

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

RAYSSA LUIZA FARIAS DO VALE

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO FAVA EM
FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO E NUTRIÇÃO ORGANOMINERAL**

SÃO LUIS – MA

2025

RAYSSA LUIZA FARIAS DO VALE

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO FAVA EM
FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO E NUTRIÇÃO ORGANOMINERAL**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso
de Agronomia da Universidade Estadual do
Maranhão como requisito para obtenção do
título de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre
Fernandes Rodrigues de Melo.

SÃO LUIS – MA

2025

RAYSSA LUIZA FARIAS DO VALE

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO FAVA EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO E NUTRIÇÃO ORGANOMINERAL

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 18/12/2025

Documento assinado digitalmente
gov.br PAULO ALEXANDRE FERNANDES RODRIGUES DI
Data: 28/12/2025 19:35:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^o Dr. Paulo Alexandre Fernandes Rodrigues de Melo
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade – CCA/UEMA

Documento assinado digitalmente
gov.br MARIA CRISTINA DA SILVA MENDONCA
Data: 28/12/2025 10:19:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr^a. Maria Cristina da Silva Mendonça
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade – CCA/UEMA

Documento assinado digitalmente
gov.br JANAINA MARQUES MONDEGO
Data: 28/12/2025 19:20:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a. Dr^a. Janaina Marques Mondego
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia (IEMA)

Dedico esse trabalho a Deus, meu Pai Celestial. À Nossa Senhora que intercede por mim em todos os momentos. Aos meus irmãos Ruan, Rodrigo, Relvis e Ráulison e meus sobrinhos Maria Luiza e Miguel que estão sempre presentes. Às minhas amigas Emily, Júlia e Sâmara que compartilho diretamente o dia a dia da vida acadêmica. À minha Mainha Luiza que vela por mim de onde ela estiver. E por último, mas não menos importante, aos meus pais Rosélia e Raimundo que debaixo de muito sol me fizeram chegar até aqui na sombra!

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, pela vida, pela força e pela sabedoria concedida em cada etapa desta caminhada. Sem a Sua presença constante, nada disso seria possível. À Nossa Senhora que intercede por mim e me cobre com seu manto sagrado.

A Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), aos professores e colegas do curso de Agronomia, por todo o conhecimento compartilhado, pela convivência e pelas experiências que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu professor orientador Dr. Paulo Alexandre pelo acompanhamento nesse período importante, me permitindo aprender mais da sua área de atuação.

À minha família, base de tudo, pelo amor incondicional e apoio em todos os momentos. Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim, me ensinaram o valor do esforço e nunca deixaram de me incentivar a seguir em frente, mesmo diante das dificuldades. Aos meus irmãos Ruan, Rodrigo, Relvis e Ráulison e meus sobrinhos Maria Luiza e Miguel que nunca me permitiram fraquejar.

Às minhas amigas Emily Gabrielle, Júlia Marinho e Sâmara Tavares que estiveram ao meu lado nos dias bons e ruins, oferecendo companheirismo, risadas e palavras de encorajamento que tornaram essa jornada mais leve e especial.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória. Cada gesto de carinho, oração e apoio foi essencial para a realização deste trabalho.

RESUMO

Otimizar a produção de sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus L.*) de forma sustentável é fundamental para a agricultura familiar no Nordeste brasileiro, onde a produtividade média no Maranhão (340 kg/ha) está significativamente abaixo do potencial. O presente trabalho avaliou a produção e a qualidade fisiológica de sementes de seis genótipos de feijão-fava, cultivados em São Luís – MA, em função da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium Japonicum* e da aplicação de diferentes níveis de nutrição organomineral e foliar. O estudo foi delineado em esquema fatorial, utilizando cinco tratamentos de manejo (T1: Testemunha sem inoculação/sem adubação; T2: Não inoculado + Adubação Organomineral; T3: Inoculado + Adubação Organomineral; T4: Inoculado + Fertilizante Foliar; e T5: Inoculado + Adubação Organomineral + Fertilizante Foliar) aplicados em genótipos distintas, cultivadas em consórcio com milho. Os tratamentos buscaram maximizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) e fornecer micronutrientes essenciais (boro, manganês, molibdênio), otimizando a fisiologia da planta. Após a colheita, as sementes produzidas foram submetidas a análises de produtividade (kg/ha), peso de mil sementes e testes de potencial fisiológico (germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação). Os resultados demonstraram que o manejo nutricional e a inoculação com *Bradyrhizobium* impactaram positivamente a produtividade, especialmente nos genótipos que apresentaram maior resposta simbiótica e nutricional, superando o desempenho da testemunha. A combinação da inoculação com a adubação organomineral (T4) tendeu a resultar em sementes de maior vigor e massa, indicando uma melhor translocação de fotoassimilados para os órgãos de reserva. Os genótipos de *P. lunatus* avaliadas possuem uniformidade quanto a qualidade fisiológica de germinação das sementes, independente do tratamento. Os genótipos orelha de vó e fava cearense apresentam maior vigor, de acordo com o índice de velocidade de germinação de plântulas e aumento na massa de mil sementes quando submetidos à inoculação com *Bradyrhizobium* associadas à adubação organomineral.

Palavras-chave: inoculação; *Bradyrhizobium*; qualidade de sementes; nutrição.

ABSTRACT

Optimizing the sustainable production of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) seeds is fundamental for family farming in Northeast Brazil, where the average productivity in Maranhão (340 kg/ha) is significantly below its potential. This study evaluated the production and physiological quality of seeds from six lima bean genotypes, cultivated in São Luís – MA, as a function of seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and the application of different levels of organomineral and foliar nutrition. The study was designed in a factorial scheme, using five management treatments (T1: Control without inoculation/without fertilization; T2: Not inoculated + Organomineral Fertilization; T3: Inoculated + Organomineral Fertilization; T4: Inoculated + Foliar Fertilizer; and T5: Inoculated + Organomineral Fertilization + Foliar Fertilizer) applied to different genotypes, cultivated in intercropping with maize. The treatments aimed to maximize biological nitrogen fixation (BNF) and provide essential micronutrients (boron, manganese, molybdenum), optimizing plant physiology. After harvest, the produced seeds were subjected to productivity analyses (kg/ha), thousand-seed weight, and physiological potential tests (germination, first count, and germination speed index). The results demonstrated that nutritional management and inoculation with *Bradyrhizobium* positively impacted productivity, especially in genotypes that showed a greater symbiotic and nutritional response, surpassing the performance of the control. The combination of inoculation with organomineral fertilization (T4) tended to result in seeds with greater vigor and mass, indicating better translocation of photoassimilates to storage organs. The evaluated *P. lunatus* genotypes showed uniformity regarding the physiological quality of seed germination, regardless of the treatment. The "orelha de vó" and "fava cearense" genotypes show greater vigor, according to the seedling germination speed index and an increase in the mass of one thousand seeds when subjected to inoculation with *Bradyrhizobium* associated with organomineral fertilization.

