INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS PIRANHAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

MÍTILA MAYANE SILVA BEZERRA

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES CRIOULAS DE FEIJÃO-COMUM PROVENIENTES DO SERTÃO ALAGOANO

PIRANHAS, AL
2024

MÍTILA MAYANE SILVA BEZERRA

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES CRIOULAS DE FEIJÃO-COMUM PROVENIENTES DO SERTÃO ALAGOANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Engenharia Agronômica do Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Piranhas, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Engenharia Agronômica.

Orientador: Prof.° Me. Fábio José Marques.

.

PIRANHAS, AL

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Piranhas
Biblioteca Tabeliã Cacilda Damasceno Freitas

B574q Bezerra, Mítila Mayane Silva.
Qualidade fisiológica de sementes crioulas de feijão-comum provenientes do sertão alagoano. / Mítila Mayane Silva Bezerra.–2024.

Trabalho de Conclusão de curso (graduação em Engenharia Agronômica) - Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Piranhas, Piranhas, 2024.
Orientação: Prof. Me. Fábio José Marques

1.*Phaseolus Vulgaris* L.. 2.Germinação. 3. Vigor. 4.Sementes tradicionais. 5. Semiárido. I. Título.

CDD:635

Fabio Fernandes Silva
Bibliotecário – CRB- 4/2302

MÍTILA MAYANE SILVA BEZERRA

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES CRIOULAS DE FEIJÃO-COMUM PROVENIENTES DO SERTÃO ALAGOANO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Superior em Engenharia Agronômica do Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Piranhas, como requisito parcial para obtenção de grau bacharel em Engenharia Agronômica.

Aprovado em 08/08/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
FABIO JOSE MARQUES
Data: 12/09/2024 15:33:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Me. Fábio José Marques (Orientador)
Instituto Federal de Alagoas – IFAL, *Campus* Piranhas

Documento assinado digitalmente
KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA
Data: 12/09/2024 15:00:06-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Kleyton Danilo da Silva Costa
Instituto Federal de Alagoas – IFAL, *Campus* Piranhas

Documento assinado digitalmente
JOSE MADSON DA SILVA
Data: 12/09/2024 14:50:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. José Madson da Silva
Instituto Federal de Alagoas – IFAL, *Campus* Piranhas

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, à minha irmã e ao meu irmão. Por todo o apoio que me permitiu ingressar e concluir este curso. Pelo amor que me moldou para a pessoa e profissional que sou. Cravo em minha essência tudo que são.

Agradeço também aos demais de minha família: aos meus tios, padrinhos, à minha cunhada, e aos meus avós que descansam na eternidade.

A meu companheiro por todo amor e apoio, a meus amigos e a todos os colegas que me acompanharam com carinho e respeito nesta e em tantas jornadas.

Ao meu orientador pelo zelo e paciência para me conduzir por entre as dificuldades até o desenlace desta etapa e a todos os professores que contribuíram para a minha formação com dedicação e competência.

Ao IFAL *Campus* Piranhas pelas oportunidades de aprendizado e crescimento profissional, e enfim a todos que, com amor ou ética, contribuíram para a realização deste trabalho e deste curso.

RESUMO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma importante fonte de alimentação e renda para os agricultores brasileiros, destinado principalmente para a produção de grãos. É uma leguminosa tradicional das famílias sertanejas, onde seu cultivo se dá predominantemente sob baixo uso tecnológico, o que pode delinear um baixo rendimento e desuniformidade no campo. Neste cenário, as sementes crioulas se apresentam como materiais de grande importância frente à sua variabilidade genética, adaptação e baixo custo. Para que se possa garantir um desempenho satisfatório em campo, bem como sua perpetuação, é importante que, além de possuir características genéticas desejáveis, as sementes apresentem bom potencial fisiológico. Desta forma, conhecer a qualidade fisiológica dos materiais crioulos já estabelecidos é de grande relevância para sua conservação, uso adequado e bom desempenho. Visto isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de genótipos crioulos de feijão-comum oriundos do sertão alagoano. O experimento foi realizado no laboratório de produção vegetal do IFAL *campus* Piranhas, utilizando sete genótipos de *P. vulgaris,* dentre eles: seis crioulos provenientes da comunidade Poço Doce II, município de Piranhas-AL (Carioquinha, Mulatinho, Mulatão, Preto, Leite e Vagem Roxa) e um comercial (BRS-FC-402) como testemunha, compondo sete tratamentos. Utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 7 tratamentos (sete genótipos) e 4 repetições, totalizando 28 parcelas amostrais. Para analisar a qualidade das sementes, foram realizados os testes de Germinação, avaliando os parâmetros de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Massa Seca de Plântula e Comprimento de Parte Aérea de Plântula; o Teste de Tetrazólio, avaliando o vigor e viabilidade e o Teste de Condutividade Elétrica. O teste de germinação orientou-se nas Regras para Análises de Sementes (RAS) e os demais foram adaptados do livro “Vigor de sementes: conceitos e testes”. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, havendo significância dos fatores pelo teste F ($p<0,05$), realizou-se o teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos pelo teste de germinação, primeira contagem de germinação e vigor pelo teste de tetrazólio. Para o comprimento da parte aérea de plântula, o genótipo preto se sobrepôs com maior valor, seguido dos genótipos Carioquinha e Mulatão, estando os demais no grupo de menor comprimento. Para massa seca de plântulas se destacaram os genótipos Vagem-Roxa, Mulatão e Leite. Já para a viabilidade pelo teste de tetrazólio, apenas o Mulatão apresentou valores significativamente menores. No teste de Condutividade elétrica, se destacaram os genótipos Mulatinho, Carioquinha, Mulatão e Vagem-Roxa. Os resultados demonstram que as sementes das variedades de feijão crioulo, oriundas do alto sertão de Alagoas, apresentaram elevada e equivalente qualidade fisiológica quando comparadas à cultivar comercial.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; Germinação; Vigor; Sementes tradicionais; Semiárido.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris L.)* is an important source of food and income for Brazilian farmers, mainly used for grain production. It is a traditional legume for country families, where it demands lower technological levels to be cultivated, which can, potentially, decrease its productivity and unevenness in the field. Given that, creole seeds play an important role due to their genetic variability, adaptation, and low cost. To guarantee satisfactory performance in the field, as well as their perpetuation, it is crucial that, beyond having desirable genetic characteristics, the seeds present a good physiological potential. Thus, knowing the physiological quality of established creole materials is essential to their conservation, proper use, and good performance. Accordingly, this work aims to assess the physiological quality of creole genotypes of common bean from Alagoas' semi-arid region. The experiment was conducted in the plant production laboratory at IFAL Piranhas campus, using seven genotypes of *P. vulgaris*, including six heirlooms from the Poço Doce II community, Piranhas-AL municipality (Carioquinha, Mulatinho, Mulatão, Preto, Leite, and Vagem Roxa) and one commercial variety (BRS-FC-402) as a control, comprising seven treatments. A Completely Randomized Design (CRD) was used, with 7 treatments (seven genotypes) and 4 replications, totaling 28 sample plots. To analyze seed quality, the following tests were performed: Germination Test, evaluating the parameters of Germination, First Germination Count, Seedling Dry Mass, and Seedling Shoot Length; the Tetrazolium Test, evaluating vigor and viability; and the Electrical Conductivity Test. The germination test was based on the Rules for Seed Testing (RAS), and the others were adapted from the book "Seed Vigor: Concepts and Tests." The obtained data were subjected to analysis of variance, and when significant effects were observed by the F-test ($p<0.05$), the Scott-Knott grouping test was applied at 5% probability. No significant differences were observed among the genotypes in the germination test, first germination count, and vigor by the tetrazolium test. For seedling shoot length, the Preto genotype had the highest value, followed by the Carioquinha and Mulatão genotypes, with the others in the lower-length group. The Vagem-Roxa, Mulatão, and Leite genotypes stood out in terms of seedling dry mass. Regarding viability by the tetrazolium test, only the Mulatão genotype showed significantly lower values. In the electrical conductivity test, the Mulatinho, Carioquinha, Mulatão, and Vagem-Roxa genotypes stood out. The results demonstrate that the seeds of the heirloom bean varieties from the Alagoas backlands exhibited high and comparable physiological quality when compared to the commercial cultivar.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; Germination; Vigor; Traditional seeds; Semi-arid.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área, produtividade e produção total de feijão-comum (Phaseolus vulgaris L.) grupos cores e preto na safra 22/23 17
Tabela 2 - Número de estabelecimentos agropecuários produtores de feijão de cor em grão de acordo com a tipologia da produção (agricultura familiar ou não) e o tipo de semente (comum não adquirida, comum adquirida, certificada e transgênica) 19
Tabela 3 - Resumo da análise de variância (valores de quadrados médios) para as variáveis analisadas na qualidade fisiológica de genótipos crioulos de feijão-comum 388
Tabela 4 - Médias e teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade para as variáveis analisadas na qualidade fisiológica de genótipos crioulos de feijão-comum..... 38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Distribuição das sementes em papel “Germitest” para realização do teste de germinação.....300
Figura 2 - Primeira contagem de plântulas do genótipo “Preto” germinadas ao quinto dia.....31
Figura 3 - Plântula normal (A) e plântula anormal (B) segundo critérios das RAS.....311
Figura 4 - Cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio utilizado para o teste de tetrazólio 333
Figura 5 - Sementes embebidas em água destilada e deionizada após acondicionamento em tetrazólio 333
Figura 6 - Semente classe 6 com características de danos por percevejo (a); semente de classe 7 com danos mecânicos (b); semente classe 7 com danos por percevejo e umidade (c) e sementes classe 1 sem danos (d) 344
Figura 7 - Adição de 75 mL de água para embebição das sementes no teste de condutividade elétrica 355
Figura 8 - Recipientes cobertos com plástico filme durante embebição 355
Figura 9 - Leitura da condutividade elétrica mediante imersão da célula (eletrodo) na solução de embebição (75 mL).....366

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11
2 OBJETIVOS 13
2.1 GERAL 13
2.2 ESPECÍFICOS 13
3 REFERENCIAL TEÓRICO 14
3.1 O FEIJÃO-COMUM 14
3.1.1 Origem e botânica 14
3.1.2 Consumo e importância da cultura 15
3.1.3 Produção nacional 16
3.2 AS SEMENTES CRIOULAS 17
3.2.2 Sementes crioulas de feijão-comum 19
3.2.2 Materiais crioulos no alto sertão alagoano 21
3.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES 21
3.4 TESTES DE QUALIDADE FISIOLÓGICA 23
3.4.2 Teste de germinação 24
3.4.3 Testes de vigor 26
4 METODOLOGIA 29
4.1 LOCAL DO ESTUDO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 29
4.2 OBTENÇÃO DAS SEMENTES 29
4.3 TESTE DE GERMINAÇÃO 30
4.5 TESTE DE TETRAZÓLIO 32
4.6 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA 34
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA 36
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 38
6 CONCLUSÃO 42
REFERÊNCIAS 43

1. INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma importante leguminosa que compõe a alimentação humana, contribuindo como fonte de proteínas, vitaminas e minerais substanciais para a nutrição e saúde da população. No Brasil, seu cultivo se dá sob diferentes níveis tecnológicos e condições climáticas, obtendo, desta forma, uma produtividade variável nos limites temporal e espacial. Nas regiões de clima semiárido, é tradicionalmente conduzido em sequeiro nos meses de maior índice pluviométrico ("inverno"), já conjecturados pelos pequenos produtores. É uma das culturas primordiais para agricultores familiares desta região, os quais fazem ampla utilização dos materiais chamados crioulos ou nativos.

