

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ÁQUILA ANDRADE DE SOUZA COD: 201521572

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES CRIOULAS DE *Phaseolus lunatus* L.

São Luís - MA

2020

ÁQUILA ANDRADE DE SOUZA COD: 201521572

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES CRIOULAS DE *Phaseolus lunatus* L.

Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão.

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

São Luís

2020

ÁQUILA ANDRADE DE SOUZA COD: 201521572

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES CRIOULAS DE *Phaseolus lunatus* L.

Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Aprovada em: 07 / 12 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Alexandre Fernandes Rodrigues de Melo (Orientador)

Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Dra. Maria Cristina Mendonça (Avaliadora 1)

Doutor em Agronomia (Agricultura tropical)

Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Dra. Janaina Marques Mondego (Avaliadora 2)

Doutor em Agronomia (Agricultura Tropical)

Universidade Estadual do Maranhão

Souza, Áquila Andrade de.

Potencial fisiológico de sementes crioulas de *Phaseolus lunatus* L. /
Áquila Andrade de Souza. – São Luís, 2020.

... f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Agrônômica,
Universidade Estadual do Maranhão, 2020.

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

Dedico a minha mãe, Anaclivia Ferro Andrade por ser minha base e exemplo em todos os aspectos da minha vida e minha filha, Acsa Adriana Andrade Bastos por não me permitir desistir e ser minha força e luz

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por não me desamparar em momento algum. Minha mãe, Anaclivia Ferro Andrade por ser meu exemplo de força e por todo incentivo para que esse sonho fosse concretizado. Devo tudo a ela. Minha avó, Maria de Fátima Andrade por toda ajuda, preocupação e cuidados. Minha filha, Acsa Adriana Andrade Bastos que foi o maior motivo para seguir com esse trabalho. Meu esposo, Adriano T. Bastos pelos incentivos, amor e palavras de ânimo nos momentos sombrios. Meu irmão, Esaú Andrade de Souza. A todos meus familiares que sempre me incentivaram e apoiaram; Ao meu orientador, Dr. Paulo Alexandre Fernandes Rodrigues de Melo, pela confiança e incentivo. Por ter dedicado uma parte de seu tempo à orientação deste trabalho; Aos meus amigos que estiveram presentes em minha trajetória acadêmica em especial, Robert Filipe Costa Nunes, por toda ajuda e incentivo. Beatriz Santos, Elaine Victória, Clenya Carla, Admo Junior, Messias Galvão, Aurian Reis, entre outros. Ao corpo docente desta universidade pelos ensinamentos e aprendizado.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

Phaseolus lunatus L. é cultivada em quase todas as regiões do mundo, tendo os Estados Unidos como maior produtor, seguido pelo Brasil. A coleta e o armazenamento de sementes garante apenas que o recurso genético não seja perdido ao longo dos anos mas não viabiliza o uso destes genótipos de forma sustentável, desta forma é necessário conduzir estudos para diferenciá-las quanto ao potencial fisiológico das sementes. O objetivo deste trabalho é estabelecer uma metodologia para o teste de condutividade elétrica, para avaliar o potencial fisiológico das sementes de feijão fava visando à emergência de plântulas em campo. A cultura da fava tem merecido pouca atenção por parte dos órgãos de pesquisa e extensão, portanto, a obtenção de informações sobre a qualidade fisiológica e sanitária, por meio da análise de suas sementes devem ser buscadas. As coletas de sementes das variedades de fava foram realizadas em comunidades “sertanejas”, quilombolas e etnias indígenas em municípios do Estado do Maranhão. Foram utilizados dez lotes, determinando-se o teor de água, teste de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, teste de tetrazólio, comprimento de plântulas, teste de condutividade elétrica e emergência de plântulas em campo. O teste de condutividade elétrica utilizando 25 sementes imersas em 100 mL de água e leituras após três horas é eficiente na avaliação do vigor de lotes de sementes de feijão fava, fornecendo informações equivalentes à emergência de plântulas em campo.

