

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE FEIJÕES ESPECIAIS

ELECTRICAL CONDUCTIVITY AS A TOOL FOR EVALUATION OF SPECIAL BEANS

Elaine Souza de Lima¹

Andréa dos Santos Oliveira²

Tanismare Tatiana de Almeida³

Pedro Silva Filho⁴

Mariana Laranjeira dos Santos⁵

Resumo: Os feijões especiais, pertencentes aos gêneros *Vigna* e *Phaseolus*, são leguminosas com grande importância nutricional e econômica, amplamente cultivadas para consumo humano e animal. Dentre as espécies mais comuns, destacam-se o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), o feijão-mungo (*Vigna radiata*), o feijão-azuki (*Vigna angularis*) e o feijão-preto (*Phaseolus vulgaris*). A qualidade das sementes dessas leguminosas é fundamental para garantir o sucesso da produção agrícola, visto que sementes de boa qualidade resultam em maior vigor e produtividade. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das sementes de feijões especiais utilizadas por produtores no estado de Mato Grosso. O experimento foi conduzido no Centro de Estudos e Análises de Sementes (CEAS)

1 Graduada em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Cáceres. <https://orcid.org/0009-0008-1177-7890>

2 Doutora em Agronomia, Professora do Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Cáceres. <https://orcid.org/0000-0002-9061-2304>

3 Doutora em Agronomia, Professora do Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Cáceres. <https://orcid.org/0000-0001-8846-6857>

4 Mestrando em Genética e Melhoramento de plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Cáceres. <https://orcid.org/0009-0006-4443-1736>

5 Graduada em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Cáceres. <https://orcid.org/8083720866213725>



da Universidade do Estado de Mato Grosso, utilizando 12 cultivares de feijão, com 4 repetições. Os testes realizados incluíram pureza, umidade, peso de mil sementes, germinação, emergência, tetrazólio e condutividade elétrica. Para o teste de condutividade elétrica, foram realizadas combinações entre quantidade de sementes e tempo de leitura. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com a análise dos dados realizada por meio do teste de Scott-Knott e da análise de correlação de Pearson. O agrupamento das espécies foi realizado usando o método de Tocher e a análise hierárquica UPGMA.

Palavras-chave: Pulses. Vigor de sementes. Vigna

Abstract: Special beans, belonging to the genera *Vigna* and *Phaseolus*, are legumes of great nutritional and economic importance, widely cultivated for human and animal consumption. The most common species include cowpea (*Vigna unguiculata*), mung bean (*Vigna radiata*), azuki bean (*Vigna angularis*), and black bean (*Phaseolus vulgaris*). The quality of the seeds of these legumes is essential to ensure the success of agricultural production, as high-quality seeds result in greater vigor and productivity. Thus, the objective of this study was to evaluate the quality of special bean seeds used by producers in the state of Mato Grosso. The experiment was conducted at the Seed Studies and Analysis Center (CEAS) of the University of the State of Mato Grosso, using 12 bean cultivars, with 4 replications. The tests performed included purity, moisture, thousand-seed weight, germination, emergence, tetrazolium, and electrical conductivity. The purity analysis followed the guidelines of Brazil (2009), and the germination assessment was conducted according to the specific conditions for each species. For the electrical conductivity test, the seeds were soaked in water for different periods, and the readings were taken for various combinations of seed quantities and soaking times. The experimental design was completely randomized, with data analysis performed using the Scott-Knott test and Pearson correlation analysis. Species grouping was carried out using the Tocher method and hierarchical UPGMA analysis. The research aims to provide information on the quality of seeds used

by producers, enabling better practices to optimize production and ensure the quality of bean crops in the state.

Keywords: Pulses. Seeds vigor. Vigna

INTRODUÇÃO

Pulses são leguminosas secas que, ao serem cozidas, produzem um caldo grosso. Nesse grupo estão incluídos o grão-de-bico, ervilha, lentilha e os feijões. Entre essas leguminosas, os feijões destacam-se pela ampla aceitação e pela importância na dieta de diversas populações ao redor do mundo. Originário das Américas, o feijão pertence à família Fabaceae e ao gênero *Phaseolus*, que inclui cerca de 55 espécies. No Brasil, as espécies mais relevantes do ponto de vista econômico são o *Phaseolus vulgaris*, popularmente conhecido como feijão-comum, e o *Vigna unguiculata*. Essas espécies são cultivadas em diferentes regiões devido à sua adaptabilidade, elevado valor nutritivo e relevância na segurança alimentar e econômica (MADRUGA et al., 2021).

