de ração para gado e aves (MARCOS FILHO, 2005).

De acordo com Paduch (2022) a composição da soja, em base seca, consiste de aproximadamente 40% de proteína, 35% de carboidratos, 20% de lipídeos e 5% de minerais. A soja também, é fonte de carotenoides, compostos fenólicos e tocoferóis. A soja é destaque por possuir o mais elevado teor de proteína dentre os cereais e algumas leguminosas. O feijão, por exemplo, possui entre 20% e 30% de proteína. A FIGURA 1 abaixo ilustra a composição da semente de soja.

A soja possui a capacidade de utilizar o nitrogênio atmosférico por meio de uma associação simbiótica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium spp.* Essas bactérias formam nódulos nas raízes da soja, onde ocorre a alteração biológica do microrganismo. Esse processo é essencial para o crescimento da soja, pois fornece uma fonte significativa de adubação nitrogenada (DONG et al., 2021).

2.2 O ARMAZENAMENTO

O armazenamento adequado da soja é de extrema importância para garantir a preservação da qualidade da semente, evitando perdas e prevenindo a ocorrência de problemas como insetos e fungos. Existem diferentes métodos de processamento disponíveis, cada um com suas características e impactos na qualidade do produto; óleo bruto. Mesmo após a colheita a respiração da semente continua, onde processos de transformações constantes em contato com o nitrogênio atmosférico proporcionam o desenvolvimento da semente. Desta forma é essencial avaliar todos os parâmetros a fim de determinar a melhor alternativa para manter a qualidade do óleo bruto advindo da soja armazenada (FARONI, 2009).

De acordo com Aguiar (1922), os principais fatores interferentes durante o armazenamento envolvem a umidade, temperatura e a condição da semente quando armazenada; tais fatores colaboram para deterioração acentuada da semente durante este período por diferentes e complexos fatores. Visto que a semente se trata de um organismo vivo e necessita da respiração para realizar suas transformações, outro fator determinante para a deterioração da semente é sua composição genética, implicando nas características fisiológicas, físicas e estrutura química; responsáveis pelas interações com o ambiente de armazenamento, implicando na acentuação ou não do processo degenerativo da semente.

Outro estudo realizado por Prates et al. (2020) foi avaliado o efeito do armazenamento a granel e do armazenamento em sacos na qualidade da soja. Os resultados indicaram que o tratamento em sacos de melhor qualidade e melhor manutenção proporcionam maior qualidade da semente, por apresentarem menor incidência de insetos. Além disso, o uso de técnicas de armazenamento como o uso de atmosferas modificadas e controle de temperatura também podem influenciar a qualidade da soja.

Um estudo realizado por Ravanal et al. (2017) investigou o efeito do armazenamento refrigerado e do armazenamento em atmosfera modificada na qualidade da soja. Os resultados foram satisfatórios e o armazenamento refrigerado e o controle da atmosfera foram eficientes na preservação da qualidade da soja, reduzindo a perda de peso, a atividade de lipoxigenase e a formação de ácidos graxos livres (AGL).

2.3 INFLUÊNCIA DA CONDIÇÃO DA SEMENTE ANTES DA ARMAZENAGEM

A principal preocupação dos produtores após a colheita é quanto à conservação das sementes. Uma vez que as sementes colhidas ainda não apresentam condições ideais para o armazenamento, contém alto índice de umidade e impurezas, se faz necessário realizar a limpeza e a secagem do produto antes da estocagem (LEITE et al., 2022).

Desta forma, Germann (2022) cita em seu trabalho que a vitalidade das sementes pode ser preservada juntamente com a qualidade da moagem e das propriedades nutritivas, porém depois de colhidos não se pode melhorar a qualidade das sementes durante o processo de armazenagem. Além do mais, Lima (2021) relata a importância de o produtor monitorar sua lavoura, visando colher um produto de melhor qualidade, resultando menores perdas e maior durabilidade no armazenamento.

Em prol da qualidade da semente antes do armazenamento, outros fatores ganham destaque, dentre eles a ocorrência de danos mecânicos, ataque de insetos e atraso na colheita. Sendo assim, o momento ideal para que se inicie o armazenamento é após a maturidade fisiológica, visando manter a qualidade do produto durante o período de estocagem (CARVALHO, 2022).

Contudo, Bilhalva et al. (2022) ressaltam que o sucesso da produção de sementes se dá basicamente pela pós-colheita adequada. O termo pós-colheita refere-se ao conjunto de técnicas aplicadas à conservação dos produtos vegetais durante as etapas de limpeza, secagem e beneficiamento, visando evitar alterações físico-químicas indesejáveis (redução dos teores de proteína, teores de lipídios e aumento da acidez além de evitar danos físicos causados pelo ataque de insetos, proliferação de fungos e perda de matéria seca), a fim de proporcionar um armazenamento seguro e manter a qualidade dos produtos até a comercialização. (LORINI et al., 2020).

2.4 INFLUÊNCIA DA UMIDADE

Durante o armazenamento de sementes, é crucial garantir o equilíbrio higroscópico para manter as condições adequadas de teor de água. A relação entre o teor de água de equilíbrio, a umidade relativa e a temperatura do ar que envolve o material descreve como o teor de água varia. Além disso, é importante destacar que o teor de água também é influenciado pelas condições físicas das sementes (DUBAL et al., 2021).

Quando não há aeração, a umidade migra de um ponto a outro, causando correntes de convecção de ar, que por sua vez, cria pontos de alta umidade relativa e alto teor de umidade da semente, desenvolvendo condições favoráveis para proliferação de fungos como por exemplo: *Cercospora kikuchii*, *Fusarium semitectum*, *Penicillium spp.*, dentre outros (GOULART, 2004). Desta forma, as sementes com temperatura e umidade distribuída uniformemente, são capazes de manter sua integridade fisiológica por longos períodos (SCHEIBEL, 2022).

No decorrer do armazenamento os cuidados que previnem a deterioração de sementes, são afetadas pelo excesso de umidade e por consequência o desenvolvimento de fungos e pragas. A qualidade será significativamente afetada, de maneira que aumenta susceptibilidade a estresses durante a germinação, gerando maior impacto no vigor do que na viabilidade das mesmas. Deste modo, a qualidade fisiológica inicial é fundamental para a manutenção da germinação e do vigor da semente durante o armazenamento (PARIZOTTO; TISCHER, 2022).

Galegaro (2023), cita como exemplo a soja com um teor de água entre 16 e 18%, fazendo se necessária submetê-la à secagem a fim de impedir reações enzimáticas e desenvolvimento de microrganismos e fungos com produção de lipases hidrolíticas, ocasionando um aumento de ácidos graxos livres, os quais influenciam a qualidade da semente.

O armazenamento em ambientes climatizados proporciona condições mais favoráveis quanto à preservação da qualidade fisiológica de sementes de soja em comparação aos convencionais. Além de que fator que a porcentagem de umidade inicial das sementes armazenadas influencia nesse processo de conservação, além do ambiente, uma vez que a perda de qualidade acontece com maior velocidade em situações em que o grau de umidade das sementes está mais elevado, em cerca de 14% (FAVORITO; LAZARETTI, 2022).

2.5 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA

A variação de temperatura de uma determinada massa de sementes no momento o armazenamento é influenciado em função do grau de umidade que a semente exerce durante o armazenamento, um ambiente que apresente 70% de umidade relativa e uma temperatura de 25°C, diante de tais parâmetros a semente se equilibrará em torno de 11% a 12% de umidade na semente, garantindo que mesmo que os fungos estejam presentes no ambiente de armazenamento, se mantenham inativos, sem causar danos (LEÃO, 2019). Entretanto Carvalho e Rodrigues (2023), já relatam que a combinação de altas temperaturas e alto grau de umidade nas sementes podem culminar na deterioração das sementes e ainda o desenvolvimento de fungos.

Perlin (2021) enfatiza a importância do controle da temperatura no armazenamento da soja devido ao seu teor lipídico, em torno de 20%. A redução da temperatura é uma medida viável economicamente e eficaz para minimizar a deterioração qualitativa das sementes, preservando sua qualidade lipídica durante o armazenamento.

O armazenamento de sementes de soja em ambiente com controle de temperatura, próximas a 20 °C, favorece melhor conservação da qualidade fisiológica. Mediante a este fato, demais autores observaram em estudos com sementes de soja, que ao realizar resfriamento dinâmico durante o ensaque afeta a lixiviação de solutos, o desenvolvimento de fungos de armazenamento e a estabilidade de temperatura das sementes, ocorre devido à baixa condutividade térmica das sementes de soja (SILVA, 2021).