Keywords: inoculation; *Bradyrhizobium*; seed quality; nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Massa de mil sementes (g) de diferentes genótipos de feijão fava submetidas a inoculação com <i>Bradyrhizobium japonicum</i> e adubação. São Luís, MA, 2025.....	22
Tabela 2. Germinação (G%) de sementes de diferentes genótipos de feijão fava submetidas a inoculação com <i>Bradyrhizobium japonicum</i> e adubação. São Luís, MA, 2025.	23
Tabela 3. Índice de velocidade de germinação de diferentes genótipos de feijão fava submetidas à inoculação com <i>Bradyrhizobium japonicum</i> e adubação. São Luís, MA, 2025.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo geral.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	12
3.1. Aspectos gerais de <i>Phaseolus lunatus</i> L.	12
3.2. Importância socioeconômica	13
3.3. Vigor de semente.....	14
3.4. Simbiose Rizóbio-Leguminosa e sua interação com adubação mineral	15
4. METODOLOGIA.....	19
4.1. Obtenção das sementes.....	19
4.2. Campos de produção de sementes.....	19
4.3. Teor de água	20
4.4. Avaliação da qualidade física	21
4.4.1. Peso de 1000 sementes	21
4.5. Avaliação do potencial fisiológico	21
4.5.1. Teste de germinação.....	21
4.5.2. Índice de velocidade de germinação de plântulas.....	21
4.6. Análise estatística.....	21
5. RESULTADOS E DISCURSÕES	22
6. CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

Phaseolus lunatus L., também conhecido como feijão-fava, é a segunda cultura mais importante do gênero *Phaseolus*, cultivada em quase todas as regiões do mundo, tendo os Estados Unidos como maior produtor mundial (Rodak *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2017). Cultivada principalmente pela agricultura familiar, estima-se que a área plantada com fava no Brasil chega a 45 mil hectares, produzindo cerca de 20 mil toneladas e, desta, mais de 95 % são produzidas no Nordeste, com estimativas de produtividade e área cultivada (Lustosa *et al.*, 2023). Apesar de relevante, nota-se que o limitado conhecimento de suas características agronômicas, pode estar contribuindo com sua baixa produtividade, cuja média no Estado do Maranhão de 340 kg/ha estar abaixo da média nacional de 500 Kg/ha (Moraes *et al.*, 2017; IBGE, 2016).

Segundo a Sociedade Nacional da Agricultura - SNA, a fava adapta-se bem ao sistema de consórcio que predomina nas pequenas propriedades (SNA, 2017). Propicia ainda o aumento da biodiversidade, produtividade e eficiência do uso da água em sistemas agrícolas e na rotação de culturas e diminuindo a necessidade de fertilizantes (CONAB, 2016; Nicolè *et al.*, 2011). Além disso, pesquisas com microrganismos como rizobactérias capazes de fixar nitrogênio atmosférico (N2) e fornecê-lo a cultura da fava, têm sido realizadas na América do Norte, gerando benefícios ao pequeno agricultor (Ballhorn *et al.*, 2016; López-López *et al.*, 2013). No Brasil estas pesquisas são incipientes, contudo, verifica-se que a simbiose rizóbio-leguminosa, pode trazer benefícios para a sustentabilidade agrícola no país, por meio do processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (Antunes *et al.*, 2011). Segundo estes mesmos autores em estudos com isolados de rizobactérias, verificaram que estes microrganismos apresentam capacidade e eficiência na nodulação e na fixação de N2 em feijão-fava, porém pesquisas devem ser conduzidas em campo, a fim de se comprovar o potencial uso de inoculantes microbianos nesta cultura.

A simbiose das leguminosas com as bactérias de gênero *Rhizobium* parece ser o sistema que mais contribui em termos de incorporação do N2 fixado ao ecossistema. Estima-se que 20% do N2 fixado anualmente na terra provém da associação *Rhizobium* e leguminosas. O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maior quantidade por plantas do gênero *Phaseolus*, cuja aplicação de N mineral nos solos tropicais pode apresentar, às vezes, baixa frequência de resposta, pois o aproveitamento do nitrogênio do fertilizante é normalmente inferior a 50%, podendo, em determinadas situações, em solos arenosos, atingir entre 5 e 10% (Araújo *et al.*, 2007).

Um dos principais determinantes do sucesso econômico das espécies agrícolas é a qualidade das sementes utilizadas. A germinação e emergência rápida e uniforme e o estabelecimento do estande constituído por plântulas vigorosas do genótipo escolhida pelo produtor representam condições essenciais para assegurar o desempenho adequado das plantas no campo. Pois, pode afetar a uniformidade do desenvolvimento, o rendimento final da cultura e a qualidade do produto. Portanto, ressalta-se a necessidade da escolha adequada do genótipo de sementes destinadas à semeadura e de sua disponibilidade em quantidades suficientes para atender à demanda (Marcos Filho, 2015).

O vigor das sementes é uma interação de características que pode ser considerado como potenciais atributos fisiológicos, tais como a velocidade de germinação, o crescimento das plântulas e a capacidade de germinação. Muitos fatores estão envolvidos na composição e manifestação do vigor de sementes, como o peso de mil sementes que é uma avaliação física das sementes. No entanto, não é um teste direto de vigor, mas sim uma medida de tamanho e massa da semente, que pode se correlacionar com a qualidade das sementes. Uma vez que sementes maiores e mais pesadas possam ter, em geral, mais reservas de energia e, consequentemente, um melhor desempenho inicial (Marcos Filho, 2015).

Diante do exposto, pode-se prever que se explorada tecnicamente a fava pode causar grande impacto socioeconômico ao setor agrícola das regiões produtoras do Nordeste brasileiro. A geração de tecnologias para a cultura resultará no aumento significativo da área de cultivo, da produção e produtividade, promovendo melhoria da qualidade de vida dos agricultores familiares e da sua educação na atividade de produção agrícola. Também, beneficiará na preservação do meio ambiente, geração de oportunidade de trabalhos para a comunidade rural, contribuindo consequentemente para reduzir o êxodo rural e melhorar o fluxo de comercialização interna. Com certeza, isto promoverá impacto positivo, melhor qualidade do produto e maior taxa de retorno, viabilizando o negócio agrícola nos Estados produtores (Barreiro Neto *et al.*, 2015).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a produção de sementes de *Phaseolus lunatus* em quantidade e qualidade a partir da eficiência da adubação organomineral e micronutrientes com e sem inoculação das sementes com *Bradyrhizobium Japonicum*.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade física (peso de mil sementes) das sementes de *P. lunatus* produzidas a partir de um manejo de produção pré-estabelecido, a fim de potencializar a utilização dessa agrobiodiversidade.
- Avaliar a qualidade fisiológica (germinação e índice de velocidade de germinação) das sementes de *P. lunatus* produzidas a partir de um manejo de produção pré-estabelecido, a fim de potencializar a utilização dessa agrobiodiversidade.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Aspectos gerais de *Phaseolus lunatus* L.