Por serem genótipos colhidos e semeados ao longo de gerações em regiões específicas, estes carregam características de adaptação genética, essenciais para a perpetuação da espécie. Além disso, os materiais crioulos não representam grande custo adicional à implantação da lavoura, uma vez que são produzidas e armazenadas dentro do próprio estabelecimento, podendo ser trocadas ou vendidas entre os produtores. Assim, são aliados à segurança alimentar da população rural interiorana, sendo muitas vezes indispensáveis para as famílias que se encontram em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Ademais, são importantes para os programas de melhoramento, em especial nas regiões de semiárido como o alto sertão alagoano, oferecendo uma ampla variabilidade genética com características de resistência a fatores bióticos e abióticos.

Um fator essencial para o estabelecimento da lavoura e boa produção, além da adaptação e tolerância às condições edafoclimáticas às quais estão submetidas já encontradas nas sementes crioulas, é a qualidade fisiológica dos materiais. Desta forma, obter e gerar materiais crioulos de boa qualidade é imprescindível. No entanto, esta condição pode ser prejudicada devido a condições de armazenamento e manejo inadequadas, sendo necessário certo rigor em seus processos de produção. Posto isto, os testes de avaliação da qualidade fisiológica constituem uma importante ferramenta na produção de sementes, uma vez que determinam os atributos fisiológicos de germinação, vigor e viabilidade das sementes utilizadas, atestando sua qualidade e desempenho satisfatório em condições adversas ou ideais. Assim, é capaz de evitar perdas relacionadas ao uso de sementes inviáveis e proporcionar a manutenção da diversidade agrícola e sustentabilidade dos meios de produção através de uma boa qualidade.

Para os materiais comerciais, os testes constituem uma etapa fundamental na comercialização dos lotes. Através da determinação de sua qualidade, serão diferenciados os grãos das sementes, onde estas devem atender aos padrões mínimos de germinação e pureza para serem classificadas como tal. No entanto, os testes não possuem o intuito de classificar as sementes tradicionais do mesmo modo, não parametrizando sua circulação e designação, uma vez que estas são isentas por lei de registros e fiscalização, mas sim de determinar sua qualidade e o seu potencial de se tornar uma planta produtiva em campo, trazendo dados confiáveis para desenvolvimento de pesquisas comparativas de genótipos, além de assegurar a viabilidade e vigor dos lotes, beneficiando os pequenos produtores e enriquecendo a temática.

Apesar de a qualidade fisiológica dessas sementes ser fator primordial na produção agrícola, especialmente no âmbito da agricultura familiar, os estudos que abrangem a aplicação dos testes nas variedades crioulas são escassos, o que resulta em carência de informações e acervo sobre a questão. É, portanto, necessário o desenvolvimento de pesquisas científicas a fim de desenvolver a área e os conhecimentos acerca do potencial fisiológico das sementes crioulas.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a qualidade fisiológica de sementes de genótipos crioulos de feijão comum oriundos do alto sertão de Alagoas.

2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar se o vigor genético difere entre os genótipos e expressa qualidades diferentes;
- Averiguar, através dos testes de qualidade fisiológica, se as variedades tradicionais do Sertão Alagoano, podem ser incluídas em programas de vendas e distribuição de sementes;
- Analisar como os genótipos em questão respondem aos diferentes testes de qualidade fisiológica e se estes apresentam correlação;
- Comparar a qualidade fisiológica das sementes crioulas com a cultivar comercial.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O FEIJÃO-COMUM

3.1.1 Origem e botânica

A ampla área de ocorrência de populações selvagens do feijão-comum permitiu o surgimento de diversas variedades locais, fator que dificulta a identificação exata de onde ocorreu a domesticação desta cultura e explica a diversidade genética observada na cultura (Cavalcanti et al., 2021). Evidências indicam que as variedades de feijão existentes atualmente são o resultado de múltiplos processos de domesticação, mas houve a ocorrência de dois eventos que se desenvolveu de forma independente em cada pool gênico, um na América Central e outro ao Sul dos Andes (Sul do Peru, Bolívia e Norte da Argentina), com diferenças em sua estrutura e níveis de diversidade genética (Sulzbacher *et al*., 2017; Mendonza; Sanches, 2017). No Brasil há a presença tanto de feijões de origem andina quanto mesoamericana, com uma predominância destes últimos. Estima-se que, a cada cinco variedades de feijão no país, quatro sejam de origem mesoamericana (Paula, 2023).

Pertencente à classe *Dicotiledoneae*, família *Leguminosae*, subfamília *Papilionoidae*, o *Phaseolus vulgaris* é a espécie mais cultivada do gênero Phaseolus (Menezes Junior, 1960; Bonett *et al*., 2007). É de destaque na agricultura brasileira, representando uma importante fonte de proteínas, minerais e vitaminas na alimentação humana (Castro *et al*., 2018; Lima *et al*., 2021). Suas plantas possuem ciclo médio de 90 dias, podendo variar entre 60 dias (superprecoce) e 115 dias (tardio), apresentando quatro tipos de hábito de crescimento: o tipo I, caracterizado por um hábito de crescimento determinado, com gemas terminais reprodutivas no caule principal e nos ramos e os tipos II, III e IV, com hábito de crescimento indeterminado e gemas terminais vegetativas no caule principal e nos ramos. Com a diferença que o tipo II possui porte ereto, o tipo III, porte prostrado, e o tipo IV, trepadora (EMBRAPA, 2018).

As flores do feijoeiro estão agrupadas em uma haste chamada inflorescência floral ou racimo floral, possui folhas compostas trifolioladas, com exceção das folhas primárias, que são simples. Apresenta três gemas em cada nó, podendo ser vegetativos, floral e vegetativo e completamente floral. Seu fruto é denominado legume ou vagem e suas sementes podem ser divididas em parte externa, composta pelo tegumento; hilo (cicatriz deixada pelo funículo); halo (estrutura que circunda o hilo) e micrópila (abertura através da qual ocorre a absorção de água)

e parte interna, formada pelo embrião (hipocótilo, plúmula, radícula) e cotilédones (Menezes Junior, 1960).

3.1.2 Consumo e importância da cultura

O feijão é um alimento importante para o Brasil, tendo sido estimado um consumo de 11,97 kg per capita/ano em 2022, o 9º maior do ranking mundial, onde Borundi lidera (FAO, 2022). Segundo a última Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) o consumo médio per capita de "feijão" foi de 142,2 g/dia, já o consumo de "feijão verde/corda" foi de 8,8 g/dia, além de indicar o feijão carioca como o mais consumido no país (IBGE, 2020).

Este alimento, distribui-se pelos cinco continentes e é um componente essencial da dieta humana, sendo ingerido principalmente na forma de grãos integrais cozidos (Mendonza; Sanches, 2017). Seus principais componentes funcionais são carboidratos, vitaminas, fibras solúveis e fenólicos; que incluem ácidos fenólicos; flavonoides e proantocianidinas; com potentes propriedades antioxidantes, proteínas; ricas em lisina e sais minerais como ferro; cálcio; potássio e fósforo, além dos chamados antinutrientes como o fitato; a tanina e as lectinas (Chaves; Bassinello, 2014; Yang *et al.*, 2018). Como resposta às diferenças no solo e às condições de ambiente, essa composição química das cultivares de feijão podem ser modificadas, verificando-se a ocorrência da interação genótipos x ambientes (Ribeiro, 2010).

Seu cultivo se faz ainda mais importante nos países onde a ingestão de proteína animal é limitada por razões culturais, religiosas ou econômicas (Kappes *et al*., 2008). Além das implicações relacionadas à segurança alimentar, a cultura representa fonte de emprego e renda no campo. Essa leguminosa de grãos faz parte de ações governamentais que promovem o seu consumo, de programas de pesquisa agrícola de diversas instituições e é produzido em pequenas, médias e grandes propriedades rurais, evidenciando a sua importância socioeconômica (Silva; Wader, 2013).

No comércio nacional, é possível encontrar feijão pré-cozido enlatado ou em embalagem asséptica a vácuo, com tempero tradicional ou adicionado de carnes, como feijoada. Em restaurantes, creches, escolas, presídios, hospitais etc. também se pode encontrar feijão cozido no vapor e embalado a vácuo, feijão liofilizado, com tempero tradicional ou com adição de carnes, e feijão processado (Chaves; Bassinello, 2014).

3.1.3 Produção nacional

No mercado brasileiro, há uma diversidade de tipos de feijão-comum, a exemplo do feijão Preto, Carioca, Mulatinho e Rosinha. Embora haja preferências regionais quanto à coloração da casca dos grãos, os feijões do grupo Carioca são os mais cultivados no Brasil, representando aproximadamente 70% da produção nacional (EMBRAPA, 2022). O feijão-comum pode ser cultivado tanto para produção de grãos (feijão seco) quanto de vegetal fresco (feijão vagem), ambos de grande importância nutricional (Blair *et al.*, 2010). No Brasil, o feijoeiro-comum é cultivado em praticamente todo o território sob diversas condições climáticas e níveis tecnológicos, o que contribui para uma baixa produtividade média nacional e instabilidade da produção (Guimaraes, 2006). Dentre os diversos tipos de produtores, a agricultura familiar é apontada como a grande responsável pela produção de feijão no país (Silva; Wader, 2013). Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), nos últimos anos, o Brasil ocupou um dos primeiros lugares na produção de feijão (*dry bean*), tendo ficado em segundo lugar no ranking mundial no ano de 2022, atrás apenas da Índia, sendo o maior produtor de Phaseolus do mundo (IBRAFE, 2022).

O País possui três épocas distintas de plantio, favorecendo a oferta do produto durante todo o ano. A primeira safra ou safra das "águas" é semeada entre os meses de agosto e novembro nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia. A safra da "seca" ou segunda safra, acontece entre os meses de dezembro e abril, nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte, em único período de plantio consorciado com o milho. Já a terceira safra, também conhecida como safra irrigada ou de inverno, ocorre entre os meses de abril e julho no Centro-Sul do país. (EMBRAPA, 2023).

A produção de feijão geral para a safra de 22/23 foi de 2.482.200 toneladas em uma área de 1.489.600 hectares, obtendo uma produtividade média de 1.666,35 kg/ha. Para a primeira safra 23/24, estima-se a produção de 805.100 toneladas. A produção de feijão-comum é detalhada na Tabela 1, onde lideram as regiões do centro-sul, que têm como maior produtor do grupo feijão preto o estado do Paraná (PR) e do grupo cores os estados de Minas-Gerais (MG), Paraná (PR) e Goiás (GO) (CONAB, 2024).

Tabela 1 - Área, produtividade e produção total de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) grupos cores e preto na safra 22/23

Região	Área (mil ha)	Produtividade (kg.ha^{-1})	Produção (mil t)	Produção (%)
Norte	9.0	932.2	8.4	0,3
Nordeste	355.9	830.2	270.3	10,9
Centro-oeste	207.7	2.475.6	561.3	22,6
Sudeste	389.2	1.442.7	737.8	29,7
Sul	527.8	1.720.7	904.4	36,5
Brasil	1.489.6	1.666.3	2.482.2	100%

Fonte: Conab, 2024.