2.6 INFLUÊNCIA GENÉTICA

A qualidade das sementes compreende quatro aspectos fundamentais relacionados a qualidade: fisiológica, genética, sanitária e física. Para tanto, o primeiro ponto refere-se ao metabolismo da semente necessário para expressar seu máximo potencial genético. De tal forma que engloba fatores como com a capacidade de germinação, vigor e dormência das sementes (LUCINI, 2021).

Durante o tempo de armazenamento a viabilidade de uma semente pode variar tanto em função de suas características genéticas quanto de efeitos ambientais submetidos. Sendo assim, é de suma importância identificar e selecionar cultivares de soja que apresentam sementes com maior potencial de armazenamento, para que a qualidade fisiológica se mantenha até o momento da semeadura (NETO, 2020).

Lima (2021), discorre que sementes de diferentes cultivares, conservadas sob as mesmas condições de temperatura e umidade, apresentaram respostas distintas quanto à perda da sua viabilidade, decorrendo de diversos fatores tais como: constituição genética e química, teor de água, qualidade inicial das sementes, dentre outros fatores.

Entretanto, para que uma lavoura comercial se desenvolva e estabeleça, as sementes devem possuir alta qualidade genética, fisiológica e sanitária, para que expressem altos índices de vigor e germinação. Desta forma, essas sementes seguem os padrões exigidos como o beneficiamento correto, armazenamento controlado, conservando o grau de umidade durante esse período, proporcionando campos homogêneos e produtivos (SIVA, 2019).

2.7 O ÓLEO DE SOJA

O óleo de soja é amplamente empregado na indústria devido às suas propriedades funcionais, nutricionais e sua origem renovável e sustentável. Segundo Amorim et al. (2018), o Brasil, como maior produtor mundial de soja, possui no óleo de soja um produto de significativa relevância econômica, sendo uma matéria-prima essencial para as indústrias alimentícia, cosmética e de biodiesel. Ainda de acordo com o autor, o óleo de soja é um produto multifacetado, pois pode ser utilizado em diversas aplicações, como emulsificante, agente de texturização, lubrificante, agente antiadesivo, entre outros.

Além disso, o óleo de soja também possui propriedades nutricionais importantes, sendo uma fonte rica em ácidos graxos ômega-3, como o ácido linoleico e o ácido alfa-linolênico, que são importantes para a saúde do coração e do sistema nervoso central (JEYAKUMARI et al., 2018).

De acordo com Sant'Anna et al. (2017), o óleo de soja é uma das principais matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil, sendo que a produção desse biocombustível é uma estratégia importante para a redução da emissão de gases de efeito estufa e para a diversificação da matriz energética. Sendo outra importante aplicação do óleo de soja é na produção de biodiesel, que é uma fonte renovável e sustentável de energia.

No entanto, o uso do óleo de soja na indústria não está isento de desafios. Por exemplo, o seu processamento pode gerar resíduos que precisam ser tratados para evitar efeitos ambientais negativos (GUIMARÃES et al., 2018). Além disso, é importante garantir a qualidade do produto final, pois a presença de impurezas pode afetar a sua aplicação em diferentes processos industriais (MORAES et al., 2019).

Ainda neste contexto a Portaria N°795/1993 estabelece 3 classes para o óleo de soja, sendo elas: bruto ou cru, referente ao óleo foi extraído diretamente da semente; degomado, referente ao óleo que, após sua extração, teve extraído os fosfolipídeos, ou seja passou por processos de refino e farelo de soja obtido através do processamento mecânico e/ou químico (BRASIL, 1993).

2.8 BIODIESEL

Biodiesel é caracterizado por uma mistura monoalquil de ésteres provenientes de cadeias longas de ácidos graxos, podendo ser produzido a partir de óleo e/ou gordura animal e/ou vegetal, através da reação de transesterificação com álcool (metanol ou etanol), catalisada por base. Sendo assim, o biodiesel pode ser filtrado ou destilado, metílico ou etílico, produzido com óleo residual ou degomado (PINTO, 2020).

Dentre as diversas matérias-primas utilizadas no Brasil para fins de produção de biodiesel, a soja ganha destaque pelo fato de ser uma aulero-oleaginosa facilmente explorada e cultivada, devido suas condições edafoclimáticas. O Brasil é considerado o maior produtor mundial de soja, desta forma, possibilitando a produção dos biocombustíveis através dos óleos vegetais (NASCIMENTO et al., 2020).

Diante deste contexto, o biodiesel ganha espaço no cenário mundial por ser um biocombustível ambientalmente correto e oriundo de muitas fontes renováveis, além do mais, pode ser produzido partir de diversas plantas oleaginosas. Portanto, os óleos vegetais são os mais usados para produzir biodiesel, aliado ao fato de serem constituídos por triacilglicerídeos, originados pela esterificação de ácidos graxos com glicerol (FREITAS et al., 2022).

Contudo, a soja é uma fonte de proteína e lipídios. Tendo a semente como uma importante matéria-prima para o biodiesel no Brasil, pois o óleo de soja é rico em gorduras poli-insaturadas e com frequência é parcialmente hidrogenado para melhorar a estabilidade oxidativa e aumentar a vida útil (COSTA, 2021).

3 METODOLOGIA

3.1 AMOSTRAGEM

O fornecimento das amostras de sementes de soja foi por intermédio da empresa LaborTec especializada em análises de sementes, localizada na Cidade de Palotina-PR na Rua Pioneiro, Bairro União. Alguns bioensaios realizados no presente trabalho foram executados no próprio laboratório, sendo eles os bioensaios de: germinação, tetrazólio, determinação de umidade e teste de vigor, enquanto os demais bioensaios foram realizados nas instalações da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, no Laboratório de Bioprodutos (extração, quantificação e determinação de acidez do óleo bruto). Ambos os testes foram realizados metodologia disponível na Regras de Análises de Sementes (RAS, 2009).

Acerca das amostras, foram disponibilizadas duas amostragens compostas, que segundo a norma representam uma mistura simples da amostra como um todo. Destas foram selecionadas a amostra 846, com 4 meses de armazenamento, período entre dezembro de 2022 até abril de 2023 respectiva da cultivar TMG 2383 iPRO e a amostra 847 respectiva a uma amostragem da cultivar de NS 5505i2X com acondicionamento de armazenagem de 15 dias, respectivos ao mês de abril do ano de 2023, ambas as amostras referentes a sementes de soja, onde as mesmas foram mantidas acondicionadas sob temperatura controlada de 20°C, com ar condicionado, acesso restrito e controlado onde se mantém a porta fechada.

3.2 TESTE DE GERMINAÇÃO

Por conseguinte, foi realizado, seguindo a normativa RAS (2009), o teste de germinação, consistindo na utilização de um germinador de câmara, que é composto por isolamento das paredes oriundo de um material isolante minimizando a oscilação da temperatura interna, possuindo ainda um fundo destinado a disposição de água. O modelo utilizado foi o Germinador Mangelsdorf Digital FIGURA 1, fabricado em aço inox 304, portador de leds que simulam o foto período necessário para germinação das plântulas; sendo 5 dias de luz submetidas a luz tanto do germinador quanto da sala.

Figura 1 - GERMINADOR MANGELSDORF DIGITAL



FONTE: Metalurgica Chicora (2023).

Com o auxílio de um contador de sementes modelo placa perfurada, que apresenta orifícios de forma e tamanho específicos para a semente da soja, foi realizado de maneira rápida e eficaz a contagem das sementes para realização do teste utilizando o modelo tabuleiro com 50 furos. De acordo com a normativa RAS (2009), realizou-se 8 repetições contendo 50 sementes cada totalizando 400 sementes testadas de cada cultivar amostrada. O mesmo está representado na FIGURA 2.

Figura 2 -TABULEIRO CONTADOR DE SEMENTES



FONTE: A autora (2023).

A escolha do substrato foi determinada conforme sugere a metodologia da RAS, 2009, sendo empregado o método RP (rolo de papel), caracterizado por proporcionar umidade para amostras pequenas que sejam sensíveis a luz, sendo dispostos em rolos no germinador em posição vertical, ideal para sementes de grandes culturas.

As amostras segundo a normativa RAS, (2009) foram dispostas sobre uma camada dupla do papel e cobertas com uma camada do mesmo, realizada uma dobradura seguida de um enrolamento a fim de gerar um rolo predispondo as sementes dispersas com espaçamento de plantio simulando o campo, este procedimento segue representado conforme a FIGURA 3.

Figura 3 - DOBRADURA SEGUIDA DE ENROLAMENTO DOS RPS



FONTE: A autora (2023).

Dando sequência ao procedimento, as amostras foram devidamente identificadas com o auxílio de lápis para facilitar a organização perante as análises. Este método proporcionou o total de 8 rolos para cada amostra.