Dentre a ampla diversidade o gênero *Vigna*, as espécies de *Vigna mungo*, *Vigna radiata*, *Vigna unguiculata* e *Vigna angularis*, são amplamente apreciadas por suas características e aplicações. Em particular, o *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, conhecido como feijão mungo, tem ganhado destaque por suas propriedades funcionais, especialmente na alimentação tradicional chinesa. Esse feijão é reconhecido por suas atividades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias, além de ser uma excelente fonte de compostos bioativos benéficos à saúde. Tais atributos tornam o feijão mungo um recurso valioso para a promoção do bem-estar, na prevenção de doenças e o controle de condições inflamatórias e infecciosas. Assim, esse alimento apresenta como uma alternativa promissora não apenas para diversificar a produção de feijões em diferentes regiões, mas também para o desenvolvimento de terapias naturais e complementares no contexto da medicina preventiva (LO et al., 2020).

Nos últimos anos, a busca por alimentos naturais e nutritivos impulsionou o interesse por leguminosas em diversas regiões do mundo. Nesse contexto, o feijão-mungo (*Vigna radiata*) ganhou destaque, especialmente em pratos da culinária asiática e ocidental. Sua composição nutricional, rica em vitaminas, minerais e com baixo teor calórico, contribuiu para sua popularidade crescente, especialmente em países como o Brasil, onde opções saudáveis são cada vez mais valorizadas (LIMA et al., 2004; SILVA et al., 2019).

Além disso, outras leguminosas, como o *Vigna mungo*, apresentam elevada importância alimentar e agrícola. Essa espécie destaca-se por sua versatilidade e contribuição para a fertilidade do solo por meio da fixação de nitrogênio, sendo amplamente cultivada em países asiáticos, com a Índia liderando sua produção mundial (JEGADEESAN et al., 2021).

O *Vigna unguiculata*, conhecido como feijão-caupi, reforça a relevância das leguminosas na alimentação humana e animal devido ao seu alto valor nutricional. Apesar de ser menos explorado em pesquisas, métodos de processamento têm permitido a redução dos fatores antinutricionais presentes, ampliando seu potencial de consumo (ABEBE; ALEMAYEHU, 2022).

No Japão, o feijão azuki (*Vigna angularis*) é comumente usado na elaboração de doce, observando-se que a sua casca vermelha é rica em antioxidantes (ORSI et al., 2017).

Por sua vez, no cenário brasileiro, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa um papel central na agricultura nacional. Com ampla adaptação a diferentes climas e sistemas de cultivo, essa espécie apresenta uma variabilidade genética significativa, refletida em sua classificação em raças associadas aos centros de domesticação. Essa diversidade é essencial para o aprimoramento do desempenho agrônomo em condições ambientais distintas, reforçando sua importância como base da segurança alimentar do país (GUIMARÃES et al., 2006; MADRUGA et al., 2021).

E para garantir a produção desses feijões, o uso de sementes com elevada qualidade fisiológica é fundamental para garantir o sucesso no estabelecimento da lavoura. Sementes com baixa qualidade, ou seja, com menor vigor e potencial de germinação, resultam em lavouras com população reduzida de plantas, o que leva a uma densidade inadequada, ocasionando prejuízos econômicos

significativos (MARCOS FILHO, 2005). A escolha de sementes de qualidade superior é crucial para o bom estabelecimento de uma lavoura (ARAÚJO et al., 2010). Além disso, conhecer a sua procedência e origem, é um requisito para fins de comercialização juntamente com os testes de germinação e pureza, que são exigências previstas pela legislação. Contudo, a avaliação do vigor das sementes produzidas é imprescindível para se obter informações mais precisas sobre o desempenho dos lotes.

Dentre os métodos utilizados, o teste de tetrazólio se destaca por ser uma ferramenta estratégica para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, com base na caracterização dos tecidos vivos e na identificação dos principais fatores que comprometem sua qualidade, como danos mecânicos (imediatos e latentes), danos causados por percevejos e danos relacionados à umidade. O teste é aplicável em todas as etapas, desde a produção, colheita, secagem e beneficiamento até o armazenamento e comercialização das sementes. (BARROS; FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

No Brasil, o teste de tetrazólio tem sido amplamente aplicado no controle de qualidade de sementes, alcançando uma relevância inédita em comparação até mesmo com os países onde foi originalmente desenvolvido. Sua metodologia foi aprimorada, com destaque para a determinação do índice de vigor, o que tornou o teste ainda mais atrativo, especialmente para sementes de feijão comum. (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2019).

No entanto, quando a finalidade é avaliar a degradação do sistema de membrana celular, o teste de condutividade elétrica é um método rápido e eficiente para a determinação do vigor, principalmente como complemento as informações obtidas no teste de germinação.

