



**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO EM RESPOSTA AO  
PLANTIO DIRETO COM PLANTAS DE COBERTURA**

*PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CORN SEEDS IN RESPONSE TO DIRECT  
TILLING WITH COVER CROPS*

**Valéria Fernandes de Oliveira Sousa**

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6124-0898>

E-mail: [valeriafernandesbds@gmail.com](mailto:valeriafernandesbds@gmail.com)

**Tádria Cristiane de Sousa Furtunato**

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6435-2190>

E-mail: [tadriacsf@hotmail.com](mailto:tadriacsf@hotmail.com)

**João Henrique Barbosa da Silva**

Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7673-0953>

E-mail: [henrique485560@gmail.com](mailto:henrique485560@gmail.com)

**João Paulo de Oliveira Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1826-1746>

E-mail: [jpauloos04@gmail.com](mailto:jpauloos04@gmail.com)

**Karla Mariana Silva**

Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2557-6386>

E-mail: [karlamarianakms@gmail.com](mailto:karlamarianakms@gmail.com)

**Fabio Mielezski**

Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Brasil

Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-3409-2479>

E-mail: [mfabio@cca.ufpb.br](mailto:mfabio@cca.ufpb.br)

**Submetido:** 4 abr. 2025

**Aprovado:** 15.abr. 2026

**Publicado:** 15 maio 2026

**E-mail para correspondência:**

[henrique485560@gmail.com](mailto:henrique485560@gmail.com)



**Resumo:** A qualidade das sementes influencia diretamente o sucesso dos cultivos agrícolas. Aliado a isso, o uso de plantas de cobertura tem exercido influência na qualidade do solo, proporcionando rendimentos positivos na cultura do milho. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho após o cultivo de plantas de cobertura visando melhorar a qualidade do solo. Foi utilizado um delineamento experimental em blocos casualizados no esquema fatorial  $2 \times 6$ , sendo 2 [1 cultivar de milho (Robusta), 1 variedade de milho crioulo (Pontinha)]  $\times$  6 (5 espécies de plantas de cobertura – *Brachiaria ruziziensis*; *Crotalária spectabilis*; *Crotalária juncea*; Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), mais a testemunha (sem cobertura), avaliando os efeitos na produção e qualidade fisiológica de sementes. Observou-se que as cultivares e as coberturas vegetais influenciaram na germinação e no vigor de sementes de milho. Além disso, o uso de feijão guandu, *Crotalaria juncea* e milheto em cobertura contribuiu positivamente para o aumento da massa seca de plântulas de milho.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L. Cobertura vegetal. Vigor de sementes.

**Abstract:** Seed quality directly influences the success of agricultural crops. In addition, the use of cover crops has influenced soil quality, providing positive yields in corn crops. Therefore, the objective of this study was to evaluate the physiological quality of corn seeds after the cultivation of cover crops in order to improve soil quality. A randomized block experimental design was used in a  $2 \times 6$  factorial scheme, with 2 [1 corn cultivar (Robusta), 1 landrace corn variety (Pontinha)]  $\times$  6 (5 cover crop species – *Brachiaria ruziziensis*; *Crotalaria spectabilis*; *Crotalaria juncea*; Pigeon pea (*Cajanus cajan*) and Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), plus the control (without cover), to evaluate the effects on seed production and physiological quality. It was observed that the cultivars and plant covers influenced the germination and vigor of corn seeds. Furthermore, the use of pigeon pea, *Crotalaria juncea* and millet as cover contributed positively to the increase in the dry mass of corn seedlings.

**Keywords:** *Zea mays* L. Vegetation cover. Seed vigor.

## Introdução

O sucesso dos cultivos agrícolas depende entre outros aspectos da qualidade das sementes a serem utilizadas na semeadura. Na cultura do milho (*Zea mays* L.), alterações nos fatores abióticos, como a umidade do solo, temperatura, disponibilidade de nutrientes, pragas e doenças durante o crescimento vegetativo podem causar danos severos no vigor das sementes <sup>(1)</sup>. O estudo da qualidade fisiológica de sementes engloba a taxa de germinação, emergência de plântulas, potencial de crescimento e resistência a estresses <sup>(2-5)</sup>.

Práticas agrícolas como o plantio direto (PD) que deixam resíduos culturais sob a camada superficial do solo, limitam a perturbação do solo <sup>(6)</sup>, ganharam destaque em países como o Brasil, EUA e em outras regiões do mundo <sup>(7)</sup>, com a possibilidade de mitigação de perdas de nitrogênio (N) nas áreas de cultivo com o uso de plantas de cobertura nos períodos



de pousio <sup>(8)</sup>, reduzindo o uso de fertilizantes de base nitrogenada, que além de encarecer o processo produtivo das lavouras, podem ser substituídos por plantas fixadoras de N como as leguminosas <sup>(9)</sup>.

O uso de plantas de cobertura tem exercido influência na qualidade do solo, com efeitos superiores no conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS), na eficiência no uso de fertilizantes e, conseqüentemente, no crescimento de plantas, em relação às práticas de cultivo convencional <sup>(10)</sup>. Portanto, a utilização de plantas de cobertura no plantio direto tem se tornado cada vez mais frequente por ser uma prática rentável <sup>(11)</sup>. A sua utilização na pré-semeadura tem mostrado ganho na produtividade devido a diversos proporcionando melhores condições para o desenvolvimento da cultura <sup>(12,13)</sup>, e pouco se sabe sobre seus efeitos na qualidade fisiológica de semente.