Após 6 dias de permanência das amostras no germinador FIGURA 4, as amostras foram retiradas para avaliação dos resultados.

Figura 4 - AMOSTRAS DISPOSTAS NO GERMINADOR



FONTE: A autora (2023).

Após o período citado anteriormente foi realizada a avaliação das plântulas que culminou na análise dos resultados. As avaliações foram realizadas através de uma criteriosa análise visual das sementes germinadas classificando-as de acordo com a normativa (RAS, 2009) como: normais, anormais mortas/duras, onde as plântulas normais são aquelas que apresentam desenvolvimento tanto da parte aérea quanto radicular, incluindo as raízes secundárias, anormais são aquelas que não apresentam desenvolvimento da parte aérea nem de raízes secundárias, além de suas raízes primárias apresentarem engrossamento, e as mortas/duras são aquelas que não apresentam desenvolvimento nem da parte aérea nem radicular, sendo por vezes acometidas de fungos.

3.3 TESTE DE UMIDADE

Para avaliar o grau de umidade presente nas amostras se utilizou um equipamento Medidor de Umidade de Sementes Portátil G650i marca Gehaka FIGURA 5 programado para determinar o grau de umidade de sementes de soja com umidade de até 14%. Para tanto foram pesadas sementes em uma cubeta acoplada ao equipamento até atingir o peso ideal, após isso as sementes foram despejadas em um local adequado do equipamento

para posterior visualização do grau de umidade no display do equipamento o valor correspondente ao grau de umidade.

Figura 5 - MEDIDOR DE UMIDADE DE SEMENTES PORTÁTIL G650I MARCA GEHAKA



FONTE: Gehaka (2023).

3.4 TESTE DE TERAZÓLIO

O teste determina a viabilidade das sementes, para tal, é necessária a separação de 100 sementes que recebem peso 2 no momento de quantificação dos danos, subdivididas opcionalmente em duas repetições contendo 50 sementes conforme descrito na RAS (2009). Para a teste de tetrazólio as amostras foram submetidas a uma embebição antes do teste, por um período de 48 horas para realização do teste segundo a metodologia RAS, 2009; a embebição se faz necessária em casos em que o grau de umidade se encontre com valores inferiores a 12%, visando o não mascaramento dos resultados.

A subdivisão foi realizada com o auxílio de uma tábua contadora FIGURA 6, modelo perfurada apresentando orifícios específicos para as sementes da soja.

Figura 6 - TÁBUA CONTADORA



FONTE: A autora (2023).

Para realização do pré-umedecimento das amostras, fase de preparação, as amostras foram acometidas a um umedecimento lento, seguindo o mesmo princípio descrito no teste de germinação orientado pela RAS (2009), onde tais foram envolvidas com papel umedecido e devidamente identificadas FIGURA 7.

Figura 7 - IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS



FONTE: A autora (2023).

Após o período de umedecimento das amostras estas foram dispostas em recipientes adequados para serem imersas em solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio ou TCT. O preparo da solução de TCT consistiu na pesagem de 1,50g do sal que foi diluído em 2L de água destilada, cuja concentração é de 0,075%. A solução foi preparada e reservada por 2 horas para posterior imersão das amostras na solução, onde permaneceram por 2 horas dentro de uma incubadora

BOD (Biochemical oxygen demand). Após o período de coloração as amostras foram lavadas com água corrente para posterior análise.

Na fase de avaliação as amostras foram inspecionadas minuciosamente, onde de início o aspecto de coloração, onde se verificou a incorporação de maneira adequada da solução nas sementes obteve êxito, com auxílio de luz fornecida por luminária de mesa para evidenciar de maneira clara os danos presentes nas amostras.

A amostras foram então submetidas a cortes longitudinais visando deixar o embrião intacto. cortes transversais realizado em tecidos externos, inserções transversais para casos em que se fez necessária a substituição do método de corte transversal, segundo a RAS (2009). Todos os cortes foram realizados com cautela e precisão, tendo como instrumento um bisturi.

A contabilização e interpretação dos danos observados nas amostras além de seguir a normativa (RAS, 2009), foi atrelada para fins de controle e interpretação a ficha de avaliação disponível na EMBRAPA conforme FIGURA 8.

Figura 8 - FICHA DE AVALIAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO

[illegible]

Fonte: EMBRAPA (1998)

Ao realizar os cortes são feitas anotações identificadas por símbolos que representam cada dano acometido (umidade, percevejo e mecânico). Aos danos identificados são atribuídos níveis que correspondem ao impacto que o dano ocasionou na semente, sendo estes níveis responsáveis por atribuir valor ao vigor e viabilidade das sementes. Os danos que são atribuídos aos níveis de 1 a 3 representam o vigor das sementes, já os danos atribuídos aos níveis de 1 a 5, remetem a viabilidade destas sementes, sendo que os demais níveis representam um dano que acomete a perca da semente.

É importante destacar que os danos provocados por percevejos e danos mecânicos, sejam imediatos ou latentes, são considerados estáticos, ou seja, não se agravam com o desenvolvimento da plântula. Por outro lado, a umidade é um fator progressivo, que afeta as sementes desde o momento em que se desprendem da plantamãe até o presente estágio.

3.5 SECAGEM DAS AMOSTRAS

Nesta etapa de pré-condicionamento para a extração de óleo bruto, as amostras foram despejadas em béquers de 500 mL e devidamente identificadas. Após tal feito as mesmas foram armazenadas e mantidas sob temperatura de 42°C em estufa para secagem das sementes por um período de 2 dias. A temperatura foi escolhida baseada no relato de Baudet et al. (1999), onde a temperatura de secagem deve ter como referência a temperatura da massa das sementes; sendo levado em conta neste caso, a pequena quantidade de amostras disponíveis, sendo assim, valores entre 40 e 43°C são considerados máximos e, acima destes os danos físicos ou fisiológicos podem ser gerados as sementes.

3.6 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Para esta etapa foi utilizado o Micro Moinho de Facas SL-30 da marca SOLAB FIGURA 10, disponível na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, Bloco 4. A escolha da lâmina foi estipulada a fim de se obter maior área de contato, deste modo se escolheu a lâmina de 10 milímetros, sendo a responsável pela maior área de contato disponível.

Figura 9 - MICRO MOINHO DE FACAS SL-30



FONTE: SOLAB (2023).

3.7 EXTRAÇÃO DE OLÉO BRUTO

Para a extração de óleo das amostras, utilizou-se o equipamento Extrator de Óleos e Graxas Analógico através de Solvente 6 Provas (SL-201) da marca SOLAB FIGURA 10. Nesta etapa, foram realizadas duas extrações distintas por amostra.

FIGURA 10 - EXTRATOR DE ÓLEOS E GRAXAS ANALÓGICO ATRAVÉS DE SOLVENTE 6 PROVAS (SL-201)



FONTE: SOLAB (2023).

Nesta etapa, as amostras foram pesadas em triplicata, totalizando cerca de 2g para cada amostra. Todas as amostras receberam o mesmo tratamento. Em seguida, foi preparado um cartucho para a disposição das amostras no equipamento, e cada cartucho foi devidamente identificado com o número da repetição e da respectiva amostra.

Após a pesagem inicial, realizou-se uma nova pesagem para determinar o peso total das amostras antes do processo de extração. A extração foi realizada utilizando o solvente orgânico Éter de Petróleo P.A, da marca Biotec Reagentes Analíticos. Para cada cartucho, utilizou-se uma quantidade não especificada de solvente, suficiente para cobrir completamente o cartucho no equipamento. Essa medida foi adotada devido ao fato de o equipamento possuir peças substituídas que não apresentavam um único padrão.

A extração foi dividida em três fases distintas, totalizando uma duração de 3 horas e 30 minutos. Inicialmente, o cartucho foi submerso completamente no solvente e permaneceu nessa condição por 2 horas, visando uma extração adequada. Em seguida, o cartucho foi suspenso sob o solvente por uma hora, com o objetivo de realizar uma lavagem do cartucho. Por fim, houve uma extração adicional de 30 minutos com a válvula de recirculação do solvente fechada, a fim de recuperar o solvente utilizado. Essas etapas foram cuidadosamente realizadas para garantir a eficiência e a precisão do processo de extração.

A primeira extração consistiu na obtenção do óleo bruto para obter resultados de porcentagem de extração de óleo, nesta as amostras foram pesadas em triplicata, totalizando cerca de 2g para cada amostra. Todas as amostras receberam o mesmo tratamento. Em seguida, foi preparado um cartucho para a disposição das amostras no equipamento, e cada cartucho foi devidamente identificado com o número da repetição e da respectiva amostra. A obtenção da porcentagem de rendimento de óleo bruto resultante foi estabelecida pela diferença do peso do cartucho com a amostra antes da extração e seu peso final, após a extração.