Palavras-chave: Sementes crioulas, Tecnologia de sementes, Vigor.

ABSTRACT

Phaseolus lunatus L. is grown in almost all regions of the world, with the United States as the largest producer, followed by Brazil. The collection and storage of seeds only ensures that the genetic resource is not lost over the years but does not make the use of these genotypes sustainable, so it is necessary to conduct studies to differentiate them as to the physiological potential of the seeds. The objective of this work is to establish a methodology for the test of electrical conductivity, to evaluate the physiological potential of the seeds of fava beans aiming at the emergence of seedlings in the field. The culture of fava has deserved little attention from research and extension bodies, therefore, obtaining information about physiological and sanitary quality, through the analysis of its seeds should be sought. The collections of seeds of the broad bean varieties were carried out in “sertanejas”, quilombolas and indigenous ethnic communities in municipalities in the State of Maranhão. Ten lots were used, determining the water content, germination test, first germination count, germination speed index, tetrazolium test, seedling length, electrical conductivity test and seedling emergence in the field. The electrical conductivity test using 25 seeds immersed in 100 mL of water and readings after three hours is efficient in assessing the vigor of lots of bean seeds, providing information equivalent to emergence of seedlings in the field.

Keywords: Creole seeds, Seed technology, Vigor.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor de água (TA), emergência de plântulas em campo (EC), germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica em 100 mL de água com 25 sementes (CE₂₅) e 50 sementes (CE₅₀). São Luís, MA, 2020.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os resultados dos testes realizados em laboratório e da emergência de plântulas em campo, para as sementes de dez lotes de *Phaseolus lunatus*. São Luís, MA, 2020.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	13
2.1 Aspectos gerais da espécie	13
2.2 Vigor de semente	14
3. MATERIAS E MÉTODOS	17
3.1. Teor de água.....	17
3.2. Avaliação do potencial fisiológico	17
3.3. Teste de germinação	17
3.4. Primeira contagem de germinação	18
3.5. Índice de velocidade de germinação de plântulas.....	18
3.6. Teste de condutividade elétrica.....	18
3.7. Emergência de plântulas em campo.....	18
3.8. Análise estatística	18
4. RESULTADOS E DISCURSÕES	19
5. CONCLUSÃO	22
6. REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Phaseolus lunatus L. é a segunda cultura mais importante do gênero *Phaseolus*, cultivada em quase todas as regiões do mundo, apresentando os Estados Unidos como maior produtor mundial, seguido pelo Brasil (RODAK et al., 2017; SILVA et al., 2017). Nos últimos anos pesquisas têm destacado suas propriedades nutraceuticas, como antioxidantes (CIAU-SOLÍS et al. 2018), antitumorais (CHACÓN-SÁNCHEZ et al. 2017), e gastroprotetoras (LACERDA et al. 2017), consumida na América Latina, Estados Unidos, Europa e Ásia (SEIDU et al., 2015). No país, aproximadamente 363 variedades da espécie *P. lunatus* são conservados e multiplicados na coleção ativa da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN. Esses acessos são oriundos de países latinos e de coletas realizadas, junto a comunidades rurais e quilombolas e a etnias indígenas brasileiras como os povos Pareceram e Xavantes do Mato Grosso, Assurini do médio Xingu no Pará e os Krahô no Tocantins. Contudo, ainda não foram realizadas ações de coleta das variedades crioulas de fava em vários Estados brasileiros, incluindo o do Maranhão (BITOCCHI et al., 2017; MORAES et al., 2017).

A manutenção deste recurso genético realizada pela coleta e armazenamento de sementes em bancos de germoplasmas, garante apenas que tal recurso não seja perdido ao longo dos anos, mas não viabiliza o uso destes genótipos de forma sustentável (COELHO et al., 2010). Desta forma, para indicar os genótipos mais promissores, é necessário conduzir estudos para diferenciá-las quanto ao potencial fisiológico das sementes, o que potencializa o uso das sementes pelo agricultor e também pelos órgãos de pesquisa. Além disso, servirá de base a futuros programas de melhoramento da cultura da fava, cuja necessidade de desenvolvimento já foi relatada durante a realização da 1ª Reunião Internacional de Pesquisa Sobre Feijão Fava, realizada em Teresina no Piauí em 2016, que contou com pesquisadores do México, Colômbia, Peru e Estados Unidos (BRASIL, 2009).