Essa técnica consiste na quantificação dos eletrólitos liberados pela semente na água de embebição sendo essa quantidade proporcional ao grau de desorganização da membrana sendo assim, esse teste é amplamente reconhecido como uma ferramenta eficaz na avaliação do vigor das sementes, permitindo uma análise detalhada de sua qualidade fisiológica e fornecendo informações essenciais para a tomada de decisões no manejo e armazenamento, garantindo maior eficiência no estabelecimento de lavouras. (DUTRA; FILHO, 2006).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho é avaliar por meio do teste de condutividade elétrica a qualidade das sementes de feijões especiais utilizados por produtores no Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório e na área de horticultura do Centro de Estudos e Análises de Sementes (CEAS), da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Jane Vanini-Cidade Universitária. As espécies utilizadas no experimento foram os feijões do gênero *Vigna* (*V. Radiata* –, *V. angularis*, *V. mungo* *V. unguiculata*) e *Phaseolus* (*P. Vulgaris*), totalizando 12 tratamentos, com 4 repetições. As sementes utilizadas no experimento foram doadas por produtores, que utilizam o material propagativo para produção de grãos no Mato Grosso.

Antes de serem realizados os testes, cada lote foi homogeneizado no divisor tipo solo, com 18 canaletas até obter a amostra média para ser utilizada nos testes. Com a obtenção da amostra, foi realizado o teste de pureza, seguindo as recomendações das Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009). Com a obtenção da fração pura das sementes, foram realizados os seguintes testes:

- Umidade: o teste foi realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), com duas repetições. As sementes foram dispostas em cápsulas de alumínio e pesadas antes de serem colocadas na estufa com a temperatura de 105°C por 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso úmido.
- Peso de mil sementes: Foram tiradas uma amostra representativa das sementes, após isso foi tirada uma quantidade padrão de 8 repetições de 100 sementes cada e foram pesadas e calculada a média das sementes.
- Teste de germinação: realizado com quatro repetições de 50 sementes dispostas em substrato papel, acondicionada em BOD com a temperatura e fotoperíodo indicado para



cada espécie, conforme as Regras Para Análise de Sementes. As leituras foram realizadas em 2 períodos, para avaliação da primeira contagem e a germinação, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. (BRASIL,2009).

- Teste de emergência: quatro repetições com 50 sementes, foram semeadas em canteiros. Diariamente foi computada a emergência das plântulas para avaliação do índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962) e para determinar o estande inicial, aos 7 dias e aos 15 dias a emergência, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas emersas Tetrázólio: foi realizado com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento.
- Os procedimentos realizados para o teste seguiram as normas das Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 2009), de acordo com as recomendações para cada espécie. Após o tempo de coloração, as sementes foram avaliadas quanto a sua viabilidade (BRASIL, 2009) e vigor (Krzyzanowsky, 2020), com os resultados expressos em porcentagem.
- Condutividade elétrica: para a condutividade elétrica, foram realizadas combinações entre quantidade de sementes e tempo de leitura. Quatro repetições de 25, 50 e 75 sementes por tratamento, foram pesadas e acondicionadas em copos de plástico descartáveis, contendo 75 ml de água destilada. Em seguida, os copos foram colocados em câmara BOD, com a temperatura de 25 °C, e a leitura foi realizada com 4, 8, 12 e 24 horas de embebição (ARAÚJO et al., 2010). Os resultados foram expressos em uS cm⁻¹ g⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para análise do perfil das sementes de feijão, foram utilizados o teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao teste de condutividade elétrica, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 1 X 3 X 4, sendo consideradas as espécies e seus respectivos cultivares/lotos (12) X quantidade de sementes (25, 50 e 75 sementes) X tempo de leitura (4, 8, 12 e 24

horas). Para análise, foi realizado o teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar.

Para o agrupamento das espécies, baseada na sua contribuição por meio dos testes avaliados, utilizou-se o método de otimização de Tocher e o método Hierárquico de agrupamento médio entre grupos (UPGMA), utilizando-se a distância de Mahalanobis (D2). Também foi quantificada a contribuição dos caracteres, por meio da metodologia de Singh. As análises foram realizadas por meio do programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar o entendimento na interpretação dos resultados, foi elaborada tabela abaixo com a codificação utilizada cada lote de sementes de feijão (Tabela 1).

Tabela 1 - Identificação das espécies, cultivares e variedades e identificação por lote das sementes de feijão utilizadas no experimento.

