

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO
MUNGO (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) APÓS A SECAGEM E
DURANTE O ARMAZENAMENTO EM AMBIENTE
HERMÉTICO**

**ALLAN DELLON ALEGRE TAKAGI
DIOGO SANTOS CRIPPA**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2024

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO MUNGO
(*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) APÓS A SECAGEM E DURANTE O
ARMAZENAMENTO EM AMBIENTE HERMÉTICO**

Allan Dellon Alegre Takagi

Diogo Santos Crippa

Orientador: Prof. Dr. Valdiney Cambuy Siqueira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrícola.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

T136q Takagi, Allan Dellon Alegre

Qualidade fisiológica de sementes de feijão mungo (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) após a secagem e durante o armazenamento em ambiente hermético [recurso eletrônico] / Allan Dellon Alegre Takagi, Diogo Santos Crippa. -- 2024.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Valdiney Cambuy Siqueira.

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Moyashi. 2. Conservação de sementes. 3. Germinação de sementes. 4. Pós-colheita. I. Crippa, Diogo Santos. II. Siqueira, Valdiney Cambuy. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO MUNGO
(*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) APÓS A SECAGEM E DURANTE O
ARMAZENAMENTO EM AMBIENTE HERMÉTICO**

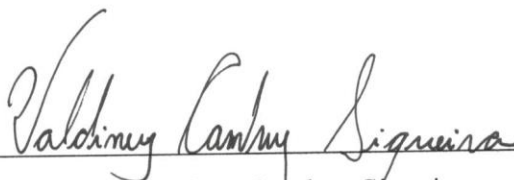
Por

Allan Dellon Alegre Takagi

Diogo Santos Crippa

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

Aprovado em: 22 de novembro de 2024



Prof. Dr. Valdiney Cambuy Siqueira

Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Elton Aparecido Siqueira Martins

Membro da banca – UFGD/FCA



Prof.ª Dr. Tathiana Elisa Masetto

Membro da banca – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS (Allan)

À Deus, pela força, saúde e sabedoria concedidas ao longo desta trajetória, mesmo nos momentos de incerteza.

À minha família, especialmente aos meus pais Zeno Wilson dos Santos Alves e Joice Alegre Gonçalves, e também a minha Esposa Aline Diélly Reges Martines que sempre acreditaram em mim e me apoiaram incondicionalmente, oferecendo carinho, suporte emocional e incentivo nos momentos mais difíceis. Vocês são a base de tudo o que conquistei.

Ao meu orientador, Valdiney Cambuy Siqueira, pela paciência, orientação precisa e incansável dedicação. Seus ensinamentos não só enriqueceram este trabalho, mas também minha formação acadêmica e pessoal.

Em especial ao meu amigo e companheiro de faculdade, Diogo Santos Crippa. Sua presença transformou os momentos mais desafiadores em experiências mais leves e suportáveis. Obrigado por cada conversa, cada estudo em conjunto, cada risada e pelo companheirismo. Sua amizade foi um pilar fundamental durante esses anos, e sou imensamente grato por ter compartilhado essa jornada ao seu lado.

Aos professores da Faculdade de Ciências Agrárias que ao longo destes anos, compartilharam seus conhecimentos e contribuíram para a minha formação. Cada aula, conselho e palavra de incentivo foram imprescindíveis para que pudesse alcançar o objetivo esperado.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), que me concederam bolsas durante todo curso, proporcionando amparo e estabilidade.

Aos colegas e amigos que estiveram ao meu lado nesta jornada, especialmente aos integrantes do Laboratório de Processos Pós-colheita (LPPC), pelo companheirismo e apoio mútuo que tornaram esta caminhada mais leve e significativa. Vocês fizeram toda a diferença.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Elton Aparecido Siqueira Martins e Prof.^a Dr.^a Tathiana Elisa Masetto, meu sincero agradecimento pela disposição e pelas valiosas contribuições. Suas orientações e sugestões foram fundamentais para o aprimoramento deste trabalho.

Obrigado!

AGRADECIMENTOS (Diogo)

À Deus pela saúde, força de vontade, proteção e pelos dons que me deu.

Aos meus pais João Francisco Crippa e Susi Meire dos Santos Crippa pelo carinho, atenção e apoio que me deram durante toda a minha vida. Sou grato por sempre me incentivarem e acreditarem que eu seria capaz de superar os obstáculos que a vida me apresentou. Esta monografia é a prova de que os esforços pela minha educação não foram em vão e valeram a pena.

À minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida, principalmente aos meus tios Clemilton Pereira dos Santos e Leonice Alves de Campos por me acolherem em seu lar durante minha graduação, sem vocês esse título não seria possível.

À minha querida namorada Annelise Cavalcante de Souza que esteve ao meu lado durante o percurso acadêmico e por compreender minha dedicação ao projeto de pesquisa. Sou muito feliz e grato por ter você, meu amor, ao meu lado.

Ao meu orientador Valdiney Cambuy Siqueira pela parceria durante minha trajetória acadêmica e por aceitar conduzir este trabalho de pesquisa. Seus conhecimentos e conselhos foram de suma importância nesta trajetória.

Ao meu amigo e colega do curso de Allan Dellon Alegre Takagi pela parceria durante toda nossa trajetória acadêmica. Enfrentamos diversos desafios, porém, graças as trocas de ideias e ajuda mútua conseguimos avançar e ultrapassar todos os obstáculos.

A todos os meus professores do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pela excelência da qualidade técnica de cada um, seus ensinamentos serão essenciais para o mercado de trabalho.

À equipe de pesquisa do Laboratório de Processos Pós-Colheita da UFGD, expresso minha sincera gratidão pela valiosa assistência e dedicação oferecidas durante a elaboração deste trabalho.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Elton Aparecido Siqueira Martins e Prof.^a Dr.^a Tathiana Elisa Masetto, pela generosidade em dedicar seu tempo, compartilhar sabedoria e enriquecer minha formação acadêmica com suas contribuições inestimáveis.

Obrigado!

TAKAGI, Allan Dellon Alegre; CRIPPA, Diogo Santos. **Qualidade fisiológica de sementes de feijão mungo (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) após a secagem e durante o armazenamento em ambiente hermético.** 2024. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024.

RESUMO

No cenário atual, a busca pela alimentação saudável é fator de alto impacto no mercado de grãos. Nesse contexto, o feijão mungo (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) distingue-se pelo custo reduzido de produção, sustentabilidade ambiental, características medicinais e propriedades nutricionais. No momento da colheita, as sementes de feijão mungo encontram-se com elevado teor de água, que acelera as atividades metabólicas e torna os grãos suscetíveis à proliferação de microrganismos. Logo, o processo de secagem torna-se indispensável, para a qualidade das sementes durante o armazenamento. O controle da temperatura, concentração de gases e o período de armazenamento também são fatores essenciais para a segurança do armazenamento. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão mungo, após a secagem e durante o armazenamento em ambiente hermético. O trabalho foi realizado no Laboratório de Processos Pós-Colheita (LPPC) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e conduzido em esquema fatorial 2 x 4 (2 temperaturas e 4 períodos de armazenamento), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As sementes de feijão mungo foram cultivadas na Área Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD. A colheita e a debulha foram realizadas manualmente quando as sementes atingiram teor de água de, aproximadamente, 15%, base úmida (b.u.). A secagem das sementes foi realizada em um secador experimental convectivo de leito fixo, dotado de um sistema onde se ajusta o fluxo e controla a temperatura. As sementes foram submetidas às temperaturas do ar de secagem de 40 e 50 °C. Após a secagem, as sementes foram armazenadas em garrafas de Politereftalato de Etileno (PET) de 200 mL, revestidas com papel alumínio, para evitar a incidência de luz por um período de 180 dias. As sementes foram analisadas imediatamente após a secagem e a cada 60 dias por meio dos testes de germinação, comprimento de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio e índice de velocidade de emergência. As sementes de feijão mungo apresentaram aumento dos resultados dos testes de envelhecimento acelerado e de comprimento de plântulas durante o armazenamento em ambiente hermético. Entretanto, os resultados do teste de frio e do índice de velocidade de emergência reduziram durante o armazenamento, isso evidencia a fragilidade das sementes quando submetidas ao período de armazenamento em conjunto com o estresse gerado pela baixa temperatura. A germinação das sementes não foi influenciada significativamente durante o período de armazenamento avaliado.

