



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

WALMEZYNA LIMA DA SILVA

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-MUNGO PRODUZIDAS
EM DIFERENTES DENSIDADES DE CULTIVO

FORTALEZA

2022

WALMEZYNA LIMA DA SILVA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-MUNGO PRODUZIDAS
EM DIFERENTES DENSIDADES DE CULTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães
Coorientadora: Msc. Caris dos Santos Viana

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S584q Silva, Walmezyna Lima da.
Qualidade fisiológica de sementes de feijão-mungo produzidas em diferentes densidades de cultivo /
Walmezyna Lima da Silva. – 2022.
26 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.
Coorientação: Profa. Ma. Caris dos Santos Viana.

1. Vigna radiata (L.). 2. Adensamento de plantas. 3. Germinação. 4. Emergência. 5. Curva de embebição.
I. Título.

CDD 630

WALMEZYNA LIMA DA SILVA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-MUNGO PRODUZIDAS
EM DIFERENTES DENSIDADES DE CULTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 19/07/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Caris dos Santos Viana
Msc. Agronomia/Fitotecnia (UFC)

Lucimara Ribeiro Venial
Msc. Produção Vegetal (UFES)

Nailson Oliveira da Silva
Eng. Agrônomo (UFC) / Técnico em Agropecuária da Empresa de
Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATER-CE)

Dedico este trabalho a todos os que me
ajudaram ao longo desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, aos meus pais José Valmir da Silva e Maria Eleuzina Lima da Silva, aos meus irmãos Marcos Wagner, Paulo Lordes e Quinto Neto, aos meus sobrinhos Igor Leon, Alana Yuri, Pablo Lordes, Marcos Felipe, Lorena Liz, Nicolas (sobrinho neto) que sempre me apoiaram nos estudos e na vida.

Expresso minha gratidão a todos os profissionais que fizeram e fazem parte do Horto de Plantas Medicinais Francisco José de Abreu Matos - Farmácia Viva. Amélia Ramos, Kellen Sá, Mary Anne, Marilac, Francilene Caetano, Giovanni Soares, Sales Lima, Erondino Rocha (Dino), Magda Silva, Patrícia Georgina, Karla Magalhães, Jocynara Souza e que sempre estiveram dispostos a me ajudar no decorrer do curso.

Aos meus colegas da agronomia, Nailson Oliveira, Antônio Mikael, Ana Lara, Rodrigo Paiva, Diana Bernardo, Vanessa Estevam, Aurinete Costa, Fabrício Vasconcelos, agradeço pelos momentos de parcerias, de alegrias e pela ajuda durante as disciplinas e por estarem comigo no decorrer dessa jornada, incentivando e compartilhando conhecimentos.

Ao Professor Marcelo de Almeida Guimarães pelo acolhimento, pelos ensinamentos e paciência durante a orientação para seguir nessa etapa final do curso.

A minha Coorientadora Caris dos Santos Viana, pela paciência, pela alegria e bom humor nos momentos de descontração, pela empatia e compreensão na hora dos apertos. Por acreditar em mim, nos momentos em que nem eu mesma acreditava e por toda ajuda no desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

Agradeço também a todo corpo docente do curso de agronomia da Universidade Federal do Ceará, que contribuiu para minha formação como profissional e pessoal.

A todos que, de uma forma direta ou indireta, colaboraram para a conclusão de mais uma etapa de minha vida e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer meu profundo agradecimento.

Obrigada a todos!

O semeador, depois de realizar a tarefa, afasta-se e deixa a semente germinar.

(Johann Wolfgang Von Goethe)

RESUMO

A *Vigna radiata* (L.) popularmente conhecida como feijão-mungo-verde, mungo-verde ou feijão-moyashi é um membro da família Fabaceae. Essa espécie é de fácil adaptação aos climas tropicais e subtropicais, no entanto, necessita ser implantada e manejada da forma correta para se obter elevadas produtividades. Dentro deste contexto, o manejo da densidade de plantas pode contribuir para melhorar a produção de grãos, no entanto, deve-se tomar cuidado com densidades de cultivo excessivas, já que podem prejudicar a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho, avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão-mungo obtidas a partir do cultivo em diferentes densidades. As sementes usadas estavam armazenadas em recipientes de vidro, com tampa metálica, por cinco meses, a temperatura ambiente de 25°C. Para avaliar a qualidade dessas sementes foram realizados: Teste de germinação; Curva de embebição; Condutividade elétrica (CE); Índice de velocidade de emergência (IVE); Porcentagem de emergência (%E); Primeira contagem (PC); Número de plântulas ao fim do teste de germinação aos 8 dias (NPN); e Porcentagem de germinação (GERM). Também foram avaliadas as características fisiológicas relacionadas à altura da parte aérea (ALT), comprimento da raiz (COMP), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) por planta, ao final do teste de germinação. A curva de embebição das sementes de feijão-mungo seguiu o padrão trifásico, sendo possível identificar a transição entre as fases I, II e III da embebição, atingindo a protusão radicular de 50% após 29 horas do início da curva. Para as variáveis PC, NPN, GERM%, MSPA, CE, %E e IVE não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Foi observada diferença significativa para as características ALT, COMP e MSR, sendo que as sementes obtidas dos tratamentos com plantas cultivadas em menores densidades populacionais apresentaram os maiores valores para essas características. Pode-se concluir que a qualidade fisiológica das sementes de feijão-mungo não é influenciada pela densidade de cultivo das plantas.

Palavras-chave: *Vigna radiata* (L.); Adensamento de plantas; Germinação; Emergência; Curva de embebição.