Em 1753, Linnaeus determinou em sua obra original a existência de onze espécies de *Phaseolus* que estariam distribuídas no Velho e no Novo mundo. O primeiro trabalho taxonômico foi realizado por Hooke em 1879 onde encontra-se a classificação de cerca de 15 espécies indianas do gênero *Phaseolus* (Sarbhoy, 1977). No entanto, estudos posteriores determinaram que o gênero compreende cerca de 70 a 80 espécies. *Phaseolus* é um importante gênero da família Fabaceae (Leguminosae), a terceira maior família das angiospermas, sendo cultivado nos trópicos, subtrópicos e zonas temperadas dos Hemisférios Norte e Sul. Pertence a uma subtribo economicamente importante Phaseolinae (tribo Phaseoleae), possuindo mais de 80 espécies silvestres localizadas nas Américas (exceto Alaska, oeste e norte do Canadá, oeste dos EUA, Chile e sul da Argentina) do sudeste do Canadá, sudeste e sudoeste dos EUA, México, América Central, Índias Ocidentais e na maior parte do leste da América do Sul, em que pouco mais de 60 espécies encontra-se em terras altas mexicanas (Delgado-Salinas, 2014), sendo importantes economicamente na nutrição humana e animal, como forragem para gado e como plantas ornamentais.

De todas as espécies, originárias do continente americano somente cinco foram domesticadas e utilizadas para o cultivo: *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus coccineus* L., *Phaseolus acutifolius* A. Gray e *Phaseolus dumosus* Macfadyen (Delgado-Salinas, 2014). *Phaseolus lunatus* L. é conhecido popularmente como feijão-fava-de-manteiga, feijão-fava-de-Sieva, feijão-fava-de-lima, feijão-fava ou simplesmente fava, constitui uma das cinco espécies do gênero *Phaseolus* exploradas comercialmente por ser uma importante fonte de nutrientes para a maioria da população mundial (Baudoin, 2004) e pela sua capacidade de adaptação mais ampla que outras espécies do mesmo gênero em relação a climas quentes e úmidos. O feijão-fava possui variabilidade genética, com sementes de tamanhos, formas e cores variadas. Os genótipos cultivados de feijão-fava podem ser anuais, bianuais ou perenes. O sistema radicular é formado pela raiz principal, raízes secundárias e terciárias. O caule pode atingir de 1 a 4,5m de comprimento, apresentando ramificações (Silva; Costa, 2003).

A cultura do feijão-fava tem recebido pouca atenção por parte dos órgãos de pesquisa e extensão, o que resulta em limitado conhecimento das suas características agronômicas. O feijão-fava é cultivado e comercializado por várias regiões do mundo, como na América do Norte, América do Sul, Europa, leste e oeste da África e sudeste da Ásia. Porém, quando

comparada com outra espécie como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e o feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) a sua aceitação pelos consumidores é bem menor. No entanto a sua rusticidade e adaptabilidade a climas com elevadas temperaturas e condições de encharcamento do solo são superiores às do feijoeiro comum, tendo sua colheita prolongada e realizada no período seco (Soares *et al.*, 2010).

O feijão-fava é a segunda leguminosa de maior importância do gênero *Phaseolus*, por apresentar alto valor nutritivo, contendo vitaminas, proteínas e sais minerais, que são elementos essenciais na nutrição humana e alternativas de renda e alimento para a população do semiárido norte mineiro. Por não existir programa de adubação mineral e orgânica, o baixo rendimento e retorno econômico são inevitáveis, tornando a cultura praticamente de subsistência, sendo comercializada em feiras livre apenas o excedente da produção (Vieira *et al.*, 2002).

Para as comunidades tradicionais, povos indígenas e quilombolas, os bancos locais e as feiras de trocas de sementes de fava surgem da preocupação com a contínua extinção dos genótipos destas sementes crioulas (Moraes, 2017). No entanto, devido à falta de conhecimento técnico, nota-se que, provavelmente, o manejo de produção destes agricultores, contribui com a baixa qualidade das sementes produzidas. Isso se deve ao fato de que, após a colheita, a secagem das vargens ocorre no chão, muitas vezes expostas a variações climáticas, além disso, a prática da debulha realizada de forma artesanal, conhecida como “bater a fava”, provoca trincas, que favorece a deterioração das sementes. Diante disso, na cultura da fava, a utilização de sementes de baixo potencial fisiológico pode afetar o rendimento das plantas no campo (Barreiro Neto *et al.*, 2015).

3.2 Importância socioeconômica

As leguminosas estão entre as mais importantes famílias de plantas, sendo excelente fonte de alimento, proporcionando 65% de proteína por dia em dietas humanas, funcionam como forragem para animais e tem uso amplo na cultura industrial. Entretanto, alguns fatores como a predação de insetos e doenças dificultam o melhoramento de espécies pertencente a essa família. Dentre as leguminosas cultivadas de *Phaseolus*, o feijão-fava destaca-se como a segunda espécie mais utilizada para o consumo humano, estando feijão comum como primeira opção. Devido a sua elevada concentração de proteína, como a faseolina, o feijão-fava tornou-se um importante componente presente na dieta de muitos países, incluindo o Brasil (Welsh, 2014).

Estudos demonstram que, além de sua relevância alimentar, o feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) possui propriedades nutracêuticas com efeitos antioxidantes, antitumorais e gastroprotetores, além de apresentar importância agronômica, nutricional e socioeconômica (Ciau-Solís *et al.*, 2018; Chacón-Sánchez e Martínez-Castillo *et al.*, 2017; Lacerda *et al.*, 2017). Sua ampla adaptação aos diferentes biomas brasileiros, inclusive a Amazônia, reforça seu potencial produtivo (Moraes *et al.*, 2017).

A utilização de sementes com alta qualidade é um fator de relevância, já que nessas estão contidas as inovações e avanços tecnológicos, e isso agrega valor ao produto transferido para cadeia de produção, representando acentuados ganhos econômicos ao setor agrícola. Para se obter maior benefício no processo de preparação das sementes para comercialização, é necessário o conhecimento sobre as características de potencial fisiológico, que é importante requisito para a comercialização e o processamento, podendo afetar diretamente o valor do produto (Francisco *et al.*, 2020; Jacinto-Junior *et al.*, 2023).

O feijão-fava é considerado uma pulse, fazendo parte das leguminosas de grãos secos comestíveis, e é valorizado por seu elevado valor proteico e uso diversificado, inclusive na forma de doce. Um dos desafios para sua expansão como pulse no Brasil está relacionado ao desconhecimento dos produtores sobre o potencial desses grãos, seja para venda no mercado interno, para exportação, ou para novas formas de aplicação. No ano de 2022, o Brasil produziu cerca de 12.061 toneladas, em uma área plantada de 35.609 ha, sendo o estado do Ceará o maior produtor, com produção de 4.362 toneladas em uma área colhida de 15.858 ha; seguido pelos estados da Paraíba, com produção de 3.885 toneladas e área colhida de produção 9.711 ha; Pernambuco, com 1.462 toneladas com área colhida de produção 4.457 ha; e Piauí, com 696 toneladas em área colhida de 2.019 ha (Jacinto-Junior *et al.*, 2023).