A produção total da região nordeste foi de 270.300 toneladas, tendo como principais produtores a Bahia com 63,67% da produção total (172.100 t), Pernambuco com 22,75% (61.500 t), Paraíba 6,59% (17.800 t), Alagoas 5,33% (14.400 t), Ceara 1,59% (4.300 t) e Sergipe 0,07% (0,2 t). O Nordeste possui a terceira maior área plantada do país, totalizando 355,9 mil hectares na safra 22/23. No entanto, a produtividade é bastante baixa em detrimento das demais regiões, com valores de 830,2 kg.ha-¹ contra 2.475,6 kg.ha-¹ do centro-oeste. O estado de Alagoas, apresentou uma contribuição pequena de 12,6 mil toneladas na safra 22/23, atingindo a produtividade média de 536 kg.ha-¹ (CONAB, 2024). Este baixo desempenho ocorre devido à falta e irregularidade das chuvas, ao manejo inadequado do solo, de pragas e de doenças e da adubação desequilibrada, além de fatores como a deficiência na assistência técnica. Em resumo, um conjunto de fatores onde predomina o baixo uso tecnológico nas lavouras (Coêlho, 2021).

3.2 AS SEMENTES CRIOULAS

Sementes crioulas ou locais referem-se a variedades de plantas que foram melhoradas e adaptadas ao longo do tempo por agricultores, utilizando seus próprios métodos e sistemas de manejo (Meira, 2022). Assim, as sementes tradicionais são cultivadas e trocadas entre famílias camponesas, gerando uma seleção por gerações pelos próprios agricultores (Barbosa *et al*., 2015). A partir da década de 60, no período conhecido como revolução verde, ocorreu uma grande homogeneização nos processos de produção agrícola através da utilização de um conjunto de práticas agronômicas e de insumos industriais genéricos chamado de pacote tecnológico, que, dentre outras técnicas, substituía as chamadas sementes tradicionais pelos materiais modificados (Carvalho *et al*., 2020).

No entanto, muitos agricultores continuaram a produzir as variedades tradicionais em sua lavoura, principalmente os de pequeno porte. A partir das décadas 70 e 80, a

preocupação com a conservação desses materiais surgiu e foi se intensificando, levando posteriormente à criação dos bancos de sementes comunitários (Santos *et al*., 2017). Até os dias atuais, é cultural de pequenos produtores o ato de armazenar parte de sua produção para a semeadura de novas safras (Silva *et al*., 2010). Os agricultores familiares e suas organizações representativas que conservam e multiplicam as sementes crioulas são reconhecidos por atores sociais como guardiões dessas sementes e têm a responsabilidade de preservar este patrimônio de grande importância para a humanidade (Pereira; Soglio, 2020).

Dentre as principais características destas variedades estão sua adaptação e resistência aos fatores abióticos locais aos quais foram submetidas em seus processos evolutivos. Desta forma, podem produzir satisfatoriamente mesmo em ambientes de estresse, em cultivos de agricultura familiar e diversos níveis tecnológicos ou condições climáticas (Proença; Souza, 2016). São uma fonte de produção de diversos gêneros agrícolas que integram a alimentação humana, como o milho, o feijão e representam a garantia da agrobiodiversidade, e espaços de estudo de recursos fitogenéticos para a melhoria do cultivo e da cultura (Lima; Santos, 2018).

A primeira regulamentação acerca da distribuição e comercialização das sementes no Brasil, a Lei Federal nº 6.507/1977, proibia a venda de sementes locais ou crioulas, exercendo uma certa pressão sobre os pequenos agricultores. Em 2003, a lei foi revogada e estabeleceu-se a Lei Federal n° 10.711, permitindo a distribuição, troca ou comercialização das sementes dentro das comunidades (Hanck; Bonome; Borges, 2024). A nova Lei Nacional de Sementes e Mudas 10.711/03 de 5 de agosto de 2003, define as variedades crioulas como materiais desenvolvidos, adaptados ou produzidos por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, estando isentos de inscrição no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) e Registro Nacional de Cultivares (RNC). Devem apresentar fenótipo bem determinado e serem reconhecidas pelas respectivas comunidades, não se caracterizando como substancialmente semelhantes às cultivares comerciais (BRASIL, 2003). Vale ressaltar que o termo não se reduz apenas às sementes botânicas, haja vista que esta lei considera qualquer material com a finalidade de propagação como sementes, a exemplo dos tubérculos e tuberosas, como batata, cará e mandioca (Trindade, 2006).

No Brasil, a depender da região, podem ser chamadas de crioulas, tradicionais, sementes da paixão, locais, caboclas, nativas, entre outros. Independentemente do nome que recebam, elas se diferenciam simbólica e materialmente das sementes comerciais, possuindo

uma funcionalidade mais sustentável e socioeconômica, fortalecida pela cultura local (Almeida, 2007).

3.2.2 Sementes crioulas de feijão-comum

Sendo o feijão uma planta autógama, é normal a ocorrência de pequenas taxas de fecundação cruzada (>5%), que resultam no surgimento de novas formas, cores, constituintes químicos e combinações genéticas inéditas dentro dos genótipos. Existe um grande número de cultivares de feijão utilizados pelos pequenos agricultores, que geralmente não adquirem novas sementes, mantendo o seu material genético por longos períodos. Durante esse tempo, ocorrem inúmeras modificações genéticas, e presume-se que apenas os tipos mais adaptados permaneçam. Isso resulta em uma mistura de genótipos homozigóticos (linhagens puras) adaptados às diferentes condições de cultivo nos feijões usados pelos agricultores, gerando as variedades crioulas (Ramalho; Santos, 1982).

A utilização destas sementes na produção nacional de feijão-comum pode ser analisada através dos dados da tabela 2. Nota-se a grande participação de propriedades familiares na produção de feijão-comum, principalmente na região nordeste (IBGE, 2019).

Tabela 2 - Número de estabelecimentos agropecuários produtores de feijão de cor em grão de acordo com a tipologia da produção (agricultura familiar ou não) e o tipo de semente (comum não adquirida, comum adquirida, certificada e transgênica)

(Continua)

		Agricultura não familiar (Unidades)	Agricultura familiar (Unidades)	Total
	Comum, produção própria guardada (não adquirida)	851,00	6.997,00	7.848,00
	Comum, adquirida	189,00	932,00	1.121,00
	Certificada	10,00	36,00	46,00
	Transgênica	-	1,00	1,00
	Total	1.050,00	7.966,00	9.016,00
Nordeste	Comum, produção própria guardada (não adquirida)	23.235,00	109.155,00	132.390,00
	Comum, adquirida	13.338,00	52.182,00	65.520,00
	Certificada	111,00	299,00	410,00
	Transgênica	8,00	30,00	38,00
	Total	36.692,00	161.666,00	198.358,00

(Conclusão)

		Agricultura não familiar (Unidades)	Agricultura familiar (Unidades)	Total
Sudeste	Comum, produção própria guardada (não adquirida)	11.907,00	48.510,00	60.417,00
	Comum, adquirida	4.274,00	12.339,00	16.613,00
	Certificada	1.364,00	1.643,00	3.007,00
	Transgênica	80,00	99,00	179,00
	Total	17.625,00	62.591,00	80.216,00
Sul	Comum, produção própria guardada (não adquirida)	2.566,00	15.189,00	17.755,00
	Comum, adquirida	965,00	2.821,00	3.786,00
	Certificada	1.101,00	1.570,00	2.671,00
	Transgênica	23,00	64,00	87,00
	Total	4.655,00	19.644,00	24.299,00
Centro-Oeste	Comum, produção própria guardada (não adquirida)	458,00	1.459,00	1.917,00
	Comum, adquirida	402,00	666,00	1.068,00
	Certificada	326,00	85,00	411,00
	Transgênica	32,00	6,00	38,00
	Total	1.218,00	2.216,00	3.434,00
Brasil	Comum, produção própria guardada (não adquirida)	39.017,00	181.310,00	220.327,00
	Comum, adquirida	19.168,00	68.940,00	88.108,00
	Certificada	2.912,00	3.633,00	6.545,00
	Transgênica	143,00	200,00	343,00
	Total	61.240,00	254.083,00	315.323,00

Fonte: IBGE, 2019

Analisando os dados descritos na tabela 3, percebe-se que dos aproximadamente 315 mil estabelecimentos que produzem feijão-comum no Brasil, cerca de 70 % (220 mil) utilizam as sementes descritas como comuns e não adquiridas, onde se encaixam as sementes ou variedades crioulas (IBGE, 2019). Isso demonstra a importância desses materiais, que têm seu uso justificado pela sua maior rusticidade, seu baixo custo e da possibilidade de uso nos próximos plantios (Blair *et al*., 2010).

Fica evidente, desta forma, que a utilização de materiais tradicionais de feijão-comum constitui uma estratégia de convivência com seu ambiente de forma sustentável, economicamente viável e socialmente justa, sendo muito importante para a agricultura familiar, possuindo, desta forma, relevância em diversos níveis, do socioeconômico ao alimentar, fundindo os benefícios da cultura com a utilização de materiais locais (Pelwing *et al*., 2008).

3.2.2 Materiais crioulos no alto sertão alagoano

O alto sertão alagoano é uma importante região onde se concentram atividades agrícolas de base familiar, havendo uma numerosa presença de camponeses, povos tradicionais e quilombolas. Assim, as sementes crioulas detêm uma substantiva relevância na região devido à sua rusticidade e adaptação às condições edafoclimáticas inerentes ao semiárido, representando autonomia para camponeses e povos tradicionais (Lima, 2021).

Em um contexto caracterizado pelo déficit de água, distribuição irregular de chuvas e intensa radiação solar que caracterizam condições de estresse, os materiais crioulos podem tolerar e perpetuar em virtude de sua variabilidade genética. Tal variabilidade é essencial e deve ser conservada a fim de evitar erosão genética da base genética desse bioma e manter características de adaptação. Essas sementes também têm um valor significativo como patrimônio cultural dos sertanejos, sendo elementos de uma sociabilidade que valoriza a tradição. Outra grande importância da utilização destas sementes para o alto sertão é a própria alimentação, onde durante períodos prolongados de seca, momento em que a produção agrícola diminui ou cessa na região, as sementes crioulas armazenadas são consumidas pelos camponeses, desempenhando um papel essencial na alimentação e nutrição (Moura *et al*., 2007; Lima; Santos, 2018).

Sabe-se que estas sementes crioulas são guardadas nos bancos comunitários de sementes, protegidos pelos guardiões. No semiárido de Alagoas, existem cerca de 80 bancos comunitários que abrigam um vasto acervo destas sementes, incluindo variedades de feijão Bico de Ouro, Boi Deitado, Fogo na Serra, Leite, Rim de Porco, Vagem Roxa, entre outras. É relevante notar que esses bancos estão localizados em comunidades camponesas e de povos tradicionais, e uma parte significativa deles é gerida ou composta em sua maioria por mulheres (Lima, 2021). A utilização dos materiais crioulos no alto sertão de alagoas representa, portanto, o sustento do cultivo e a segurança alimentar em diversas comunidades, como ocorre com o povo indígena Jeripankó, que tem a semente crioula como insumo essencial que deve ser preservado e protegido. A semente garante a reprodução da vida, a alimentação saudável, e consequentemente a sustentabilidade e soberania alimentar do povo da região (Oliveira; Lima, 2020).