Palavras-chave: Moyashi. Conservação de sementes. Germinação de sementes. Pós-colheita.

TAKAGI, Allan Dellon Alegre; CRIPPA, Diogo Santos. **Physiological quality of mung bean seeds (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) after drying and during storage in a hermetic environment.** 2024. 23 p. Final Project (Bachelor's Degree in Agricultural Engineering) – Faculty of Agricultural Sciences, Federal University of Large Dourados, Dourados, 2024.

ABSTRACT

In the current landscape, the demand for healthy food options has a significant impact on the grain market. In this context, mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) stands out due to its low production costs, environmental sustainability, medicinal properties, and nutritional benefits. At the time of harvest, mung bean seeds have a high moisture content, which accelerates metabolic activity and makes the grains susceptible to microbial proliferation. Therefore, the drying process becomes essential to maintain seed quality during storage. Factors such as temperature control, gas concentration, and storage duration are also crucial for ensuring safe storage. Thus, the objective of this study was to evaluate the physiological quality of mung bean seeds after drying and during storage in a hermetic environment. This study was conducted at the Post-Harvest Processes Laboratory (LPPC) of the Federal University of Large Dourados (UFGD) in a 2 x 4 factorial design (2 temperatures and 4 storage periods), with a completely randomized design and four replications. Mung bean seeds were cultivated in the Experimental Area of the College of Agricultural Sciences at UFGD. Harvesting and threshing were performed manually when seeds reached a moisture content of approximately 15%, wet basis (w.b.). Drying was carried out in an experimental fixed-bed convective dryer, equipped with a system that adjusts airflow and controls the drying air temperature. The seeds were subjected to drying air temperatures of 40 and 50 °C. After drying, the seeds were stored in 200 mL polyethylene terephthalate (PET) bottles covered with aluminum foil to prevent light exposure for a period of 180 days. Physiological quality analyses were performed immediately after drying and every 60 days through germination tests, seedling length, accelerated aging, cold test, and emergence speed index. Mung bean seeds showed increased results in the accelerated aging and seedling length tests during storage in a hermetic environment. However, the results from the cold test and emergence speed index decreased during storage, highlighting the fragility of the seeds when subjected to storage in conjunction with the stress caused by low temperatures. Germination was not significantly influenced during the evaluated storage period.

Keywords: Moyashi. Seed conservation. Seed germination. Post-harvesting.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Feijão mungo.....	3
2.2 Secagem e armazenamento.....	4
2.3 Qualidade fisiológica.....	5
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Testes fisiológicos.....	7
3.1.1 Germinação.....	7
3.1.2 Comprimento de plântulas.....	7
3.1.3 Envelhecimento acelerado.....	8
3.1.4 Teste de frio.....	8
3.1.5 Índice de velocidade de emergência.....	9
3.2 Análise estatística.....	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5 CONCLUSÃO.....	16
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

A busca pela alimentação saudável é um fator de alto impacto no mercado de grãos. Desse modo, algumas leguminosas têm se mostrado promissoras no quesito bem-estar e saúde, além de serem fonte alternativa de proteínas (Milenkovic *et al.*, 2017). Dentre as leguminosas, o feijão mungo destaca-se devido ao seu baixo custo de produção, sustentabilidade ambiental, propriedades medicinais e valores nutricionais (Hou *et al.*, 2023).

Por desenvolver-se satisfatoriamente em ambientes áridos e semiáridos (Diatta *et al.*, 2020), a produção de feijão mungo vem se expandindo no Brasil (Favero *et al.*, 2022). De acordo com He *et al.*, (2023), esta cultura anual é caracterizada por um ciclo de curta duração e desenvolve-se em diferentes tipos de solo. Os compostos das sementes apresentam propriedades benéficas ao consumidor, tais como, antipiréticas, diuréticas, antidotas, anticancerígenas, antiescorbúticas e anti-hipertensivas (Ganesan; XU, 2018).

No momento da colheita, as sementes de feijão encontram-se com elevado teor de água, tornando-se susceptível à proliferação de microrganismos, além de apresentar maior atividade metabólica. Desse modo, visando manter as propriedades físico-químicas das sementes (Martins *et al.*, 2020) durante o armazenamento e com o intuito de assegurar a qualidade e quantidade do produto, realiza-se o processo de secagem (Martins *et al.*, 2021; Siqueira *et al.*, 2023), para a redução do conteúdo de água e a preservação dos produtos agrícolas (Dhurve *et al.*, 2022). No entanto, este processo deve ser realizado em condições adequadas, pois temperaturas elevadas podem ocasionar danos imediatos e latentes irreversíveis às sementes, como fissuras, redução de vigor e outros.

Para o armazenamento seguro, duas variáveis são cruciais, temperatura e período de armazenamento, pois a temperatura inadequada reduz a qualidade do produto e o período pode acentuar essa deterioração e reduzir a longevidade (Dias *et al.*, 2016; Polat, 2015).

Diversas formas de armazenamento podem ser utilizadas ao se tratar de produtos agrícolas. De acordo com Tiecker Junior *et al.*, (2014) o armazenamento hermético é caracterizado como método de controle físico, que impede as trocas gasosas com o ambiente, reduz a atividade metabólica do produto e a ação de microrganismos. Com o isolamento proporcionado pelo material de acondicionamento, mudanças na atividade respiratória dos componentes bióticos do ecossistema promovem a alteração na composição atmosférica do ambiente.

Durante o armazenamento é primordial compreender as variações nos atributos fisiológicos das sementes, principalmente para o feijão mungo, visto que seu consumo é

majoritariamente na forma de brotos. O teste padrão de germinação é um dos principais métodos para avaliar o potencial das sementes em formarem plântulas aptas ao desenvolvimento de plantas normais sob condições favoráveis (Brasil, 2009). Entretanto, a análise das mudanças que eventualmente ocorrem às sementes durante o armazenamento torna-se mais precisa em conjunto com os testes de vigor de sementes (Alves *et al.*, 2016), como o índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, emergência em campo, entre outros (Quequeto *et al.*, 2020).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade fisiológica do feijão mungo, após a secagem e durante o armazenamento em ambiente hermético.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Feijão mungo

Originado no continente asiático (Ganesan; Xu, 2018), o feijão mungo é amplamente cultivado na Índia, Paquistão, Bangladesh, Mianmar, Tailândia, Filipinas, China e Indonésia (Ullah *et al.*, 2014). No Brasil, o cultivo expande-se por diversas áreas, principalmente no Cerrado, com intuito de gerar excedentes de produção para a exportação (Favero *et al.*, 2021). No Centro-oeste, a produção é realizada de forma extensiva, entretanto as práticas de manejo carecem de metodologia adequada (Noleto *et al.*, 2023).

O feijão mungo pertence à família Fabaceae, suas plantas são eretas, com vagens que contêm de 8 a 15 sementes dispostas em cachos próximos ao topo da planta (Dahiya *et al.*, 2015), com folhas alternadas e trifolioladas, caracteriza-se por sua adaptabilidade a climas quentes e crescimento satisfatório em todos os tipos de solo, desenvolvendo-se até 90 cm de altura no decorrer do ciclo de 75 a 95 dias (Ganesan; Xu, 2018). Esse conjunto de fatores promove a utilização do feijão como cultura de rotação, onde este pode ser intercalado com cereais como arroz e trigo (Dahiya *et al.*, 2015), além de ser utilizado como adubo verde e alimentação para o gado (Huppertz *et al.*, 2023)

Ao dispor de uma ampla gama de nutrientes, o feijão moyashi tem ganhado destaque como fonte alternativa de proteína no Brasil. Ullah *et al.*, (2014) observaram diversos nutrientes essenciais aminoácidos nessa cultura e afirmam que estes são imprescindíveis para o desenvolvimento saudável dos seres humanos e animais. De acordo com Ganesan; Xu, (2018) é composto por 60% de carboidrato e até 25% de proteína de sua massa seca, onde as principais proteínas são a globulina e a albumina.