Na segunda extração, as amostras foram extraídas com o propósito de quantificar a acidez total presente no óleo bruto cru resultante. Para obter rendimento suficiente para a titulação, foi necessária uma extração com maior volume de pesagem. Deste modo, cerca de 32g de cada amostra foram pesados, subdivididos em dois cartuchos do próprio equipamento. Para tampar as amostras, utilizou-se algodão.

Essas etapas foram realizadas com precisão e cuidado, visando obter os resultados necessários, desta forma foi necessário condicionar as amostras das duas extrações em temperatura de 85°C na estufa a fim de evaporar o solvente residual contido junto ao óleo bruto.

3.8 TITULAÇÃO PARA ACIDEZ TOTAL

Após a evaporação do solvente residual contido nas amostras resultantes da segunda extração, foi realizada uma pesagem do óleo bruto contido no equipamento. Para esta etapa o óleo foi retirado com auxílio de uma micropipeta ajustada para a quantidade de 1000 µL, retirando em etapas o óleo presente. Posteriormente, a quantidade extraída foi pesada e, em seguida, houve uma subdivisão para cada amostra em duplicata, a fim de realizar a titulação. Cerca de 2g de óleo foram utilizados em cada uma das duplicatas das amostras, todas as etapas foram identificadas seguindo suas amostras originais.

Deste modo com duplicatas contendo cerca de 2g de cada amostra inseridas em erlenmeyers de 250 mL, foi adicionado 25 mL da solução neutra de éter etílico-álcool. Após a neutralização desta mistura se fez a adição de 2 gotas do indicador de fenolftaleína.

Seguindo para a etapa de titulação.

Para a titulação se utilizou uma bureta que foi homogeneizada com a solução de NaOH 0,1 N, sendo a mesma utilizada para a titulação. Por conseguinte, a esta etapa, a equação (1) foi utilizada para determinação da acidez das repetições advindas das amostras.

(1)

$$Acidez (\%) = \frac{V * f * 100 * 0,282}{P}$$

Onde:

V = Número de mL de solução de NaOH 0,1 N gasto na titulação; F =

Fator de correção da solução de NaOH 0,1 N;

P = Número de gramas da amostra;

0,282 = Equivalente grama do ácido oléico; 100 =

Equivalente a porcentagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TESTE DE GERMINAÇÃO

De acordo com TABELA 1 os testes de germinação, plântulas anormais e normais e mortas da amostra 846 é apresentado as porcentagens de plântulas normais, anormais e mortas no decorrer das oito repetições, sendo que o número de plântulas normais foi superior em relação as demais.

TABELA 1 - TESTE DE GERMINAÇÃO AMOSTRA 846 - TMG 2383 IPRO

Repetições	Plântulas Normais	Plântulas Anormais	Plântulas Mortas
1	44	4	2
2	48	1	1
3	47	2	1
4	46	3	1
5	48	1	1
6	47	2	1
7	49	0	1
8	46	3	1
Total	93,75	4	2,25
Total %	94%	4%	2%

FONTE: A autora (2023).

A TABELA 2 apresenta os resultados obtidos para as variáveis de plântulas normais, anormais e mortas, através do teste de germinação com a amostra 847, do mesmo modo disposto anteriormente para a amostra 846.

TABELA 2 - TESTE DE GERMINAÇÃO AMOSTRA 847 - NS 5505i2x

Repetições	Plântulas Normais	Plântulas Normais	Plântulas Mortas
1	45	4	1
2	45	3	2
3	46	3	1
4	47	2	1
5	47	3	0
6	47	3	0
7	46	3	1
8	46	3	1
Total	92,25	6	1,75
Total %	92%	6%	2%

FONTE: A autora (2023).

A menor germinação apresentada na (TABELA 2), ocorreu devido a porcentagem de plântulas anormais e mortas 6% e 2 % respectivamente. No teste de germinação, quanto maior o número de plântulas anormais ou a ocorrência de sementes mortas, menor é o percentual de germinação. Isso pode estar correlacionado com a ocorrência de sementes danificadas, acarretando desta maneira a porcentagem de plântulas anormais mesmo em menor tempo de armazenagem.

As porcentagens apresentadas para as variáveis plântulas anormais e mortas, Ciscon et al. (2021) explica que, em condições quentes e úmidas se pode comprometer severamente a germinação e o vigor das sementes, uma vez que a respiração intensa pode consumir quase todo o material de reserva, sendo assim, os resultados coincidem com os autores acima.

O teste de germinação possui como finalidade demonstrar aptidão da semente em produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo, para tanto, se o teste apresentar uma taxa baixa de germinação representa que a semente terá dificuldade em emergir e desenvolver estruturas essenciais do embrião, comprometendo o estabelecimento da cultura. (CARVALHO, 2022).

O estudo realizado por Fulaneti et al. (2022), discorre que na cultura de arroz foi possível destacar que as maiores porcentagem de germinação e obtenção de plântulas normais ocorreram nas sementes tratadas e armazenadas por um período entre 30 e 60 dias antes da semeadura. De maneira geral, a variação na germinação das cultivares avaliadas em resposta aos tratamentos e armazenamento, em laboratório, pode estar relacionada à genética, ao lote das sementes e a resposta aos produtos químicos utilizados, que podem causar toxidez e reduzir a germinação. Desta forma, estes resultados demonstram a aptidão das amostras testadas em produzir e estabelecer uma lavoura comercial com boa germinação.

Plântulas normais são aquelas que demonstram capacidade para continuar seu desenvolvimento e produzir plantas adultas. Possuem sistema radicular bem formado, hipocótilo desenvolvido. Plântulas anormais são danificadas, ou seja, (sem cotilédones, com lesões profundas, sem raiz primária quando esta estrutura é essencial), mostrando desequilíbrio no desenvolvimento de suas partes, podendo apresentar raízes fracas, atrofiadas e sem pelos absorventes, hipocótilo curto, grosso ou hialino. De maneira geral, a ocorrência de anormalidades em plântulas é causada por danos mecânicos, através de lesões nos cotilédones e plúmula, ataque de microrganismo ou insetos (BUBOLZ, 2021).

Os dados do referente trabalho corrobora com os resultados de Arruda (2022), que ao testar a germinação das variedades Olimpo 80182RSF, Soytech 783 IPRO e Intacta RR2 PRO concluiu que para variável germinação não houve diferenças significativas entre as cultivares estudadas. Porém, é natural que as sementes de soja percam o seu poder germinativo ao longo do tempo no período de armazenamento, devido ao consumo das substâncias de reserva (FAVORITO; LAZARETTI, 2022).

4.2 GRAU DE UMIDADE

Referente ao grau de umidade de cada amostra, foram encontrados o valor de 6,6 correspondente a amostra 846 e o valor de 8,6 para a amostra 847. Os valores encontrados serviram como indicadores da metodologia a ser empregada para o teste de tetrazólio, visto que estes valores fazem com que haja a necessidade de haver uma embebição das amostras com o intuito de não mascarar os resultados dos testes.

4.3 TESTE DE TETRAZÓLIO

A TABELA 3 abaixo apresenta os resultados do teste de tetrazólio da amostra 846, avaliando as variáveis de danos mecânicos, umidade, percevejo, duras, 3R, vigor e viabilidade. Ressaltando que os danos de 1 a 3 remete a porcentagem do vigor, e os danos caracterizados de 1 a 5 representa a viabilidade da semente.

TABELA 3 - TESTE DE TERRAZÓLIO AMOSTRA 846 - TMG 2383 IPRO

Repetições c/ 50	Mecânico% 1 - 8 6 - 8	Umidade % 1 - 8 6 - 8	Percevejo% 1 - 8 6 - 8	Duras %	3R %	Vigor %	Viabilidade %
1	4 2	80 10	0 0	0	0	60	88
2	6 0	64 8	4 0	0	0	68	92
Médias	5 1	72 9	2 0	0	0	64	90

FONTE: A autora (2023).

Quando se avalia a qualidade fisiológica da semente de soja, a literatura aponta que o teste de tetrazólio tem sido eficiente para proporcionar o exame detalhado das estruturas essenciais da semente, o que tem contribuído para identificar esses fatores, apontando o mais importante, responsável pela redução dessa qualidade (LIMA, 2021). E dentro deste conceito podemos observar que o vigor da amostra 846 se classifica com um vigor nível médio: entre 60% e 74%, de acordo com os dados da literatura.