ABSTRACT

Vigna radiata (L.) popularly known as green-mungo bean, mungo-green or moyashi bean is a member of the Fabaceae family. This species is easy to adapt to tropical and subtropical climates, however, it needs to be planted and managed in the correct way to obtain high productivity. Within this context, plant density management can contribute to improve grain production, however, care should be taken with excessive crop densities, as they may impair the physiological quality of the seeds produced. In this sense, the objective of this work was to evaluate the physiological quality of mung bean seeds obtained from cultivation at different densities. The seeds used were stored in glass containers, with metal lid, for five months, at room temperature of 25°C. To evaluate the quality of these seeds, the: Germination test; Imbibition curve; Electrical conductivity (CE); Emergency speed index (IVE); Percentage of emergency (%E); First count (PC); Number of seedlings at the end of the germination test at 8 days (NPN); and Germination Percentage (GERM). Physiological characteristics related to shoot height (ALT), root length (COMP), shoot dry mass (MSPA) and root dry mass (MSR) per plant at the end of the germination test were also evaluated. The imbibition curve of the mung bean seeds followed the three-phase pattern, being possible to identify the transition between phases I, II and III of imbibition, reaching the root protrusion of 50% after 29 hours of the beginning of the curve. For the variables CP, NPN, GERM%, MSPA, CE, %E and IVE, no differences were observed between treatments. A significant difference was observed for the characteristics ALT, COMP and MSR, and the seeds obtained from treatments with plants grown at lower population densities showed the highest values for these characteristics. It can be concluded that the physiological quality of mungo bean seeds is not influenced by the density of plant cultivation.

Keywords: *Vigna radiata* (L.); Plant density; Germination; Emergency; Curve imbibition.

SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Feijão-mungo.....	11
2.2 Qualidade das sementes.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Delineamento experimental.....	15
3.2 Análises realizadas	15
3.2.1 Teste de germinação	15
3.2.2 Curva de embebição	16
3.2.3 Condutividade elétrica.....	16
3.2.4 Porcentagem de emergência (%E) e Índice de velocidade de emergência (IVE)	16
3.3 Análise estatística	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O feijão-mungo (*Vigna radiata* L.), pertencente à família Fabaceae, é uma leguminosa anual, que apresenta porte ereto ou semi-ereto. Suas sementes são utilizadas, principalmente, para a produção do broto de feijão (*moyashi*), muito apreciado na China, Japão e Estados Unidos, sendo também estes países os maiores importadores da espécie (ATHAYDE SOBRINHO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2019; ABUD *et al.*, 2022).

O feijão-mungo tem fácil adaptação nos climas tropicais e subtropicais, sendo cultivado em diferentes regiões da Ásia (SILVA *et al.*, 2018). A área de produção global é de cerca de 7,3 milhões de hectares, sendo seu rendimento médio de 721 kg.ha⁻¹ (NAIR; SCHREINEMACHERS, 2020). A Índia é o maior produtor mundial dessa leguminosa, chegando a, aproximadamente, 47% do total produzido no mundo. A produção mundial é de cerca de 5,3 milhões de toneladas ao ano (SILVA *et al.*, 2019).

Embora seja pouco conhecido e consumido no Brasil, essa espécie é bem adaptada a climas quentes, o que predomina em algumas regiões do país, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. De acordo com a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em regiões de climas mais quentes, com temperaturas médias acima de 28-30°C, é possível obter grãos com pouco mais de dois meses após o plantio, já em locais com climas mais amenos, a colheita é realizada após três meses de plantio. Por se tratar de uma cultura de ciclo curto, a espécie pode ser considerada uma boa opção para segunda safra (EPAMIG, 2022), podendo ser facilmente adotada em diversos sistemas de cultivo, o que pode proporcionar aumento de renda aos agricultores (KERES *et al.*, 2019). No Brasil, o plantio ainda está em fase inicial, sendo a produção de cerca de 40 mil toneladas por ano. Desse montante, 95% é destinado à exportação (EPAMIG, 2022).

A semente se destaca por ser o insumo de maior significância no contexto econômico, no entanto, para que esta seja considerada de alta qualidade, deve apresentar características sanitárias, físicas, genéticas e fisiológicas adequadas, já que a utilização de sementes com atributos de qualidade é fundamental para o estabelecimento adequado da lavoura (SILVA *et al.*, 2018).

De maneira geral, a adoção de práticas culturais adequadas para a produção de sementes é essencial para diversas culturas, sendo um importante destaque feito para a densidade de plantas por área de cultivo. Para o feijão-mungo, alguns trabalhos já foram realizados buscando-se identificar o melhor arranjo e densidade para a maximização de sua produtividade (DEODATO, 2022; SILVA, 2022). Trabalhos de Silva (2022) e Deodato (2022) realizados nas

condições climáticas do estado do Ceará, mostraram que maiores densidades de plantio da cultura possibilitaram a obtenção de maiores produtividades, com efeito nas características biométricas das sementes, já que apresentavam tendência de redução de tamanho conforme eram produzidas em condições de maior densidade.

Devido a semente ser a principal forma de consumo e multiplicação desta espécie, é fundamental que elas sejam produzidas não apenas em grande quantidade, mas também com elevado nível de desempenho fisiológico. No entanto, já se sabe que para algumas espécies, apesar do aumento na densidade de plantas por área poder levar a um maior rendimento produtivo, em geral, isso afeta negativamente a qualidade e o potencial fisiológico das sementes produzidas (NAKAGAWA *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2020; CARDOSO *et al.*, 2021).

Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão-mungo produzidas em diferentes densidades de cultivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Feijão-mungo

O feijão-mungo (*Vigna radiata* L.) é conhecido também como feijão-da-China, feijão-mungo, feijão-mungo-verde ou feijão-moyashi (ATHAYDE SOBRINHO, 2018; KERES, 2019). Os primeiros relatos da origem dessa espécie datam de 1500 a.C. Sua origem e domesticação, são relatadas primeiro no subcontinente Índia, sendo posteriormente introduzida em outras partes da Ásia, África, Oceânia, Américas e Índia Ocidental (ARSHAD *et al.*, 2020).