Por apresentar características nutricionais completas e baixo custo, a farinha de feijão moyashi germinado pode ser misturada com farinha de milho e trigo para a produção de pão, desta forma promove o aumento do teor de proteína, logo o produto final torna-se mais acessível e saudável (Manyatsi; Solomon; Shelembe, 2020).

Desde tempos antigos os chineses realizam o preparo do feijão mungo em forma de sopa com o intuito de reduzir a febre e promover a desintoxicação do organismo (Yao; Cheng; Ren, 2015). De acordo com Hou *et al.*, (2019) o feijão mungo e seus derivados proporcionam diversas propriedades benéficas a saúde, tais como ações anti-hipertensivas, anticancerígenas, antimelanogênese, hepatoprotetoras, imunomoduladoras, hipoglicêmicas e hipolipidêmicas.

Por resistir a grande parte das doenças e pragas que afetam as leguminosas (Ullah *et al.*, 2014), seu cultivo gera benefícios econômicos e segurança alimentar aos produtores, devido à baixa utilização de fertilizantes e pesticidas (Sultana *et al.*, 2024). Em razão da sua capacidade de simbiose fixadora de nitrogênio, além de resistência a períodos de estiagem, benefícios nutricionais, versatilidade e apelo culinário, sua produção e consumo cresce gradativamente no cenário mundial (Huppertz *et al.*, 2023).

2.2 Secagem e armazenamento

Para garantir que as sementes apresentem potencial fisiológico máximo, recomenda-se que a colheita seja realizada no ponto de maturidade fisiológica (Pereira *et al.*, 2014), porém, neste momento as sementes de feijão encontram-se com elevado teor de água. Ullmann *et al.*, (2015) e Faria *et al.*, (2014) destacam que essa condição promove altas taxas de atividade respiratória, logo a semente consome suas reservas antecipadamente, o que ocasionará redução nos parâmetros de germinação e de vigor.

No intuito de garantir a manutenção da qualidade da maioria dos produtos agrícolas é realizado o processo de secagem (Botelho *et al.*, 2018; Siqueira *et al.*, 2023), que consiste na transferência simultânea de calor e massa entre o produto e o ar de secagem. Diversos benefícios são destacados ao realizar a secagem do produto, tais como reduzir a atividade biológica, eliminar o excesso de água livre, para preservar a qualidade das sementes (Santos *et al.*, 2024).

Para atender à demanda de segurança alimentar, torna-se imprescindível manter a qualidade do produto durante os processos pós-colheita, assim pesquisas sobre metodologias de secagem e sua influência no produto final são cada vez mais relevantes (Ullmann *et al.*, 2015). A redução de massa de água proporciona condições mais adequadas para o armazenamento, de modo que o produto permanece disponível durante qualquer período do ano (Quequeto *et al.*, 2019).

Durante o armazenamento, o fator que gera maior impacto na conservação dos produtos agrícolas é o conteúdo de água, onde este possui mais influência do que qualquer outra característica física. Tal condição se deve ao excesso de água disponível, o que leva a hidrólise enzimática e a oxidação dos lipídeos (Furquim *et al.*, 2014). O teor de água é um indicador de qualidade do produto comumente utilizado no campo, entretanto o parâmetro que melhor elucida a quantidade de água disponível para a proliferação de microrganismos é denominado atividade de água (Foster *et al.*, 2024).

Em condições inadequadas de armazenamento, ocorrem perdas na qualidade do produto devido às mudanças bioquímicas e fisiológicas (Furquim *et al.*, 2014) e, deste modo, o armazenamento hermético destaca-se, ao promover a redução de O₂ e aumento de CO₂, condição que inibe o desenvolvimento de microrganismos por hipóxia (Ludwig *et al.*, 2021) além de reduzir o ataque de pragas (Foster *et al.*, 2024). Embalagens herméticas geralmente são utilizadas para acondicionar sementes de alto valor agregado. Masetto *et al.*, (2013) constataram que o armazenamento em ambiente hermético favorece a manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

2.3 Qualidade fisiológica de sementes

O feijão mungo *in natura* possui ácido fítico, inibidor de tripsina e polifenol, fatores que reduzem a biodisponibilidade de nutrientes, porém, com o processo de germinação ocorre a remoção efetiva da casca que é onde se concentram os compostos antinutricionais, assim pode-se aproveitar os componentes sem alterar significativamente a composição química e seu potencial como matéria-prima para produção de ingredientes proteicos (Wintersohle *et al.*, 2024).

O teste de germinação de sementes sob condições ideais é o principal método utilizado para definir o potencial da semente em formar uma plântula apta ao desenvolvimento normal sob condições favoráveis de campo (Brasil, 2009) . Entretanto, nota-se discrepância nos resultados obtidos a campo, devido fatores inexistentes na avaliação laboratorial, logo, é imprescindível realizar testes de vigor (Amaro *et al.*, 2019). Ao avaliar o vigor das sementes, é possível obter indicadores mais sensíveis quanto ao potencial das sementes em formar plântulas aptas ao desenvolvimento em uma ampla faixa de condições ambientais (Marcos Filho, 2015).

As principais avaliações que determinam o vigor de sementes são o teste de frio, envelhecimento acelerado, emergência em campo, comprimento de plântulas, índice de velocidade de germinação e outros (Quequeto *et al.*, 2020),. Bazzo *et al.*, (2021) relatam que sementes de alta qualidade promovem desenvolvimento rápido e uniforme de plântulas normais, por resistirem as condições de estresse geradas pelo ambiente.

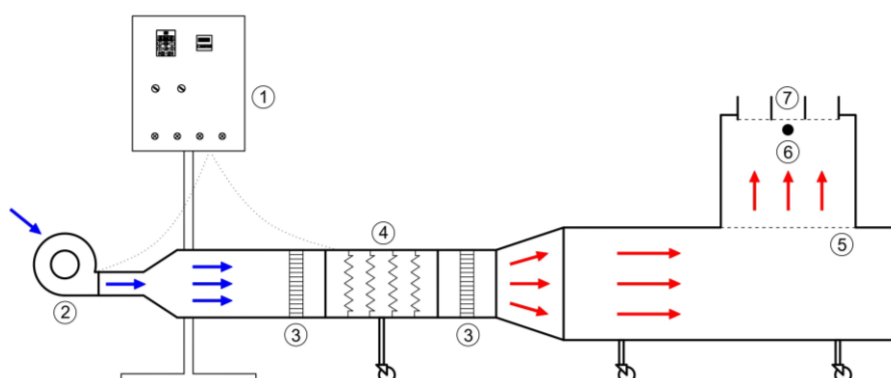
3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Processos Pós-Colheita (LPPC) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizado na Rodovia Dourados – Itahum, km 12, Cidade Universitária, Dourados – MS.

As sementes de feijão mungo foram cultivadas na Área Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, localizada na latitude 22°11'56" S e longitude 54°56'20" W.

A colheita e a debulha foram realizadas manualmente quando as sementes atingiram teor de água de, aproximadamente 15%, base úmida (b.u.). Posteriormente, as sementes foram colocadas em embalagens plásticas de polietileno transparente e alocados em uma câmara fria à 5 °C para uniformização do teor de água. O teor de água foi determinado pelo método gravimétrico em estufa com circulação de ar forçado por 24 horas a 105 ± 1 °C (Brasil, 2009) ajustado com três repetições.