A qualidade fisiológica das sementes de leguminosas tem sido caracterizada pelo teste de germinação (BRASIL, 2009), contudo, por ser conduzido em condições ideais no laboratório. Há limitações quando o objetivo é estimar o potencial de emergência de plântulas em campo, especialmente em condições desfavoráveis de ambiente (AMARO et al., 2015). Os testes de vigor fornecem índices mais sensíveis do potencial fisiológico, quando comparados ao teste de germinação e qualquer evento que preceda a perda do poder germinativo pode servir como base para o desenvolvimento de testes de vigor de sementes (MARCOS-FILHO, 2015). Como a degradação das membranas celulares se constitui num dos

eventos iniciais do processo de deterioração, o teste de condutividade elétrica seria, teoricamente, o mais sensível para estimar o vigor (MATTHEWS; POWELL, 2006).

No teste de condutividade elétrica, a qualidade das sementes é avaliada indiretamente pela determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes, onde menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, indicam maior vigor e menor intensidade de desorganização dos sistemas membranais das células. No entanto, vários fatores podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica, como por exemplo: o volume de água, o tempo e a temperatura de embebição, o teor de água inicial das sementes e o número de sementes da amostra (COELHO et al., 2010; DUTRA et al., 2006). Pode ser realizado pelo método massal ou individual, sendo que no primeiro, uma amostra de sementes, após certo período de imersão em água, indicará o nível de vigor da amostra. A eficiência deste método foi relatada para sementes de feijão de vagem (DIAS *et al.*, 1998), ervilha (RECH *et al.*, 1999), soja (VIEIRA *et al.*, 2004), amendoim (VANZOLINI e NAKAGAWA, 2005), e feijão (BINOTTI *et al.*, 2008), entre outras. No método individual, cada semente de uma amostra é imersa em água deionizada, contida em compartimentos individualizados, o resultado expressa a situação de cada semente, como relatado para sementes de soja (SALINAS *et al.*, 2001) e de lentilha (MAKKAWI *et al.*, 2008).

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Aspectos gerais da espécie

O feijão fava (*Phaseolus lunatus* L.) é uma das cinco espécies do gênero *Phaseolus* explorada comercialmente, com potencial para fornecer proteína vegetal e a segunda leguminosa de maior importância do gênero (MAQUET et al., 1999). 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, a Região Nordeste, responde por cerca de 80% da produção do país. No mercado a média de retorno econômico da produção alcança o triplo do valor investido, têm-se os Estados da Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Piauí e Maranhão como os maiores produtores (MORAES et al., 2017; SILVA et al., 2017; IBGE, 2016).

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 das variedades destas sementes crioulas (MORAES, 2017). No entanto, devido à falta de conhecimento técnico, nota-se que o manejo de produção destes agricultores, pode estar contribuindo com a baixa qualidade das sementes produzidas. Pois, após a colheita a secagem

das vargens e das sementes ocorre no chão, muitas vezes expostas as variações climáticas, além disso, a prática da debulha realizada de forma artesanal, conhecida como “bater a fava”, provoca trincas nas sementes, cujos danos mecânicos favorecem a deterioração das mesmas. Diante disso, na cultura da fava a utilização de sementes de baixa qualidade física e fisiológica que compromete ou afeta o rendimento no campo (CHACÓN-SÁNCHEZ et al., 2017; BARREIRO NETO et al., 2015), uma vez que a produtividade maranhense com média de 340 kg/ha estar abaixo da nacional de 500 Kg/ha (IBGE, 2016).