Apesar desses atributos agronômicos e nutricionais, seu cultivo permanece limitado no Brasil, em parte devido à preferência por outras leguminosas mais difundidas, como o feijão-comum e o feijão-caupi. Assim, considerando os desafios atuais à segurança alimentar, explorar o cultivo, a domesticação e o uso de uma leguminosa pouco explorada, como a fava, podem ajudar a mitigar a atual dependência excessiva de outras leguminosas, uma vez que a restrição de espécies pode ter impactos agronômicos, ecológicos, nutricionais e econômicos negativos (Gama *et al.*, 2025).

As concentrações baixas dos micronutrientes em comparação com as dos macronutrientes nos tecidos das plantas implicam diferentes papéis para estes dois grupos de nutrientes no crescimento e no metabolismo das plantas. As concentrações mais baixas dos micronutrientes se refletem em sua função como constituintes de grupos prostéticos em

metaloproteínas e como ativadores de reações enzimáticas. Essa maior exigência deve-se ao fato de os micronutrientes serem essenciais à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva, como o boro (B) que é requerido em leguminosas para a formação da semente geralmente é maior do que a necessária para o crescimento vegetativo (Silva et al., 2017).

Outros micronutrientes não são menos importantes, como a deficiência de manganês (Mn) que afeta a fotossíntese e diminuem o nível de carboidratos solúveis na planta, mas o suprimento deste micronutriente reativa a evolução fotossintética de oxigênio. A falta de cobre (Cu) afeta o crescimento reprodutivo, na formação de sementes e frutos muito mais do que o crescimento vegetativo. Nota-se ainda que, dentre todos os micronutrientes, o molibdênio (Mo) é o que está presente nas plantas em menor concentração em algumas poucas enzimas, como a nitrato redutase e, em leguminosas noduladas, a nitrogenase. Também deve ser lembrado que um nível adequado de micronutrientes na planta é essencial para a obtenção do uso eficiente de fertilizantes contendo nitrogênio e fósforo. As plantas têm a capacidade de absorver nutrientes pelas folhas por isso as adubações foliares de um ou mais destes nutrientes são viáveis. A baixa mobilidade desses nutrientes faz com que sejam necessárias várias aplicações durante o ciclo, especialmente de boro (Araújo et al., 2007).

Outro fator crítico é a qualidade das sementes, elemento fundamental para o sucesso da produção agrícola. Marcos Filho (2015) ressalta que sementes de boa qualidade promovem uniformidade na emergência, vigor das plântulas e maior rendimento da cultura, além de contribuir para a competitividade do agricultor no mercado.

3.3 Vigor de semente

A conservação da diversidade genética do feijão-fava também é uma prioridade, considerando que, embora existam aproximadamente 363 genótipos conservados pela Embrapa (CENARGEN), o Maranhão ainda carece de inventários e caracterizações regionais (Bitocchi et al., 2017). A identificação e valorização de genótipos crioulas podem fornecer material genético de alta adaptabilidade local, fortalecendo estratégias de soberania alimentar e desenvolvimento rural sustentável.

Para indicar as comunidades tradicionais os genótipos mais promissores, é necessário conduzir estudos para diferenciá-los quanto ao potencial de produção a partir da definição de um manejo adequado e pelo potencial fisiológico das sementes, o que irá potencializar o uso das sementes pelo agricultor familiar e órgãos de pesquisa, além de servir de base a futuros programas de melhoramento da fava no Brasil. De acordo com os genótipos

cultivados por estas comunidades familiares possuem a maior variabilidade genética dentre as plantas domesticadas e, assim como tantos outros recursos naturais, o que se perde não se recupera mais. Por isso, têm-se intensificado a criação de programas de conservação de sementes crioulas no país (Muñoz *et al.*, 2017).

A semente é um insumo básico e deve atender aos requisitos de qualidade fisiológica para garantir o estabelecimento de cultivos com alta produtividade. Os testes de vigor são úteis na avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes, permitindo diferenciar lotes, com base no potencial de armazenamento, grau de deterioração, emergência das plântulas em campo e qualidade fisiológica, servindo como ferramenta no auxílio em métodos de seleção durante o melhoramento de plantas (MARCOS FILHO, 2005).

Avaliar a qualidade de um lote de semente em termos de predizer com que sucesso ele estabelecerá uma população vigorosa de plântulas sob uma variável condição ambiental, a nível de campo, é importante para atingir eficiência na agricultura moderna. Contudo, o vigor das sementes não pode ser caracterizado como um único processo fisiológico definido como germinação, sua definição é tão complexa que apenas pode ser razoavelmente compreendida no âmbito de um conceito. A primeira tentativa de enunciar uma definição foi a de considerar o vigor das sementes como uma soma total dos atributos, que possibilitam o estabelecimento de plântulas em condições desfavoráveis (Isely, 1957).

Os conceitos iniciais de vigor focavam as vantagens sobre os testes de germinação no que diz respeito à identificação de lotes de sementes capazes de atingir uma velocidade e uniformidade germinativa e estabelecimento de plântulas em condições ambientais desfavoráveis (Sharf, 1953). Esta foi à abordagem predominante nos primeiros conceitos propostos por diferentes membros da AOSA (Association of Official Seed Analysts) (Marcos Filho, 2015). Com a evolução do conhecimento, havia outras conotações como as de Woodstock (1965), enfatizando que o vigor das sementes seria uma condição de boa saúde e robustez natural associada com a germinação rápida e completa em uma ampla faixa de condições ambientais. Esta foi a primeira vez que a expressão "ampla faixa" foi utilizada em vez de condições ambientais desfavoráveis ou favoráveis (Marcos Filho, 2015).

Por outro lado, a ISTA (International Seed Testing Association), conceituou o vigor das sementes como a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação da plântula numa ampla faixa de condições ambientais e, ainda um lote de sementes vigorosas é aquele que é potencialmente capaz de se desenvolver bem em condições ambientais que não são ideais para a espécie (ISTA, 2014).

Os testes de vigor são úteis nos programas de produção de sementes para a avaliação do potencial fisiológico de diferentes lotes, permitindo diferenciá-los com base no potencial de germinação e emergência das plântulas e no grau de deterioração porque a redução no vigor precede a perda de viabilidade (Marcos Filho, 1999; 2015; Martins *et al.* 2014). Portanto, estes muitos testes de vigor são utilizados em conjunto com o teste de germinação e seus resultados constituem ferramenta fundamental para o melhoramento genético (Custódio, 2005).

Os testes de vigor devem detectar diferenças no potencial fisiológico de lotes de sementes com poder germinativo semelhante e compatível com as exigências mínimas para a comercialização. Podem ser classificados como físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência ao estresse, cujos testes físicos avaliam características morfológicas ou físicas das sementes que possam estar associadas ao vigor, tais como tamanho, densidade e coloração das sementes (Marcos Filho, 2015).

Os testes fisiológicos baseiam-se em atividades fisiológicas específicas que tenham sua manifestação dependente do vigor, como a primeira contagem e índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca da plântula, essas avaliações serão realizadas em condições laboratoriais (Martins *et al.* 2014).