Na secagem foram utilizadas 600 g de feijão mungo, distribuídas uniformemente em 3 bandejas, com 200 g em cada. Realizou-se a secagem em um secador experimental convectivo de leito fixo (Figura 1), dotado de um sistema que controla com precisão a temperatura do ar de secagem. O ar aquecido e homogeneizado foi insuflado de maneira ascendente à uma velocidade constante de $1,0 \text{ m s}^{-1}$ com distribuição uniforme nas três bandejas, onde as massas de sementes estavam dispostas e foram submetidas à secagem nas temperaturas de 40 e 50 °C. O controle das variáveis temperatura e velocidade do ar foram monitoradas por um controlador (Novus, N1040) e termopar digital (Instrutherm AM-100). O secador foi ligado 30 minutos antes do experimento, para estabilização da temperatura nas bandejas.



1: Painel de controle de temperatura e fluxo de ar; 2: Ventilador centrífugo; 3: Homogeneizadores de ar; 4: Conjunto de resistências elétricas; 5: Chapa metálica perfurada para secagem em camada espessa; 6: Ponto de medição de temperatura; 7: Conjunto de bandejas de secagem em camada fina.

Figura 1. Secador experimental convectivo de leito fixo utilizado para a secagem das sementes de feijão mungo.

Fonte: Siqueira *et al.*, 2024

A secagem foi encerrada quando o produto atingiu o teor de água de $11,6 \pm 0,3\%$ (b.u.). As sementes foram armazenadas em garrafas de Politereftalato de Etileno (PET) de 200 mL, revestidas com papel alumínio, para evitar a incidência de luz. Os recipientes herméticos foram alocados sob a bancada em um compartimento fechado dentro do LPPC. As condições de temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento foram monitoradas por um *data logger* digital, modelo LogChart II.

As sementes foram avaliadas logo após a secagem e a cada 60 dias, por um período de 180 dias, por meio dos testes de germinação, comprimento de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio e índice de velocidade de emergência, conforme descrito nos tópicos a seguir.

O teor de água ao longo do período de armazenamento foi monitorado pelo método gravimétrico da estufa (Brasil, 2009).

3.1 Testes fisiológicos

3.1.1 Germinação

Em quatro repetições de 50 sementes, as sementes foram tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem. O substrato utilizado para a realização da semeadura foi o papel toalha, tipo Germitest[®]. Após esse procedimento, para cada repetição foram selecionadas três folhas de papel toalha, umedecidas com água destilada, utilizando-se o volume equivalente a duas vezes e meia a massa do papel seco.

Em seguida foram semeadas as quatro repetições de 50 sementes, uniformemente distribuídas por todo o substrato e realizada a montagem dos rolos de germinação. Os rolos confeccionados foram colocados em embalagens plásticas fechadas, visando reduzir os riscos de desidratação, e posteriormente acondicionados na incubadora tipo BOD regulada a 25 ± 1 °C. As avaliações foram realizadas ao 5º (primeira contagem) e ao 7º (contagem final) dia após a instalação do teste, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.1.2 Comprimento de plântulas

O substrato utilizado para a realização da semeadura foi o papel toalha, tipo Germitest[®]. Para cada repetição, foram selecionadas três folhas de papel toalha, umedecidas

com água destilada, utilizando-se volume equivalente a duas vezes e meia a massa do papel seco. Em seguida foram semeadas quatro repetições de 10 sementes, tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem, dispostas em linha no terço superior no sentido longitudinal das folhas. Os rolos foram confeccionados, mantidos no interior de embalagens plásticas e, posteriormente, acondicionados verticalmente na incubadora tipo B.O.D. por cinco dias a 25 ± 1 °C. Ao final deste período, avaliou-se as medidas das raízes primárias e da parte aérea das plântulas normais com o auxílio de uma régua. Os resultados foram expressos em centímetros (Brasil, 2009).

3.1.3 Envelhecimento acelerado modificado

Em caixas plásticas do tipo gerbox, como compartimento individual (minicâmara), amostras compostas por 40 g de feijão mungo, foram tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem. Cada caixa plástica utilizada, apresenta de forma suspensa em seu interior uma tela de aço inoxidável, onde a amostra foi dispersa de maneira uniforme, no intuito de se obter uma única camada de sementes sobre a tela inteira. Antes de retornar a tela ao interior de cada compartimento individual, foi adicionado ao recipiente 16 gramas de NaCl, diluídas em 40 mL de água destilada, não existindo contato entre o produto e o Líquido (Costa; Trzeciak; Villela, 2008). Posteriormente, com a caixa tampada, armazenou-se na incubadora tipo BOD a 42 ± 1 °C durante 3 dias. Em seguida as avaliações foram realizadas de forma equivalente ao teste de germinação (Brasil, 2009).

3.1.4 Teste de frio

Realizou-se procedimentos semelhantes ao teste de Germinação, porém, utilizando-se o volume de água equivalente a três vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, os rolos foram colocados em sacos plásticos fechados, visando reduzir os riscos de desidratação, e acondicionados em uma câmara incubadora tipo BOD regulada a 10 ± 1 °C por cinco dias (Krzyzanowski; Vieira; França Neto, 1999). Posteriormente, a BOD foi regulada a 25 ± 1 °C onde o produto permaneceu até o final da análise. As avaliações foram realizadas de forma idêntica ao teste de germinação.

3.1.5 Índice de velocidade de emergência

Determinou-se o índice de velocidade de emergência (IVE) a partir do teste de emergência de plântulas, segundo (Krzyzanowski; Vieira; França Neto, 1999) o IVE foi expresso pela equação (01):

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots \frac{E_n}{N_n} \quad (01)$$

Em que:

IVE: índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, E_n : número de plântulas emergidas, na primeira, segunda, ..., contagem final; e

N_1, N_2, N_n : número de dias da semeadura, à primeira, à segunda e à última contagem.

3.2 Análise estatística

O experimento foi montado em esquema fatorial 2 x 4 (2 temperaturas e 4 tempos de armazenamento), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão e o ajuste dos modelos de acordo com o coeficiente de determinação e a significância da equação pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste t ao nível de probabilidade de 5%. A distribuição dos dados e as variâncias dos grupos foi analisada pelo teste Shapiro-Wilk e Brown-Forsythe, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água das sementes de feijão mungo durante o armazenamento foram de 11,9; 11,4; 11,9 e 11,7%, aos 0; 60; 120 e 180 dias, respectivamente, para a temperatura de 40 °C e de 11,4; 11,0; 11,4 e 11,1%, para os dias 0; 60; 120 e 180, respectivamente, para a temperatura de 50 °C. Esses resultados indicam que a variação nos valores médios foi mínima devido ao ambiente hermético (Ludwig *et al.*, 2021).

Na Tabela 1 está apresentado o resumo da análise de variância para os fatores analisados. O armazenamento das sementes influenciou significativamente o comprimento de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio e índice de velocidade de emergência (IVE). A temperatura do ar de secagem influenciou significativamente a primeira contagem de germinação e o IVE. A interação dos fatores influenciou significativamente o vigor de sementes determinado pelos testes de frio e IVE. A germinação de sementes não foi influenciada significativamente pela secagem e o armazenamento.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a primeira contagem germinação, germinação, comprimento raiz, comprimento parte aérea, comprimento total, envelhecimento acelerado, teste de frio e índice de velocidade de emergência de sementes de feijão mungo submetidas a secagem e ao armazenamento.