3.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

Durante o desenvolvimento da agricultura, foram observados alguns problemas específicos no comportamento e desempenho das sementes, como falhas na germinação, dormência, deterioração, ocorrência de patógenos, entre outros. Ficou evidente, então, a influência da qualidade do material e a necessidade de se analisar esses comportamentos a fim de adequar e melhorar as práticas agrícolas (Marcos Filho, 2015b).

Dentre os atributos que compõem a qualidade da semente, o fisiológico, que engloba a deterioração de sementes após a maturação, com decréscimo do potencial de desempenho, possui grande destaque. A qualidade fisiológica define a capacidade do germoplasma de desempenhar funções vitais, afetando diretamente a implantação da cultura em condições de campo (Marcos Filho, 2015b; Tejo *et al*., 2021). Em outras palavras, para que a plântula se desenvolva e se estabeleça bem, a semente deve apresentar atributos fisiológicos que permitam esse processo, se caracterizando como um potencial influenciado por diversos fatores durante todo o processo de produção. Segundo Rodrigues e Sarmento (2010), tais fatores podem ser: genéticos, onde cada variedade irá apresentar vigor e longevidade com base no seu genótipo, e ambientais, por condições desfavoráveis, ocorridas no desenvolvimento das sementes e após a maturidade fisiológica, como exposição das sementes ao ataque de pragas e microrganismos; e a ocorrência de danos mecânicos nos processos de colheita e no pós-colheita.

A qualidade fisiológica é classificada pela germinação, vigor e longevidade. A germinação é o fator que infere o seu potencial de se tornar uma planta saudável e produtiva em campo, sendo um dos critérios com valor mínimo, para a autorização da comercialização de um lote de sementes, variando para cada espécie. O vigor se refere à soma de atributos que confere à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais. Já a longevidade está relacionada ao processo de deterioração do material após a maturidade (Freitas; Nascimento, 2006).

A única forma de se conhecer com segurança a qualidade de um lote de sementes é através de análises física e fisiológica desses materiais, bem como conhecer as peculiaridades de cada espécie para interpretação correta dos resultados (Lima Junior, 2010). É importante que a avaliação da qualidade fisiológica das sementes e do consequente potencial de emergência das plântulas em campo baseie-se nos resultados de diferentes testes, obtendo-se, desta forma, uma maior segurança (Krzyzanowski *et al*., 2020). Para isto, o Sistema Nacional de Sementes e Mudas dispõe sobre as análises de amostras de sementes e de mudas, para fins de fiscalização, devendo ser analisadas diretamente pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) ou por laboratório oficial por ele credenciado, através de metodologias oficializadas (Brasil, 2003).

Apesar da produção de sementes crioulas ser isenta das burocracias e registros necessários às sementes comercializadas e consequentemente das análises de qualidade imbuídas, é importante que trabalhos utilizando estes testes sejam realizados a fim de se conhecer a qualidade dos materiais crioulos, principalmente pensando na sua manutenção e importância (Brasil, 2009). Portanto, a avaliação da qualidade fisiológica dos materiais tradicionais não se aplica como forma de determinar sua classificação como semente ou não, e sim como forma de assegurar a perpetuação e uma boa produção dentro dos cultivos familiares, através da caracterização de seu potencial fisiológico. Além disso, a avaliação dos genótipos crioulos pode fornecer importantes informações para programas de melhoramento de plantas, a partir do qual utiliza (Gondim *et al*., 2006).

3.4 TESTES DE QUALIDADE FISIOLÓGICA

A análise de sementes constitui uma ferramenta empregada no controle de qualidade das sementes produzidas. Ela expressa a qualidade física e fisiológica das sementes para fins de semeadura e armazenamento, estimando a quantidade necessária para a implantação, avaliando o investimento econômico pela comparação de lotes de sementes, com diferenças na qualidade e as condições adequadas de armazenamento. Mas nem sempre o cenário sementeiro foi assim, tendo sido percorrido um longo percurso para que se chegasse às tecnologias atuais (Figliolia *et al*., 2007; Ferraz; Calvi, 2010).

Iniciando com a expansão do comércio de sementes no século XIX, a ocorrência de fraudes e adulteração dos materiais vendidos deu impulso à intensificação dos estudos e aprimoração da tecnologia de sementes, levando à criação de diversos laboratórios para análise de sementes em muitos países. Desta forma, a análise de sementes teve a sua origem fundamentada na necessidade de regulamentar o comércio, avaliar e definir padrões de qualidade, detectar fraudes e gerar conhecimento para o estabelecimento de leis (Lima Junior, 2010; Pires, 2021).

No ano de 1860, o cientista alemão Johann Friedrich Nobbe iniciou seus trabalhos em análise de sementes e foi ele quem fundou o laboratório pioneiro para esta finalidade. Já no ano de 1876, Nobbe publicou o primeiro livro que abordava análise e comportamento fisiológico de sementes, intitulado "Manual de Estudos de Sementes" (AOSA, 1983; Marcos Filho, 2015a). Tais trabalhos foram os precursores do que viriam a se tornar as Regras para Análise de Sementes, tendo evoluído ao longo dos anos de forma lenta e constante.

No Brasil, o primeiro manual de sementes foi aceito como as Regras para Análise de Sementes (RAS) no ano de 1967, tendo sido atualizado diversas vezes até chegar na sua versão mais recente em 2009 (Brasil, 2009). Baseado nas regras internacionais descritas pela *International Seed Testing Association* (ISTA) e pela *Association of Official Seed Analyst* (AOSA) com apoio da iniciativa privada e pública, é considerada a "Bíblia de análise e tecnologia de sementes", padronizando as metodologias para análise de sementes (Pires, 2021). Novas atualizações das regras internacionais para teste de sementes já foram publicadas pela ISTA, no entanto, o manual brasileiro não tem seguido as mesmas atualizações, não contemplando padronização dos testes de vigor para nenhuma espécie (ISTA, 2024).

Os testes utilizados para avaliar o potencial fisiológico das sementes são de germinação e vigor, sendo o teste de vigor importante para compreender o comportamento das sementes no campo e em situações de estresse. Enquanto os testes de germinação são realizados em condições ideais, o teste de vigor proporciona informações sobre o desempenho das sementes sob condições adversas (Chagas *et al*., 2018). A avaliação dos atributos fisiológicos deve ser feita seguindo as metodologias descritas pelas Regras para Análise de Sementes. No entanto, as metodologias para testes de vigor não são abrangidas por este manual (Brasil, 2009).

Dentre os atributos, a germinação é essencial e, juntamente com a pureza, deve constar no boletim para a comercialização das sementes. Os testes de vigor são determinações adicionais também muito importantes na caracterização da qualidade fisiológica dos lotes, no entanto, não existe um padrão mínimo para comercialização, não estando os testes incluídos nas regras para análise de sementes produzidas no país (Mathias *et al.,* 2020; Costa *et al*., 2023).

Se tratando das sementes crioulas, mesmo não necessitando de fiscalização do mesmo modo que as sementes comerciais, é importante que atendam aos critérios mínimos de qualidade, podendo assim garantir a utilização de materiais com boa qualidade fisiológica e consequentemente uma boa produção. As análises possibilitam, adicionalmente, a aferição de técnicas utilizadas em cada etapa da produção, revelando falhas na condução em campo, na colheita e na pós-colheita que possam vir a comprometer a qualidade das sementes (Dias *et al*., 2007).

3.4.2 Teste de germinação

Nas Regras para Análise de Sementes (RAS), a germinação de sementes é definida como sendo a emergência e o desenvolvimento adequado das estruturas essenciais do embrião

em testes laboratoriais, indicando sua aptidão em se tornar uma planta normal sob condições de campo favoráveis (Brasil, 2009). Desta forma, o teste de germinação padrão é conduzido sob condições favoráveis, que permitem que o lote de sementes expresse sua capacidade máxima, podendo ser utilizado para a comercialização e comparação da qualidade de diferentes lotes. Testes consecutivos do mesmo lote de sementes devem apresentar o mesmo resultado, dentro de limites estatisticamente definidos, caracterizando a replicabilidade, ou seja, por isso a necessidade de padronização dos procedimentos (Carvalho; Nakagawa, 2012).

No teste de germinação são observados o número de sementes germinadas e não germinadas. As sementes germinadas poderão originar plântulas normais intactas, apresentando sistema radicular (raiz primária e, em certos gêneros, raízes seminais), parte aérea (hipocótilo, epicótilo, mesocótilo (*Poaceae*), gemas terminais, cotilédones (um ou mais) e coleóptilo (*Poaceae)* ou plântulas normais com pequenos defeitos. As sementes não germinadas podem ser classificadas como duras (maior resistência à absorção de água), dormentes, mortas e outros (Brasil, 2009).

De acordo com a RAS, o teste de germinação para sementes de feijão pode ser realizado em rolos de papel ou entre camadas de areia, não sendo necessário realizar qualquer preparo prévio para quebrar a dormência das sementes. No método dos rolos de papel, as sementes são colocadas entre duas folhas de papel e cobertas por uma terceira folha. Já no método da camada de areia, as sementes são colocadas entre camadas de areia úmida, mantidas em temperaturas entre 20 e 30° C. A primeira contagem de germinação é realizada no quinto dia e a contagem final no nono dia (Brasil, 2009).

É feita a média de quatro repetições compostas por 100 sementes ou, em algumas exceções, com 50 sementes, como no caso das sementes crioulas, que, em geral, abrangem uma pequena área amostral. A soma das porcentagens de plântulas normais, plântulas anormais, sementes duras, dormentes e mortas deve compor 100% da amostra, sendo essencial que a variação entre as porcentagens de germinação nas repetições de 100 sementes esteja dentro das tolerâncias máximas permitidas para que seja considerado válido e satisfatório (Brasil, 2009).

O teste de germinação oferece segurança para os produtores, comerciantes e agricultores, permitindo a aquisição de sementes com qualidade conhecida, ajudando a reduzir os riscos associados à obtenção de produtos de qualidade duvidosa e preços que não correspondem à qualidade do lote. Apesar de seus benefícios, o teste de germinação apresenta algumas limitações, como o longo tempo necessário para obtenção dos resultados. Essas

limitações levaram ao desenvolvimento de testes de vigor confiáveis e rápidos, que agilizam as decisões e fornecem índices mais sensíveis de qualidade fisiológica (Lima Junior, 2010).

3.4.3 Testes de vigor

Segundo Marcos Filho (2015b), o vigor das sementes é uma característica abstrata introduzida para abordar lacunas na compreensão do desempenho das sementes em condições menos favoráveis. Ele envolve uma combinação de atributos, como velocidade de germinação, crescimento das plântulas e tolerância a estresses, tornando difícil estabelecer uma definição precisa devido à complexidade desses fatores.

O primeiro conceito do vigor foi creditado ao Dr. Johann Friedrich Nobbe, no ano de 1876, caracterizando o potencial por trás de características morfométricas de plântulas como uma "força motriz", que representaria a energia de crescimento (AOSA, 1983). Atualmente, há diversas definições propostas para vigor. Para a ISTA, o vigor é a soma das propriedades determinantes para o nível de atividade e desempenho potencial de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula (ISTA, 1995). Para a AOSA, seriam as propriedades das sementes que determinam sua capacidade de emergir rapidamente e de forma uniforme, assim como o desenvolvimento de plântulas saudáveis em uma ampla variedade de condições ambientais (Baalbaki *et al.,* 2009).