Lima (2021), aborda que o nível de vigor pode ser interpretado através da seguinte classificação: Vigor muito alto: igual ou superior a 85%, vigor alto: entre 84% e 75%, vigor médio: entre 74% e 60%, vigor baixo: entre 59% e 50% e vigor muito baixo: igual ou inferior a 49%. Tais resultados de Lima (2021), são semelhantes aos encontrados por Santin e Aguiar (2023), que obtiveram lotes de sementes de soja com alto e baixo vigor, apresentando germinação média de 95% e 73%, respectivamente. Portanto, lotes com alto vigor favorecem os aspectos fisiológicos das sementes, tanto em produção e produtividade na cultura da soja em 30%, em relação a lote com baixo vigor.

O vigor das sementes de soja atribuído pelo teste tetrazólio, apresentam sementes sadias com maior vigor em relação às sementes que foram afetadas pelos insetos. Sendo assim, é de grande importância o controle de insetos-praga na produção de sementes de soja. Ao avaliar o vigor em semente de soja com picadas de percevejo, foram encontrados lotes com percentagem abaixo de 40%, sendo a classificação de baixo vigor (INAGAKI; BOIAGO, 2020).

A análise pelo teste de tetrazólio revelou um aumento significativo nos danos causados pela umidade na amostra 846, resultando em uma diminuição no vigor dos lotes. Essas amostras já apresentavam danos iniciais de umidade, o que contribuiu para esse resultado. Por outro lado, a amostra 3 (testemunha), que não apresentava danos, manteve seu vigor ao longo do processo de armazenagem, e o aumento dos danos causados pela umidade foi irrelevante em comparação com as amostras, destacando a importância do processo adequado de armazenagem e a influência da umidade no desenvolvimento da cultura (BRANDELERO et al., 2019).

Disposto na TABELA 4, temos a representação do teste de tetrazólio referente a amostra 847.

TABELA 4 - TESTE DE TETRAZÓLIO AMOSTRA 847 - NS 5505i2x

Repetições c/ 50	Mecânico% 1 - 8 6 - 8	Umidade% 1 - 8 6 - 8	Percevejo% 1 - 8 6 - 8	Duras %	3R %	Vigor %	Viabilidade %
1	8 2	14 4	14 2	0	2	88	92
2	2 2	22 4	8 0	0	2	88	95
Médias	5 2	18 4	11 1	0	2	88	93

FONTE: A autora (2023).

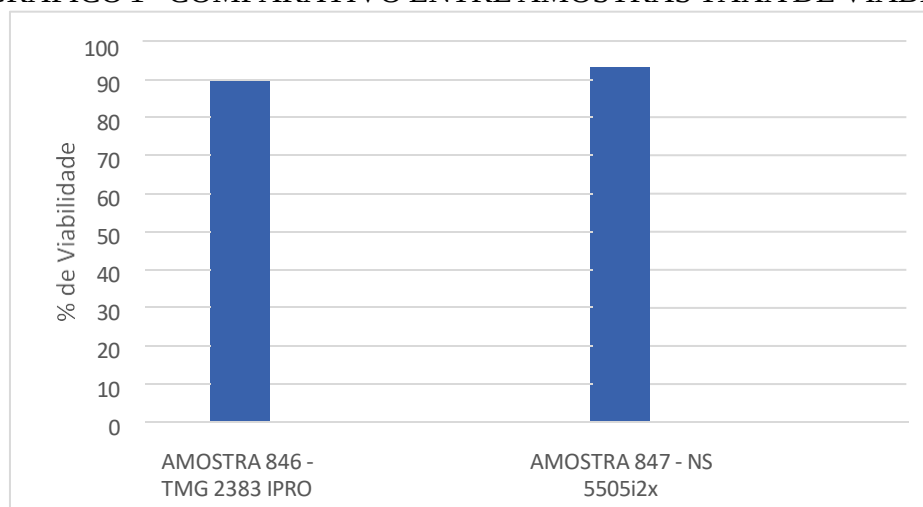
A avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, por meio do teste de tetrazólio, tem mostrado, nos últimos anos, resultados altamente significantes na identificação dos níveis de vigor e viabilidade, fundamentais para o controle de qualidade de sementes no Brasil (OLIVEIRA et al., 2021).

O vigor de sementes refere-se a soma de todos os atributos da semente, que favorecem o rápido e uniforme estabelecimento de uma população inicial no campo. Através deste trabalho, os autores revelam os dados com 90 dias de armazenamento e aos 180 dias de armazenamento, havendo

um melhor vigor nos tratamentos com menores percentuais de dano por percevejos (6 e 10%), os quais não apresentaram diferença significativa durante estes períodos, portanto os demais tratamentos apresentaram queda de vigor durante o armazenamento (NETTO; NETO; NERES, 2020).

Deste modo, se observa, correlacionando as tabelas, que a amostra 847 obteve resultados superiores de vigor em comparação a amostra 846. Estudos realizados por Moraes et al. (2021), também observaram uma diminuição na germinação das sementes de soja com o armazenamento, relacionando-a com o processo de deterioração ao longo do tempo. Essas informações permitem diferenciar os lotes de sementes quanto ao seu vigor. Neste contexto realizando uma comparação entre as amostras 846 e 847, como demonstra o GRÁFICO 1, é possível observar que a taxa de viabilidade entre as amostras tem valor de discrepância mínimo.

GRÁFICO 1 - COMPARATIVO ENTRE AMOSTRAS TAXA DE VIABILIDADE



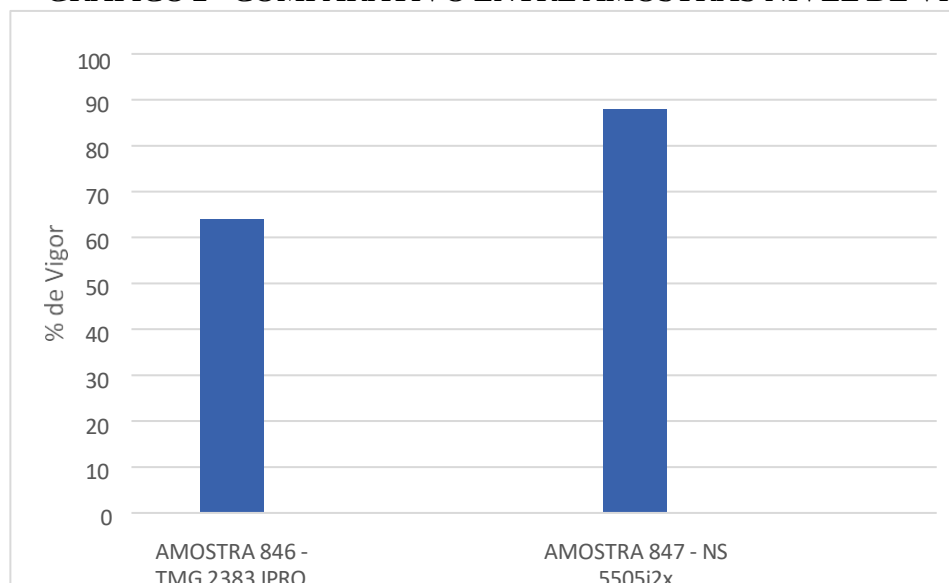
FONTE: A autora (2023).

A incapacidade ou lentidão para a germinação de sementes está relacionada aos efeitos de danos mecânicos que podem ser latentes, que agem sobre o vigor e a viabilidade das sementes, ocorrendo por meio de interferências na taxa de respiração e entrada de microrganismos na estrutura de sementes danificadas (PARIZOTTO, 2021).

De maneira geral, quando uma semente de soja fica armazenada de 5 a 9 meses, ocorre uma queda na germinação principalmente em condições de elevado teor de água nas sementes. Nota-se que a germinação e a viabilidade das sementes foram superiores quando o vigor é mais elevado. König (2021), demonstra em seu trabalho que a temperatura de armazenamento não afetou o vigor, viabilidade e germinação da variedade 98Y31, e em função do conjunto com os resultados de tempo de armazenamento, observa-se elevada tolerância dessa variedade a perda de qualidades fisiológicas ao longo do tempo.

Para o comparativo do vigor das amostras 846 e 847 o GRÁFICO 2 se faz disponível para melhor visualização da diferença entre as amostras obtida no teste de tetrazólio.

GRÁFICO 2 - COMPARATIVO ENTRE AMOSTRAS NÍVEL DE VIGOR



FONTE: A autora (2023).

Ao analisar visualmente as amostras, é evidente que a amostra 847 possui um potencial de vigor adequado. No entanto, a amostra 846 apresenta um índice de vigor baixo, o que resultaria em uma baixa produtividade no campo. Nesse caso, as sementes não seriam capazes de expressar todo o seu potencial, ou seja, não conseguiriam emergir e se desenvolver adequadamente.