ESPECIE	IDENTIFICAÇÃO	LOTE
Vigna mungo	Mungo preto	1MUN
	Mungo preto	2MUN
	IAC VM 211	3MUN
Vigna radiata	Mungo verde	1RAD
	Mungo verde	2RAD
Vigna unguiculata	Caupi	1UNG
	BRS Tapaium	2UNG
	Azuki	1ANG
Vigna angularis	Azuki	2ANG
	Red bambu	3ANG
Phaseolus vulgaris	IAC 2156	1PHA
	IAC 2154	2PHA

O perfil dos lotes de sementes de feijão está descrito na tabela 2. A unidade de sementes

variou entre 13,81 e 17,69. Percebe-se que mesmo com essa variação, entre a mesma espécie, a diferença está dentro do esperado, valores entre 2,0% entre amostras de um mesmo lote a ser avaliado (MARCOS-FILHO, 2015). O peso de mil sementes variou de acordo com o tamanho da semente e a espécie, com peso mínimo de 42,54 g e máximo de 418,65 g. Essa diferença entre valores está associada ao tamanho das sementes, variável dentro de cada espécie e cultivar (Tabela 2).

A primeira contagem de germinação variou entre os materiais analisados, encontrado porcentagens de 1 a 50, diferenciando em 6 níveis de vigor. Menor vigor foi observado para o lote 2 UNG, enquanto que o maior vigor foi verificado para 1 RAD e 2 RAD. No que se refere ao critério de viabilidade de sementes, a porcentagem de germinação não foi verificada de acordo com as espécies, e sim com a qualidade do lote, sendo assim aquelas de melhor viabilidade nas sementes de 2MUN e 1RAD, seguido de 1MUN, 2RAD, 3MUN e 1UNG. Para as demais espécies, a germinação ficou abaixo do padrão recomendado para germinação (tabela 2).

Contudo, para as demais espécies, os índices de germinação ficaram abaixo do padrão mínimo recomendado pela Instrução Normativa nº 45/2013, que estipula, por exemplo, 80% para sementes de feijão. Esses resultados demonstram que a qualidade do lote desempenha papel crucial no vigor e viabilidade das sementes, destacando a importância de boas práticas de produção e armazenamento para atender aos padrões exigidos pela legislação. Além disso, reforça-se a necessidade de avaliações rigorosas, especialmente para lotes que não atendem aos índices mínimos, já que esses podem comprometer o desempenho agrícola (BRASIL, 2013)

Nos parâmetros de vigor associados ao estande inicial, índice de velocidade de emergência, emergência e tetrazólio no vigor e viabilidade, os níveis de vigor foram estratificados de forma diferenciada. Para o estande inicial, nota-se quatro níveis de vigor, com melhores respostas para 2MUN e 1RAD, seguidos de 1MUN, 2UNG, 1ANG, 2ANG e 3ANG, 1PHA, 2PHA.

Esses resultados estão alinhados com os achados de Marcos Filho (2015), que destaca que lotes de sementes com maior vigor apresentam melhor estabelecimento inicial das plântulas, resultando em estandes mais uniformes. O destaque dos lotes 2MUN e 1RAD confirma a influência da qualidade

fisiológica das sementes sobre o desempenho inicial, enquanto o lote 2UNG, com o menor índice, reflete uma provável redução na viabilidade, conforme discutido por Peske et al. (2019), que relacionam baixo vigor com impactos negativos no estabelecimento das plantas. Apesar das diferenças nos níveis de vigor, esses lotes possuem potencial para uso agrícola sob condições favoráveis, corroborando os resultados de Carvalho e Nakagawa (2012), que destacam que a uniformidade do estande inicial depende tanto da qualidade das sementes quanto das condições ambientais.

As velocidades de emergência das sementes de feijões foram estratificadas em 3 níveis, nos quais o primeiro grupo foi composto pelo 1MUN, 2 MUN e 1UNG. O segundo nível compreende os 1RAD e 2RAD, 1ANG, 2ANG 3 ANG, 2UNG, 1PHA, 2PHA e, e o terceiro nível compreende o 3 MUN (tabela 2).

Maguire (1962) afirma que o IVE é um indicador confiável do vigor de sementes. Valores elevados de IVE estão correlacionados com plântulas vigorosas e com rápida emergência, conforme observado nos lotes 1 MUN e 2 MUN. Já o lote 3 MUN, com IVE baixo, indica menor vigor, o que está de acordo com a emergência inferior. Além disso, segundo Jauer et al. (2002) observaram que diferenças no IVE entre cultivares de feijão estão diretamente relacionadas à qualidade fisiológica das sementes e à capacidade de germinação sob condições de estresse. Portanto, avaliar o IVE em diferentes lotes permite identificar não só o vigor, mas também o potencial de adaptação das sementes, o que está alinhado com os resultados observados na tabela fornecida.

Já para a emergência, verifica a distinção em dois níveis de vigor, com o mais baixo para os lotes 3MUN e os demais com vigor mais alto.