Alguns testes de vigor podem ser realizados conjuntamente com o de germinação, a exemplo da primeira contagem de plântulas realizada para facilitar a condução do teste de germinação, uma vez a velocidade da germinação é uma das características a serem afetadas no processo de deterioração das sementes (Marcos Filho, 2015).

Conduzido junto com o teste de germinação, o teste de primeira contagem de germinação se baseia no princípio de que as amostras com maiores porcentagens de plântulas normais na primeira contagem, estabelecidas pelas Regras para Análises de Sementes - RAS (Brasil, 2009), para cada cultura serão as mais vigorosas. Este teste é interessante para avaliação do vigor de sementes, será levado em consideração sua praticidade e tempo de execução. Quanto maior a velocidade de germinação mais vigorosa é a semente, pode ser realizado em conjunto com o teste de germinação, obedecendo às prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

3.4 Simbiose Rizóbio-Leguminosa e sua interação com adubação mineral

É crescente a busca por rizóbios capazes de interagir simbioticamente com espécies de leguminosas, que executem a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e promovam expressivos ganhos de produção juntamente com a redução de custos e benefícios ao meio ambiente. O

sucesso da simbiose entre rizóbios e leguminosas é reflexo de um ambiente favorável para as bactérias e seu hospedeiro, sendo necessária uma rizosfera favorável para uma efetiva interação entre estes organismos. Uma rizosfera favorável atua positivamente no crescimento e multiplicação dos rizóbios, garante o desenvolvimento das raízes vegetais e aumenta a capacidade de infecção das raízes por rizóbios, a formação de nódulos e a assimilação do nitrogênio pelas plantas (Silva, 2011).

A competitividade e o antagonismo entre a estirpe de rizóbios inoculada e os microrganismos nativos, a grande diversidade de microrganismos nativos e a promiscuidade das plantas em sua interação com os microrganismos presentes no solo estão entre os fatores que podem comprometer a interação entre os rizóbios e as espécies vegetais. Além destes fatores, alterações no pH, temperatura, umidade, disponibilidade hídrica e quantidade de sais no solo podem afetar as interações entre os rizóbios e as espécies vegetais e, consequentemente, influenciam a nodulação e FBN. Em solos com alta variabilidade de pH e temperaturas elevadas, os isolados de rizóbio AUFR128, AUFR132 e AUFR118 apresentaram boa eficiência simbiótica com feijão-caupi (Jacinto Júnior *et al.*, 2019).

A fixação biológica do nitrogênio, promovida pela simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, destaca-se como alternativa viável e sustentável para melhorar a nutrição nitrogenada da planta, reduzindo o uso de fertilizantes sintéticos e contribuindo para sistemas agrícolas de base ecológica (Antunes *et al.*, 2011; López-López *et al.*, 2013). O fornecimento de micronutrientes como molibdênio, boro e manganês também é essencial, pois esses elementos participam diretamente em processos fisiológicos e bioquímicos que afetam a formação e o desenvolvimento das sementes (Araújo *et al.*, 2007).

As associações rizosféricas, incorrem em custos significativos quanto ao consumo de fotoassimilados vegetais, uma vez que a demanda por parte dos simbiontes pode alcançar até 28% do carbono fixado pela planta (López-López *et al.*, 2013). As plantas podem compensar este custo por meio da estimulação da fotossíntese, através do fornecimento de micronutrientes que é considerada uma adaptação para aproveitar o aumento da oferta de nutrientes pelo simbionte sem comprometer a quantidade total de fotossintatos disponíveis para o metabolismo da planta (Ballhorn *et al.*, 2016).

4. METODOLOGIA

4.1 Obtenção das sementes

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Campus de São Luis-MA com seis genótipos de sementes de *P. lunatus*, disponíveis no banco de germoplasma do Laboratório de Sementes da UEMA.

4.2 Campos de produção de sementes

Foram avaliados seis genótipos de fava (Orelha de Vó, Roxinha, Branca, Cearense, Rajada de Vermelho e Fígado de galinha) mais cultivados no Maranhão selecionadas seguindo indicações da Secretaria de Estado da Agricultura Familiar (SAF). As sementes foram utilizadas sem inoculação e com inoculação, realizada antes da semeadura utilizando um produto comercial, contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, segundo metodologia descrita por Antunes *et al.*, (2011). Cada genótipo de fava foi plantada no campo em delineamento casualizado, utilizando os seguintes tratamentos: sementes não inoculadas e sem adubação (T1), sementes não inoculadas + adubação organomineral (T2), sementes inoculadas + adubação organomineral (T3), sementes inoculadas + fertilizante foliar (T4), sementes inoculadas + adubação organomineral + fertilizante foliar (T5) com quatro repetições, sendo a parcela constituída de quatro linhas de 7m, espaçadas 1,00 m x 1,00 m, utilizando uma densidade de semeadura de duas sementes por cova. A variedade avaliada apresenta hábito de crescimento indeterminado, dessa forma foi utilizado o plantio consorciado com milho cv. Catingueiro, que serviu de tutor à leguminosa (Barreiro Neto *et al.*, 2015; Alves *et al.*, 2008). Os experimentos em campo foram realizados na Fazenda Escola de São Luis, no Campus Paulo VI da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

A fertilização organomineral constituiu-se por estrume bovino curtido com recomendação de 10ton.ha⁻¹ aplicada quinze dias antes da semeadura (Alves *et al.*, 2008), e adubação mineral no plantio que foi realizada, quando apropriado e consistiu em 180kg.ha⁻¹ de P2O5 (fostato natural reativo) e 80kg.ha⁻¹ de K2O (cloreto de potássio), e por fim, a aplicação de nitrogênio que consistiu-se em 50kg.ha⁻¹ de N (ureia), metade após a abertura da primeira folha trifoliada e metade após a abertura da terceira folha trifoliada, conforme recomendações realizadas por Bevilaqua *et al.* (2013). O suprimento de fertilizante foliar seguiu as seguintes

aplicações: a 1^a aplicação após abertura da primeira folha trifoliada, 2^a aplicação após a abertura da terceira folha trifoliada, 3^a aplicação na pré-floração e 4^a na formação das vagens.

A partir do ciclo fenológico da fava foi definido o momento exato para a execução de práticas culturais específicas, como adubação de fundação, cobertura e foliar e a retirada de contaminantes da lavoura. O preparo do solo constituiu-se em aragem pesada seguida de gradagem, remoção mecânica de plantas daninhas e abertura das covas, com posterior correção do nível de fertilidade de cada área experimental, que foi efetuada com base na análise do solo. O solo foi corrigido para pH 6, utilizando calcário dolomítico, que foi aplicado 90 dias antes da semeadura (Bevilaqua *et al.*, 2013).

O manejo da cultura para a produção de sementes foi realizado de acordo com as recomendações previstas na legislação, como época de semeadura, isolamento de dez metros entre as parcelas experimentais, limpeza da área conforme o aparecimento de sintomas de doenças e plantas daninhas, por meio de vistorias técnicas, que foram realizadas desde a emergência de plântulas no campo até a colheita (Carvalho; Nakagawa, 2012). O ponto de colheita foi estabelecido, seguindo as recomendações realizadas por Bevilaqua *et al.* (2013), onde fez-se a colheita manual após o teor de água das sementes atingir 30%, que coincidiu com a perda de 90% das folhas e mudança da cor das vagens de verde para o marrom.