Com tais resultados impostos, a qualidade fisiológica das sementes, incluindo o seu vigor, desempenha um papel fundamental no estabelecimento das plantas, especialmente em condições ambientais adversas, afetando tanto a taxa de emergência quanto a emergência total (CONCEIÇÃO; REGES; SANTOS, 2023). Um estudo realizado por esses

autores constatou que sementes de soja com maior vigor resultaram em plântulas com maior comprimento total e raiz primária mais desenvolvida. De modo que observaram que a qualidade das sementes de soja tem um impacto direto na emergência das plântulas (SANTANA, 2019)

De acordo com Jost (2020), porcentagens de danos (seja por umidade, danos mecânicos ou causados por insetos) acima de 8% resultam em graves problemas de vigor e viabilidade. Portanto, os resultados estudados por Jost (2020), indicam que todas as linhagens analisadas apresentaram níveis elevados de deterioração devido à umidade. Observando o teste de tetrazólio com uma média de vigor de 85,4%, tanto para viabilidade quanto para vigor, destaca níveis elevados de qualidade fisiológica das sementes. Sendo assim a amostra 847 apresenta se comparada com a amostra 846 uma qualidade fisiológica superior.

4.4 EXTRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO

Durante os procedimentos, foram pesados precisamente 32,7200g da amostra 876 e 32,7220g da amostra 847 na etapa de extração. Essa quantidade foi dividida em dois para se adequar aos cartuchos do equipamento e extrair a quantidade necessária para a titulação. Tendo como resultado da extração o valor somado das duplicatas de 3,637g de óleo para a amostra 846 e 4,5410g de óleo para a amostra 847.

Na quantificação de óleo bruto obtido, tendo como base a metodologia descrita, se obteve os resultados apresentados nas tabelas TABELA 5 e TABELA 6, sendo respectivamente obtidos das amostras 846, e consecutivamente da amostra 847. Sendo explicito a sequencia de passos adotados para tratamento, quantificação e obtenção das porcentagens de óleo bruto obtidos por amostra em cada repetição realizada.

TABELA 5 - EXTRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO AMOSTRA 846 - TMG 2383 IPRO

Repetições	Peso Inserido no Cartucho (g)	Peso do Cartucho Antes da Extração (g)	Peso do Cartucho Depois da Extração (g)	Quantidade de Óleo Bruto Obtido (g)	Porcentagem Final de óleo Obtido (%)
1	2,0164	2,9430	2,7710	0,1720	8,5%
2	2,0248	3,0002	2,8197	0,1823	9%
3	2,0854	3,0642	2,8643	0,1421	6,8%
Média	2,0422	3,0025	2,8183	0,1655	8,1%
Desvio Padrão	0,0376	0,0606	0,0467	0,0209	0,0115

FONTE: A autora (2023).

TABELA 6 - EXTRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO AMOSTRA 847 - NS 5505i2x

Repetições	Peso Inserido no Cartucho (g)	Peso do Cartucho Antes da Extração (g)	Peso do Cartucho Depois da Extração (g)	Quantidade de Óleo Bruto Obtido (g)	Porcentagem Final de óleo Obtido (%)
1	2,0364	3,0120	2,7244	0,2876	14,1%
2	2,0363	2,9960	2,6976	0,2984	14,7%
3	2,0184	2,9972	2,6897	0,3075	15,2%
Média	2,0304	3,0017	2,7039	0,2978	14,67%
Desvio Padrão	0,0104	0,0089	0,0182	0,0100	0,0056

FONTE: A autora (2023)

Ao analisar os resultados obtidos para as amostras, destaca-se o rendimento da produção de óleo na amostra 847, que apresentou resultados significativamente superior em comparação à amostra 846. Além disso, os valores obtidos na amostra 847 estão mais próximos do rendimento máximo teoricamente alcançável para a cultivar da soja, estimado em 20%.

Além da discrepância observada no rendimento das amostras, é importante ressaltar que os valores alcançados pela amostra 847 são mais satisfatórios em termos de produção de óleo bruto comparando às amostras em questão. Conforme mencionado por MANDARINO (2001), os processamentos destinados à obtenção de óleo para consumo exigem uma série de etapas adicionais, tais como degomagem, neutralização, branqueamento e desodorização. Portanto, é essencial alcançar um rendimento mais elevado nas amostras, levando em consideração essas etapas necessárias para purificar o óleo bruto até que ele atenda aos requisitos estabelecidos para sua utilização como produto final.

4.5 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ

Para a determinação da acidez contida no óleo bruto extraído das amostras 846 e 847, sendo empregado dados a partir da metodologia apresentada, se dispôs dos dados apresentados na TABELA 7, para os valores obtidos na amostra 846 e na TABELA 8 para os valores obtidos por sua vez, da amostra 847. Os valores correspondentes ao peso inserido no cartucho, bem como a quantidade de óleo extraída para cada repetição das amostras, foram utilizadas para calcular as porcentagens de acidez do óleo bruto extraído. Esse cálculo foi realizado utilizando a equação (2). Os resultados obtidos podem ser encontrados na TABELA 7 para a amostra 846 e na TABELA 8 para a amostra 847.

TABELA 7 - DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ AMOSTRA 846 - TMG 2383 IPRO

Cartuchos	Peso Inserido no Cartucho (g)	Quantidade de Óleo Bruto Obtido(g)	Porcentagem de Acidez do Óleo Bruto Extraído (%)
1	16,6830	1,8702	1,24%
2	15,9525	1,1836	1,96%
Média	16,3178	1,5269	1,43%

FONTE: A autora (2023).

TABELA 8 - DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ AMOSTRA 847 - NS 5505i2x

Cartuchos	Peso Inserido no Cartucho (g)	Quantidade de Óleo Bruto Obtido (g)	Porcentagem de Acidez do Óleo Bruto Extraído (%)
1	17,6253	1,9158	0,76%
2	15,0945	1,7787	0,82%
Média	16,3599	1.8473	0,79%

FONTE: A autora (2023).

Essas frações de óleo bruto foram divididas em duplicata e dispostas em Erlenmeyers de 250 mL. Em seguida, realizou-se a titulação, obtendo-se o valor gasto de NaOH 0,1 N para ambas as amostras. Esse valor foi inferior a 1 mL, sendo registrado o ponto de viragem com 0,8 mL para as duas repetições da amostra 846 e 0,5 mL para a amostra 847.

Os resultados obtidos pela amostra 847 continuam destacando-se em comparação aos resultados da amostra 846. Conforme estabelecido pela Portaria N°795/1993, a extração realizada se enquadra como óleo bruto ou cru, pois é extraído diretamente do grão. Segundo essa regulamentação, o índice de acidez livre para o óleo de soja cru ou bruto pode ter um teor máximo de até 2,0%, expresso em ácido oleico (F.F.A) (BRASIL, 1993). Nesse contexto, os valores obtidos na amostra 846, de 1,39% e 1,46%, embora relativamente elevados em comparação aos resultados da amostra 847, de 0,82% e 0,76%, ainda estão dentro dos limites estabelecidos para os índices de acidez de acordo com a norma vigente.

Ambas as amostras apresentaram níveis de acidez superiores a faixa de 0,3 a 0,5%, conforme descrito por De Oliveira (2019), 0,7% seria o nível máximo aceito pela indústria brasileira; levando em conta que a etapa de neutralização é responsável pela redução destes níveis implicando em 0,1% da perda do óleo existente durante o processo.

Deste modo ressalta-se a importância de um alto rendimento na produção do óleo bruto já mencionado para se obter o produto final. Greggio (2014) contribui enfatizando que armazenamento prolongado em silos comuns aumenta o índice de acidez das sementes devido a ações enzimáticas e processos oxidativos, o que resulta em um maior custo no processo de refino devido à necessidade de mais insumos e perda de matéria-prima óleo.

5 CONCLUSÃO

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas no teste de germinação, fato este que corrobora com os resultados entre as amostras 846 e 847 em termos de viabilidade, o teste de tetrazólio também revelou danos mecânicos latentes semelhantes entre as amostras, exceto pelo dano por umidade. A amostra 846, armazenada por 4 meses, foi severamente afetada por esse dano, resultando em menor vigor (64%) em comparação com a amostra 847 (88%). O armazenamento também influenciou negativamente a extração de óleo bruto, sendo ainda correlacionada com a umidade que contribuiu para ações enzimáticas e processos oxidativos, refletindo na amostra 846, apresentando menor rendimento e maior acidez. Os resultados enfatizam a necessidade de levar em conta o tempo de armazenamento e seus efeitos na qualidade fisiológica das sementes. Danos decorrentes da umidade podem levar à deterioração das sementes, comprometendo a produtividade no campo e a qualidade do produto final, especialmente na extração de óleo. Portanto, é fundamental considerar a correlação entre esses fatores, pois eles influenciam tanto a quantidade quanto a qualidade do produto final obtido.