Variáveis analisadas	Fonte(s) de variação	Quadrados médios	CV (%)
Primeira contagem germinação	Armazenamento	4,7917 ^{NS}	3,79
	Temperatura	78,1250*	
	Armazenamento X Temperatura	9,4583 ^{NS}	
Germinação	Armazenamento	6,4583 ^{NS}	4,27
	Temperatura	28,1250 ^{NS}	
	Armazenamento X Temperatura	14,4583 ^{NS}	
Comprimento raiz	Armazenamento	5,5448*	9,79
	Temperatura	1,6335 ^{NS}	
	Armazenamento X Temperatura	2,0525 ^{NS}	
Comprimento parte aérea	Armazenamento	67,9340**	15,03
	Temperatura	3,3541 ^{NS}	
	Armazenamento X Temperatura	5,5967 ^{NS}	
Comprimento total	Armazenamento	94,7335**	10,07
	Temperatura	0,3062 ^{NS}	
	Armazenamento X Temperatura	7,8287 ^{NS}	
Envelhecimento acelerado	Armazenamento	347,4583**	4,56
	Temperatura	3,1250 ^{NS}	
	Armazenamento X Temperatura	47,7917 ^{NS}	
Teste de frio	Armazenamento	478,7917**	7,98
	Temperatura	78,1250 ^{NS}	
	Armazenamento X Temperatura	237,4583**	
Índice de Velocidade de Emergência	Armazenamento	924,0515**	4,54
	Temperatura	125,8888**	
	Armazenamento X Temperatura	82,8194**	

**Significativo a 1% pelo teste F; *Significativo a 5% pelo teste F; ^{NS} Não significativo.

Fonte: Takagi e Crippa, 2024.

Na tabela 2 são apresentados os valores médios de teste de frio, IVE e primeira contagem de germinação. Para o teste de frio não houve diferença significativa entre as temperaturas de secagem das sementes até os 120 dias de armazenamento, após esse período o armazenamento influenciou os resultados, com os menores valores observados na temperatura de 50 °C.

Tabela 2. Resultados do Teste de frio, Índice de velocidade de emergência (IVE) e primeira contagem germinação.

	Temperatura	Tempo de armazenamento			
		0	60	120	180
Teste de frio	40	87±5a	91±9a	77±3a	80±8a
	50	92±2a	82±11a	84±6a	64±4b
IVE	40	58±4b	69±3a	40±1a	50±1b
	50	65±1a	64±2b	43±3a	60±4a
Primeira contagem germinação	40		92±4b		
	50		95±3a		

Médias com mesma letra na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste t em nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

Fonte: Takagi e Crippa, 2024.

Com a temperatura de 50 °C, verificou-se resultado mais elevado da primeira contagem do teste de germinação em relação à temperatura de 40 °C (Tabela 2). Resultado semelhante foi observado por Silva *et al.*, (2020) ao analisarem a qualidade fisiológica de sementes de feijão guandu após a secagem em diferentes temperaturas. Entretanto, segundo Hartmann Filho *et al.*, (2016) temperaturas mais altas, normalmente, proporcionam danos que afetam o vigor das sementes.

Ressalta-se que, este comportamento foi observado somente para a primeira contagem, já na contagem final do teste de germinação, não houve diferença significativa (Tabela 1), com resultado médio de 95%

Capilheira *et al.* (2019) ao analisarem a qualidade fisiológica de sementes de soja em ambiente hermético ao longo do armazenamento, constataram que este ambiente é favorável para manter a germinação dentro do padrão comercial mínimo para soja.

Pelo teste de frio, observou-se que o vigor de sementes apresentou comportamento linear decrescente ao longo do tempo de armazenamento (Figura 2). Mesmo que o ambiente hermético promova a redução da atividade metabólica, devido a menor concentração de oxigênio, ela ainda é existente. Este processo que envolve o consumo de reservas, pode ter deixado o produto mais suscetível aos danos causados pela temperatura baixa condicionada pelo teste de frio.

Em condições normais, espécies reativas ao oxigênio (ROS) realizam atividade metabólica e liberam radicais livres como superóxido (O_2), radicais de hidroxila (OH), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e outros. Quando as sementes são submetidas a condições de estresse por frio, aumenta a liberação desses compostos, que são cumulativos; e ao elevar o nível de concentração no produto, causam estresse oxidativo e consequentemente a inibição de enzimas envolvidas na germinação, peroxidação lipídica (danos às membranas) e quebra de proteínas (Awasthi; Bhandari; Nayyar, 2015).

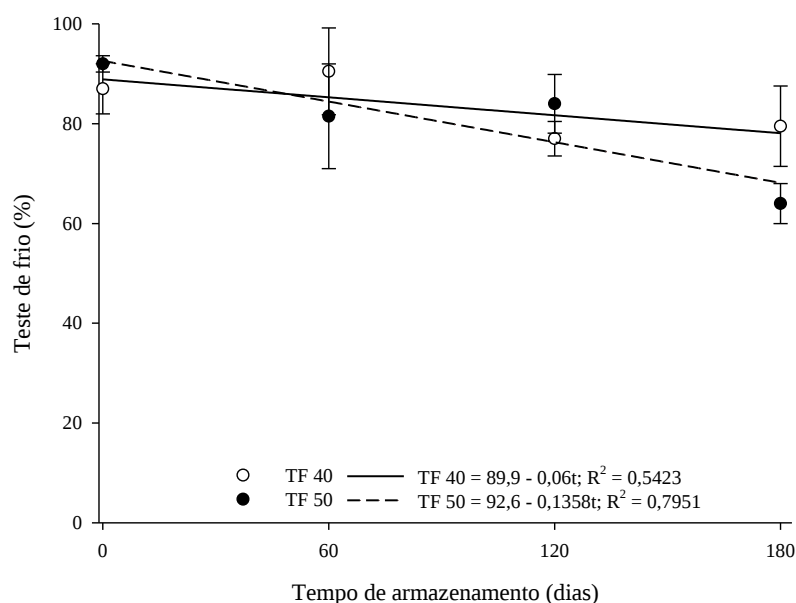


Figura 2. Teste de frio das sementes de feijão mungo, após a secagem em diferentes temperaturas e o armazenamento.

Fonte: Takagi e Crippa, 2024.

Para o IVE (Figura 3), verificou-se que aos 120 dias de armazenamento houve redução brusca nos resultados e, por conseguinte, o ajuste de uma equação tornou-se inviável. Este comportamento pode ter ocorrido devido uma queda de temperatura do ar ambiente em Dourados/MS (Figura 4). Embora a temperatura média tenha sido de 19 ± 4 °C, a mínima chegou a 5,6 °C (Embrapa, 2024). Como o teste é feito em condição de campo, os resultados foram influenciados pelas variações climáticas do ambiente.

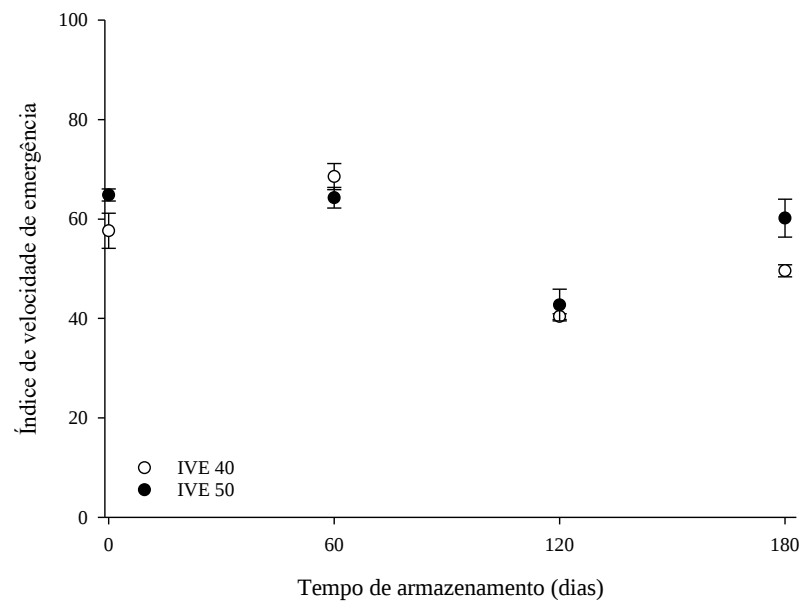


Figura 3. Índice de Velocidade de Emergência (IVE) das sementes de feijão mungo, após a secagem em diferentes temperaturas e ao longo do tempo de armazenamento.
Fonte: Takagi e Crippa, 2024.

