

ANÁLISE DA RELAÇÃO LINEAR ENTRE PARÂMETROS DE VIGOR DAS SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI USANDO A CORRELAÇÃO DE PEARSON

Maria Iza Silva de Castro¹, Lucimara Ribeiro Venial¹, Paloma Rayane Pinheiro¹, Ana Maria Vieira da Silva¹, Alek Sandro Dutra¹.

¹Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici / Centro de Ciências Agrárias. Avenida Mister Hull, S/N CEP: 20356-000 Fortaleza- CE, Brasil. mariaizasc2011@gmail.com, venialluci@gmail.com, palloma.ana@hotmail.com, amvieirads@alu.ufc.br, alekdutra@ufc.br.

Resumo

O feijão-caupi é uma cultura de grande relevância no Brasil, mas sua produtividade média é considerada baixa, em parte devido ao uso de sementes com baixo vigor. A avaliação de vigor por meio de testes tradicionais é essencial para identificar diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes. Assim, este trabalho teve como objetivo demonstrar a relação linear entre os testes de vigor em sementes de feijão-caupi por meio do uso da correlação de Pearson. Foram avaliados nove lotes de sementes, investigando a correlação entre variáveis como germinação, índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea e da raiz, e condutividade elétrica. Os resultados revelaram fortes correlações positivas entre o comprimento da raiz e outras variáveis de vigor, indicando que sementes com características radiculares superiores tendem a apresentar melhor desempenho geral. Além disso, a condutividade elétrica mostrou correlação negativa com o IVE, evidenciando uma relação inversa com o vigor. Embora a análise linear tenha sido eficaz, recomenda-se considerar também correlações não-lineares para uma compreensão mais abrangente das interações entre as variáveis de vigor das sementes.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. Qualidade fisiológica. Testes tradicionais.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma / Agronomia

Introdução

O feijão caupi (*Vigna unguiculata*) é uma cultura de grande importância no Brasil, principalmente nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (Vale *et al.* 2017). Além disso, tem grande importância alimentar para as regiões Norte e Nordeste do Brasil, devido ao alto conteúdo proteico (Dos Santos *et al.* 2021). Contudo, apesar da importância, a produtividade média do feijão caupi no país é considerada baixa quando comparada com um rendimento potencial (Boukar *et al.* 2019). Para Cardoso e Ribeiro, (2006) uma das principais causas para a baixa produtividade é o uso de sementes de cultivares com potencial produtivo inferior. De acordo com Júnior *et al.*, 2013 o cultivo utilizando sementes sadias e de alto vigor proporciona a redução de riscos na lavoura, possibilitando a formação de um estande adequado.

De acordo com Krzyzanowski e França-Neto (2001), o vigor pode ser definido com a junção de atributos que garantem a semente o potencial de realizar uma boa germinação, emergir e gerar plântulas normais sob diferentes condições ambientais. A avaliação de vigor permite detectar possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes que apresentam capacidade germinativa similar (Marcos Filho, 2009).

O teste de vigor tradicional mais utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica é o teste de germinação. Nesse teste é possível observar a emergência e o desenvolvimento de estruturas importantes presentes no embrião, podendo demonstrar sua propensão a formar uma planta normal em uma condição ideal de campo (BRASIL, 2009). Contudo, por ser realizado em condições controladas podem não representar o potencial do lote em condições reais de campo (Silva *et al.* 2014). Outros testes são utilizados para avaliar o vigor e a qualidade de sementes, o que possibilita uma melhor seleção dos lotes que serão levados para a comercialização (Ullmann *et al.* 2015). Dentre os testes existentes estão a medida do comprimento da parte aérea e raiz de plântulas, pesagem de matéria seca (AOSA, 1983), índice de velocidade de emergência (Sarmento, 2015) e a condutividade elétrica (Torres *et al.* 2015).

Observa-se correlação entre os testes de vigor quando amostras de sementes que originam plântulas com maiores valores de comprimento da parte aérea possuem também maior peso de matéria seca, num mesmo período (AOSA, 1983). Além disso, é evidenciado por Schuab *et al.* (2006) que germinação e índice de velocidade de emergência possuem uma correlação entre si, onde lotes de sementes com boa capacidade germinativa possuem índices de velocidade de emergência altos, da mesma forma que lotes de sementes com baixa capacidade germinativa apresentam em campo índices de velocidade de emergência baixos. Os autores ainda expõem que a condutividade elétrica pode ser correlacionada também com a germinação, só que de maneira negativa, onde lotes de sementes com valores altos de condutividade podem ter uma baixa capacidade germinativa. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi demonstrar a relação linear entre os testes de vigor em sementes de feijão-caupi por meio do uso da correlação de Pearson.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará-UFC. Foram utilizados 9 lotes de sementes de feijão-caupi para a realização dos testes. Foi realizado o teste de germinação, juntamente com os testes de vigor (comprimento de plântulas, massa seca de plântulas, teste de emergência, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica). O delineamento utilizado nos experimentos foi o inteiramente casualizado (DIC).