APÊNDICE

Cálculo para acidez total. Amostra

846 – TMG 2383:

Repetição 1.

$$Acidez (\%) = \frac{0,8 * 1,03 * 100 * 0,282}{16,6830}$$

$$Acidez (\%) = 1,39$$

Repetição 2.

$$Acidez (\%) = \frac{0,8 * 1,03 * 100 * 0,282}{15,9525}$$

$$Acidez (\%) = 1,46$$

Amostra 847 NS – 5505i2x:

Repetição 1.

$$Acidez (\%) = \frac{0,5 * 1,03 * 100 * 0,282}{17,6253}$$

$$Acidez (\%) = 0,82$$

Repetição 2.

$$Acidez (\%) = \frac{0,5 * 1,03 * 100 * 0,282}{15,0945}$$

$$Acidez (\%) = 0,76$$

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P. A. A. **Conservação de Sementes Durante o Armazenamento**. EMBRAPA. Petrolina – PE, pág. 3-8, 1922.
- AMORIM R. B., et al. **Óleo de soja: propriedades, processamento e aplicação em alimentos**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 77, n. 3, pág. 1-9, 2018.
- ANANIAS, Alexandre Gabriel et al. **Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o beneficiamento**. Revista Scientia Rural-ISSN 2178-3608, p.92-104, 2022.
- ANTUNES, M. C.; BINELO, M. O.; BRONDANI, M. F. **Um estudo sobre a influência de medidas elétricas na determinação do teor de umidade em sementes de soja**. Salão do Conhecimento, 8.8, 2022.
- Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Relatório Anual 2020**. Disponível em: <<https://www.abiove.org.br/storage/files/relatorio-anual-abiove-2020.pdf> > Acessado em: 14 de junho de 2023. (2021).
- Bach, J.; Bauer, A. A. **Análise de perdas do produto soja durante o processo de em CANOINHAS/SC. Pesquisa em administração: Coletânea dos artigos de tcc do curso de administração da UnC das CANOINHAS 2019**.
- BARRIONUEVO, F. **Influência de locais de cultivo e condições de armazenamento sobre o potencial fisiológico de sementes de soja**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2020.
- BANSAL, N. et al. **Aplicações de lipase na hidrólise de óleo com estudo de caso sobre óleo de mamona: uma revisão**. Journal of Oleo Science, 65 (10), 823-831, 2016.
- BAUDET, L.M.; VILLELA, F.; CAVARIANI, C. **Princípios de secagem**. SEED NEWS. Pelotas, ano III, n.º 10, p. 20 - 22 1999.

BHATTACHARYA, A. et al. **Atividade da lipase, composição de ácidos graxos e conteúdo fenólico total de óleos comestíveis: implicações para qualidade e prazo de validade.** Journal of Food Science, 85(7), 2043-2053, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria n. 795, de 15 de dezembro de 1993.** Aprova as normas de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do óleo e do farelo de soja. Diário Oficial da União, Brasília, 20 dez. 1993.

Disponível em:

<<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAt oPortalMapa&chave=143104040>> Acesso em: 15 junho 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 49, de 22 de dezembro de 2006.** Aprova o “Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados; a Amostragem; os Procedimentos Complementares; e o

Roteiro de Classificação de Óleos Vegetais Refinados”. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Disponível em:

<<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAt oPortalMapa&chave=1431040401>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRANDELERO, Willian et al. **Vigor e viabilidade de sementes de soja em resposta a umidade durante o processo de armazenagem.** Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 1, p. 342-350, 2019.

BILHALVA, N. S. et al. Monitoramento de fatores bióticos e abióticos para controle da qualidade de sementes de milho armazenados em silos verticais. 2022.

BIZARRO, J. P.; ZANOTTO, D. L.; FURLANETTO, K. C. **Comparação de métodos de armazenamento de soja.** Revista Brasileira de Desenvolvimento, 4(6), 10755-10769. doi: 10.34117/bjdv4n6-509, 2018.

BIZZO, W. A. et al. **Combustão do óleo de soja em motores diesel.** Química Nova, 31(6), 1488-1494, 2008.

- BORTOLOTTI, O. C. et al. **Influência do tempo de armazenamento na qualidade regulatória de sementes de soja**. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 8, n. 4, pág. 1-17, 2019.
- BUBOLZ, Eduardo Batista. **Colheita e beneficiamento de Soja na região Sul do Tocantins**. 2021.
- CABRAL, N. L. D. Cultivares de soja com potencial de produção de sementes de elevada qualidade fisiológica e tolerância ao armazenamento. 2020.
- CALEGARO, A. D. A. **Avaliação prática de um protótipo medidor de temperatura e umidade relativa para sementes armazenadas em big bag**. 2023.
- CÂMARA, J. G. et al. **Aplicação de inteligência artificial e método dos elementos discretos em um medidor de umidade de semente**. Salão do Conhecimento, 8.8. 2022.
- CARVALHO, B. R. M. **Armazenamento de sementes de soja: efeitos do zinco na manutenção da qualidade fisiológica**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2022.
- CARVALHO, F.; RODRIGUES, L. A. **Um sistema de informação para monitoramento de qualidade e estimativa de perdas em instalações de armazenamento de sementes usando dados de sensores de IoT e outros mecanismos**. Revista Brasileira de Computação Aplicada, 15(1), 12-21. 2023.
- CHOE, E.; MIN, D. B.; CHANG, P. S. **Efeitos do teor de umidade e do aquecimento na rancidez hidrolítica do óleo de soja**. Food Chemistry, 76(2), 215-220, 2002.
- CIABOTTI, S. et al. Composição química e atividade da lipoxigenase de genótipos de soja (Glycine max L. Merrill.), específicos para consumo humano, com diferentes cores de tegumento. **Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos**, v. 22, 2019. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/bjft/a/XnZRDCkSqPLwbtC8RmmFxys/abstract/?lang=en>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

CISCON, Gabriel Perez et al. **Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max*) submetidas a diferentes inseticidas em tratamento de sementes e períodos de armazenamento.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 20870-20880, 2021

COSTA, T. K. O. **Avaliação da conversão do óleo de soja em biodiesel utilizando álcoois de cadeia curta.** (Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte) 2021.

DE DEUS CONCEIÇÃO, Aline Elias; REGES, Nívea Patrícia Ribeiro; DOS SANTOS, Marcos Paulo. **Influência do vigor, diâmetro da semente e profundidade da semeadura no estabelecimento inicial da soja.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 12, n. 2, pág. e27412240260-e27412240260, 2023.

DE OLIVEIRA, Lyvia Nunes Arantes et al. **QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS SOB DOSES DE BORO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS.** 2021

DONG, S.; XIE, J.; CHENG, X. **Fixação de Nitrogênio na Soja: Como a Genética e o Ambiente Impulsionam as Interações Planta-Micróbio.** Agronomia, 11(5), 968, 2021.

DUBAL, Í. T. P. et al. **Influência de teores de impurezas no monitoramento de variáveis indiretas para detecção precoce da qualidade de soja armazenada em silos protótipos verticais.** PhD Thesis. Universidade Federal de Santa Maria. 2021.

FREITAS, S. G. D. et al. **Produção de biodiesel a partir do óleo de soja, milho, girassol e canola por transesterificação: uma revisão sistemática.** Research, Society and Development, 2022, 11.5: e33411527167-e33411527167. 2022.

FARIAS, A. L. A. et al. **Tecnologias eficientes para o processamento do óleo de soja: uma revisão.** Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos, 22, e2018128, 2019.

FAVORITO, Cainan; LAZARETTI, Norma Schlickmann. **Influência do tratamento de sementes e do local de armazenagem no processo germinativo da soja ao longo do tempo.** Revista Cultivando o Saber, v. 15, p. 204-214, 2022.

FREITAS, R. G.; FURLONG, E. B. **Óleo de soja: propriedades e processos de obtenção**. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, 34(1),47-65, 2016.

FULANETI, Fernando Sintra et al. **PROTETOR DE SEMENTES, PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO E EMERGÊNCIA DE ARROZ IRRIGADO**. Vivências, v. 18, n. 37, p. 275-285, 2022.

GERMANN, R. Dimensionamento e análise de um sistema de aeração para silos armazenadores de sementes. 2022.

GOTTARDI, Roberto. **Qualidade de grãos de soja submetidos a diferentes tipos de armazenamento**. 2011. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/48206/Poster_9269.pdf?sequence=2 Acesso em: 10 de jun de 2023.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004., 2004. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/252202/1/LV20055.pdf>> Acesso em: 15 de junho de 2023.