Os danos mecânicos nas sementes são visíveis ou imediatos e invisíveis ou latentes, os imediatos são facilmente caracterizados na observação de tegumentos quebrados, cotilédones separados e/ou quebrados a olho nu, enquanto, nos latentes, há trincas microscópicas e/ou abrasões ou danos internos no embrião, sob os quais a germinação pode não ser imediatamente atingida, mas o vigor, o potencial de armazenamento e o desempenho da semente no campo são reduzidos (FRANÇA NETO, 1998). Em leguminosas como a soja (*Glycine max*), e o feijão (*Phaseolus vulgaris*), os danos físicos pode acarretar redução na germinação da ordem de 10% e o beneficiamento inadequado pode elevar este índice para 20%, ou mesmo para 30% (COPELAND, 1972). Lopes (2011), concluiu que estudos devem ser realizados no sentido de aumentar a eficiência do beneficiamento de sementes, como por exemplo, na otimização do manejo e no planejamento de operações que reduzam o impacto mecânico nas sementes, para minimizar a danificação física à semente.

A cultura da fava tem merecido pouca atenção por parte dos órgãos de pesquisa e extensão, portanto, a obtenção de informações sobre a qualidade fisiológica e sanitária, por meio da análise de suas sementes devem ser buscadas. Principalmente devido a falta de fiscalização quanto à qualidade das sementes crioulas, distribuídas e/ou comercializadas para diferentes regiões do Brasil, que antes era restringida pela Lei 10.711/2003 - Decreto 5.153/2004 e agora permitida a partir da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - Decreto 7.794/2012 (BRASIL, 2004). Esta distribuição é realizada principalmente pela compra com doação simultânea de sementes crioulas, como o amendoim, ervilha, fava e feijão, pois, fazem parte do Programa de Aquisição de Alimentos-PAA nacional, visando garantir mercado para a comercialização de produtos da agricultura familiar (LONDRES, 2014).

2.3 Vigor de semente

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 (ARTHUR e TONKIN, 1991). 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 (McDONALD, 1993). 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 a 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 (TUNES; TAVARES e BARROS, 2012). 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).

Enquanto os testes bioquímicos avaliam alterações no metabolismo relacionadas com o vigor de sementes, entre estes estão os testes de tetrazólio e condutividade elétrica, os testes de resistência ao estresse analisam o comportamento de sementes quando expostas a condições ambientais desfavoráveis, com destaque para os testes de frio, envelhecimento acelerado, deterioração controlada, germinação a baixa temperatura e submersão em água (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999; MARCOS FILHO, 2005).

Estes fatores e as características das sementes têm levado tecnologistas e pesquisadores a tentarem adequar melhor a sua metodologia para as diferentes espécies. Em alguns Estudos avaliaram-se diferentes volumes de água deionizada para condução do teste de condutividade elétrica, entre 25 e 100 mL, para a embebição das sementes e os que possibilitaram melhores resultados foram: 100 mL para feijão miúdo (XAVIER et al., 2017), 50 mL para aveia-branca (SPONCHIADO et al., 2014) e 75 mL para feijão-caupi (SILVA et al. 2013).

A metodologia convencional do teste de condutividade elétrica recomenda um período de 24 horas de embebição, porém, a rapidez na obtenção dos resultados é desejável

para a implantação de programas de conservação e/ou melhoramento no controle de qualidade das sementes (MARCOS-FILHO, 2015). Por meio de pesquisas verificou-se que esse período pode ser reduzido para sementes de algumas espécies, como relatado para feijão-caupi, separar-se os lotes de sementes a partir de quatro horas (SILVA et al. 2013), feijão-mungo-verde em três horas (ARAUJO et al. 2011), amendoim pôde ser reduzido para três horas (VANZOLINI e NAKAGAWA, 2005) e de soja para 10 minutos (CARVALHO, 2009).

4. MATERIAS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Campus de São Luís-MA, com dez variedades de sementes de *P. lunatus*, indicadas pela SAF (Secretaria de Agricultura Familiar) como as mais cultivadas no Maranhão. A coleta de sementes das variedades de fava foi realizada em comunidades “sertanejas”, quilombolas e etnias indígenas em municípios do Estado do Maranhão. A classificação dos municípios selecionados nas diferentes regiões geográficas seguiu o mapa das mesorregiões do Maranhão, foi levada em consideração a presença das comunidades alvos. Após a coleta, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft multifoliado e levados ao Laboratório de Sementes da UEMA, onde foram realizadas as avaliações.