O teste de germinação foi realizado de acordo com Brasil (2009), onde, para cada lote, foram utilizadas quatro repetições de cinquenta sementes. A semeadura foi feita no papel de (Germitest®) umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato. Após isso, as sementes foram acondicionadas em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD) regulada à temperatura de 25°C, com fotoperíodo de 16h. A contagem de plântulas normais foi realizada após oito dias de germinação. Após a contagem, os dados foram expressos em porcentagem.

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

Para massa seca de plântulas, as partes aéreas e as raízes foram colocadas em sacos de papel, separadamente, e levadas para a estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 65°C até atingir peso constante. O material seco foi pesado em balança com precisão de 0,001g e o resultado foi dividido pelo número de plântulas normais (Brasil, 2009).

No teste de emergência de plântulas, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote. A semeadura ocorreu de forma manual em canteiros de 10 x 1m, com 10 cm entre repetições, contendo substrato terra/areia na proporção 1:1. As sementes foram dispostas de maneira equidistante em sulcos com 3cm de profundidade no canteiro. Diariamente foram feitas observações e irrigações sempre que necessário, visando o fornecimento de água para a germinação das sementes e emergência das plântulas. A partir da emergência da primeira plântula, iniciou-se a contagem. O teste foi avaliado dez dias após a semeadura. Ao final, os resultados foram expressos em porcentagem.

Foi avaliado também o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), que é capaz de estimar o número de dias médios necessários para ocorrer a emergência e o número de plantas emergidas por dia. Os índices foram calculados seguindo a metodologia proposta por Maguire (1962), em que:

$$IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (GN/N),$$

no qual G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura (do primeiro ao último dia de contagem).

O teste de condutividade elétrica foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Dutra *et al.* (2006), com quatro repetições de 50 sementes, que foram previamente pesadas em balança de precisão (0,0001 g), colocadas em copo plástico contendo 50 mL de água destilada e mantidas em B.O.D. à temperatura constante de 25 °C, durante 24 horas. Após este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica, em condutivímetro, modelo CD-21 e os resultados foram expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes.

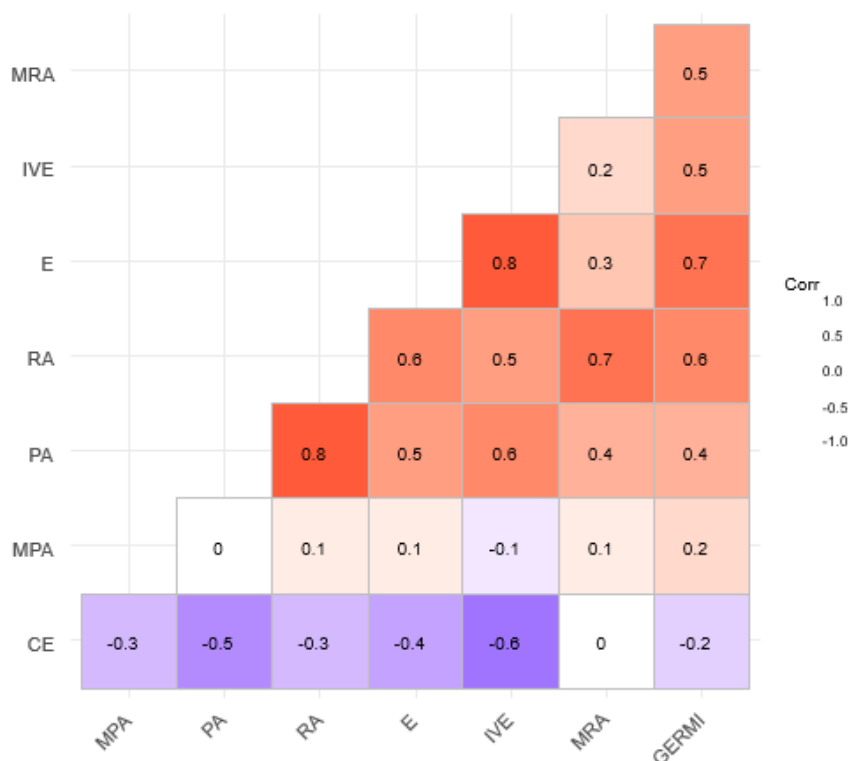
Os resultados dos testes de germinação e vigor foram submetidos ao teste de correlação de Pearson. De acordo com Sousa (2019), a correlação de Pearson é uma medida estatística que avalia a força e a direção da relação linear entre duas variáveis. Ainda de acordo com a autora, valores