Após a colheita de cada variedade, as vagens foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft multifoliado e levados ao Laboratório de Sementes da UEMA, onde houve o beneficiamento manual, com posterior cálculo da produtividade de sementes brutas com os dados transformados para $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Na sequência, realizou-se a catação das sementes danificadas e/ou manchadas e material contaminante, como palha e sementes fora do padrão, sementes de plantas daninhas e de outras plantas cultivadas. Ao final deste procedimento, também foi estimado o rendimento de sementes puras, calculado em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, efetuando-se em seguida a secagem a sombra em local ventilado durante sete dias, esparramando-se 10 cm de sementes em telados de arame suspenso a 1 metro do solo, revolvendo-se a massa de sementes regularmente (Bevilaqua *et al.* 2013).

Os lotes de sementes de cada variedade de fava, após o período de secagem foram encaminhados para a realização dos seguintes testes e determinações:

4.3 Teor de água

Foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas, utilizando quatro repetições de 15 sementes (Brasil, 2009).

4.4 Avaliação da qualidade física

4.4.1 Peso de 1000 sementes

Foi aferido por meio de oito repetições de 100 sementes, conforme Brasil, (2009), sendo os resultados expressos em gramas.

4.5 Avaliação do potencial fisiológico

4.5.1 Teste de germinação

Realizado em condições controladas em câmara, ajustada a $20-30 \pm 3$ °C, com fotoperíodo de 12 horas luz/12 escuro. A avaliação foi conduzida com quatro subamostras de 25 sementes, distribuídas em substrato papel umedecido com água na quantidade equivalente a de 2,5 vezes a massa do papel seco, dispostos na forma rolos e colocados individualmente em sacos plásticos de 0,05 mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato. As avaliações foram realizadas contabilizando-se a porcentagem de plântulas germinadas do 5º ao 9º dia após a semeadura (Brasil, 2009; Advíncula *et al.*, 2015).

4.5.2 Índice de velocidade de germinação de plântulas

Foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, do 5º ao 9º dia após a semeadura, computando-se o número de plântulas emergidas por dia e aplicando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVE = \sum \frac{G_i}{N_i} \quad \text{ou} \quad IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

4.6 Análise estatística

O delineamento experimental nos trabalhos realizados em laboratório foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 6 x 5, com quatro repetições, sendo os fatores constituídos por seis variedades, cinco tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T5). Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott- Knott, ao nível de 5% de probabilidade (Barbosa; Maldonado-Júnior, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes dos lotes de feijão fava situou-se entre 10 e 12% (dados não apresentados nas tabelas), os quais são considerados ideais, uma vez que Advíncula *et al.*, (2016) verificaram que teores de água acima de 13%, dependendo do tipo de embalagem e da temperatura ambiente, podem favorecer o aumento da atividade respiratória das sementes, como também a concentração de gás carbônico, o aumento da temperatura e outros fatores resultantes do processo respiratório podem aumentar a deterioração das sementes.

A maior massa de mil sementes (Tabela 1), ocorreram nas sementes inoculadas + adubação organomineral (T_3) e nas sementes inoculadas + adubação organomineral + fertilizante foliar (T_5) associadas aos lotes 1 (orelha de vó) e 5 (rajada de vermelho). Embora não tenham diferido estatisticamente do lote 6 (figado de galinha) associada ao tratamento com sementes inoculadas + adubação organomineral (T_3). Observa-se que houve um incremento na massa de mil sementes, quando se aplicou os adubos mineral e orgânico junto com a inoculação, quando comparado ao controle (Tabela 1), indicando o efeito benéfico desta interação para o incremento dessa variável. A exemplo dos resultados que ocorreram nesta pesquisa, Bahry *et al.* (2013), constataram o efeito positivo do uso de fontes de adubação organomineral e inoculação com *Bradyrhizobium* na massa de mil sementes em soja (*Glycine max*).

Tabela 1. Massa de mil sementes (g) de diferentes genótipos de feijão fava submetidas a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e adubação. São Luís, MA, 2025.

Lotes*	Tratamentos				
	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅
1	640.0 aC	708.0 aB	726.0 aA	706.0 aB	724.0 aA
2	294.0 bB	292.0 dB	310.0 cA	296.0 cB	294.0 dB
3	640.0 aC	641.0 bC	636.0 bC	639.0 bC	642.0 bC
4	296.0 bB	325.0 cA	322.0 cA	292.0 cB	320.0 cA
5	642.0 aC	705.0 aB	720.0 aA	704.0 aB	725.0 aA
6	638.0 aC	707.0 aB	724.0 aA	702.0 aB	708.0 aB
CV (%) 2.8					

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P<0,05$).

As médias em relação à massa de mil sementes variaram acentuadamente, o que pode ser atribuído a característica de cada material genético (Tabela 1). A massa de mil sementes é utilizada para calcular a densidade de semeadura, peso da amostra para análise de pureza, e ainda informação sobre o tamanho e desenvolvimento fisiológico das sementes (Brasil, 2009).

Sementes de maior tamanho e peso geralmente apresentam maiores reservas de nutrientes, o que pode favorecer a emergência e o estabelecimento inicial da plântula no campo, especialmente sob condições de estresse. No entanto, o peso de mil sementes pode ser facilmente associado ao genótipo da planta matriz e pelas condições climáticas durante o seu desenvolvimento. Para uma avaliação precisa deve-se avaliar a qualidade das sementes junto com outros testes fisiológicos como o de germinação e velocidade de germinação avaliados em conjunto com a análise de peso de mil sementes (Carvalho; Nakagawa, 2012).

Quanto à porcentagem de germinação de sementes (Tabela 2), constatou-se que houve uniformidade em relação a este parâmetro, independente do tratamento utilizado. Com exceção dos resultados obtidos no lote 5 e 6, nos quais contatou-se os menores desempenhos germinativos, associados as sementes sem tratamento e não inoculadas (T₁). Este resultado é relevante, visto que a capacidade de germinação é considerada a última variável afetada pela queda no potencial fisiológico das sementes (Marcos Filho, 2015). Contudo, Advíncula (2015), ressalta que apesar da capacidade similar de germinação entre lotes de sementes, estes podem demonstrar diferenças quanto aos níveis de vigor.

Tabela 2. Germinação (G%) de sementes de diferentes genótipos de feijão fava submetidas a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e adubação. São Luís, MA, 2025.

Lotes*	Tratamentos				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
1	94.0 aA	95.0 aA	92.0 aA	92.0 aA	95.0 aA
2	90.0 aA	90.0 bA	90.0 baA	88.0 aA	90.0 baA
3	90.0 aA	93.0 baA	89.0 baA	89.0 aB	93.0 baA
4	90.0 aA	92.0 baA	90.0 baA	92.0 aA	92.0 baA
5	85.0 bB	90.0 bA	92.0 aA	90.0 aB	90.0 aA
6	84.0 bB	92.0 baB	90.0 baA	90.0 aA	88.0 bA
CV (%) 4.1					

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P<0,05$).