Este comportamento das sementes de feijão mungo em condições de baixa temperatura, de certa forma condiz com o observado no teste de frio (Figura 2). Aparentemente, o tempo de armazenamento em conjunto com baixa temperatura promove a redução da qualidade fisiológica.

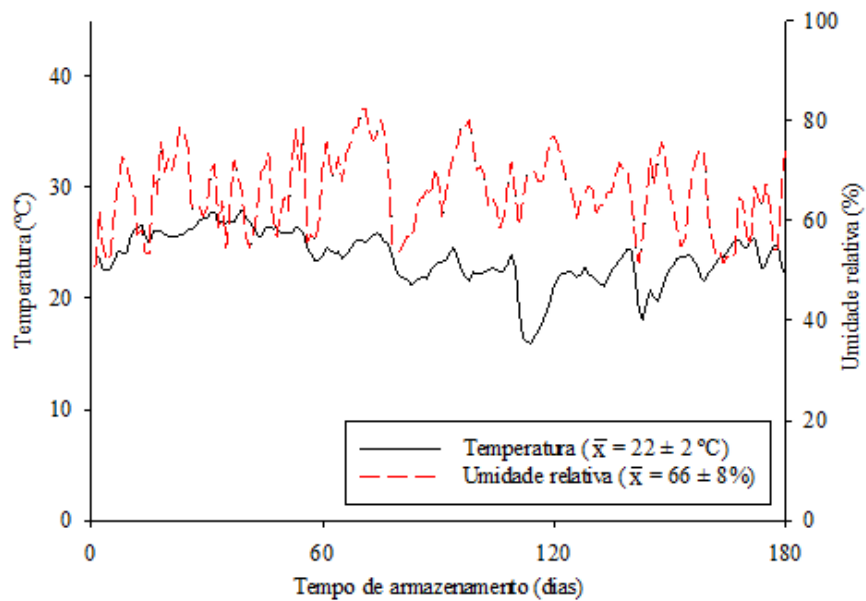


Figura 4. Variação de temperatura (°C) e umidade relativa (%) diárias no ambiente protegido, durante o período de armazenamento de 180 dias, entre os meses de janeiro de 2023 a junho de 2023.

Fonte: Takagi e Crippa, 2024.

O índice de velocidade de emergência representa o vigor que a semente dispõe para se estabelecer e desenvolver com rapidez, garantindo plântulas uniformes e competitivas (Carneiro *et al.*, 2020; Leite *et al.*, 2018).

Os resultados de comprimento de plântulas são apresentados na Figura 5. O resultado máximo de comprimento da parte aérea foi observado aos 120 dias de armazenamento, a partir daí nota-se uma pequena redução. Já para o comprimento da raiz os valores mantiveram comportamento semelhante, com resultado máximo aos 100 dias de armazenamento. Desse modo pode-se afirmar que o aumento observado no comprimento total, deve-se principalmente ao desenvolvimento satisfatório do hipocótilo das plântulas de feijão mungo.

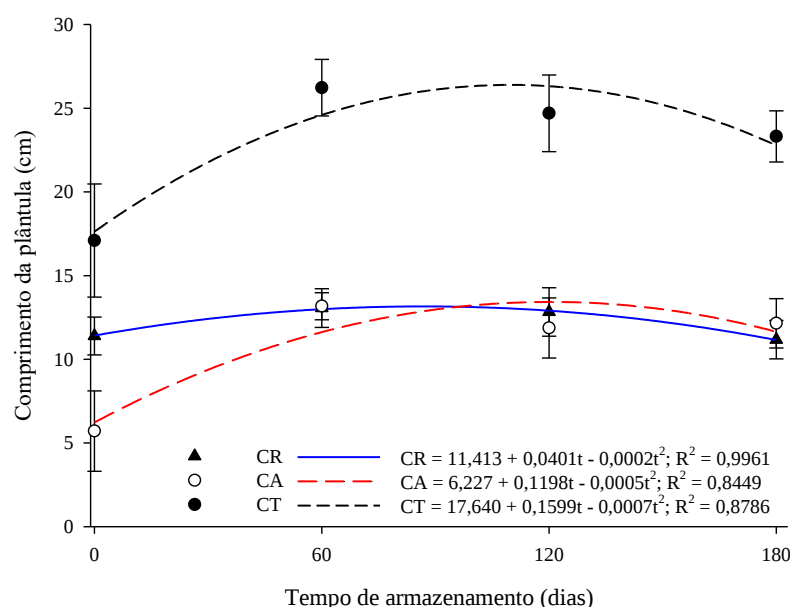


Figura 5. Comprimento da raiz (CR), da parte aérea (CPA) e total (CT) das plântulas provenientes de sementes de feijão mungo, após a secagem e o armazenamento.
Fonte: Takagi e Crippa, 2024.

Os parâmetros de crescimento das plântulas evenciam o desempenho à campo, pois o êxito nessa fase demonstra seu potencial produtivo (Dias *et al.*, 2023). Segundo Guedes *et al.*, (2012) em sementes mais vigorosas a elevada taxa de crescimento ocorre devido a maior capacidade de translocação de suas reservas e maior aproveitamento destas pelo eixo embrionário.

Durante o armazenamento, o resultado máximo de envelhecimento acelerado (94%) foi observado aos 117 dias de armazenamento (Figura 6). Oliveira *et al.*, (2015) observaram comportamento semelhante para sementes de feijão caupi armazenadas em ambiente controlado e não controlado.

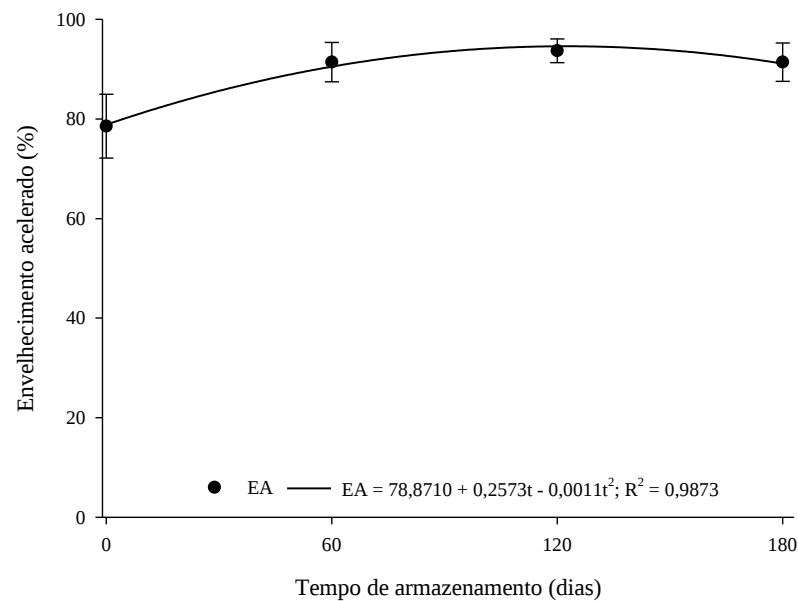


Figura 6. Porcentagem de germinação no teste de envelhecimento acelerado das sementes de feijão mungo avaliadas após a secagem e ao longo do tempo de armazenamento.
Fonte: Takagi e Crippa, 2024.