A produção de feijão-mungo se espalhou para a maior parte do mundo nas últimas décadas (WANG *et al.*, 2020). No Brasil, seu cultivo vem despertando interesse de produtores com vistas, especialmente, nos mercados da Índia e da China.

Essa espécie é uma leguminosa importante, plantada extensivamente como fonte de alimento e para uso industrial nas regiões tropicais e subtropicais (SHIOW; ALVES, 2002). Seu consumo é feito de forma *in natura*, sobretudo em saladas verdes, na forma de brotos (moyashi). Também pode ser consumido como grão verde (imaturo) ou seco, neste caso, após o cozimento. O aumento do consumo desse vegetal é decorrente da procura por alimentos naturais e do seu valor nutritivo, já que além de conter certas vitaminas e minerais, apresenta baixo valor energético em função do reduzido teor de lipídios e alto conteúdo de água que possui (LIMA *et al.*, 2004). Dentre as leguminosas, o feijão-mungo também é considerado uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, tiamina, magnésio, manganês (ARSHAD *et al.*, 2020) e ferro (ATHAYDE SOBRINHO *et al.*, 2018), apresentando também, propriedade antioxidante em função da presença de compostos fenólicos (LIMA *et al.*, 2004).

As sementes de feijão-mungo têm sido amplamente utilizadas para preparar uma grande variedade de alimentos frescos, fermentados e secos, sendo frequentemente usado de forma processada como mingau de feijão-mungo, sopa de feijão-mungo, pasta de feijão, bolo de feijão-mungo e brotos de feijão cru (WANG *et al.*, 2021). A secagem do broto e posterior produção da farinha do Moyashi garante algumas vantagens em relação ao produto *in natura*.

Essa farinha pode ser uma substituinte da farinha de trigo em receitas, de acordo com a necessidade do consumidor que pode ser, por exemplo, um maior valor proteico na alimentação, o que complementaria a dieta de vegetarianos e veganos, favorecendo, assim, o ganho de massa muscular (SILVA *et al.*, 2019). Outro ponto a ser destacado na utilização da farinha do Moyashi é a maior facilidade de se introduzi-la em dietas, incluindo infantis, as quais necessitem dos nutrientes e compostos contidos no broto de feijão (CROCETTI *et al.*, 2017).

Um ponto importante no que se refere a secagem do broto desse feijão está relacionada

a diminuição no teor e, conseqüentemente, na atividade da água em seu interior, já que produtos vegetais desidratados têm aumentado seu tempo de prateleira. Tal fato se deve, principalmente, a conseqüente diminuição da carga microbiana presente na semente, sendo assim, a farinha garante maior tempo de validade para consumo (MOURA *et al.*, 2007).

A planta do feijão-mungo é anual, de porte ereto ou semi-ereto, com caule, ramos e folhas cobertos por pêlos e com altura que varia de 0,3 a 1,5 m. O número de vagens por planta pode variar de 4 a 34 dependendo, principalmente, da população de plantas por área e das condições edafoclimáticas de cultivo. As vagens são cilíndricas, com sete a 15 cm de comprimento e, em geral, cobertas por pêlos. Na maturação, que é desuniforme, as vagens secas apresentam coloração marrom ou preta. Cada vagem contém de seis a 20 sementes que podem apresentar de 3,5 a 7,0 g a cada 100 unidades. De forma geral, as sementes das cultivares comerciais possuem tegumento de coloração verde (VIEIRA *et al.*, 2003). De acordo com Vieira (2001 apud SILVA 2019), os grãos do feijão-mungo possuem cerca de 10,6% de água quando colhidos, porém, quando submetidos a embebição, podem chegar próximos a 95%, sendo esta grande variação explicada pela ocorrência da hidratação das sementes durante o processo germinativo, que culmina com o desenvolvimento da planta.

Para se obter elevadas produtividades de sementes de feijão-mungo, com boas qualidades para o consumo, faz-se necessário o conhecimento de suas respostas a diferentes densidades de plantio (SILVA, 2020). De forma geral, a população de plantas por área é definida pelos espaçamentos entre linhas e entre plantas na linha de cultivo, sendo a produtividade da cultura o resultado da interação entre seus indivíduos e, destes, com os fatores edafoclimáticos que os cercam (NAKAGAWA *et al.*, 2000).

Pesquisadores tem demonstrado que é possível elevar a produtividades do feijão-mungo elevando-se a densidade de plantas no cultivo. Levando-se em consideração que a semente é a principal forma de consumo e multiplicação dessa espécie, é fundamental que além de serem produzidas em grande quantidade, estas também apresentem elevado nível de desempenho fisiológico, o que nem sempre acontece em condições de cultivos muito adensados (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2020; NAKAGAWA *et al.*, 2000; CARDOSO *et al.*, 2021).

2.2 Qualidade das sementes

A qualidade de uma semente pode ser compreendida como o conjunto de características, atributos, índices ou componentes que determinam seu estado para a semeadura, bem como seu desempenho em condições de campo (BRASIL, 2009). Para a determinação da qualidade

fisiológica de sementes são utilizados métodos que possibilitam a estimativa de seu vigor e desempenho em campo, diminuindo, assim, os riscos e prejuízos que possam vir a ocorrer. Os testes de vigor permitem identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar melhor desempenho no campo antes ou durante o armazenamento (GUEDES *et al.*, 2009).