GREGGIO, E. A.; BONINI, E. A. Qualidade do grão de soja relacionada com o teor de acidez do óleo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, 2014.

GUIMARÃES, A. R.; et al. **Tratamento de resíduos gerados no processamento do óleo de soja para obtenção de produtos de maior valor agregado**. Química Nova, v. 41, n.

GUPTA, S. et al. **Fisiologia e Biotecnologia da Soja**. Em Avanços na Fisiologia e Produção da Soja. Imprensa Acadêmica. pp. 1-38, 2019.

HERNÁNDEZ, S et al. **Produção de lipase por *Aspergillus niger* usando okara como substrato.** Applied Biochemistry and Biotechnology, 190(4), 1478-1488, 2020.

INAGAKI, Celso Hajine; BOIAGO, Nayara Parisoto. **Característica fisiológica e físico- químicas de sementes de soja sob danos de percevejos.** Revista Cultivando o Saber, p. 19-30, 2020

JAEGER, K.E. et al. **Lipases de *Bacillus* e *Pseudomonas*: sequência, estrutura e especificidade.** Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism, 1210(3), 223-242, 1994.

JESUS, T. F. D. Qualidade fisiológicas de sementes de soja inoculadas e armazenadas em períodos e ambientes distintos. 2021

JEYAKUMARI, A. et al. **Extração de óleo de soja utilizando etanol e hexano como solventes.** Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(1), 3214-3216, 2018.

JOST, Patrick Renan. Qualidade física fisiológica de sementes de soja [*Glycine Max*.(L.) Merrill] produzidas por uma empresa produtora de sementes. 2020

KONIG, V. F. **TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO NA PREDIÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ARMazenada.** 2021

LEÃO, J. P. S. **Variação da temperatura de sementes de soja armazenados em silos metálicos.** (2019).

LEITE, J. C. et al. **Cadeia Produtiva da Soja: Armazenamento e Logística.** UNICIÊNCIAS, v. 26, n. 1, p. 31-36, 2022.

LIMA, G. F. Qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) durante o armazenamento em função do teor de água de colheita e impurezas. 2021.

LORINI, I., et al. **Colheita e pós-colheita de sementes.** 2020.

- LUCINI, G. F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja sob diferentes teores de água e luminosidade durante o armazenamento.** Bachelor's Thesis. Agronomia. 2021.
- MAIA, A. L.; et al. **Impactos ambientais do biodiesel de soja: uma comparação com o diesel e o biodiesel de óleo de palma.** Journal of Cleaner Production, v. 194, p. 430- 439, 2018.
- MANDARINO, J. M. G. **O Sabor da Soja** – EMBRAPA. Disponível em: <cc502a04-ce22- faeb-e6ab-e5b39fd7230e> Acesso em: 15 de maio de 2023.
- MANDARINO, J. M. G.; ROESSING, A. C. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos.** 2001.
- MARCOS, J. F. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** 2015.
- MELO, J. R. F. D. et al. **Efeito da umidade e do tempo de armazenamento sobre a qualidade da soja.** 2020.
- MENEGHETTI, E.; et al. **Emissão de gases de efeito estufa na cadeia produtiva do biodiesel de soja: uma avaliação do ciclo de vida.** Ciência Ambiental e Pesquisa sobre Poluição, v. 26, n. 11, pág. 11050-11062, 2019.
- MORAES, R. F. et al. **Qualidade do biodiesel produzido a partir de óleos residuais de fritura coletados em escolas públicas.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, 8(11), e158111569, 2019.
- MORAIS, Andressa Bruna Lima et al. **Variabilidade espacial da qualidade fisiológica de sementes de soja obtidas em condições de várzea tropical, em função do período de armazenamento.** In: 12ª JICE-JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO. 2021.
- NASCIMENTO, T. L. et al. **Avaliação do óleo e biodiesel de soja (glycine max) a partir de parâmetros físico-químicos.** Brazilian Journal of Development, 2020, 6.3: 12685- 12695. 2020.

NETTO, Gervasio Luiz Vidotti; NETO, José Elpídio de Moraes Cavalcante; DE CARVALHO NERES, Dielle Carmo. **AValiação DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA COM DIFERENTES PERCENTUAIS DE DANO POR PERCEVEJOS**. TCC-Agronomia, 2020.

OLIVEIRA, M. A. et al. **Índice de acidez titulável dos grãos de soja colhidos nas safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/17 e 2017/2018 no Brasil**. 2019.

PADUCH, M. **Avaliação da influência das avarias da soja moída na solubilidade proteica do farelo de soja**. Bachelor's Thesis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2022.

PANDEY, R. K.; MARANVILLE, J. W.; ADMOU, A. **Fisiologia e Agronomia da Soja: Uma Perspectiva Global**. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2020.

PARIZOTTO, Nayara Francieli. **Qualidade física e fisiológica de sementes de milho e soja semeadas com diferentes mecanismos dosadores e velocidades de deslocamento**. 2021.

PARIZOTTO, G.; TISCHER, J. S. **Benefícios do resfriamento artificial aplicado em sementes de soja durante o período de armazenamento**. Anais de Agronomia, 2.1: 54-66. 2022.

PERLIN, G. D. S. **Efeito do tempo de armazenagem na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas e fungicidas**. 2021.

Pinto, A. A. **Uso de biodiesel de soja em trator agrícola**. 2020.

PINTO, C. L. O.; et al. **Qualidade regulatória de sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas e umidades relativas ao ar**. Revista Brasileira de Sementes, v. 36, n. 4, pág. 94-101, 2014.

POWELL, A. A. **The controlled deterioration test**. In: van de VENTER, H.A. (Ed.) Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen. The International Seed Testing Association.1995. p.73-87. 1995.

RAS - Regra de Análises de Sementes. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. Disponível em: 2946_regras_analise_sementes.pdf Acesso: em 15 de jun de 2023.

RAVANAL, M. C.; VILLEGAS, L. E.; LÓPEZ, L. **Efeito de armazenamento em frio e atmosfera modificada sobre a qualidade do grão de soja**. Revista Ciência e Tecnologia Agropecuária, 18(1), 47-58, 2017.

Revista Brasileira de Desenvolvimento, 3(7), 4482-4493, 2017.

ROCHA, L. P.; VIEIRA, R. D.; BRAGAGNOLO, N. **Óleo de soja: composição, processos de produção e usos na indústria alimentícia**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, 74(3),225-233, 2015.

SANTANA, R. A.; SOUZA, S. A. **Estudo comparativo entre as emissões de poluentes gerados pelo diesel e pelo biodiesel produzido a partir do óleo de soja**. Jornal de Biotecnologia e Biodiversidade, 8(1), 55-62, 2017.

SANTANA, Jorge Henrique Gomes. **Influência da posição em sementes de soja no teste de crescimento de plântulas**. 2019.

SANT'ANNA, G. L.; SUAREZ, P.; SOUZA, S. N. M. **Produção de biodiesel a partir de óleo de soja: uma revisão sobre os processos de produção e o impacto ambiental**. Revista Brasileira de Desenvolvimento, 3(5), 10222-10243.

SCHEIBEL M. **Estudo da influência termohigrométrica do ar no tempo de secagem de sementes**. (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).2022.

- SHIEH, C. J. et al. **Utilização do farelo de soja e isolado protéico de soja como fontes de carbono e nitrogênio para produção de lipase por Burkholderia sp. L2.** Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 45(3), 1079-1085, 2014.
- SILVA, B. Á. D. **Germinação e vigor de sementes de soja (Glycine max L.)** Salvas e certificadas. 2019.
- SILVA, E. P. D. **Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas à ar resfriado e mantidas em diferentes condições de armazenamento** (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná). 2021.
- SILVA, J. C. S. et al. **Caracterização da biomassa residual de soja e sua utilização como bioproduto.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, 10(2), e16910212898, 2021.
- SILVA, M. M.; et al. **Influência do armazenamento na qualidade regulamento de sementes de soja.** Semina: Ciências Agrárias, v. 38, n. 6, pág. 3463-3476, 2017.
- SILVA, R. O.; VIANA, L. A. **Óleo de soja: processamento e aplicação em alimentos.** SILVEIRA, J. M. F. J.; **Relatório Setorial Final: Biotecnologia.** Brasil. FINEP, 2006.
- WOLF, W.J. **Lipoxygenase and flavor of soybean protein products.** Journal of Agriculture and Food Chemistry, v.23, n.2, p. 136-141, 1975.
- ZANELLA, L. C.; et al. **Polímeros biodegradáveis de óleo de soja: uma revisão.**