Também se observa para o tetrazólio vigor e viabilidade dois níveis, com menor vigor em 1UNG E 2 UNG e a viabilidade menor em 1UNG e 1ANG. (danos, insetos, mecânicos)

Grzybowski et al. (2012) também investigaram o uso do teste de tetrazólio para avaliar o vigor e a viabilidade das sementes. Onde os autores observaram que o teste permite a separação clara entre sementes viáveis e não viáveis, com lotes de maior qualidade apresentando melhor coloração e desenvolvimento.

Tabela 2 – Caracterização dos lotes de sementes de feijões especiais por meio dos testes de umidade, peso de mil sementes, primeira contagem de germinação, germinação, estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência, tetrazólio vigor e tetrazólio viabilidade, utilizados por produtores no Mato Grosso.

LOTE	UMID	PC*	GERM	E.I*	EMER	TZ V*	TZ VB*	IVE*	PMS*
	-----%-----								(g)
1 MUN	14,76	44 b	88 b	64 c	99 a	100 a	100 a	9,48 a	46,16
2 MUN	15,83	46 b	99 a	83 a	92 a	100 a	100 a	9,49 a	49,18
3 MUN	14,99	34 c	67 c	3 d	78 b	94 a	94 a	3,83 c	42,54
1 RAD	16,61	49 a	97 a	76 b	94 a	100 a	100 a	8,48 b	66,34
2 RAD	17,69	50 a	92 b	72 b	87 a	100 a	100 a	8,59 b	68,65
1 UNG	16,90	46 b	91 b	83 a	94 a	61 b	58 b	9,30 a	208,46
2 UNG	15,40	11 d	22 d	58 c	88 a	63 b	93 a	7,87 b	201,23
1 ANG	15,90	38 c	76 c	62 c	91 a	62 b	62 b	8,47 b	106,49
2 ANG	14,81	36 c	72 c	60 c	90 a	73 b	73 a	8,16 b	80,98
3 ANG	16,53	42 b	83 b	67 c	81 a	100 a	100 a	8,03 b	75,11
1 PHA	14,42	35 c	69 c	63 c	91 a	99 a	99 a	8,29 b	418,65
2 PHA	14,45	45 b	89 b	54 c	92 a	97 a	97 a	8,03 b	175,75
CV (%)	-	6,65	6,65	8,74	6,77	10,99	7,64	7,64	-

* PMS – peso de mil sementes, PC – primeira contagem, EI – estande inicial, IVE – índice de velocidade de emergência, TZV – Tetrazólio vigor, TZVIAB – Tetrazólio viabilidade.

A Tabela 3 apresenta os valores de condutividade elétrica das sementes de feijão dos grupos Vigna e Phaseolus em diferentes lotes, tempos de condicionamento (4, 8, 12 e 24 horas) e quantidades de sementes (25, 50 e 75 sementes). A condutividade elétrica reflete o vigor das sementes, pois valores mais altos indicam maior lixiviação de eletrólitos e menor integridade das membranas celulares. Lotes como 1MUN e 3ANG apresentaram condutividade mais elevada, sugerindo menor vigor, enquanto lotes como 2MUN e 2PHA mostraram melhores resultados. O aumento do tempo de condicionamento intensificou a condutividade, especialmente após 24 horas, evidenciando a deterioração das sementes. A quantidade de sementes também influenciou os resultados, com valores menores de condutividade

em amostras de 25 sementes. O teste de Scott-Knott confirmou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, destacando a importância do teste de condutividade elétrica na identificação de lotes de sementes com maior vigor e viabilidade. Já o 2 UNG na primeira contagem teve uma porcentagem mais baixa de plântulas germinadas, na germinação também foi baixa, porém a emergência tetrazolio vigor e tetrazolio viabilidade foram boas. Com base nos dados, isso pode ser atribuído a um tegumento mais duro, dificultando a absorção de água e, consequentemente, afetando a emergência e o estabelecimento inicial.



Tabela 3 – Condutividade elétrica de sementes de feijão do grupo Vigna e Phaseolus, utilizada por produtores de grãos no Mato Grosso, em função de lotes, quantidade de sementes e tempo de leitura.