Uma das principais exigências para a avaliação do vigor de sementes é a obtenção de resultados rápidos e confiáveis, permitindo, assim, a agilidade e maior segurança nas tomadas de decisão (DA SILVA *et al.*, 2018). Dentre os testes realizados para a avaliação da qualidade de sementes, alguns dos mais utilizados em laboratório são o teste de germinação, a curva de embebição e a determinação da condutividade elétrica. Já em campo, os testes mais utilizados são o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência.

O teste de germinação é importante para avaliar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes. Seu resultado pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e, também, estimar sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de semeadura em campo (LEITE *et al.*, 2020). De acordo com as Regras de Análise de Sementes-RAS (BRASIL, 2009), considera-se germinada toda a semente que, pelo perfeito desenvolvimento das estruturas essenciais de seu embrião, mostre sua capacidade para gerar uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis.

Ainda no teste de germinação é realizada uma contagem ao quinto dia após seu início, a chamada primeira contagem, variando de espécie para espécie. Conforme Nakagawa (1999 apud GUEDES, 2009), a primeira contagem do teste de germinação pode ser utilizada como um teste de vigor, uma vez que a velocidade de germinação é reduzida com o avanço da deterioração da semente. Assim, amostras que apresentam maiores valores de germinação na primeira contagem, de forma geral, são consideradas mais vigorosas (ROSA *et al.*, 2021).

A curva de embebição é uma outra avaliação muito importante para se conhecer o início do processo de desenvolvimento de uma cultura. Sua confecção é baseada no acompanhamento da embebição das sementes por água ao longo do tempo. Essa embebição, desencadeia uma série de mudanças metabólicas que culminam com a protrusão da radícula, quando as sementes estão viáveis e não dormentes (ZUCHI *et al.*, 2012).

Conhecer esse processo auxilia no acompanhamento da cultura no campo, já que, a partir de seus resultados, é possível estimar de forma mais acurada quando se dará o início do desenvolvimento da cultura. Pimenta *et al.* (2014) relatam que o processo de embebição de água pelas sementes, acontece de acordo com um padrão trifásico, em que na fase I ocorre o efeito das forças matriciais, no qual haverá a maior absorção de água. A fase II é estacionária, quando haverá uma reorganização dos tecidos, bem como uma ação enzimática. No início da fase III,

acontece à emissão da raiz primária, momento em que ocorre a chamada germinação (BEWLEY; BLACK, 2013).

Outro teste que se destaca no processo de avaliação da qualidade de sementes é o de condutividade elétrica. Esse teste é rápido e objetivo, sendo utilizado com sucesso para muitas espécies. Ele consiste na quantificação dos eletrólitos lixiviados pela semente na água de embebição (SOUZA *et al.*, 2009). A perda do potencial fisiológico da semente está ligada diretamente às maiores quantidades de solutos lixiviados na água, o que é resultado da perda da integridade da membrana.

A maioria dos testes realizados para a avaliação do potencial fisiológico das sementes são realizados em condições de laboratório. No entanto, o grau de deterioração das sementes aumenta a sensibilidade com relação às adversidades do campo. Sendo assim, o reconhecimento dos testes de vigor que melhor predizem o desempenho das sementes em campo, possibilita o entendimento da real influência das condições edafoclimáticas, sobre o comportamento após a semeadura, já que o estabelecimento de um estande de plântulas a campo é diretamente proporcional a velocidade de emergência e de crescimento de suas partes (WENDT *et al.*, 2017). Nesse sentido, faz-se necessário o teste de emergência em campo, esse teste visa determinar o vigor do lote de sementes a partir da análise da emergência das plântulas em condições de campo (SANTORUM, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse trabalho utilizou-se sementes de feijão-mungo provenientes de um experimento, no qual foi avaliada a produtividade de cinco diferentes densidades de cultivo (SILVA, 2022). As sementes estavam armazenadas em recipientes de vidro com tampa metálica por, aproximadamente, cinco meses. A temperatura ambiente de armazenamento foi de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado em cada teste foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, quatro repetições, sendo utilizadas 50 sementes por repetição.

Os tratamentos deste trabalho foram definidos com base nos cinco conjuntos de sementes obtidas por Silva (2022), sendo cada um referente a uma densidade de cultivo estudada, a saber: T1 – 154.000; T2 – 231.000; T3 – 308.000; T4 – 385.000 e T5 – 462.000 pl.ha⁻¹.

3.2 Análises realizadas

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Olericultura, ambos pertencentes ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará. As seguintes análises foram realizadas: teste de germinação, primeira contagem, curva de embebição, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência.

3.2.1 Teste de germinação

Teste de germinação - as sementes foram semeadas em papel Germitest[®] umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, com 4 repetições de 50 sementes na temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12/12 durante 8 dias, quando foi determinada o número de plântulas normais (BRASIL 2009).

Primeira contagem de germinação - foi empregada a mesma metodologia citada no teste de germinação, com a avaliação das plântulas normais efetuada aos cinco dias após a montagem do teste de acordo com BRASIL (2009).

Comprimento de plântulas - foi realizado em conjunto com o teste de germinação, onde, após oito dias da semeadura, foi medido o comprimento de dez plântulas normais por repetição com auxílio de régua graduada em milímetros. O comprimento médio foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividido pelo número de plântulas normais avaliadas.

Massa seca de plântulas - as plântulas foram colocadas em sacos de papel e levado para estufa com circulação de ar forçado a temperatura de 65°C até atingir peso constante. O material seco foi pesado em balança com precisão de 0,001 g e o resultado dividido pelo número de plântulas normais.