4.1. Teor de água

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

4.2. Avaliação do potencial fisiológico

4.3. Teste de germinação

Foi realizada 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).

4.4. Primeira contagem de germinação

Foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, contabilizando-se a porcentagem de plântulas germinadas no quinto dia após a semeadura (ADVÍNCULA et al., 2015).

4.5. Índice de velocidade de germinação de plântulas

Este teste foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, do 5º ao 9º dia após a semeadura, será computado o número de plântulas emergidas por dia e aplicado a fórmula proposta por Maguire, (1962).

4.6. Teste de condutividade elétrica

Este teste foi realizado baseado na metodologia descrita por Araujo et al. (2011), com modificações, utilizando quatro repetições de 25 e 50 sementes para cada variedade de fava, pesadas e acondicionadas em copos de plástico descartáveis, com capacidade para 200 mL. As sementes foram colocadas para embeber em volumes de 50 e 75 mL de água destilada à temperatura de 25 °C e as leituras efetuadas após 3, 6, 9, 12, 15 e 24 horas com condutivímetro, os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

4.7. Emergência de plântulas em campo

A emergência de plântulas em campo foi avaliada com quatro repetições de 50 sementes semeadas em campo e distribuídas em sulcos de dois metros de comprimento, com dois centímetros de profundidade, espaçadas por 0, 30 m entre linhas. A semeadura foi realizada em solo úmido previamente preparado com aração e gradagem e as contagens realizadas diariamente até a estabilização da emergência das plântulas, anotando-se no mesmo horário, o número de plântulas normais que estavam com os cotilédones acima da superfície do solo (ADVÍNCULA et al., 2015). Durante o período de condução do teste, foram determinadas as temperaturas máximas e mínimas médias diárias do ambiente no campo.

4.8. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com a comparação das médias Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Também foi determinado o coeficiente de correlação de Pearson entre os valores obtidos nos testes de germinação, condutividade elétrica e a emergência de plântulas em campo, separadamente para cada lote, sendo a significância dos valores de correlação determinada pelo teste t a 1% de probabilidade (BARBOSA; MALDONADO-JÚNIOR, 2015).

4. RESULTADOS E DISCURSÕES

O teor de água das sementes dos lotes de *Phaseolus lunatus* situou-se entre 10 e 12% os quais são considerados ideais, uma vez que Advíncula et al., (2016) verificaram que teores de água acima de 13%.

Tabela 1. Teor de água (TA), emergência de plântulas em campo (EC), germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica em 100 mL de água com 25 sementes (CE₂₅) e 50 sementes (CE₅₀). São Luís, MA, 2020.

Testes	Lotes*										CV (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TA%	10	10	11	11	12	10	10	11	10	11	-	
EC (%)	86 a	84 a	84 a	80 b	82 b	80 b	69 c	60 d	62 d	60 d	5,46	
G (%)	94 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	86 b	80 c	80 c	80 c	5,82	
PC (%)	26 b	26 b	16 c	40 a	40 a	26 b	19 c	32 a	35 a	43 a	20,19	
IVG	36,62 a	25,50 b	14,94 c	14,28 c	14,28c	14,6c	14,09c	14,53c	13,3d	12,9d	10,77	
CE ₂₅	3 hs	6 a	8 a	10 a	35 b	35 b	52 c	58 c	178 d	210 e	282 f	10,34
	6 hs	16 a	60 c	35 b	102 d	99 d	123 e	168 f	321 g	395 h	392 h	10,35
	9 hs	38 a	108 c	58 b	219 d	217 d	266 e	332 f	478 g	575 i	527 h	10,49
	12 hs	65 a	158 c	102 b	269 d	279 d	333 e	390 f	544 g	652 i	545 h	10,24
	24hs	146 a	275 c	215 b	362 d	409 e	512 f	532 g	717 i	806 j	702 h	5,88
CE ₅₀	3 hs	18 a	17 a	23 a	76 c	66 b	67 b	92 d	365 e	390 f	493 g	10,46
	6 hs	54 a	73 b	84 c	188 d	236 e	183 d	331 f	1274 i	803 h	788 g	10,80
	9 hs	81 a	138 c	128 b	406 d	407 d	437 e	753 f	1520 i	1244 h	967g	12,37
	12 hs	110 a	224 c	171 b	502 d	624 f	570 e	905 g	1748 j	1403 i	1223 h	12,51
	24 hs	212 a	403 c	302 b	728 d	861 e	873 f	1310 g	2031 j	1767 i	1501 h	9,42