Desta forma, o teste de vigor traz informações importantes acerca da qualidade fisiológica das sementes quanto ao seu desempenho em condições ambientais adversas (Chagas *et al*., 2018). Os testes de vigor conferem informações adicionais aos testes de germinação e fornecem uma avaliação mais detalhada do potencial fisiológico das sementes, exigindo um controle mais rigoroso das variáveis e critérios adotados para interpretação (Lima Junior, 2010).

A maioria dos testes disponíveis para avaliação do vigor são baseados na germinação e permitem o uso dos mesmos materiais, equipamentos e condições estabelecidas nas Regras de Análise de Sementes para o teste de germinação, no entanto, não tem seus procedimentos determinados pela RAS, como ocorre nas instruções do ISTA (Custódio, 2005; Brasil, 2009; Marcos Filho, 2015a; Pires, 2021). Os principais testes podem ser divididos e classificados em fisiológicos, bioquímicos, físicos e de resistência (Santos; Pires; Carvalho., 2021).

Os testes fisiológicos procuram determinar atividade fisiológica específica, manifestada pelo vigor, a exemplo dos testes de Comprimento de Plântulas, Massa Seca de

Plântulas e o teste de Primeira Contagem de Germinação. Nestes testes, as disparidades de vigor entre as plântulas geralmente são facilmente observáveis (Marcos Filho, 2015a; Santos; Pires; Carvalho, 2021).

No teste de Comprimento de Plântulas, os materiais com maiores taxas de crescimento são considerados mais vigorosas devido à sua maior eficiência nos processos energéticos. Da mesma forma, na análise de Massa Seca de Plântulas, massas maiores são atribuídas ao maior vigor, devido à transferência de matéria seca desses tecidos de reserva para o eixo embrionário em crescimento. Quanto ao teste de Primeira Contagem de Germinação, as amostras com maior porcentagem de plântulas germinadas na data estabelecida pela RAS são classificadas como mais vigorosas (Brasil, 2009).

Os testes bioquímicos avaliam as alterações bioquímicas ligadas ao vigor, a exemplo do teste de Condutividade Elétrica e o teste de Tetrazólio. Para o teste de Condutividade Elétrica, o princípio relaciona-se à velocidade do reestabelecimento da membrana durante a embebição, maior em sementes mais vigorosas, constando uma menor quantidade de solutos na leitura de condutividade. Para o feijão, é recomendado a utilização de 50 sementes em quatro repetições com período de embebição de 24 horas a uma temperatura de 25°C (Vieira; Krzyzanowski, 1999).

No teste de Tetrazólio, os tecidos vivos têm sua coloração modificada para um tom róseo devido à difusão do sal 2, 3, 5-trifenil-tetrazólio, enquanto ocorre a respiração celular, sendo avaliadas a partir do exame das partes vitais, de acordo com a intensidade da cor, localização e origem de possíveis danos (Marcos Filho, 2015a; Santos; Pires; Carvalho, 2021).

A coloração ideal das sementes após contato com a solução é vermelho-brilhante ou rosa-brilhante, indicando viabilidade e vigor do tecido. No entanto, se as sementes aparecerem em vermelho carmim forte, ainda indicam viabilidade, mas não vigor, estando em estágio de deterioração. Se não houver coloração após o período de contato com a solução, as sementes são consideradas mortas, com tecido não viável. (Bhéring *et al*., 1999). O teste de tetrazólio é amplamente utilizado para avaliar o vigor das sementes de feijão. Ele permite determinar a viabilidade das sementes após tratamentos pré-germinativos, avaliar danos causados por secagem, insetos e umidade, além de detectar danos mecânicos durante a colheita e/ou beneficiamento (Brasil, 2009; Pires, 2021).

Já os testes de resistência avaliam sementes expostas a estresse, a exemplo do teste de envelhecimento acelerado, realizado em condições de alta temperatura e umidade relativa do ar por curtos períodos. As sementes mais vigorosas são mais resilientes e tolerantes a

situações de alta temperatura e umidade condicionada. O teste de Deterioração Controlada, variação do teste de Envelhecimento Acelerado, com diferencial no ajuste prévio da umidade e uniformização deste, sendo teoricamente mais preciso. O teste de frio também é utilizado, onde as sementes são expostas a baixas temperaturas, alta umidade e patógenos. Em ambos os testes, as sementes são posteriormente submetidas ao teste de germinação, sendo mais vigorosas à medida que a porcentagem de plântulas normais germinadas for superior (Marcos Filho, 2015a; Santos; Pires; Carvalho, 2021).

Os testes físicos avaliam as características morfológicas das sementes que podem estar relacionadas ao vigor, a exemplo da avaliação das plântulas por meio de imagens digitais, método não destrutivo que caracteriza o aspecto das sementes e possíveis danos de forma visual. De forma geral, os testes de vigor são muito importantes e têm sido cada vez mais estudados e empregados pelas empresas. Entretanto, devido ao grande número de testes, à dificuldade de padronização e uniformização na sua aplicação, não é considerado um padrão mínimo para a produção de sementes (Marcos Filho, 1999).

Portanto, o controle de qualidade fisiológica exige a realização de mais pesquisas que visem otimizar e padronizar estes e outros testes, trazendo, consequentemente, a inserção de novas tecnologias, a implantação e execução de um sistema de qualidade e comprometimento com a qualidade das sementes produzidas (Marcos Filho, 2015a; Santos; Pires; Carvalho, 2021).

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL DO ESTUDO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado no Laboratório de Produção Vegetal do IFAL *Campus* Piranhas, onde foram utilizados sete genótipos de feijão-comum. Destes, seis crioulos, oriundos do banco comunitário de sementes da comunidade Poço Doce II, localizada no município de Piranhas, Alagoas (Carioquinha, Mulatinho, Vagem-roxa, Preto, Leite e Mulatão) e um comercial (BRS-FC-402) desenvolvido pela EMBRAPA.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (sete genótipos), em quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais para cada teste. As parcelas experimentais foram compostas de 30 sementes nos testes de comprimento de parte aérea e massa seca de plântulas e de 50 sementes para os demais testes.

4.2 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

Todas as sementes utilizadas no experimento foram renovadas em campo entre os meses de maio e agosto de 2023. O plantio foi realizado no Instituto Centro Xingó, parceiro do Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Piranhas, que se encontra a uma altitude de 180 m, latitude de 09º 37' 12” S, Longitude 37º 46' 34” W de Greenwich. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é BSh, quente e seco, com precipitação pluviométrica média anual entre 400 e 600 mm, apresentando temperaturas mais amenas nos meses de junho e julho (BARROS, 2012).

O solo foi preparado de maneira convencional, incluindo aração, gradagem e abertura de sulcos para adubação e plantio a 20 centímetros de profundidade. A semeadura foi feita manualmente em maio de 2023, com espaçamento de 0,5 m entre fileiras e 0,1 m entre plantas. Aos 15 dias após a emergência (DAE), realizou-se o desbaste e a capina, além de outra capina aos 33 DAE. Durante o ciclo, foi realizado o controle fitossanitário apenas para vaquinha (*Diabrotica speciosa*) com calda de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss). O cultivo foi conduzido em sequeiro, com precipitação pluviométrica de 243,8 mm no período, registrado através de pluviômetro instalado na área. Foi feita adubação de fundação, utilizando cinco toneladas de esterco bovino curtido por hectares. A colheita ocorreu entre os dias 31 de julho e 5 de agosto de 2023, de forma manual, no estádio de maturação. Em seguida, as sementes foram levadas

para o Laboratório de Produção Vegetal do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – *Campus* Piranhas, onde foram feitos o beneficiamento, a secagem e os testes de qualidade fisiológica

4.3 TESTE DE GERMINAÇÃO

O teste de germinação foi realizado seguindo a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A partir deste, foram avaliados quatro parâmetros: primeira contagem de germinação, germinação, comprimento de parte aérea de plântula e massa seca de plântula. Para a realização do teste, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. O substrato utilizado foi o papel Germitest, previamente esterilizado em estufa durante duas horas a 105 °C, protegido por papel alumínio.

O papel foi umedecido com um volume de água destilada em quantidade equivalente a três vezes o seu peso. As sementes foram distribuídas uniformemente entre papel (Figura 1) e os rolos acondicionados em sacos plásticos fechados com o auxílio de ligas. Em seguida, o material foi colocado em germinadora do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) a uma temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas durante nove dias.

A primeira contagem de germinação foi realizada no quinto dia, contabilizando o número de plântulas normais (Figura 2), anormais e sementes mortas.

Figura 1- Distribuição das sementes em papel “Germitest” para realização do teste de germinação

Fonte: Autora, 2023.

Figura 2 - Primeira contagem de plântulas do genótipo “Preto” germinadas ao quinto dia

Fonte: Autora, 2023.

No nono dia foi feita a avaliação da porcentagem de plântulas germinadas (teste de germinação padrão), contabilizando também o número de plântulas normais, anormais e mortas (Figura 3).

Figura 3 - Plântula normal (A) e plântula anormal (B) segundo critérios das RAS

Fonte: Autora, 2023

Para determinar o percentual de germinação, foi utilizada a fórmula (1). A média aritmética das quatro repetições foi o resultado válido para a germinação da amostra representativa do lote, expresso em porcentagem de plântulas normais.

$$PG= SG/STx100 \quad (1)$$

Onde:

PG: Porcentagem de germinação;

SG: Número de sementes germinadas e

ST: Número total de sementes utilizadas na repetição.

O Comprimento de Parte Aérea de Plântulas (CP) foi determinado juntamente com o teste de germinação, mediante a medição da parte aérea de 30 plântulas normais por repetição no nono após a instalação do teste e coleta dos dados de germinação, adaptando a metodologia de Krzyzanowski *et al*. (2020). Após isso, foi calculada a média para cada repetição, onde o resultado foi expresso em centímetros por planta.

Após as medições, foi aferida a Massa Seca de Plântulas (MSP) através da pesagem das mesmas. As plântulas com suas folhas cotiledonares foram colocadas em sacos de papel tipo Kraft e postas em estufa de secagem com circulação de ar forçada a 65 °C, até seu peso constante, que foi de aproximadamente 72 horas. Decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g e os resultados expressos em gramas.

Os testes de CP e MSP foram realizados a partir do teste de germinação, sob fotoperíodo. Segundo Krzyzanowski *et al.* (2020) a presença de luz pode ocasionar a exposição desuniforme de acordo com as posições das sementes e consequentemente um crescimento irregular das plântulas, além de fotossíntese, podendo interferir nos resultados obtidos.

4.5 TESTE DE TETRAZÓLIO

O teste foi conduzido conforme a metodologia descrita por Krzyzanowski *et al.* (2020). Para a realização do teste foi utilizado 75 mL da solução estoque de 1,0% (p/v), preparada previamente a partir da dissolução de 1 g de cloreto de 3,2,5 trifenil tetrazólio (Figura 4) em 1000 mL(1 L) de água destilada e deionizada, em 925 mL de água destilada e deionizada, obtendo a concentração de 0,075% (v/v) do produto.

Figura 4 - Cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio utilizado para o teste de tetrazólio

Fonte: Autora, 2023.

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada genótipo, as quais foram pré-condicionadas durante 16 horas entre papel “Germitest” a 25 °C na incubadora BOD. Após o período, as sementes foram colocadas em becker de volume de 100 ml contendo 50 mL da solução de tetrazólio a 0,075%. Os recipientes foram cobertos com papel filme e mantidos por duas horas e meia a 38° C em estufa sem fotoperíodo.