O armazenamento de sementes de feijão mungo em embalagem hermética é eficiente para preservar a qualidade das sementes que foram secas às temperaturas de 40 e 50 °C. Entretanto, o teste de frio e índice de velocidade de emergência evidenciam a fragilidade das sementes quando submetidas ao período de armazenamento em conjunto com o estresse gerado pela baixa temperatura. Para a germinação não se observou influência do tempo de armazenamento e da temperatura do ar de secagem. De maneira geral, as sementes de feijão mungo toleram o armazenamento por até 180 dias em ambiente hermético, fator primordial para proporcionar a manutenção do cultivo da espécie. Principalmente por pequenos produtores, que têm utilizado garrafas PET para armazenar sementes (Freitas *et al.*, 2011).

5 CONCLUSÃO

O envelhecimento acelerado e comprimento de plântulas aumentaram até o período de 120 dias, e posteriormente mantiveram os resultados elevados em relação as observações iniciais.

O teste de frio e índice de velocidade de emergência, evidenciam a fragilidade das sementes quando submetidas ao período de armazenamento em conjunto com o estresse gerado pela baixa temperatura.

A germinação das sementes de feijão mungo não é influenciada pelo tempo de armazenamento e temperatura do ar de secagem.

De maneira geral a conservação em embalagem hermética demonstra eficiência na preservação da qualidade de sementes de feijão mungo secas às temperaturas de 40 e 50 °C e armazenadas durante um período de 180 dias.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. Z. *et al.* Ph of exudate test in the physiological quality of crambe seeds. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 6, p. 1014–1018, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/HrM5dDFyVHmFvkTYsQBhvmD/?lang=en>. Acesso em: 24 mar. 2024.

AMARO, H. T. R. *et al.* Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 38, n. 3, p. 383–389, 2019. DOI: <http://doi.org/10.19084/rca.16943>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16943>. Acesso em: 25 ago. 2024.

ANTUNES, G. B.; CANASSA, A. L. **Propriedades mecânicas do feijão mungo (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) após a secagem e durante o armazenamento hermético.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024.

AWASTHI, R.; BHANDARI, K.; NAYYAR, H. Temperature stress and redox homeostasis in agricultural crops. **Frontiers in Environmental Science**, Chandigarh, v. 3, n. 11, 2015. DOI: <http://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00011>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2015.00011/full>. Acesso em: 22 out. 2024.

BAZZO, J. H. B. *et al.* Vigor de sementes e adubação nitrogenada na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 30, n. 1, p. 39–50, 2021. DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2021v30n1p39-50>. <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2021v30n1p39-50>. Acesso em: 7 jan. 2024.

BOTELHO, F. M. *et al.* Cinética de secagem de grãos de soja: influência varietal. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 13–25, 2018. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v26i1.807>. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/725>. Acesso em: 19 ago. 2024.

BRASIL, Ministério da agricultura e reforma agrária. secretaria nacional de defesa agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, 2009. 398p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfd/a/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf>. Acesso em: 9 de fevereiro 2024.

CAPILHEIRA, A. F. *et al.* Storage of soybean seeds: packaging and modified atmosphere technology. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 11, p. 876–882, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n11p876-882>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/DTNHHnQ5YJH6FqfWg8Rx9hf/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 28 fev. 2024.

CARNEIRO, T. H. M. *et al.* Efeito do vigor de sementes sobre as características fisiológicas e produtivas da soja. **Acta Iguazú**, Cascavel, v. 9 n. 2, p. 122–133, 2020. DOI: <http://doi.org/10.48075/actaiguaz.v9i2.23489>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/23489/16010>. Acesso em: 6 ago. 2024.

COSTA, C. J.; TRZECIAK, M. B.; VILLELA, F. A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 144–148, 2008. Disponível em: <https://www.horticulturabrasileira.com.br/index.php/buscas/titulo-do-artigo>. Acesso em: 10 dez. 2024.

DAHIYA, P. K. *et al.* Mung bean: technological and nutritional potential. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Londres, v. 55, n. 5, p. 670–688, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.671202>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2012.671202>. Acesso em: 6 ago. 2024.

DHURVE, P. *et al.* Drying kinetics, mass transfer parameters, and specific energy consumption analysis of watermelon seeds dried using the convective dryer. **Materials Today: Proceedings**, Amsterdã, v. 59, p. 926–932, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785322005740?via%3Dihub>. Acesso em: 8 jan. 2024.

DIAS, D. C. F. DOS S. *et al.* Physiological changes in *Jatropha curcas* L. seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 41–49, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/vFybLCrZsjQ5DXCFhfPHqdG/?lang=en>. Acesso em: 8 jan. 2024.

DIAS, L. R. C. *et al.* Comparative study of the physiological and health quality of traditional and biofortified cowpea seeds. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 83, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.277489>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/wR355n5TRGcHpJdnpm8bbzF/abstract/?format=html&lang=en>. Acesso em: 27 out. 2024.

DIATTA, A. A. *et al.* Assessment of nitrogen fixation by mung bean genotypes in different soil textures using ^{15}N natural abundance method. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Chile, v. 20, n. 4, p. 2230–2240, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00290-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-020-00290-2>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de monitoramento agrometeorológico - clima**. Dourados, MS. 2024. Disponível em: https://clima.cpao.embrapa.br/?lc=site/banco-dados/base_dados. Acesso em: 9 out. 2024.

FARIA, R. Q. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de crambe submetidas à secagem. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 453–460, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000300004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/rMBbBgQCcWmpN3NcnyfJKSP/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 19 ago. 2024.

FAVERO, V. O. *et al.* Characterization and nodulation capacity of native bacteria isolated from mung bean nodules used as a trap plant in Brazilian tropical soils. **Applied Soil Ecology**, Amsterdã, v. 167, p. 104041, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104041>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092913932100161X>. Acesso em: 2 set. 2024.

FAVERO, V. O. *et al.* *Bradyrhizobium* strains from Brazilian tropical soils promote increases in nodulation, growth and nitrogen fixation in mung bean. **Applied Soil Ecology**, Amsterdã, v. 175, p. 104461, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104461>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139322000774>. Acesso em: 7 jan. 2024.

FOSTER, K. A. *et al.* Effects of alternative hermetic bag storage on fermented and dried cocoa bean (*Theobroma cacao* L.). **Journal of Stored Products Research**, [S. l.], v. 107, p. 102351, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102351>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X24001085>. Acesso em: 19 ago. 2024.

FREITAS, R. S. *et al.* Quality of beans stored under hermetic conditions. **Brazilian Association of Agricultural Engineering**, Jaboticabal, v. 31, n. 6, p. 1136–1149, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000600011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/DkXnBhxMfMwXcCkB9ySV5My/>. Acesso em: 30 out. 2024.

FURQUIM, L. C. *et al.* Efeito da secagem e do armazenamento das sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) na qualidade do óleo. **Científic@ - Multidisciplinary Journal**, Assis, v. 1, n. 1, p. 51–70, 2014. Disponível em: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/830>. Acesso em: 19 ago. 2024.

GANESAN, K.; XU, B. A critical review on phytochemical profile and health promoting effects of mung bean (*Vigna radiata*). **Food Science and Human Wellness**, Pequim, v. 7, n. 1, p. 11–33, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2017.11.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453017301453>. Acesso em: 7 jan. 2024.

GUEDES, R. S. *et al.* Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 68–75, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000100010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/4Cq3Fqy76TqxPD9kKVJJVLK/>. Acesso em: 25 out. 2024.

GUEDES, R. S. *et al.* Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2373–2381, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2373>. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/14902>. Acesso em: 25 ago. 2024.

HARTMANN FILHO, C. P. H. *et al.* The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. **Journal of Seed Science**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 287–295, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n4161866>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/jHMwCFKBckVsc6xRJqCkdMx/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

HE, L. *et al.* Discrimination of mung beans according to climate and growing region by untargeted metabolomics coupled with machine learning methods. **Food Control**, [S. l.], v. 153, p. 109927, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109927>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713523003274>. Acesso em: 7 jan. 2024.