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

*Genótipos: Orelha de vó (lote 1); Roxinha (lote 2); Fava branca (lote 3); Olho de pombo (lote 4); Fava cearense (lote 5); Fava ovo de rolinha (lote 7); Fava baía (lote 8); Rajada de vermelho (lote 9) e Fígado de galinha (lote 10).

Os testes de germinação, índice de velocidade de germinação e condutividade elétrica realizados mediante imersão do volume de 25 sementes em 100 mL de água por 3 horas (Tabela 1), foram considerados confiáveis para a análise do vigor dos lotes de sementes, uma vez que houve alta correlação com a emergência de plântulas em campo (FIGUEIREDO-FILHO; SILVA-JÚNIOR, 2009), com valores de 0.80, 0.72 e 0.82, respectivamente (Tabela 2). Esta característica é de fundamental importância porque para ser considerado eficiente, o teste de vigor deve proporcionar uma classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor de maneira proporcional à emergência de plântulas em campo (SILVA; MELHORANÇA FILHO e SILVA, 2013; BITOCCHI et al., 2017; MARCOS-FILHO, 2015).

Os resultados da correlação entre os dados de condutividade elétrica e emergência de

plântulas em campo (Tabela 2), indicaram correlação negativa, significando que aumentos nos valores de condutividade elétrica corresponderam à redução nos níveis de vigor das sementes e, este fato, concorda com relatos da literatura, cujos aumentos nos índices de condutividade elétrica corresponderam a maior lixiviação de solutos e, portanto, à diminuição no potencial fisiológico das sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

Na avaliação da qualidade das sementes (Tabela 1), as médias dos lotes foram comparadas para se obter maior precisão na eficiência dos testes, cuja correlação foi significativa, permitindo classificar o desempenho dos lotes em ordem decrescente de vigor do 1 ao 10.

Deste modo, os resultados obtidos no teste de emergência de plântulas em campo possibilitaram a separação dos lotes em quatro classes de vigor: alto (lotes 1, 2 e 3), médio alto (lotes 4, 5 e 6), médio (lote 7), e baixo (lotes , 8, 9 e 10). De modo similar, o teste de germinação manteve a ordem decrescente de classificação dos lotes quanto ao potencial fisiológico, do lote 1 ao 10; pois, separou os lotes de sementes em três classes: lotes de alta qualidade (1, 2, 3, 4, 5 e 6), média (7) e baixa qualidade (8, 9 e 10) (Tabela 1). Resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo, quanto à eficiência do teste de germinação na discriminação de lotes comerciais de sementes de feijão fava foram verificados por Matthews e Powell, (2006) e Rodrigues et al., (2015).

Por outro lado, a avaliação da velocidade de germinação das plântulas, por meio do índice de velocidade de germinação (IVG) foi mais sensível porque separou os lotes em quatro classes de vigor: lote de alto vigor (1), médio-alto (2), médio-baixo (3, 4, 5, 6, 7 e 8) e baixo vigor (9 e 10). Neste teste também observou-se alta correlação com a emergência de plântulas em campo (0.72), porém foi mais rigoroso do que este último, identificando uma classe de vigor a mais, podendo ser apontado como um teste de vigor promissor para sementes de feijão fava. Este resultado é notável visto que a velocidade de germinação é a considerada a primeira variável afetada pela queda na qualidade das sementes (ZHANG et al., 2010).