próximos a 1 demonstram forte correlação positiva, valores próximos a zero indicam uma correlação muito baixa ou até mesmo nula entre as variáveis e valores próximos a -1 indicam forte correlação negativa. No contexto da avaliação de sementes, ela pode ser utilizada para investigar como diferentes parâmetros relacionados ao vigor das sementes estão inter-relacionados. Essas correlações são úteis para selecionar e otimizar sementes com melhores características de vigor, uma vez que fornecem insights quantitativos sobre como diferentes aspectos do crescimento e desenvolvimento das plântulas estão associados.

Resultados

Na figura 1, que apresenta a correlação entre as variáveis de vigor das sementes de feijão-caupi, destaca-se uma forte correlação negativa entre a condutividade elétrica (CE) e o índice de velocidade de emergência (IVE). Isso sugere que sementes com alta condutividade elétrica, indicando baixo vigor, tendem a ter um desempenho de emergência inferior em campo. Por outro lado, sementes com baixa condutividade elétrica, que refletem um vigor elevado, demonstraram um bom desempenho na emergência das plântulas.

Figura 1 - Correlação de Pearson entre as variáveis de vigor de sementes de feijão-caupi.



Fonte: Autor (2024).

Observa-se também que a variável referente a comprimento de parte aérea (PA) apresentou uma correlação positiva forte com a variável comprimento de raiz (RA), demonstrando que sementes que originam plântulas com elevado comprimento de raiz terão um maior desenvolvimento de sua parte aérea. A forte correlação positiva entre o comprimento de parte aérea (PA) e o comprimento de raiz (RA) sugere que plântulas com raízes mais desenvolvidas tendem a ter uma parte aérea também mais robusta. Esse resultado reforça a ideia de que um bom desenvolvimento radicular proporciona uma melhor absorção de água e nutrientes, suportando o crescimento saudável da parte aérea.

A variável comprimento de raiz apresentou correlação positiva forte com as variáveis emergência (E), matéria seca de raiz (MRA) e germinação (GERM). Pode-se inferir a partir disso que

sementes que geram plântulas com alto comprimento de raiz tendem a ter uma boa emergência em campo, proporcionando um ótimo estande de plantas, além disso, plântulas com grande valor de comprimento de raiz consequentemente possuem um alto valor de matéria seca da mesma, além de terem uma boa capacidade germinativa.

Emergência demonstrou ser fortemente correlacionada de maneira positiva com IVE e germinação. O que indica que sementes com uma boa capacidade de emergência de plântulas em campo possuem bons valores de índice de velocidade de emergência. Além de demonstrarem ter uma boa capacidade germinativa.

IVE apresentou correlação positiva elevada com a variável de germinação. Onde entende-se que lotes que apresentam bons índices nesta variável, apresentam também boas taxas de germinação.

Além disso, a massa seca de raiz (MRA) apresentou uma correlação positiva com a germinação, indicando que lotes de sementes que geram plântulas com elevado teor de matéria seca de raiz tendem a apresentar boas taxas de germinação.

Discussão

Amaro *et al.* (2015) realizaram testes de vigor para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão. No trabalho, os autores fizeram uma correlação de Pearson entre as variáveis analisadas, e identificaram correlações positivas entre a massa seca de plântulas e as variáveis de germinação e comprimento de plântulas, corroborando o que foi observado para essas mesmas variáveis na figura 1.

Concordando com o mesmo resultado encontrado neste trabalho, Coelho *et al.* (2010), em uma pesquisa sobre o potencial fisiológico de sementes de feijão crioulo, encontraram também uma correlação positiva entre as variáveis de comprimento de raiz e germinação.

Oliveira e Moraes (2017) realizaram um trabalho onde foram utilizados testes de vigor para a determinação da maturidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. No estudo, os pesquisadores também fizeram uma correlação de Pearson entre os testes. Como resultado foi observado que, para as duas cultivares utilizadas para estudos, a variável de condutividade elétrica se correlacionou de maneira negativa com a variável de índice de velocidade de emergência. Além disso, a variável de germinação se correlacionou de maneira positiva com o IVE.

A correlação de Pearson é uma ferramenta essencial na avaliação da qualidade de sementes, pois permite identificar relações lineares diretas entre variáveis fisiológicas e morfológicas, como comprimento de raiz, germinação e índice de velocidade de emergência. Essa análise facilita a interpretação de como as mudanças em uma variável podem influenciar outra, auxiliando na seleção de atributos que impactam positivamente o vigor das sementes e o desempenho das plântulas.