3.2.2 Curva de embebição

Para a curva de embebição foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. Antes de iniciar a embebição, as sementes foram pesadas em balança analítica digital com precisão de 0,1 mg. Em seguida, as sementes foram dispostas em rolo de papel com três folhas umedecidas com água destilada no volume de 2,5 vezes o peso seco do papel. Posteriormente, foram feitas pesagens de hora em hora, por um período de 12 horas, e após, em intervalos de 6 horas, até as sementes atingirem um mínimo de 50% de germinação, quando então se encerrou a curva de embebição. O ganho de peso (GP) das sementes foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$GP = (Pf - Pi) \div Pi$$

Em que: *Pf* é peso final (ganho de umidade a cada período de embebição) e *Pi* é peso inicial das sementes antes da embebição.

3.2.3 Condutividade elétrica

Foi realizado pelo método da condutividade de massa, segundo Dutra *et al.* (2006). Quatro repetições de 50 sementes foram previamente pesadas (0,0001 g), colocadas em copo plástico contendo 75 mL de água destilada e mantidas em B.O.D. à temperatura constante de 25 °C, durante 24 horas. Após este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica, em condutivímetro, modelo CD-21 e os resultados foram expressos em $\mu S cm^{-1} g^{-1}$ de sementes.

3.2.4 Porcentagem de emergência (%E) e Índice de velocidade de emergência (IVE)

Para o teste de emergência, as sementes foram semeadas em solo arenoso, em sulcos de três cm de profundidade, com um total de 50 sementes por sulco de um metro linear. As plantas foram irrigadas diariamente e foi anotado o número de plantas emergidas diariamente. Foi considerada como emergência, o momento em que se observou a elevação dos cotilédones ao solo. A porcentagem do número de plântulas emergidas foi calculada a partir da relação entre a quantidade de sementes emergidas diariamente pelo total de semeadas, até o final do teste, o que ocorreu no 10º dia.

O índice de velocidade de emergência foi determinado simultaneamente ao teste de emergência de plântulas. As avaliações foram realizadas diariamente a contar do primeiro dia

após a semeadura até o 10º dia. Com base nos valores diários de plântulas emergidas foi calculado o índice de velocidade de emergência conforme Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, E_n = número de plantas emergidas, na primeira, segunda, ..., últimas contagens; e

N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., últimas contagens.

As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação (GERM%), primeira contagem (PC), número de plântulas normais no teste de germinação (NPN), altura da parte aérea (ALT), comprimento da raiz (COMP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), condutividade elétrica (CE), porcentagem de plantas emergidas (E%), índice de velocidade de emergência (IVE) e curva de embebição.

3.3 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F), com comparação de médias pelo teste de agrupamento de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos verificou-se diferença significativa para as variáveis fisiológicas altura da parte aérea (ALT), comprimento da raiz (COMP) e massa seca da raiz (MSR) (Tabela 1). As demais variáveis do teste de germinação: número da primeira contagem (PC), número de plântulas normais no teste de germinação (NPN), porcentagem de germinação (GERM%) e massa seca da parte aérea (MSPA) não diferiram entre os tratamentos (Tabela 1). Também não foi verificada diferença significativa para o teste de condutividade elétrica (CE), porcentagem de plantas emergidas (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 02).

Tabela 01 – Variáveis analisadas no teste de germinação. Número de sementes germinadas na primeira contagem (PC). Número de plântulas normais (NPN). Porcentagem de germinação (GERM%). Altura da parte (ALT). Comprimento da raiz (COMP). Massa seca da parte aérea (MSPA). Massa seca da raiz (MSR). Fortaleza -CE, UFC, 2022.

Trat. ¹	Teste de Germinação						
	PC	NPN	GERM %	ALT cm	COMP cm	MSPA g	MSR g
T1	48,25 ^{ns}	48,25 ^{ns}	96,5 ^{ns}	11,85a	14,73a	0,0307 ^{ns}	0,0051a
T2	48,75	49,00	98,0	11,25ab	12,00ab	0,0320	0,0045b
T3	49,75	49,75	99,5	11,18ab	12,08ab	0,0302	0,0045b
T4	49,75	49,75	99,5	11,46ab	12,47b	0,0312	0,0045b
T5	49,25	48,50	97,0	10,57b	10,35c	0,0312	0,0034c
CV%	2,88	2,92	2,92	3,82	7,58	7,33	9,17

¹ Tratamentos: Sementes obtidas de plantas cultivadas em T1 (10 plantas por metro linear-154.000/ha); T2 (15 plantas por metro linear-231.000/ha). T3(20 plantas por metro linear-308.000/ha). T4 (25 plantas por metro linear-385.000/ha). T5 (30 plantas por metro linear-462.000/ha). Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si, pelo teste “t”, a 5% de probabilidade.

Na PC observou-se que, independentemente do tratamento avaliado, houve uniformidade e vigor na germinação das sementes. De acordo com Nakagawa (1999 apud GUEDES, 2013) a primeira contagem avalia a porcentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem do teste de germinação na amostra em análise, sendo considerado eficiente para determinação da uniformidade de germinação e o vigor das sementes.

O número de plântulas normais no teste de germinação não diferiu entre os tratamentos avaliados, tendo se mantido constante e estável desde a PC. Para a porcentagem de GERM% também não foi observada diferença entre os tratamentos, sendo que todos eles apresentaram nível de germinação satisfatória para aquilo que se considera um lote de sementes com qualidade fisiológica (BRASIL, 2009).

As altas porcentagens de germinação obtidas neste estudo, para os diferentes tratamentos, entre 96,5 e 99,5%, com sementes embebidas apenas em água pode ser comparado aos melhores resultados obtidos em estudo realizado com sementes de feijão-mungo tratadas com arranjos de microplasma de pressão atmosférica de N₂, He, ar e O₂ em água, por 48h, que resultaram em porcentagem de germinação próxima a 100% (ZHOU *et al.*, 2016).

As altas porcentagens de germinação obtidas neste estudo, para os diferentes tratamentos, podem ser atribuídas a uniformidade na absorção de água pelas sementes, como observado através de sua curva de embebição (Figura 1).