LOTE	Tempo de condicionamento (horas)											
	4				8				12		24	
	Quantidade de sementes											
	25	50	75	25	50	75	25	50	75	25	50	75
Condutividade elétrica (µS cm-1)												
IMUN	749,00 bB	346,42 bA	2 7 0 , 8 9	420,62 aA	507,22 aA	421,22 bA	524,07 bA	4 2 6 , 5 7	237,30 aA	615,06 bB	506,75 aB	174,65 aA
		aA						bA				
2MUN	11,16 aA	13,02 aA	22,90 aA	623,71 bA	307,38 aA	420,16 bA	546,54 bA	3 8 5 , 7 9	581,79 bA	9 5 2 , 9 8	104,01 aA	106,14 aA
								bA		bB		
3MUN	111,56 aA	416,53 bA	1 8 3 , 1 6	833,48 bB	363,05 aA	182,89 aA	1 5 4 4 , 8 5	93,82 aA	54,34 aA	2 4 8 , 6 7	111,30 aA	62,82 aA
		aA						bB		aA		
IRAD	46,20 aA	106,97 aA	27,58 aA	696,77 bB	198,22 aA	105,18 aA	782,23 bB	2 1 4 , 5 1	129,51 aA	5 8 4 , 9 4	90,55 aA	146,75 aA
								aA		bB		
2RAD	606,14 aA	424,72 bA	2 0 7 , 5 2	1202,54 cB	309,69 aA	315,48 bA	795,88 bA	7 8 0 , 6 8	1 0 4 6 , 8 0	8 9 8 , 5 3	250,05 aA	429,81 aA
		aA						cA		bB		
IUNG	208,18 aA	87,06 aA	68,53 aA	269,43 aA	77,40 aA	25,22 aA	279,02 cA	85,56 aA	50,21 aA	3 2 7 , 5 4	164,76 aA	89,94 aA
									aA			
2UNG	4,53 aA	86,24 aA	49,71 aA	15,09 aA	79,50 aA	62,41 aA	11,73 aA	78,62 aA	100,73 aA	18,97 aA	105,49 aA	100,00 aA
IANG	644,54 bA	435,58 bA	1 8 8 , 6 9	2769,54 dB	2509,21 bB	1610,71 cA	544,33 bB	1 0 8 , 0 5	140,26 aA	471,96 aA	349,05 aA	272,02 aA
		aA						aA				
2ANG	48,60 aA	42,73 aA	37,05 aA	682,07 bB	283,09 aA	98,09 aA	444,78 bA	1 1 2 , 1 6	17,33 aA	3 5 5 , 8 8	186,36 aA	149,56 aA
								aA		aA		
3ANG	37,18 aA	34,09 aA	27,12 aA	641,98 bB	237,55 aA	125,44 aA	527,71 bA	2 4 7 , 4 8	155,88 aA	421,29 aA	259,05 aA	238,88 aA
								aA				
IPHA	276,70 aA	52,55 aA	6,29 aA	525,70 bB	218,75 aA	47,23 aA	81,95 aA	67,65 aA	37,36 aA	119,68 aA	78,05 aA	42,15 aA
2PHA	67,94 aA	71,97 aA	74,17 aA	890,12 bA	622,55 aA	589,52 bA	1 7 6 2 , 5 9	1 4 8 , 2 5	106,14 aA	195,73 aA	157,35 aA	88,75 aA
							cB	aA				

As médias, seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de

Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

No agrupamento dos feijões por meio das características avaliadas, observa-se a presença de 3 grupos: um com 83,34% de dissimilaridade, representada pelos lotes 2MUN, 1RAD, 3ANG, 1PHA, 2PHA, 2ANG, 1UNG, 2UNG, 3MUN e 1MUN, dois com 8,33% de dissimilaridade, representada pelo 2RAD (grupo2) e 1ANG (grupo3) e (grupo 1) (Tabela 4).

Tabela 4 - Representação do agrupamento pelo método de otimização de Tocher com base na dissimilaridade entre os testes de qualidade de sementes entre os 12 lotes de feijão, Cáceres- MT.

Grupo	Materiais	%
I	2MUN, 1RAD, 3ANG, 1PHA, 2PHA, 2ANG, 1UNG, 2UNG, 3MUN e 1MUN	83,34
II	2RAD	8,33
III	1ANG	8,33

O método de Tocher organiza genótipos em grupos com base em matrizes de dissimilaridade, permitindo que genótipos mais semelhantes sejam alocados juntos. Essa abordagem é particularmente útil em estudos de diversidade genética e qualidade de sementes, pois oferece uma visão estruturada das relações entre os materiais. Ao aplicar esse método, é possível identificar padrões e hierarquias nos dados, facilitando a interpretação e tomada de decisões em programas de melhoramento genético ou no manejo agrícola. Uma das principais vantagens do método é a sua capacidade de reduzir a complexidade dos dados, agrupando os materiais de forma que as similaridades sejam evidenciadas, enquanto as diferenças são mais claramente destacadas. No caso da Tabela 4, a formação de três grupos distintos reflete um cenário claro das similaridades e diferenças entre os genótipos avaliados, o que facilita a análise das características das sementes, como germinação, vigor e resistência a estresses.