As sementes do genótipo orelha de vó (lote 1) demonstraram maior vigor, de acordo com o índice de velocidade de germinação de plântulas (Tabela 3), para as sementes inoculadas + adubação organomineral (T₃). Embora este resultado não tenha diferido estatisticamente dos obtidos pelas sementes do genótipo de fava cearense (lote 4), alta adaptabilidade genética que independentemente do tratamento utilizado apresentaram os maiores índices de velocidade de germinação de plântulas (Tabela 3). Estes resultados foram similares aos obtidos por Araújo *et al.*, (2007) avaliando sementes de feijoeiro submetidas a dosagens de inoculante e tratamento com adubos químicos.

Alguns testes de vigor podem ser realizados conjuntamente com o de germinação, a exemplo é a estimativa de velocidade de germinação, sendo este, uma das primeiras características a serem afetadas no processo de deterioração das sementes e/ou qualidade inicial de um lote de sementes (Marcos Filho, 2015). A velocidade e a porcentagem de germinação se baseiam no princípio de que as amostras com maiores porcentagens de plântulas normais, estabelecidas pelas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009), para cada cultura serão as mais vigorosas, este teste é interessante para avaliação do vigor de sementes, levando em consideração sua praticidade e tempo de execução (Sena; Alves; Medeiros, 2015).

Tabela 3. Índice de velocidade de germinação de diferentes genótipos de feijão fava submetidas à inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e adubação. São Luís, MA, 2025.

Lotes*	Tratamentos				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
1	23.0 cB	22.8 cB	33.4. aA	26.1 cB	24.0 cB
2	24.1 bcA	23.8 cA	24.5 cA	24.1 cA	23.8 cA
3	26.9 bA	27.6 bA	28.1 bA	27.5 bA	27.8 bA
4	34.6 aA	36.2 aA	35.4 aA	36.4 aA	36.0 aA
5	24.4 bcA	27.5 bA	25.0 cA	23.0 cB	27.2 bA
6	26.3 cB	27.0 bA	27.2 bA	26.0 cA	27.0 bA
CV (%) 3.52					

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P<0,05$).

Em diversos trabalhos com culturas agrícolas constatou-se os benefícios do uso de inoculação com *Bradyrhizobium*, incluindo *P. lunatus* (Antunes *et al.*, 2011; López-López *et*

al., 2013; Ballhorn *et al.*, 2016; Rodak *et al.*, 2017). Entretanto a influência da inoculação e adubação na produção e potencial fisiológico de sementes de *P. lunatus*, ainda são escassos estudos associados a está linha de pesquisa, comprovando a necessidade de estudos mais detalhados quanto ao uso de inoculantes e adubação organomineral para esta espécie.

6. CONCLUSÕES

No que se refere à qualidade física das sementes, expressa pelo peso de mil sementes, esta foi favorecida pelos tratamentos que envolveram a adubação organomineral e fertilização com micronutrientes, o que indicou maior acúmulo de reservas e melhor formação das sementes.

Os genótipos de *P. lunatus* avaliadas possuem uniformidade quanto a qualidade fisiológica de germinação das sementes, independente do tratamento.

Os genótipos orelha de vó e fava cearense apresentam maior vigor, de acordo com o índice de velocidade de germinação de plântulas e aumento na massa de mil sementes quando submetidos à inoculação com *Bradyrhizobium* associadas à adubação organomineral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADVÍNCULA, T. L.; NADAI, F. B.; NOBRE, D. A. C.; FERREIRA, E. N. M. B.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; COSTA, C. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Phaseolus lunatus* L.. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 341-346, 2015.
- ALVES, A. U.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; ALVES, E. U.; CARDOSO, E. A.; OLIVEIRA, A. N. P.; CRUZ, I. S. Lima beans production and economic revenue as function of organic and mineral fertilization. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 251-254, 2008.
- ANTUNES, J. E. L.; GOMES, R. L. F.; LOPES, A. C. A.; ARAÚJO, A. S. F.; LYRA, M. C. C. P.; FIGUEIREDO, M. V. B. Eficiência simbiótica de isolados de rizóbio noduladores de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 3, p. 751-757, 2011.
- ARAÚJO, F. F.; CARMONA, F. G.; TIRITAN, C. S.; CRESTE, J. E. Fixação biológica de N₂ no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 4, p. 535-540, 2007.
- BAHRY, A.C.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; FIN, S.S.; ZIMMER, P.D.; SOUZA, V.Q. de; CARON, B.O. Aplicação de ureia na fase reprodutiva da soja e seu efeito sobre os caracteres agronômicos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.7, n.2, p.9- 14, 2013.
- BALLHORN, D. J.; SCHÄDLER, M.; ELIAS, J. D.; MILLAR, J. A.; KAUTZ, S. Friend or foe-light availability determines the relationship between Mycorrhizal fungi, rhizobia and lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). **PLoS One**, v. 11, n. 5, p. 20-34, 2016.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação agronômica e agroestat. 1.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2015. 396 p.
- BARREIRO NETO, M.; FAGUNDES, R. A. A. F.; BARBOSA, M. M.; ARRIEL, N. H. C.; FRANCO, C. F. O.; SANTOS, J. F. Características morfológicas e produtivas em acessos de feijão-fava consorciados. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. v. 9, n. 3, p. 23-27, 2015.

BAUDOIN, J. P.; ROCHA, O.; DEGREEF, J.; MAQUET, A.; GUARINO, L. Ecogeography, demography, diversity and conservation of *Phaseolus lunatus* L. in the central valley of Costa Rica. Bioversity International, 2004.

BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; EBERHARDT, P. E. R.; EICHHOLZ, C. J.; GREHS, R. C. Indicações técnicas para produção de sementes de feijão para a agricultura familiar. **Circular técnica 141**, 2013, 16 p.

BITOCCHI, E.; RAU, D.; BELLUCCI, E.; RODRIGUEZ, M.; MURGIA, M. L.; GIOIA, T.; SANTO, D.; NANNI, L.; ATTENE, G.; PAPA, R. Beans (*Phaseolus* ssp.) as a model for understanding crop evolution. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 8, p. 1-20, 2017.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasilia: MAPA/ACS, 2009, 395 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHACÓN-SÁNCHEZ, M. I.; MARTÍNEZ-CASTILLO, J. **Testing domestication scenarios of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in mesoamerica: insights from genome-wide genetic markers**. Frontiers in Plant Science, v. 12, n. 8, p. 1-20, 2017.

CIAU-SOLÍS, N. A.; ACEVEDO-FERNÁNDEZ, J. J.; BETANCUR-ANCONA, D. **In vitro renin-angiotensin system inhibition and in vivo antihypertensive activity of peptide fractions from lima bean (*Phaseolus lunatus* L.)**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 98, n. 2, p. 781-786, 2018.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. Indicadores da Agropecuária. Ano XXV, Nº 2 fevereiro 2016 Indic. Agropec., Brasília, Ano XXV, n. 2, 2016, 124 p.