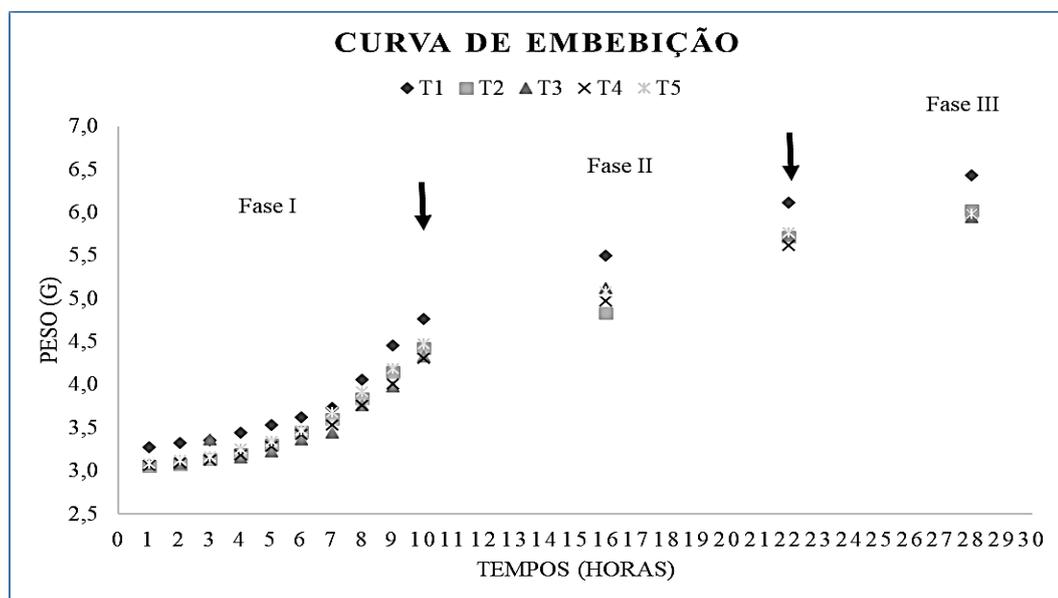


Figura 1- Curva de embebição de sementes de feijão-mungo

A curva de embebição das sementes de feijão-mungo seguiu o padrão trifásico, sendo possível identificar a transição entre as fases I, II e III da embebição (Figura 1). Segundo Marcos Filho (2005), na fase I ocorre a rápida absorção de água, já a fase II há uma redução drástica na velocidade de hidratação, sendo a fase III marcada pela protrusão radicular devido ao desenvolvimento do eixo embrionário que, tendo seu alongamento e divisão celular, exigem uma maior quantidade de água, o que permite o amolecimento do tegumento e a penetração do oxigênio.

Foi observado um aumento considerável no peso das sementes, em todos os tratamentos, até a décima hora de avaliação, o que caracterizou o término da fase I da embebição das sementes. A fase II iniciou-se logo após a finalização da fase I e perdurou das 11 às 22 horas após o início do teste, quando já se observava o início da protrusão da raiz em algumas sementes. A fase III ocorreu após às 29 horas do início do teste, tendo sido definida quando

50% das sementes dos tratamentos, apresentaram a protrusão da radícula.

Um diferencial que ocorreu no teste de embebição para todas as sementes, independentemente do tratamento estudado, e que pode ser um comportamento típico da espécie é que, na fase II, quando se esperava que o peso das sementes permanecesse constante e houvesse reduzida embebição, as sementes continuaram a ganhar umidade. Assis *et al.* (2012) citam que na fase II pode ocorrer um aumento gradativo no peso das sementes até que haja a preparação e ativação do metabolismo para o início do crescimento embrionário e protrusão da raiz, o que está de acordo com o observado neste trabalho.

Para as avaliações biométricas (comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e massa seca de raiz por planta, durante o teste de germinação), também se verificou que as plântulas obtidas das sementes cultivadas em menores densidades de plantio foram aquelas que apresentaram os maiores tamanhos. Tais resultados podem estar relacionados ao fato de que plantas cultivadas em maiores densidades, em geral, apesar de produzirem uma maior quantidade de sementes por área, tendem a produzir sementes com menos reserva nos cotilédones (ZOHAIIB *et al.*, 2018). Tal condição pode influenciar, de forma decisiva, nas avaliações biométricas do teste de germinação, já que, pelo fato deste ser conduzido ao longo de vários dias e sem o suprimento de nutrientes que possam vir a influenciar no desenvolvimento inicial das plântulas, as sementes, ao iniciarem seu processo de desenvolvimento, se utilizam apenas das reservas contidas em seus cotilédones. Sendo assim, sementes maiores, com mais reserva, tendem a produzir plântulas maiores no início do desenvolvimento. Tais observações estão de acordo com Carvalho e Nakagawa (2012). Segundo esses pesquisadores, sementes produzidas em condições adensadas, podem ter suas reservas esgotadas mais rapidamente durante o processo de desenvolvimento. Com isso, uma vez que as análises biométricas ocorrem apenas no último dia do teste de germinação, as plantas provenientes de sementes com menores reservas cotiledonares podem já ter praticamente exaurido suas reservas, prejudicando, assim, seu desenvolvimento o que influencia na mensuração dos dados biométricos.

Tais colocações tornam-se ainda mais evidentes ao se observar os resultados obtidos em condições de campo, no teste de emergência (Tabela 2), já que todas as plântulas, independentemente do tratamento, apresentaram crescimento inicial rápido e uniforme, não sendo verificado qualquer tipo de diferença no desenvolvimento das plantas. Isso porque, uma vez que as sementes foram semeadas no solo, as raízes puderam absorver água e nutrientes já a partir dos primeiros dias de seu desenvolvimento, ou seja, antes de completar os oito dias de semeadura. Sendo assim, o maior aproveitamento dos recursos do ambiente (CARDONA *et al.*,

2018) pode ter possibilitado uma resposta de vigor mais adequada para as sementes dos tratamentos em estudo.