Os genótipos de feijão foram agrupados utilizando o método de Tocher, o que resultou em uma forte concentração no Grupo I (83,34%), indicando relativa similaridade entre a maioria dos materiais analisados em termos de qualidade de sementes. Já os Grupos II e III apresentaram apenas 8,33% dos materiais cada, sugerindo menor dissimilaridade dentro desses grupos

Estudo de Vieira et al., (2007) trabalhando com milho, os autores utilizaram o método de Tocher para avaliar a qualidade de sementes e relataram que o maior grupo incluiu genótipos com comportamento uniforme em vigor e germinação. Isso é consistente com o que foi observado na Tabela 4 para o Grupo I, que contém genótipos semelhantes em desempenho.

No que se refere a contribuição de cada característica avaliada, percebe-se que apenas a condutividade elétrica apresenta resposta, sendo as maiores porcentagens para o tempo de leitura de 8 horas, com 25, 50 e 75 sementes (Tabela 5). Falando sobre a Condutividade elétrica se destacou em todas as quantidades de sementes e tempos de leitura, com valores de contribuição significativamente maiores em comparação com outros parâmetros. Por exemplo, para 50 sementes, o valor de contribuição foi de 24,9% no tempo de 8 horas, indicando que a condutividade elétrica foi a principal variável que contribuiu para a diferenciação entre os genótipos em termos genéticos.

Tabela 5 - Contribuição relativa dos caracteres de qualidade de sementes de 12 lotes de feijão de acordo com método proposto por Singh (1981).

Variáveis		Contribuição relativa (%)	
Tetrazólio	viabilidade	0,0	
	Vigor	0,0	
Condutividade elétrica	25 sementes	4h	4,44
		8h	27,3
		12h	15,8
		24h	4,8
	50 sementes	4h	1,7
		8h	24,9
		12h	2,5
		24h	0,9
	75 sementes	4h	0,6
		8h	11,4
		12h	5,0
		24h	0,7
Germinação		0,0	
Primeira contagem		0,0	
Estande inicial		0,0	
IVE		0,0	
Emergência		0,0	

O método de Singh (1981) é uma técnica utilizada para calcular a contribuição relativa de várias características fenotípicas para a dissimilaridade genética entre diferentes genótipos. No contexto da tabela, a metodologia ajuda a entender como diferentes características, como condutividade elétrica, viabilidade, vigor, e outros parâmetros de germinação, influenciam a discriminação genética entre os genótipos de feijão (SINGH, 1981).

Outras variáveis, como tetrazólio, viabilidade, vigor, germinação, primeira contagem, estandarte inicial, IVE e emergência, tiveram contribuições de 0%. Isso significa que essas características não mostraram variações suficientes para impactar significativamente a dissimilaridade genética dos genótipos analisados.

Olhando para outro lado um exemplo relevante é o trabalho de Silva et al. (2020), que destaca que sementes certificadas apresentam vantagens claras em termos de germinação, vigor e uniformidade de plântulas em relação às sementes salvas. O estudo mostra que o uso de sementes certificadas resulta em ganhos de produtividade de até 25% em comparação com sementes de origem caseira. Por outro lado, Santos et al. (2018) observaram que o uso de sementes salvas, quando bem selecionadas e armazenadas corretamente, pode oferecer um desempenho aceitável, especialmente em sistemas de agricultura familiar de baixo custo.

Atualmente, apesar de existir um grande número de cultivares de feijão com todas as características desejáveis disponíveis, a maioria dos produtores ainda não utiliza sementes certificadas. Muitas vezes, mesmo utilizando uma cultivar recomendada pela pesquisa, os produtores empregam grãos comuns para a semeadura em vez de sementes certificadas. Isso ocorre principalmente devido ao uso de sementes salvas, que são remanescentes da última safra e produzidas sem seguir as normas legais para produção formal de sementes. São comuns a troca e a comercialização informal dessas sementes entre os agricultores, além da aquisição de grãos em feiras e comércios locais para plantio.

A análise da condutividade elétrica, associada a outros testes de vigor, é uma ferramenta importante para a seleção de sementes de melhor qualidade, contribuindo para a otimização da produção de feijões especiais no estado de Mato Grosso.

CONCLUSÃO

O teste de condutividade elétrica com embebição de 8 horas é eficaz para avaliar a qualidade dos feijões especiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEBE, B. K.; ALEMAYEHU, M. T. A review of the nutritional use of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) for human and animal diets. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 10, p. 100383, dez. 2022.

ARAÚJO, R. F.; et al. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. *Revista Brasileira de Sementes*, Viçosa-MG, v. 33, nº 1, p. 123-130, nov. 2010.