Em seguida, as sementes foram lavadas e mantidas imersas em água destilada (figura 5) até a conclusão do teste, mediante o corte longitudinal e retirada do tegumento de cada semente na amostra para análise visual.

Figura 5 - Sementes embebidas em água destilada e deionizada após acondicionamento em tetrazólio

Fonte: Autora, 2023.

As sementes foram avaliadas de modo individual, verificando as estruturas internas (plúmula, eixo hipocótilo-radícula, córtex, cilindro central e radícula) e externas. Os danos foram classificados como danos mecânicos, danos por percevejo, ou deterioração por umidade (Figura 6).

Figura 6 - Semente classe 6 com características de danos por percevejo (a); semente de classe 7 com danos mecânicos (b); semente classe 7 com danos por percevejo e umidade (c) e sementes classe 1 sem danos (d)

Fonte: Autora, 2023.

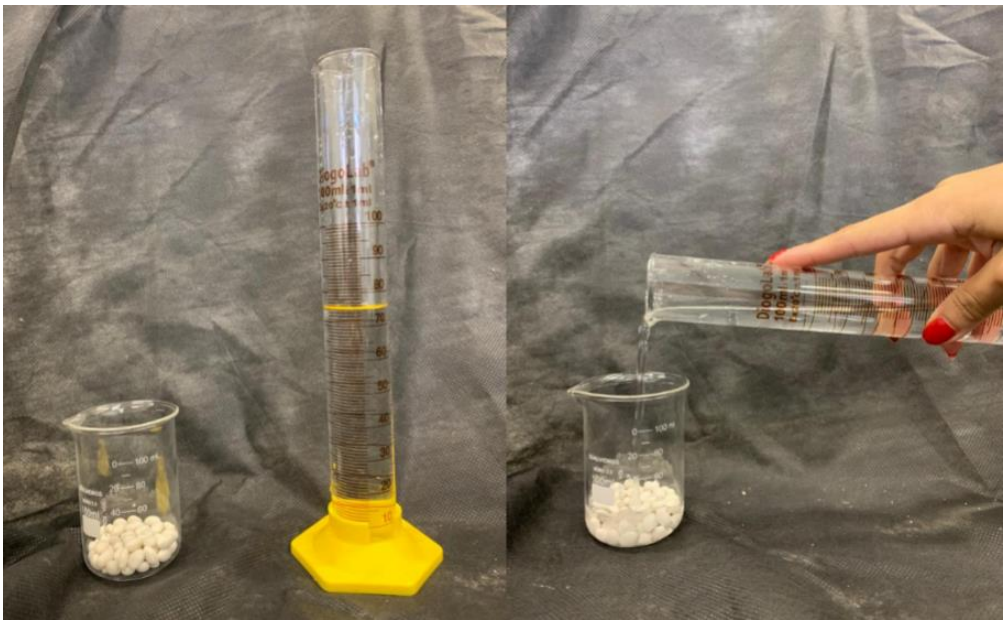
As sementes foram agrupadas em classes de um a oito de acordo com a incidência de danos, sendo as sementes de classe um a três vigorosas, de um a cinco viáveis e de seis a oito inviáveis. O resultado obtido para viabilidade foi expresso pela soma das porcentagens de sementes inclusas nas classes um a cinco (média das quatro subamostras) e para o nível de vigor é expresso pela soma das porcentagens sementes incluídas nas classes um a três (média das quatro subamostras).

4.6 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A determinação do teor de água foi através do método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, utilizando-se duas repetições com 5 ± 0,5g de sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem, em base úmida (Brasil, 2009).

O Teste de Condutividade Elétrica foi realizada conforme a metodologia proposta por Vieira e Marcos Filho (2020), utilizando quatro repetições de 50 sementes. Realizou-se a pesagem de cada repetição em balança analítica com precisão de 0,001g, acondicionadas em Becker com capacidade para 100 ml em seguida foram adicionados 75 ml de água destilada em cada recipiente (Figura 7), encobrindo-os com filme de plástico (Figura 8).

Figura 7 - Adição de 75 mL de água para embebição das sementes no teste de condutividade elétrica



Fonte: Autora, 2023.

Figura 8 - Recipientes cobertos com plástico filme durante embebição

Fonte: Autora, 2023.

As amostras foram levadas parceladamente em grupos de sete recipientes a cada 15 minutos a câmara BOD, regulada a 25 °C mantidos por 24 horas de embebição. A leitura foi realizada com condutivímetro de bancada modelo mCA 150P (MS Tecnopon equipamentos Especiais LTDA) após o período previsto.

A leitura da condutividade elétrica da solução foi efetuada retirando-se da câmara grupos de sete recipientes. Antes da leitura, cada recipiente foi suavemente agitado durante dez segundos e a leitura da condutividade ("uS.cm^{1}") realizada mediante a imersão da célula (eletrodo) na solução, com o cuidado de não tocar as sementes (Figura 9) registrando cada resultado.

Figura 9 - Leitura da condutividade elétrica mediante imersão da célula (eletrodo) na solução de embebição (75 mL)

Fonte: Autora, 2023.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram realizadas análises de variância para cada uma das variáveis. Nos casos em que o teste F apresentou significância, foi realizado o teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o aplicativo computacional SISVAR (Ferreira, 2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 3 encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis que representam a qualidade fisiológica de genótipos comercial e crioulos de feijão-comum. Por meio do teste F a 1% de probabilidade, houve diferenças significativas para as variáveis: Massa Seca de Plântulas (MSP), Comprimento de Parte Aérea de Plântulas (CP), Viabilidade pelo Teste de Tetrazólio (VB) e Leitura de Condutividade Elétrica (CE). Para as demais variáveis não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste F, cujas médias de Germinação (G) foi de 97 %, de Primeira Contagem de Germinação (PCG) foi 96 %, e Vigor pelo Teste de Tetrazólio (VG) foi de 97 %.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância (valores de quadrados médios) para as variáveis analisadas na qualidade fisiológica de genótipos crioulos de feijão-comum

FV	G	PCG	MSP	CP	VG	VB	CE
Genótipos	2,952 ^{ns}	3,619 ^{ns}	0,0011**	1,610**	16,476 ^{ns}	4,619**	12,490**
Resíduo	3,428	5,190	0,0001	0,128	9,333	1,476	2,543
CV (%)	1,90	2,38	7,07	4,80	3,14	1,22	2,33
Média	97 %	96 %	-	-	97 %	-	-

Nota: **: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ns: não significativo. G: Germinação (%); PCG: Primeira contagem de germinação (%); MSP: Massa seca de plântulas e cotilédones (g); CP: Comprimento de plântulas (cm); VG: Vigor pelo teste de tetrazólio (%): VB: viabilidade pelo teste de tetrazólio (%) e CE: Leitura de condutividade elétrica (µS/cm/g).

Quanto à precisão experimental, segundo o critério de Ferreira (2018), para todas as variáveis houve ótima precisão experimental, o que evidencia a confiabilidade dos resultados encontrados neste estudo, como mostra a tabela 3. Na tabela 4 encontram-se as médias e o teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade para as variáveis analisadas na qualidade fisiológica de genótipos de feijão-comum.

Tabela 4 - Médias e teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade para as variáveis analisadas na qualidade fisiológica de genótipos crioulos de feijão-comum

GENÓTIPOS	PCG (%)	G (%)	MSP (g)	CP (cm)	VG (%)	VB (%)	CE µS/cm/g
Carioquinha (A)	96	97	6,63b	7,73b	94	99a	67,44^{a}
Mulatinho (B)	96	98	6,30b	7,05c	98	100a	65,99^{a}
Vagem-Roxa (C)	96	97	8,60a	6,95c	97	99a	67,89^{a}
Preto (D)	97	97	6,94b	8,75a	96	99a	69,60b
Leite (E)	94	96	7,79a	7,05c	100	100a	70,79b
BRS-FC-402 (F)	94	96	6,97b	7,20c	99	100a	70,11b
Mulatão (G)	96	98	8,11a	7,60b	96	97b	67.09a

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. G: Germinação (%); PCG: Primeira contagem de germinação (%); MSP: Massa seca de plântulas (g); CP: Comprimento de parte aérea de plântulas (cm); VG: Vigor (%): VB: Porcentagem de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio (%) e CE: leitura de condutividade elétrica (µS/cm/g).

Pode-se verificar, também, ótimos resultados para a primeira contagem de germinação (PCG), onde as sementes expressaram o seu potencial de germinação. Para Feitosa *et al*. (2018), a PCG é um indicador importante para apontar o estabelecimento de populações de plantas no campo e consequentemente seu vigor. Portanto, os resultados indicam que a capacidade de todos os genótipos para germinarem em condições ótimas é semelhante, possuindo um alto vigor, podendo estar relacionada às suas características genéticas (Marcos Filho, 1999) e ao pouco tempo desde sua colheita, sendo consideradas sementes jovens. De acordo com Marcos Filho (2015b), o potencial fisiológico das sementes diminui ao longo do tempo de armazenamento. A germinação se torna mais lenta e a sensibilidade às condições ambientais adversas aumenta, resultando na redução do vigor das sementes.

Os testes de comprimento e massa seca de plântulas avaliam o vigor das sementes, considerando que lotes com sementes mais vigorosas produzem plântulas com maiores taxas de desenvolvimento e ganho de massa, devido à maior capacidade dessas sementes de transformar tecidos e utilizar as reservas armazenadas, tornando esses testes eficientes na avaliação do vigor das sementes (Amaro *et al*., 2015).

Desta forma, para a variável massa seca de plântula (MSP) houve a formação de dois grupos. No grupo um, com melhor desempenho, estão os genótipos Vagem Roxa, Mulatão e Leite. Os demais genótipos estão no grupo dois, com menor massa seca de plântulas. Pode-se observar que alguns valores de MSP foram inversamente proporcionais à CP, onde as plântulas com maior parte aérea apresentaram menor massa total, semelhante aos resultados obtidos por Souza *et al*. (2023) ao analisar a morfofisiologia das sementes de variedades de feijão-comum crioulo, onde as variedades carioquinha, mulatinho e preto obtiveram uma correlação inversamente proporcional entre MSP e CP. Portanto, os testes não se mostraram eficientes para realizar uma correlação entre os demais dos testes para vigor.

Com relação à variável comprimento de parte aérea de plântula (CP), houve a formação de três grupos. O feijão-preto representou o grupo um, com valor médio superior. Carioquinha e Mulatão formaram o grupo dois, com desempenho intermediário, e BRS-FC-402, Leite, Mulatinho e Vagem-Roxa formaram o grupo três, com desempenho inferior. Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Albert *et al*. (2022) em trabalho de caracterização varietal de sementes de feijão-comum.

O teste de tetrazólio se destaca por ser um teste que oferece resultados tanto a respeito da viabilidade quanto do vigor das amostras, sendo ambas variáveis de grande importância por indicarem a confiabilidade de um lote. Desta forma, quanto maiores os valores, melhores as sementes podem ser consideradas (Tejo; Fernandes; Avila, 2021). Assim, é possível verificar que todos os genótipos apresentaram ótimos resultados, com valores para vigor (VG) acima de 94%, não apresentando diferença significativa entre os lotes. Para viabilidade (VB), os valores obtidos foram superiores a 97%, muito acima dos valores obtidos por Pauluci (2016) ao avaliar a qualidade de sementes crioulas de feijão.