Tabela 02 – Resultado dos testes de qualidade de sementes de feijão-mungo obtidas de plantas cultivadas em diferentes densidades de plantio. Condutividade elétrica (CE). Porcentagem de plantas emergidas (%E). Índice de velocidade de emergência (IVE). Fortaleza - CE, UFC, 2022

Trat. ¹	E %	IVE	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$
T1	99,50 ^{ns}	64,57 ^{ns}	307,15 ^{ns}
T2	99,50	68,51	297,85
T3	100,00	67,30	288,25
T4	99,50	67,93	304,00
T5	98,50	66,38	292,97
CV%	1,16	3,45	4,58

¹ Tratamentos: Sementes obtidas de plantas cultivadas em T1 (10 plantas por metro linear-154.000/ha); T2 (15 plantas por metro linear-231.000/ha). T3(20 plantas por metro linear-308.000/ha). T4 (25 plantas por metro linear-385.000/ha). T5 (30 plantas por metro linear-462.000/ha). Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si, pelo teste “t”, a 5% de probabilidade.

Durante o teste de emergência (Tabela 2), verificou-se que no segundo dia após a semeadura os hipocótilos das plântulas já podiam ser observados elevando-se ao solo, sendo que no terceiro dia algumas delas já apresentavam cotilédones acima deste em todos os tratamentos. Esse comportamento é típico das dicotiledôneas sendo, então, o feijão-mungo caracterizado como de germinação epígea. No oitavo dia após a semeadura, todos os tratamentos já haviam estabilizado a emergência, estando emergidas quase que 100% das plântulas para todos os tratamentos e repetições.

Para o IVE, também não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos, o que indica que as sementes utilizadas neste experimento, independentemente da densidade de plantio em que foram produzidas, apresentaram alta qualidade fisiológica com boa velocidade de germinação, emergência e desenvolvimento inicial de plântulas no campo. Tudo isso, podendo contribuir para o estabelecimento de um melhor estande da cultura com consequente aumento de seu rendimento (SCHEEREN *et al.*, 2010).

O fato de ter sido observado o início do aparecimento dos hipocótilos das plântulas 24 horas após a semeadura em campo, sugere que a velocidade de embebição e de germinação das sementes, não foram afetadas em função de suas origens em cultivos mais ou menos adensados. Tal colocação difere das observações feitas por Cardoso *et al.* (2021). Segundo esses pesquisadores, sementes produzidas em condições de cultivos mais adensados poderiam ter sua qualidade prejudicada pelos seguintes fatores: 1. redução da qualidade das sementes devido á maior competição pelos recursos do ambiente e suas redistribuições, 2. alteração da constituição

dos tecidos de reserva das sementes, 3. modificação do potencial fisiológico das sementes, e 4. possibilidade de ocorrência de estresse pela competição entre sementes, o que resultaria em alterações bioquímicas de seus tegumentos, prejudicando, assim, a germinação e, posteriormente, a emergência e desenvolvimento das plântulas. O que, aparentemente, não foram verificados neste trabalho.

Quanto a CE, medida em função da quantidade de íons lixiviados e que está, diretamente, relacionado com a integridade das membranas celulares, para este experimento não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos. Carvalho e Novembre (2011) relatam que quando as sementes são hidratadas, passam a exsudar íons, açúcares e outros metabólitos logo no período inicial de embebição, sendo isso ocasionado pelas mudanças na integridade do sistema de membranas, que está em função do nível de degradação das sementes. Souza (2009) relata que sementes com qualidade inferior, ou seja, mais degradadas, liberam maior quantidade de eletrólitos em consequência de uma menor permeabilidade seletiva da membrana. Assim, no que se refere a esta pesquisa, é possível afirmar que não houveram danos significativos a integridade das sementes mesmo para aquelas obtidas em cultivos mais adensados, para os quais se esperaria maiores valores de condutividade, já que, a possível ocorrência de competição por recursos (água, fotoassimilados e nutrientes), no processo de formação das sementes, poderia afetar as constituições membranares de suas células, o que as tornariam mal estruturadas e danificadas.

5 CONCLUSÃO

As sementes de feijão-mungo, obtidas a partir de cultivos adensados, não apresentaram diferenças de qualidade fisiológica entre si, tendo todos os tratamentos apresentado elevado desempenho em relação à viabilidade das sementes.

REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F. et al. Image analysis of the seeds and seedlings of *Vigna radiata* L. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, e20207303, p. 1-9, 2022.
- ARSHAD, M.; *et al.*. Growth and yield performance of *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek influenced by altitude, nitrogen dose, planting pattern and time of sowing under sole and intercropping with maize. **Biotechnologie Agronomie societe et Environnement**. 24(3): 142-155.. Biotechnologie Agronomie, Société et Environnement. 24. 10.25518/1780-4507.18577. 2020.
- ASSIS, M.O.; RODRIGUES, B.R.A.; DAVID, A.M.S.S.; CANGUSSÚ, L. V. S.; MOTA, W. F. Curva de absorção de água em sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 7860-7866, 2012.
- ATHAYDE SOBRINHO, C. et al. **Ocorrências de doenças fúngicas em feijão-mungo (*Vigna radiata* L.) no Piauí**. Comunicado Técnico, Recomendações Técnicas, 245, p. 1-11. Embrapa Meio-Norte. 2018.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Densidade de plantas na cultura da soja. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2015.
- BEWLEY, J. Derek; BLACK, Michael. **Seeds: physiology of development and germination**. Springer Science & Business Media, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- CARDONA, Tanai; SHAO, Shengxi; NIXON, Peter J. Enhancing photosynthesis in plants: the light reactions. **Essays in biochemistry**, v. 62, n. 1, p. 85-94, 2018.
- CARDOSO, Carolina Pereira et al. Effect of seed vigor and sowing densities on the yield and physiological potential of wheat seeds. **Journal of Seed Science**, v. 43, 2021.
- CARVALHO, Cristiane de; NOVENBRE, Ana Dionísia Luz Coelho. Evaluation of raw and coated tobacco seed quality with the conductivity test. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 177-185, 2011.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**, quinta ed. Jaboticabal, FUNEP, 2012.
- CROCETTI, A. et al. Determinação da composição centesimal a partir de dois métodos de secagem para a produção da farinha de beterraba (*Beta vulgaris*, L.-Família Amaranthaceae). **Visão Acadêmica**, v. 17, n. 4, 2017.
- DA SILVA, Edvan Costa et al. Germinação e vigor em sementes de feijão-mungo-verde em função do período de armazenamento. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 3, p. 385-388, 2018
- DEODATO, Diego Gomes. **Adensamento de feijão-mungo (*vigna radiata*) possibilita aumento de produtividade de grãos**. 2022. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M. Condutividade elétrica em sementes de feijão caupi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 166-170, 2006.

FERREIRA, D. F. **Sisvar 5.6**. 2006. Disponível em:

<<http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em: 20 de março de 2019.

GUEDES, Roberta Sales et al. Evaluation of physiological potential of *Amburana cearensis* (Allemão) AC Smith seeds. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 859-866, 2013.

GUEDES, Roberta Sales et al. Vigor tests in the evaluation of physiological quality of *Erythrina velutina* Willd.(fabaceae-papilionoideae) seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1360-1365, 2009.

KERES, Gilberto et al. Desempenho de feijoeiro mungo em densidades populacionais e espaçamento entre linhas no Mato Grosso. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 251-258, 2019.

LEITE, Moadir de Sousa et al. Viability of seedling image analysis (Vigor-S) to determine the physiological potential of melon seeds. **Journal of Seed Science**, v. 42, 2020.

LIMA, Vera Lúcia Arroxelas Galvão de et al. Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (*Vigna radiata* L.). **Revista de Nutrição**, v. 17, p. 53-57, 2004.

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

MOURA, Sílvia Cristina Sobottka Rolim de et al. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 141-148, 2007.

NAIR, Ramakrishnan; SCHREINEMACHERS, Pepijn. Global status and economic importance of mungbean. In: **The mungbean genome**. Springer, Cham, 2020. p. 1-8.

NAKAGAWA, J. et al. Plant density and peanut yield. **Scientia agricola** v.57 n.1, 2000.

PIMENTA, Alex Caetano, et al. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-mansão. **Comunicata Scientiae**, 2014, 5.3: 295-301.

ROSA, Marina Rodrigues et al. Metodologia padronizada para o teste de germinação em sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). **Multi-Science Journal**, v. 4, n. 1, p. 31-37, 2021.

SANTORUM, M. **Comparison of tests for analysis of soybean seed vigor and its relationship to field emergence**. 2011.113 f. PhD Thesis. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2011.

SCHEEREN, Bruno Ricardo et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 35-41, 2010.

SHIOW, Shong Lin; ALVES, Antonio Carlos. Comportamento de linhagens de feijão-mungo (*Vigna radiata* L.) em Santa Catarina. **Ciência Rural**, v. 32, p. 553-558, 2002.

SILVA, Edvan Costa et al. Physiological quality of mung bean seeds according to the plant density. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 4, p. 29-35, 2019.

SILVA, JMHM et al. Produção e avaliação nutricional de farinha de moyashi-broto de feijão-mungo-verde (*vigna radiata*, fabaceae). **Visão Acadêmica**, v. 20, n. 2, 2019.

SILVA, Lincon Matheus Araújo. **Efeitos da densidade de plantas no teor e conteúdo de nutrientes em feijão-mungo-verde**. 2020.59 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2020.

SILVA, Nailson Oliveira da. **Desempenho Produtivo do Feijão-Mungo (*vigna radiata* L.) Em densidades de plantio**. 2022. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

SOUZA, Luciana Aparecida de et al. Electrical conductivity test to evaluate physiological quality of castor bean seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 60-67, 2009.

VIEIRA, Rogério F.; OLIVEIRA, Valter R.; VIEIRA, Clibas. Cultivo do feijão-mungo-verde no verão em Viçosa e em Prudente de Moraes. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 37-43, 2003.

WANG, Fuhao et al. Nutritional, phytochemical and antioxidant properties of 24 mung bean (*Vigna radiata* L.) genotypes. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2021.

WANG, Jie et al. Construction of a high-density genetic map and its application for QTL mapping of leaflet shapes in mung bean (*Vigna radiata* L.). **Frontiers in Genetics**, v. 11, p. 1032, 2020.

WENDT, Letícia, et al. Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12.2: p.166-171, 2017.

ZHOU, Renwu et al. Effects of atmospheric-pressure N₂, He, air, and O₂ microplasmas on mung bean seed germination and seedling growth. **Scientific reports**, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2016.

ZOHAIB, A., TABASSUM, T., JABBAR, A. *et ai*. Efeito da densidade de plantas, nutrição de boro e regulação do crescimento na massa de sementes, emergência e plasticidade de crescimento da prole em algodão. **Representante Científico** 8, 7953, 2018.

ZUCHI, Jacson et al. Imbibition and electrical conductivity of castor bean seeds classified by size. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, p. 504-509, 2012.