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os resultados dos testes realizados em laboratório e da emergência de plântulas em campo, para as sementes de dez lotes de *Phaseolus lunatus*. São Luís, MA, 2020.

Testes de laboratório X Emergência de plântulas em campo	r
Germinação	0.80***
Primeira contagem de germinação	0.25ns
Índice de velocidade de germinação	0.72***
<hr/>	
Condutividade elétrica 25 sementes: 3 horas	-0.82***
6 horas	-0.70***
9 horas	-0.68***
12 horas	-0.71***
24 horas	-0.68***
<hr/>	
Condutividade elétrica 50 sementes: 3 horas	-0.78***
6 horas	-0.72***
9 horas	-0.69***
12 horas	-0.68***
24 horas	-0.60***

Não significativo (ns) e significativo 0.1% (***) de probabilidade.

A manutenção do recurso genético realizada pela coleta e armazenamento de sementes em bancos de germoplasmas, garante apenas que tal recurso não seja perdido ao longo dos anos, mas não viabiliza o uso destes genótipos de forma sustentável (COELHO et al., 2010). Por isso, é necessário conduzir estudos para diferenciá-las 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 também pelos órgãos de pesquisa, além de servir de base a futuros programas de melhoramento da cultura da fava (BRASIL, 2016; PROENÇA e SOUZA, 2016).

Para os agricultores familiares no Maranhão, os bancos locais e as feiras de trocas de sementes de fava surgem da preocupação com a contínua extinção das variedades destas sementes crioulas (MORAES, 2017). No entanto, devido à falta de conhecimento técnico, nota-se que provavelmente o manejo de produção destes agricultores, pode estar contribuindo com a baixa qualidade das sementes produzidas e distribuídas. Pois, após a colheita, a secagem das vargens e das sementes 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 contaminação por patógenos e a deterioração

das sementes (BARREIRO NETO et al., 2015). Diante disso, pode-se verificar que o teste de condutividade elétrica pode indicar os genótipos mais promissores, contudo, é necessário conduzir mais estudos para diferenciá-las quanto ao potencial fisiológico das sementes de forma direcionada a cada local de produção.

5. CONCLUSÃO

O teste de condutividade elétrica utilizando o volume de 25 sementes imersas em 100 mL de água e leituras após três horas é eficiente na avaliação do vigor de lotes de sementes de *Phaseolus lunatus*, fornecendo informações equivalentes à emergência de plântulas em campo.

REFERÊNCIAS

- 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.
- AMARO, H. T. R.; DAVID, A. M. S. S.; ASSIS, M. O.; RODRIGUE, 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.
- ARAUJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F.; HEBERLE, E.; ZONTA, F. M. G. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 123-130, 2011.
- ARTHUR, T.J.; TONKIN, J.H.B. Testando o vigor da semente. Informativo ABRATES, Londrina, vol. 1, nº 3, p. 38-41, 1991.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação agrônômica 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.
- BINOTTI, F.F.S.; HAGA, K.I.; CARDOSO, E.D.; ALVES, C.Z.; SÁ, M.E. e ARF, O. (2008) - Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 30, n. 2, p. 247-254.
- BITOCCHI, E.; RAU, D.; BELLUCCI, E.; RODRIGUEZ, M.; MURGIA, M. L.; GIOIA, T.; SANTO, D.; NANNI, L.; ATTENE, G.; PAPA, R. **Beans (Phaseolus spp.) as a model for understanding crop evolution**. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, n. 8, p. 1-20, 2017.
- BRASIL, Decreto Nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, 20 de agosto de 2012. 191º da Independência e 124º da República.
- BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 395 p.
- CARVALHO, T.C. Sensibilidade de análises de raios X para detecção de injúrias mecânicas, imediatas e latentes, em sementes de soja e relações com o potencial fisiológico. Dissertação de Mestrado. USP/ ESALQ. 2009. 86p
- COELHO, C. M. 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**, v. 32, n. 3, p. 97-105, 2010.
- COPELAND, L. O. How seed damage affects germination. *Crops & Soils Magazine*. Madison. v. 24, n. 9, p. 9-22, 1972.