BARROS, A. P.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. *Fundamentos da fisiologia de sementes*. 3. ed. Londrina: ABRATES, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelece padrões de identidade e qualidade para sementes de espécies agrícolas. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 set. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção*. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

CRUZ, C. D.; et al. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no estudo de divergência. *Revista Brasileira de Genética*, v. 17, n. 1, p. 119-123, 1994.

CRUZ, C. D. *Programa Genes: Biometria*. 1. ed. Viçosa: UFV, 2006.

DUTRA, A. S.; FILHO, S. M. Condutividade elétrica em sementes de feijão caupi. *Rev. Ciênc. Agron.*, 2006. Acesso em: 29 nov. 2024.

GONÇALVES, J. G. R. et al. Estudo da estabilidade fenotípica de feijoeiro com grãos especiais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 4, p. 922–931, ago. 2010.

GRZYBOWSKI, T.; et al. Adaptação do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade e do vigor de sementes. *Ciência Rural*, v. 42, n. 3, p. 494-500, 2012.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n. 1, p. 70–75, 2006. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso em: 26 nov. 2024.

JEGADEESAN, S. et al. Draft genome sequence of the pulse crop blackgram [*Vigna mungo* (L.) Hepper] reveals potential R-genes. *Scientific Reports*, v. 11, p. 11247, 27 maio 2021.

JAUER, A., et al. Vigor de sementes de feijão e sua relação com a qualidade fisiológica e a capacidade de germinação sob estresse. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 4, p. 527- 535, 2002.

KRZYZANOWSKI, F., C. NETO J.B. 2001. Vigor de sementes. Londrina, PR. Informativo ABRATES.

LIMA, V. L. A. G. D. et al. Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (*Vigna radiata* L.). *Revista de Nutrição*, v. 17, n. 1, p. 53–57, mar. 2004.

LO, F.; SILVA, J.; PEREIRA, M. O impacto de compostos bioativos no consumo de feijões e a prevenção de doenças. *Journal of Functional Foods*, v. 12, n. 3, p. 456-467, 2020.

MADRUGA, F. B. et al. Sementes de pulses: situação atual e perspectivas. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, e98101220217, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20217>. Acesso em: 28 nov 2024.

MADRIZ, Petra M. El cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y el frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp). Instituto de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, 2101, Aragua, Venezuela. Apdo. 4579, 2012.

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

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

NAADEEM, M. et al. Analysis of genetic diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using morpho-agronomic and molecular markers. *Genetics and Molecular Research*, v. 19, n. 1, e10072, 2020.

ORSI, D. C.; NISHI, A. C. F.; CARVALHO, V. S.; ASQUIERI, E. R. Chemical composition, antioxidant activity and development of desserts with azuki beans (*Vigna angularis*). *Braz. J. Food Technol.*, v. 20, e2016174, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft>.

PESKE, S. T.; BLAZQUEZ, R. E.; VARGAS, R. E. Análise de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 41, n. 1, p. 131-150, 2019.

SANTOS, L. F.; CARVALHO, R. G.; MENEZES, A. O. Comparação do desempenho de sementes salvas e certificadas em sistemas de agricultura familiar. *Cadernos de Ciência Agrícola*, v. 15, n. 2, p. 45-56, 2018.

SILVA, J. M. H. M. et al. PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FARINHA DE MOYASHI - BROTO DE FEIJÃO MUNGO-VERDE (*Vigna radiata*, Fabaceae). *Visão Acadêmica*, v. 20, n. 2, 11 jul. 2019.

SILVA, R. N. O. Genetic diversity in lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) by morphological and molecular markers. Universidade Federal do Piauí (UFPI), 2011.

SILVA, R. N. O.; CRUZ, C. D.; MOREIRA, M. A. Estudo da diversidade genética em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) com marcadores moleculares. *Revista Brasileira de Genética*, v. 17, n. 1, p. 119-123, 2012.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, M. A.; SOUZA, P. H. Qualidade fisiológica de sementes certificadas e salvas de feijão em diferentes condições de armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 42, n. 3, p. 210-218, 2020.

SINGH, R. K. The relative importance of different characters in relation to the dissimilarity of varieties of rice (*Oryza sativa*). *Journal of Genetics*, v. 81, p. 124-128, 1981.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; FRANÇA-NETO, J. B.; CRUZ, M. C. M. Avaliação da qualidade de sementes de milho utilizando o método de agrupamento de Tocher. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n. 2, p. 123-129, 2007.

ZUCCOLO, F. et al. Genetic variability in pulses and its role in agriculture. *Agricultural Studies Journal*, v. 3, p. 134-142, 2020.