CUSTÓDIO, C. C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão, **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2005. Disponível em: <<http://doi: 10.5747/ca.2005.v01.n1.a005>>.

DELGADO-SALINAS, A. Biodiversity and systematics of *Phaseolus* L. (Leguminosae). *Legume Perspectives*, v. 2, p. 5-7, 2014.

FRANCISCO, P. R. M. *et al.* Determinação das propriedades físicas de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) com diferentes teores de água. *Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia*, [s. l.], v. 2, 2020.

GAMA, A. T.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; JESUS, J. V. M.; MAGALHÃES, H. S.; COSTA, C. A. Agronomic performance and seed quality of heirloom fava bean landraces. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, v. 55: e82333, 2025.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, v. 43, p.1-62, 2016.

ISELY, D. Vigor tests. **Proceedings of association of official seed analysts**. Virginia, v. 47, n. 1, p. 176-182, 1957. Disponível em: www.worldcat.org/precedings/association-of-official-seed.

JACINTO JÚNIOR, S. G. *et al.* Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, p. 413-422, 2019.

JACINTO JÚNIOR, S. G.; LUCENA, E. M. P. Colorimetric and biometric characterization of broad bean seeds. *Research, Society and Development*, [s. l.], v. 12, n. 1, p.12, 2023.

LACERDA, R. R.; NASCIMENTO, E. S.; LACERDA, J. T. J. G.; PINTO, L. D.; RIZZI, C.; BEZERRA, M. M.; PINTO, I. R.; PEREIRA FILHO, S. M.; PINTO, V. P. T.; CRISTINO FILHO G.; GADELHA, C. A. A.; GADELHA, T. S. Lectin from seeds of a Brazilian lima bean variety (*Phaseolus lunatus* L. var. cascavel) presents antioxidant, antitumour and gastroprotective activities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 95, n. 1, p. 1072-1081, 2017.

LÓPEZ-LÓPEZ, A.; NEGRETE-YANKELEVICH, S.; ROGEL, M. A.; ORMEÑO-

ORRILLO, E.; MARTÍNEZ, J.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. Native bradyrhizobia from Los Tuxtlas in Mexico are symbionts of *Phaseolus lunatus* (Lima bean). **Systematic and Applied Microbiology**, v. 36, n. 1, p. 33-38, 2013.

LUSTOSA-SILVA, J. D.; DE OLIVEIRA, E. G.; DA COSTA SOARES, L. A.; FERREIRA-GOMES, R. L.; DA COSTA, A. F.; MELO DE BARROS, R. F.; ALMEIDA, R. C.; BRITO DA SILVA, V.; DE ALMEIDA LOPES, Â. C. **Traditional varieties of lima beans (*Phaseolus lunatus* L.) in northeastern Brazilian farms: conservation and sustainability.** *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 70, p. 2021-2032, 2023

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

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3, p. 1-24.

MARTINS, A. B. N.; MARINI, P.; BANDEIRA, J. M.; VILLELA, F. A.; MORAES, D. M. Analysis of seed quality: a nonstop evolving activity. **African Journal of Agricultural Research**, Abuja, v. 9, n. 49, p. 3549-3554, 2014. Disponível em: < <http://10.5897/AJAR2014.8912> >.

McDONALD, M. B. The history of seed vigour testing. **Journal of Seed Technology**, Zürich, v. 17, n. 2, p. 93-100, 1993. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000062> >

MORAES, C. de; DILLY, J. L.; DIAS, T.; BURLE, M. L. Catálogo de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) do banco ativo de germoplasma da Embrapa. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2014, Santos. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014. Resumo. 505.

MORAES, C. S.; DIAS, T. A. B.; COSTA, S. P. P.; VIEIRA, R. C.; NORONHA, S. E.; BURLE, M. L. Catálogo de Fava (*Phaseolus lunatus* L.) Conservada na Embrapa. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Brasília, DF, 2017. Documentos 351.

MUÑOZ, C. M. G.; GÓMEZ, M. G. S.; SOARES, J. P. G.; JUNQUEIRA, A. M. R. Normativa de Produção Orgânica no Brasil: a percepção dos agricultores familiares do assentamento da Chapadinha, Sobradinho. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 2, p. 361-376, 2017.

NICOLÈ, S.; ERICKSON, D. L.; AMBROSI, D.; BELLUCCI, E.; LUCCHIN, M.; PAPA, R.; KRESS, W. J.; BARCACCIA, G. Biodiversity studies in *Phaseolus* species by DNA barcoding. **Genome**, v. 54, n. 7, p. 529-545, 2011.

RODAK, B. W.; FREITAS, D. S.; BAMBERG, S. M.; CARNEIRO, M. A.; GUILHERME, L. R. X-ray microanalytical studies of mineral elements in the tripartite symbiosis between lima bean, N₂-fixing bacteria and mycorrhizal fungi. **Journal of Microbiological Methods**, v. 132, n. 2, p. 14-20, 2017.

SARBHOY, R. K. Cytogenetical studies in the genus *Phaseolus* Linn. **Cytologia**, v. 42, n. 3-4, p. 401-413, 1977.

SENA, D. V. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. Vigor de sementes de milho cv. 'Sertanejo' por testes baseados no desempenho de plântulas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.11, p. 1910-1916, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120751>>.

SHARF, A. F. Correlation of germination data of corn and soybean seed lots under laboratory, greenhouse, and field conditions. **Proceedings of the Association of Seed Analysts**, New York, v. 43, n.4, p. 127-130, 1953. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/23433083>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

SILVA, H. T.; COSTA, A. O. Caracterização botânica das espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae). Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. 40p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 156).

SILVA, R. N. P.; ALVES, A. A.; GARCEZ, B.S.; MOREIRA FILHO, M. A.; OLIVEIRA, M.

E.; MOREIRA, A. L.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; PARENTE, H. N. Degradabilidade ruminal de casca de vagem de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) amonizada com ureia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 1, p.26-37, 2017.

SNA-Sociedade Nacional da Agricultura, 2017. Disponível em: <<http://sna.agr.br/tradicional-da-agricultura-familiar-feijao-fava-se-destaca-como-iguaria/>> Acesso em 15 de mar. de 2018.

SOARES, C. A.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; GÂNDARA, F. C. Aspectos socioeconômicos. In: LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F. (orgs.) *A cultura do feijão-fava no Meio Norte do Brasil*. Teresina: EDUFPI, 2010. p. 237-268.

VIEIRA, R. D. PENARIOL.A.L.; PERECIN. D.; PANOBIANCO.M. Condutividade elétrica e teor de água inicial de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, set/2002.

WELSH, M. Why we must preserve the value of plant genetic resources in the legume *Phaseolus* genetic diversity or world. *Legume Perspectives*, v. 2, p. 18-19, 2014.

WOODSTOCK, L. W. Seed vigor. **Seed World**, Baligar, 1965. v. 97, 6 p.