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.

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](http://doi:10.5747/ca.2005.v01.n1.a005) >.

DELOUCHE, J. C. Mechanical damage to seed. In: **SHORT COURSE FOR SEEDSMAN**, 1967, Mississippi, Proceedings... Mississippi State University, p. 69-71.

Dias, D.C.F.S.; Vieira, A.N. e Bhéring, M.C. - Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão de vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, 1998 vol. 20, n. 2, p. 408-413.

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

FIGUEIREDO-FILHO, D. B.; SILVA-JÚNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, v. 18, n. 1, p. 115-46, 2009.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. The tetrazolium test for soybean seeds. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 71p.

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

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Seed vigour testing. International Rules for Seed Testing. Zurich: ISTA, 2014.

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/proceedings/associationof-official-seed >.

LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 123-130, 2011.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. cap. 1, p. 1-21.

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.

LONDRES, F. As sementes da paixão e as políticas de distribuição de sementes na Paraíba: Experiências agroecológicas de conservação e uso. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2014, 83 p.

MAQUET, A.; VEKEMANS, X.Z.; BAUDOIN, J.P. Phylogenetic study on wild allies of lima bean, *Phaseolus lunatus* (Fabaceae), and implications on its origin. **Plant Systematics and Evolution**, v.218, n.1-2, p.43-54, 1999.

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> >.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Electrical conductivity vigour test: physiological basis and use. **ISTA News Bulletin**, n. 131, p. 32-35, 2006.

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. 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

MAKKAWI, M.; BALLA, M.E.; BISHAW, Z. E VAN GASTEL, A.J.G. (2008) - Electrical conductivity in Lentil seed leachates using a single-seed analyzer. *Journal of New Seeds*, vol. 9, n. 2, p. 267-283.

RECH, E.G.; VILLELA, F.A. E TILLMANN, M.A.A. (1999) - Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 21, n. 2, p. 1-9.

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.

SEIDU, K. T.; OSUNDAHUNSI, O. F.; OLALEYE, M. T.; OLUWALANAA, I. B. Amino acid composition, mineral contents and protein solubility of some lima bean (*Phaseolus lunatus* L. Walp) seeds coat. **Food Research International**, v. 73, n. 2, p. 130-134, 2015.

SHARF, A. F. Correlation of germination data of corn and soybean seed lots under laboratory, greenhouse, and filed 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: 26 de nov. 2019.

SILVA, T. L.; GAMEIRO, A. H. O comércio exterior brasileiro de sementes forrageiras. In: GAMEIRO, A. H. (Org.). Competitividade do agronegócio brasileiro: textos selecionados. 1ed. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2006, v. 1, p. 155-168. Disponível em: < http://lae.fmvz.usp.br/pdf/2005_Silva_Gameiro.pdf >.

SALINAS, A.R.; YOLDJIAN, A.M.; CRAVIOTO, R.M. E BISARO, V. (2001) - Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 36, n. 3, p. 371-379.

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.

SILVA, J. E. N.; MELHORANÇA FILHO, A. L.; SILVA, R. G. P. O. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão manteiguinha. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 17, n. 6, p. 37-46, 2013.

SPONCHIADO, J. C.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M. Teste de condutividade elétrica para determinação do potencial fisiológico de sementes de aveia branca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, supl, p. 2405-2414, 2014.

TUNES, L. M; TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M. F. B.; DUARTE, V. B. Envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. italica Plenck). **Bioscience Journal**, v.28, n.2, p.173-179. 2012.

VANZOLINI, S. E NAKAGAWA, J. (2005) - Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, n. 2, p. 151-158.

VIEIRA, R.D.; SCAPPA-NETO, A.; BITTENCOURT, S.R.M. E PANOBIANCO, M. (2004) - Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, vol. 61, n. 1, p. 164-168.

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