Para VB houve a formação de dois grupos, estando a cultivar Mulatão no grupo dois. Tal diferença estatística está relacionada a uma quantidade maior de danos mecânicos e por pragas nesta variedade. No entanto, mesmo estando em um outro grupo estatístico, as sementes estão na mesma categoria na classificação para a variável, sendo consideradas de alta viabilidade. O vigor médio encontrado nas amostras analisadas foi equivalente, tanto pelo teste de germinação quanto pelo teste de tetrazólio, verificando-se, deste modo, que as duas metodologias não diferiram entre si para determinação do vigor.

Para condutividade elétrica (CE), houve a formação de dois grupos. Os genótipos Vagem-Roxa, Carioquinha, Mulatão e Mulatinho tiveram melhor desempenho (grupo um) por apresentarem os menores valores na leitura, o que indica menor lixiviação de nutrientes e desintegração da membrana celular. As demais cultivares: Leite, BRS-FC-402 e Preto, estão no grupo dois, com menor vigor. Os valores gerais para esta variável foram inferiores aos encontrados por Santos *et al*. (2023) ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro sob fatores de disponibilidade hídrica do solo, caracterizando lotes de menor vigor que as variedades analisadas neste trabalho. Coelho *et al.* (2010) obtiveram resultados semelhantes ao avaliar o potencial fisiológico em sementes de feijão-comum crioulo, destacando a boa qualidade das sementes crioulas.

Embora seja aceito internacionalmente como um teste padronizado para sementes de soja, a metodologia para o teste de condutividade elétrica continua a ser refinada e, portanto, sua eficiência na determinação do vigor das sementes de diferentes espécies ainda representa um desafio para a pesquisa em tecnologia de sementes (Marcos Filho, 2005). Seguindo a classificação de Prado *et al*. (2019) para sementes de soja, todos os genótipos, mesmo apresentando diferenças entre si, podem ter seu vigor classificado como muito alto (até 70 µS/cm2/g).

Os resultados do teste de germinação, vigor pelo teste de tetrazólio e vigor pelo teste de primeira contagem de plântulas indicam que as sementes crioulas da região de alto sertão de Alagoas apresentaram qualidade fisiológica similar à comercial. O mesmo foi constatado por Coelho *et al*. (2010), que concluíram que as sementes das cultivares de feijão crioulo avaliadas em seu trabalho apresentam elevado potencial fisiológico em relação à cultivar comercial. Para os demais testes, não foi possível correlacionar as variáveis ou os resultados para a eleição de apenas um genótipo de maior vigor, apresentando resultados diversos. Em cada teste, as variedades com melhores desempenhos foram distintas, variando em valores muito pequenos entre os grupos.

Desta forma, é fundamental a condução de mais estudos que avaliem a qualidade fisiológica das sementes crioulas produzidas pela agricultura familiar, assim como este trabalho, podendo avaliar como as sementes respondem a diferentes condições de estresse, tempo e tipos de armazenamento, buscando gerar informações que ajudem o pequeno produtor. Além de fornecer *insights* valiosos para a pesquisa agrícola, incluindo a identificação de características desejáveis para melhoramento genético, o desenvolvimento de estratégias de conservação da biodiversidade e a promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis e resilientes.

6 CONCLUSÃO

- As variedades crioulas Carioquinha, Mulatinho, Mulatão, Vagem-Roxa, Preto e Leite e a comercial BRS-FC-402, produzidas, beneficiadas e armazenadas sob mesma condição, apresentam sementes geneticamente vigorosas.
- Todos os genótipos estudados apresentaram os padrões mínimos de germinação para que possam ser comercializados como sementes, podendo os materiais crioulos serem incluídos em programas governamentais de compra e distribuição de sementes.
- Apesar de os testes de vigor diferirem e de difícil padronização, os genótipos estudados apresentaram-se vigorosos de maneira semelhante, nos principais testes.
- As sementes das variedades de feijão crioulo, oriundas do alto sertão de Alagoas, apresentaram elevada e igual qualidade fisiológica em comparação com a cultivar comercial.

REFERÊNCIAS

ALBERT, A. C.; BERSCH, R. I., BARBOSA, B. S.; MEDEIROS, L. B.; PEDO, T. Z. Caracterização varietal de sementes de feijão comum. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA, XXXI, 2022, Pelotas/RS. **Anais** [...]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2022.

ALMEIDA, P. Sementes da Biodiversidade. **Revista Agriculturas**: Experiências em Agroecologia. Rio de Janeiro, v. 4, n. 3, 2007.

ALVES, C. X.; BEVILAQUA, G. A. P.; SCHUCH, L. O. B.; ANTUNES, I. F.; EBERHARDT, P. E. R. Teor de macro e micronutrientes e potencial fisiológico de sementes em genótipos crioulo e melhorado de feijão. **Colloquium Agrariae**, Pelotas, v. 14, n.1, p.79-91, 2018.

AMARO, H. T. R.; DAVID, A. M. S. S.; ASSIS, M. O.; RODRIGUES, B. R. A.; CANGUSSÚ, L. V. S.; OLIVEIRA, M. B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 383-389, 2015.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Ithaca, NY: AOSA, 1983. 89 p. (Contribution, 32).

BARBOSA, V. L.; VIDOTTO, R. C.; ARRUDA, T. P. Erosão genética e segurança alimentar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS INTEGRADAS, 12, 2015. Guarujá. **Anais**... Guarujá: Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), 2015. Seção 2.

BARROS, A. H. C. FILHO, J. C. de A.; SILVA, A. M. S.; SANTIAGO, G. A. C. F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. 21 ed. Recife, Embrapa Solos, 2012 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 211).

BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; McDONALD, M. B. **Seed vigor testing handbook**. Ithaca, NY: AOSA, 2009. 345 p.

BHERING, M. C.; SILVA, R. F.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. C. F. S. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de feijão. In: KRZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes:** conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3-10.

BLAIR, M. W.; CHAVES, A.; TOFIÑO, A.; CALDERÓN, J. F.; PALACIO, J. D. Extensive diversity and inter-genepool introgression in a world-wide collection of indeterminate snap bean accessions. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 120, p.1381-1391, 2010.

BRASIL. Lei n. 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 06 ago. 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009, 399p.

BRASIL. Instrução Normativa n° 45, de 17 de setembro de 2013. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento, **Diário Oficial da União**, 18 set. de 2013.

BONETT, L. P.; BAUMGARTNER, M. DO S. T.; KLEIN, A. C.; SILVA, L. I. Compostos nutricionais e fatores antinutricionais do feijão-comum (Phaseolus vulgaris L.). **Arquivos de Ciências da Saúde da Unipar**, Umuarama, v. 11, n. 3, p. 235-246, set/dez. 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** Ciência, Tecnologia e Produção. 5 ed., Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CARVALHO, H. G.; TORRES, M. B. R.; SILVA, M. R. F. Agronegócio, revolução verde versus agricultura familiar agroecológica: uma análise da Chapada do Apodi/RN. In: ZUBEN M. V.; BONSANTO, A. (Org.). **Trabalho, Educação e Cultura no Oeste Potiguar:** Estudos interdisciplinares. Mossoró, RN: Edições UERN, 2020.

CAVALCANTI, T. F. M.; SUDRÉ, C. P.; CORRÊA, J. W. S.; BENTO, C. S.; ANDRADE, E. K. V.; FUKUJI, K. K. N.; RODRIGUES, R. Guardiões da diversidade do feijoeiro no estado do Rio de Janeiro, Brasil: revelando seu perfil socioeconômico e ambiental. **Agroecologia e Sistemas Alimentares Sustentáveis**, 45(8), 1165–1188, 2021.

CASTRO, E. C.; FIDELIS, A. C.; WANDERIOR, A. E. Mercado de cultivares de feijão-comum (Phaseolus vulgaris) no Brasil. **IGepec,** Toledo, v. 23, n.1, p181-198, 2019.

CHAGAS, J. T.; FARIAS, J. E. C.; SOUZA, R. F., FREITAS JÚNIOR. S. P.; COSTA, M. G. S. Germinação e vigor de sementes crioulas de feijão-caupi. **Agrarian Academy**, v. 5, n. 09, 2018.

CHAVES, M. O.; BASSINELLO, P. Z. O feijão na alimentação humana. In: GONZAGA, A. C. O. (Ed.). **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014, p. 15-23.

COELHO, C. M.; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial Fisiológico em Sementes de Cultivares de Feijão Crioulo (Phaseolus vulgaris L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Lages, SC, v.32, n. 3, p. 097-105, 2010.

COÊLHO, J. D.; XIMENES, L. Feijão: produção e mercado. **Banco do Nordeste do Brasil**, Fortaleza, ano 5, n.197, dez. 2021. (Caderno Setorial Etene).

CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. **Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos**, (8º levantamento), 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos. Acesso em: 25 abr. 2024.

CORREA, C.; VON DER WEID, J. M. Variedades crioulas na Lei de Sementes: avanços e impasses. **Revista Agriculturas**: Experiências em Agroecologia. Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, 2006.

COSTA, R. S.; CUNHA JÚNIOR, H. B.; LIMA, C. R.; ALMEIDA, É. A.; MARQUES, F. J.; FRANÇA, P. R. C. Análise do Percentual de Germinação de Sementes a partir do uso em Aplicação Mobile. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA

(SBIAGRO), 14, 2023, Natal/RN. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023.

CUSTÓDIO, C. C. Testes Rápidos para Avaliação do Vigor de Sementes**:** uma Revisão. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.1, p. 29-41, 2005.

DIAS, M. C. L. L.; CROCHEMORE, M. L., BARROS, A. S. R.; LOLLATO, M. A.; SHIOGA, P. S. Avaliação da qualidade de sementes. In: BARROS, A. S. R. **Produção de sementes em pequenas propriedades**. 2 ed. Londrina, 2007 (circular técnica nº 129).

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Dados conjunturais da produção de feijão-comum (Phaseolus vulgaris L.) e caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) no Brasil (1985 a 2021): área, produção e rendimento. Santo Antônio de Goiás: **EMBRAPA**, 2022.

FAO. Faostat. Data. Production. **Crops and livestock products. Food and agriculture data.** 2021. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Acesso em: 24 abr. 2024.

FAO. Faostat. Food Balances (2010-). **Food and agriculture data.** 2022. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS. Acesso em: 24 jul. 2024.

FEITOSA, B. E. S., CORRÊA, M. L. P., FÉLIX, J. P. S.; SILVA, P. B. Sanidade e germinação de sementes de variedades crioulas de milho armazenadas por agricultores familiares no município de Belterra-Pará. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1-5, jul. 2018.

FERRAZ, I. D. K.; CALVI, G. P. Teste de germinação. In: LIMA JUNIOR, M. J.(ed.). **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais.** Manaus: UFAM, 2010. p.55-123.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Lavras: DEX/UFLA, versão 5.0 (Build 67), 1999-2013.

FIGLIOLIA, M. B.; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; NOGUEIRA, E. S. Controle de qualidade de sementes florestais: propostas de parâmetros técnicos. In: PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; LELES, P. S. S.; BREIER, T. B. (ed.). **Parâmetros Técnicos para Produção de Sementes Florestais**. Seropédica: EDUR, 1. ed. 2007.