Estudos como os de Amaro *et al.* (2015) e Coelho *et al.* (2010) validam a eficácia dos testes de vigor ao demonstrar correlações positivas entre as variáveis analisadas, indicando que características como o comprimento de raiz estão fortemente associadas a uma boa emergência e ao desenvolvimento da parte aérea. No entanto, é importante reconhecer que a correlação de Pearson se limita a relações lineares, e a consideração de possíveis correlações não-lineares poderia fornecer insights adicionais sobre as interações complexas entre as variáveis, complementando a análise e oferecendo uma visão mais abrangente do comportamento das sementes.

Conclusão

Os resultados confirmam a utilidade da correlação de Pearson na avaliação da qualidade de sementes, evidenciando relações significativas entre variáveis como comprimento de raiz, germinação e índice de velocidade de emergência. Essas correlações positivas indicam que sementes com bons índices em uma variável tendem a ter bom desempenho em outras, auxiliando na seleção de lotes de alta qualidade. No entanto, é importante considerar a possibilidade de correlações não-lineares para uma compreensão mais abrangente das interações entre as variáveis de vigor das sementes.

Referências

AMARO, H.T.R.; DAVID, A. M.S.S.; ASSIS, M. O.; RODRIGUES, B.R.A.; CANGUSSÚ, L.V.S.; OLIVEIRA, M. B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. *Revista de Ciências Agrárias*, [S.L.], v. 38, n. 3, p. 383-389, 26 maio 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lasing, 88p. (AOSA. Contribution, 32) 1983.

BOUKAR, O.; BELKO, N.; CHAMARTHI, S.; TOGOLA, A.; BATIENO, J.; OWUSU, E.; HARUNA, M.; DIALLO, S.; UMAR, M. L.; OLUFAJO, O.; FATOKUN, C. A. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.): Genetics, genomics and breeding. **Plant Breeding**. v. 138, n. 4, p. 415-424, 2019.

BRASIL., "Regras para análise de sementes". **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília, DF: SNDA/ DNDV/CLAV, 398p, 2009.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônomo do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamentos entre linhas e densidades de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 01, p. 102-105, 2006.

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**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 97-105, abr. 2010.

DOS SANTOS, M. M. dos S.; DOS SANTOS, M. G.; LOPES, M. B. S.; MONTELO, A. B.; DE SOUSA, D. M. J.; ARAÚJO, L. C.; RIBEIRO, R. R.; DO NASCIMENTO, R. L. Comportamento de duas cultivares de feijão-caupi quanto ao uso de correção da acidez do solo / Behavior of two cowpea cultivars regarding the use of soil acidity correction. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 8, p. 80586–80595, 2021.

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

JÚNIOR, M. L; BRANDÃO, L. T. D; MARTINS, B. E. M. Testes para Avaliação da Qualidade de Sementes de Feijão Comum. **Circular Técnica 90**. Embrapa. Santo Antônio de Goiás, GO. Outubro, 2013.

KRZYZANOWSKI, F. C; FRANÇA-NETO, J. de B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, dez. 2001

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science, Madison**, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MARCOS FILHO, J; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. de. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

OLIVEIRA, G. P. de; MORAIS, O. M. Testes de vigor para determinação da maturidade fisiológica de feijão-caupi. **Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 103-114, 1 abr. 2017.

SARMENTO, H. G. dos S; DAVID, A. M. S. de S; BARBOSA, M. G; NOBRE, D. A. C; AMARO, H. T. R. Determinação do Teor de Água em Sementes de Milho, Feijão e Pinhão-Manso Por Métodos Alternativos. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 249-256, jul./set. 2015.

SCHUAB, S. R. P; BRACCINI, A. de L. e; FRANÇA NETO, J. de B; SCAPIM, C. A; MESCHEDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 553-560, out./dez. 2006.

SILVA, V, N; CICERO, S, M. Análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico

de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 145-151, jun. 2014.

SOUSA, A. Coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de correlação de Spearman: o que medem e em que situações devem ser utilizados. **Correio dos Açores**, p.19-19, 2019.

TORRES, S.B.; PAIVA, E.P.; ALMEIDA, J.P.N.; BENEDITO, C.P.; CARVALHO, S.M.C.C. Teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 622-629, 2015.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; OLIVEIRA, D. E. C. DE; COSTA, L. M. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 64–69, 2015.

VALE, J. C.; BERTINI, C; BORÉM, A. **Feijão-Caupi do Plantio à Colheita**. [S. l.]: Ufv., 267 p2017.