HOU, D. *et al.* Mung bean (*Vigna radiata* L.): Bioactive Polyphenols, Polysaccharides, Peptides, and Health Benefits. **Nutrients MDPI**, Basel, v. 11, p. 1238, 2019. DOI: <http://doi.org/10.3390/nu11061238>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/6/1238>. Acesso em: 7 ago. 2024.

HOU, D. *et al.* Promising mung bean proteins and peptides: a comprehensive review of preparation technologies, biological activities, and their potential applications. **Food Bioscience**, [S. l.], v. 55, p. 102972, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102972>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429223006235>. Acesso em: 7 jan. 2024.

HUPPERTZ, M. *et al.* Exploring the potential of mung bean: from domestication and traditional selection to modern genetic and genomic technologies in a changing world. **Journal of Agriculture and Food Research**, [S. l.], v. 14, p. 100786, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100786>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154323002934>. Acesso em: 7 jan. 2024.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. DE B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina, Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. 218p.

LEITE, C. A. M. *et al.* Índice de velocidade de emergência (IVE) de genótipos de soja sob influência do vigor e inoculação em solo argiloso e areia comercial. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, Viçosa, v. 34, 2018. Disponível em: <http://publicacoes.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/579>. Acesso em: 6 ago. 2024.

LUDWIG, V. *et al.* Impact of controlled atmosphere storage on physiological quality of soybean seed. **Journal of Stored Products Research**, [S. l.], v. 90, p. 101749, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101749>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022474X2030494X>. Acesso em: 8 jan. 2024.

MARCOS-FILHO, Julio. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agrícola**, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/TCgVpMYmRWtGn6dQSSsQVbJ>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MANYATSI, N. T.; SOLOMON, W. K.; SHELEMBE, J. S. Optimization of blending ratios of wheat-maize-sprouted mung bean (*Vigna radiata* L.) composite flour bread using D-optimal mixture design. **Cogent Food and Agriculture**, Londres, v. 6, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1824304>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2020.1824304>. Acesso em: 6 ago. 2024.

MARTINS, E. A. S. *et al.* Post-harvesting of *Solanum paniculatum* L. leaves. Part I: drying kinetics. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 17–22, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n1p17-22>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/csqZLVmwGB3MPQJ6j7Ng5ZJ/?lang=en>. Acesso em: 7 jan. 2024.

MARTINS, E. A. S. *et al.* Post-harvesting of *Solanum paniculatum* L. leaves. Part II: antioxidant activity and chemical composition. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Viçosa, v. 24, n. 8, p. 560–566, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n8p560-566>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/g3pwXYxJmSxRYMw9PxjGrgn/?lang=en>. Acesso em: 8 jan. 2024.

MASETTO, T. E. *et al.* Armazenamento de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 646–652, set. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000500007>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rceres/a/dwf9LDzLnWDpXmJCvPjsH7C/?lang=pt>. Acesso em: 7 dez. 2024.

MILENKOVIC, D. *et al.* Interindividual variability in biomarkers of cardiometabolic health after consumption of major plant-food bioactive compounds and the determinants involved. **Advances in Nutrition**, Rockville, v. 8, n. 4, p. 558–570, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3945/an.116.013623>. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28710143/>. Acesso em: 7 jan. 2024.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 224p.

NOLETO, M. P. *et al.* Adaptability and stability of mung bean genotypes in the Mid-North of Mato Grosso, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 47, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202347012222>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cagro/a/X4qqHnm5B39bfMJphqVCNdP/>. Acesso em: 2 set. 2024.

OLIVEIRA, L. M. *et al.* Quality of cowpea seeds treated with chemicals and stored in controlled and uncontrolled temperature and humidity conditions. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1263–1275, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359>. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/16932>. Acesso em: 1 mar. 2024.

PEREIRA, F. E. C. B. *et al.* Physiological quality of pepper seeds in relation to age and period of post-harvest resting. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 737–744, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000400011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/stMpwKtJfxjTvjlWzknp3Bj/abstract/?lang=en>. Acesso em: 25 ago. 2024.

POLAT, H. E. Effects of different storage conditions on the nutritional qualities of barley and maize. **Journal of Agricultural Sciences**, Canadá, v. 21, p. 246–255, 2015. DOI: http://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001326. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/21155>. Acesso em: 07 ago. 2024.

QUEQUETO, W. D. *et al.* Mathematical modeling of thin-layer drying kinetics of *Piper aduncum* L. Leaves. **Journal of Agricultural Science**, Canadá, v. 11, n. 8, p. 225, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n8p225>. Disponível em: <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/39682>. Acesso em: 19 ago. 2024.

QUEQUETO, W. D. *et al.* Oil composition and physiological quality of niger seeds after drying. **Acta Scientiarum - Agronomy**, Maringá, v. 42, p. 1–11, 2020. DOI: <http://doi.org/10.4025/actasciagron.v42i1.44398>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/jF9bLYjz4L7smmvP5CNZjgP/?format=pdf>. Acesso em: 24 mar. 2024.

SANTOS, S. G. F. *et al.* Drying kinetics and physiological quality of *Solanum aethiopicum* seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Brasília, v. 28, n. 11, 2024. DOI: <http://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v28n11e282010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/wBf9jbBZxpVxSkHWShbdfWh/?lang=en>. Acesso em: 26 ago. 2024.

SILVA, B. M. C. *et al.* Influência da secagem na qualidade fisiológica e coloração das sementes de feijão guandu. **Research, Society and Development**, São Luís, v. 9, n. 7, 2020. DOI: <http://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4789>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4789>. Acesso em: 19 out. 2024.

SIQUEIRA, V. C. *et al.* Physical properties of mung bean during the drying process. **Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 20, n. 11, p. 5374-5392, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv20n11-023>. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1994>. Acesso em: 29 abr. 2024.

SIQUEIRA, V. C. *et al.* Drying kinetics and mass transfer parameters of mung beans dried using a convective dryer. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 44, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5327/fst.00169>. Disponível em: <https://fstjournal.com.br/revista/article/view/169>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SULTANA, S. *et al.* Role of salicylic acid in improving the yield of two mung bean genotypes under waterlogging stress through the modulation of antioxidant defense and osmoprotectant levels. **Plant Physiology and Biochemistry**, [S. l.], v. 206, p. 108230, 2024. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.PLAPHY.2023.108230>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942823007416?via%3Dihub>. Acesso em: 1 jan. 2024.

TIECKER JUNIOR, A. *et al.* Qualidade físico-química de grãos de milho armazenados com diferentes umidades em ambientes hermético e não hermético. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Londrina, v. 13, n. 2, p. 174–186, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477>. Disponível em: <https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article>. Acesso em: 30 abr. 2024.

ULLAH, R. *et al.* Nutritional assessment and antioxidant activities of different varieties of *Vigna radiata*. **Scientific World Journal**, Londres, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/871753>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2014/871753>. Acesso em: 2 jan. 2024.

ULLMANN, R. *et al.* Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 64–69, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n1p64-69>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ZBqMNFLMYTGhx5xGbDYcvkq/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

WINTERSOHLE, C. *et al.* Impact of short-term germination on dehulling efficiency, enzymatic activities, and chemical composition of mung bean seeds (*Vigna radiata* L.). **Future Foods**, [S. l.], v. 10, p. 100416, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100416>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833524001229>. Acesso em: 15 set. 2024.

YAO, Y.; CHENG, X.; REN, G. A 90-day study of three bruchid-resistant mung bean cultivars in Sprague-Dawley rats. **Food and Chemical Toxicology**, Exeter, v. 76, p. 80–85, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.11.024>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article>. Acesso em: 3 jan. 2024.

ZHOU, B. J. *et al.* Metabolomics analysis of the nutraceutical diversity and physiological quality of *Torreya yunnanensis* seeds during cold storage. **Plant Physiology and Biochemistry**, Piracicaba, v. 206, p. 108183, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108183>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942823006940>. Acesso em: 9 jan. 2024.