FRANCA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, v. 20 p.37-38, 2010.

FREITAS R. A.; NASCIMENTO, W. N. Teste de Envelhecimento Acelerado em Sementes de Lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p.59-63, 2006.

FREITAS, F. DE O. Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão-comum no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, n.7, p.1199-1203, jul. 2006.

GONDIM, T. C. O.; ROCHA, V. S.; SANTOS, M. M. dos; MIRANDA, G. V. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-crioulo sob estresse causado por baixo nível de nitrogênio. **Revista Ceres**, v. 53, n. 307, p. 4013-417, 2006.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.) à seca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 10, n. 1, p. 70-75, 2006.

HANCK, A.; BONOME, L. T. S.; BORGES, C. L. P. Caracterização do perfil e as práticas adotadas no sistema de produção de sementes de feijão por agricultores familiares dos municípios de Laranjeiras do Sul e Rio Bonito do Iguaçu**. Revista Orbis Latina**, v. 14, n. 1, 2024.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017**: Resultados definitivos. 2019. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos. Acesso em: 28 fev. 2024.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf

IBRAFE– Instituto Brasileiro de Feijão e Pulses. O que são pulses? 2020. Disponível em: https://www.ibrafe.org/o-que-sao-pulses/. Acesso em: 2022

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook for vigour test methods.** 3 ed., Zurich: ISTA, 1995.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Introduction to the ISTA rules. in: **International Rules for Seed Testing**. ISTA: Suiça, Volume 2024, Número 1, 2024.

KAPPES, C.; WRUCK, F. J.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Feijão-comum: características morfo-agronômicas de cultivares. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9, 2008, Campinas. **Anais**... Campinas: Instituto Agronômico, 2008.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; GOMES JUNIOR, F. G.; NAKAGAWA; J. Teste de vigor baseado em desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. B. MARCOS FILHO, J. (Ed.). **Vigor de sementes:** conceitos e testes. 2 ed., Londrina: ABRATES, 2020. p.79-126.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; SANTOS DIAS, D. C. F. Teste de tetrazólio em sementes de feijão. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. B. MARCOS FILHO, J. (Ed.) **Vigor de sementes:** conceitos e testes. 2 ed., Londrina: ABRATES, 2020. p.449-474.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; PRADO, J. P.; HENNING, F.A. Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor da semente de soja. Londrina, PR: **EMBRAPA**. Outubro, 2023 (CIRCULAR TÉCNICA 199).

LIMA JUNIOR, M. J. V.; FIGLIOLIA, M.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; GENTIL, D.F.O.; SOUZA, M.M.; SILVA, V.S. Análise de sementes. In: LIMA JUNIOR, M. J.V. (Ed.) **Manual de Procedimentos para Análise de Sementes Florestais.** Manaus: UFAM, 2010. p.5-15.

LIMA, J. R. S.; DE MEDEIROS, E. V.; SILVA, V. P.; GOESA, M. C. C.; ANTONINO, A. C. D.; DUDA, G. P.; LEITE, M. C. DE B. S.; SOUZA, B. L. L.; HAMMECKER, C. Biochar enhances Acrisol attributes and yield of bean in brazilian tropical dry region. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Seção B, v. 71, n. 8, p. 674-682, 2021.

LIMA, L. G.; SANTOS, F. No Semiárido de Alagoas, a resistência germina na terra: a luta territorial em defesa das sementes crioulas. **Revista Nera,** [S. l.], n. 41, p. 192–217, 2018.

LIMA, L. G. A monopolização das sementes pelo capital e a contaminação por transgênicos no semiárido de Alagoas. **Germinal: marxismo e educação em debate**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 271–293, 2021.

LIMA, L. S. C. F.; FORTI, V. A. **Sementes crioulas:** qualidade e armazenamento. São Carlos: UFSCar- CPOI, 2020. 13 p.

LOBO JÚNIOR, M; BRANDÃO, L. T. D.; MARTINS, B. E. DE M. Testes para avaliação da qualidade de sementes de feijão-comum. 1 ed. Santo Antônio de Goiás: **EMBRAPA**, 2013. 4 p. (Circular técnica 90).

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

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. O. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.25, n.12, 1990.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed., Londrina: ABRATES, 2015a. 659 p.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective REVIEW. **Scientia agrícola.** Piracicaba, v. 72 n. 4, 2015b.

MATHIAS, V.; COELHO, C. M. M.; ARALDI, C. G.; NERLING, D.; BORBA, P. T. D.; UARROTA, V. G. Caracterização da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Santa Catarina. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 41, n. 1, p. 49-60, 2020.

MEIRA, V. A. O. As sementes crioulas na agricultura tradicional e sua importância para a agrobiodiversidade. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**. v. 7, n. 2, p.77, 2022.

MENDOZA, C. C.; SÁNCHEZ, E. Review: Bioactive Compounds from Mexican Varieties of the Common Bean (Phaseolus vulgaris) Implications for Health. **Molecules**. v. 22, n. 8, 2017.

MENEZES JÚNIOR, J. B. F. O feijão-comum. Taxinomia, morfologia, histologia, parasitologia, microbiologia, composição química e usos. **Revista Do Instituto Adolfo Lutz**, n. 20, p 83-104, 1960.

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro.** Petrolina: Embrapa, p. 37-59, 2007.

OLIVEIRA, D. A.; LIMA, E. F. S. Sementes Crioulas: Uma análise da autonomia alimentar e resistência do povo indígena Jeripankó. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v. 15, nº. 4, 2020.

OLIVEIRA, L. C. L.; SANTOS, E. N.; BEZERRA, A. C.; DIAS, E.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A. Análise da qualidade fisiológica de sementes de milho crioulas e comerciais. **Cadernos de Agroecologia**, São Cristóvão, v. 15, n. 2, 2020.

OLIVEIRA, M. G. C.; WENDLAND, L. F. C. A.; GUIMARÃES, C. M.; QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R.; CARVALHO, M. C. S.; LOBO JUNIOR, M.; SILVEIRA, P. M. Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 59 p. 1

PAULA, E. **Segurança alimentar, conservação e caracterização morfoagronômica de germoplasma de feijão-comum no estado do Espírito Santo**. 2023. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, Alegre, 2023.

PAULUCI, T. R. C. **Qualidade de sementes crioulas de feijão**. Monografia (Bacharelado em Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016.

PELWING, A. B.; BARROS, L. B. I. F. B. Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural,** Brasília, DF, vol. 46, n. 2, 2008.

PEREIRA V. C.; SOGLIO, F. K. As dimensões da conservação da agrobiodiversidade no Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento Rural Interdisciplinar**, Porto Alegre, v.2, n.2, 2020.

PEREIRA, H. S.; SOUZA, T. L. P. O.; AGUIAR, M. S.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; MAGALDI, M. C. S.; SOUZA, N. P.; KNUPP, A. M.; GUIMARÃES, C. M.; CARVALHO, H. W. L.; ALMEIDA, V. M.; AKIRA ITO, M.; ALBRECHT, J.C.; MARTINS, S. M.; TORGA, P. P.; POSSE, S. C. P.; MELO, P. G. S. M.; ABREU, A. F. B.; CARVALHO, A. J.; MARTINS, M. PEREIRA FILHO, I. A.; BRÁZ, A. J. B. P.; DÍAZ, J. L. C.; MARAGON, M. A.; SARMENTO, P. H. L.; OLIVEIRA, L. F. C.; VIANELLO, R. P.; FARIA, J. C.; MELO, L. C. o BRS FC415: cultivar de feijoeiro-comum carioca com alta produtividade, qualidade comercial, escurecimento lento dos grãos e resistência a patógenos de solo. EMBRAPA, (COMUNICADO TÉCNICO 265), Santo Antônio de Goias, GO Agosto, 2022.

PIRES, R. M. O. Histórico e importância da análise de sementes. In: PIRES, R. M. O. (ed.). **Manual do analista de sementes de grandes culturas**. 3 ed. Lavras: ABRATES, 2021. 115p.

PRADO, J. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MARTINS, C. C.; VIEIRA, R. D. Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. **Journal of Seed Science**, v. 41, p. 407-415, 2019.

PROENÇA, M. L.; SOUZA, G. C. Sistemas tradicionais de manejo de sementes crioulas e o cenário brasileiro de proteção de variedades e certificação de orgânicos: estudo de caso da Rede Agroecológica Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 39, p. 95-113, 2016.

RAMALHO M. A. P.; SANTOS, J. B. Melhoramento do feijão. **Informativo agropecuário**. Belo Horizonte, v. 8, n. 90, 1982.

RIBEIRO, D. N. Potencial de aumento da qualidade nutricional do feijão por melhoramento genético. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 1367-1376, 2010.

RODRIGUES, C.; SARMENTO, M. B. Sementes esverdeadas em soja (Glycine max l.): causas, consequências e detecção. In: SARMENTO, C. R. M. B; SILVA, C. S.; VILLELA, F. A. **Temas especiais em ciência e tecnologia de sementes**, 1 ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, p.269-298, 2010.

SANTOS, E. F.; SANTOS, S. R., FIGUEIREDO, J, C.; DAVID, A. M. S. S.; SILVA, C. D.; GODINHO, F. L. Physiological quality of common bean seeds under soil water availability fator. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.18, n. 3, e1833, 2023.

SANTOS, H. O.; PIRES, R. M de O.; CARVALHO, M. L. M. Testes de vigor. In: **Manual do analista de sementes de grandes culturas**. 3 ed., Lavras: ABRATES, 2021. 115p.

SANTOS, M. S.; BARROS, M. K. L. V.; BARROS, H. M. M.; BAROSI, K. X. L.; CHICÓ, L. R. Sementes crioulas: sustentabilidade no semiárido paraibano. **Agrarian Academy**, Goiânia, v. 4, n. 7, 2017.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA F. T. C. Viabilidade do Armazenamento de Sementes em Diferentes Embalagens para Pequenas Propriedades Rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 45- 56, 2010.

SILVA, O. F.; WANDER, A. E. **O feijão-comum no Brasil:** passado, presente e futuro. 1 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 63 p.

SOUZA, L. F. S.; MARQUES, F. J.; COSTA, K. D. S.; CARVALHO, R. R. C.; SOUZA, K. B.; NASCIMENTO, T. P. Morphophysiology of creol seeds in genotypes of Phaseolus vulgaris L. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, [S. l.], v. 16, n. 48, p. 2988–3001, 2023.

SULZBACHER, L. J.; SILVA, V. P.; ZAGO, B. W.; CORRÊA, C. L.; DUARTE, A. V. M.; BARELLI, M. A. A. Análise da diversidade genética em genótipos de feijoeiro através de características agronômicas. **Revista Espacios**, v. 38, n. 23, 2017.

TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. S.; ÁVILA, M. R**.** Metodologias para determinar qualidade fisiológica em sementes de feijão enfatizando o teste de tetrazólio. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, v. 23, n. 1, 2021.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO,

J. B. MARCOS FILHO, J. (Ed.) **Vigor de sementes:** conceitos e testes. 2 ed., Londrina: ABRATES, 2020. p.333-354.

YANG, Q. Q. GAN, R. Y.; GE, Y. Y.; ZHANG, D.; CORKE, H. Polyphenols in Common Beans (Phaseolus vulgaris L.): Chemistry, Analysis, and Factors Affecting Composition. **Comprehensive Reviewsin Food Science and Food Safety**. v. 17, p1578-1539, 2018.