Na cultura do milho, espera-se que a adoção do manejo com plantas de cobertura incremente os teores de nutrientes na planta e promova efeitos positivos na sua fisiologia e conseqüentemente na qualidade das sementes. Neste contexto, pretendemos com este trabalho: (i) avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho sob cultivo com plantas de cobertura; (ii) correlacionar as variáveis dos testes realizados.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho após o cultivo de plantas de cobertura visando melhorar a qualidade do solo.

## Metodologia

O cultivo das plantas de cobertura e do milho foi realizado na Fazenda Experimental Chã de Jardim do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba (Campus II), no município de Areia-PB, Brasil.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, no esquema fatorial 2 × 6, sendo 2 [1 cultivar de milho (Robusta), 1 variedade de milho crioulo (Pontinha) × 6 (5 espécies de plantas de cobertura – *Brachiaria ruziziensis*; *Crotalária spectabilis*; *Crotalária juncea*; Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), mais a testemunha (sem cobertura)], em um total de 12 tratamentos, sendo a área de cada parcela 14 m<sup>2</sup> (4 m × 3,5 m), a distância entre as parcelas eram de 0,5 m.

Antes do plantio das plantas de cobertura foi realizada a coleta de solo (profundidade de 0 – 0,2 m) em zigue-zague na área total para a formação de uma amostra composta. As



recomendações de adubação das plantas de cobertura foram feitas com base na análise de solo da área, sendo utilizado ureia e superfosfato simples.

Para o cultivo das plantas de cobertura foram abertos nove sulcos em cada parcela com o espaçamento de 50 cm entre eles, em seguida os sulcos de plantio foram adubados e então as plantas de cobertura plantadas. Quando as mesmas foram cortadas para a formação da palhada quando atingiram o 1º estágio reprodutivo (floração). Após uma semana do corte das plantas de cobertura, foi semeado o milho sobre a palhada das mesmas. Cada parcela possuía nove fileiras de milho com 50 cm de distância entre elas sendo 5 plantas de milho por metro linear.

As espigas de milho foram colhidas quando atingiram o estágio de desenvolvimento R6, ou seja, quando os grãos atingem a maturidade fisiológica. Logo após as mesmas foram debulhadas.

Após a colheita e debulha do milho, as sementes foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa-MG (20°45'30" S, 42°52'15"W e 648 m), Brasil. Onde se deu a continuidade do estudo.

De posse das sementes foram feitos os seguintes teste de produção e qualidade fisiológica de sementes de milho:

Umidade das sementes (U) - A umidade das sementes foi determinada utilizando duas repetições de 10 gramas em estufa regulada a  $105 \pm 1$  °C, por 24 horas <sup>(14)</sup>, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Germinação (G) - realizadas com quatro repetições de 50 sementes, em rolos de papel germitest umedecidos com água destilada, o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel não hidratado e mantidos em Biochemical Oxygen Demand (BOD) sob temperatura de 25 °C. A contagem final foi realizada a oito dias após a instalação do teste, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais <sup>(14)</sup>.

Primeira contagem de germinação (PCG) - realizada em conjunto com o teste de germinação. Foi calculada a porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a semeadura <sup>(14)</sup>.

Índice de velocidade de emergência (IVE) - O número de plântulas emergidas foi avaliado diariamente até não haver mais aumento no número de plântulas normais, considerando-se, nessa condição, aquelas que apresentaram cotilédones aparentes, acima



do nível do substrato. O índice de velocidade de emergência das plântulas foi calculado segundo Maguire <sup>(15)</sup>.

Emergência (E) - realizada com quatro repetições de 50 sementes, sendo semeadas na profundidade de 2 cm, em múltiplas bandejas de poliestireno expandido celular com uma semente semeada por célula. As bandejas foram preenchidas com areia lavada, esterilizada, irrigadas diariamente e mantidas em temperatura de 25° C. A contagem das plântulas emergidas foi realizada no décimo dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Comprimento de plântulas (CP) - conduzido juntamente ao teste padrão de germinação, aos cinco dias obteve-se com auxílio de régua o comprimento de coleótilo e da radícula das plântulas normais. Os resultados foram expressos em valores médios em cm <sup>(16)</sup>.

Massa fresca de plântula (MF) - obtidas no sétimo dia de contagem de germinação, sendo pesadas 10 plântulas por repetição em balança de precisão.

Massa seca de plântulas (MS) - as plântulas foram colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçada a 65°C até obter peso constante da massa seca, seguindo a metodologia de Nakagawa <sup>(17)</sup>.

A análise de variância (ANOVA) foi realizada nos dados. Após confirmação da distribuição normal dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Em seguida, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) para todas as combinações entre os testes de avaliação da qualidade das sementes, nas quais a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ). Todas as análises foram feitas com o auxílio do programa R 3.6 <sup>(18)</sup>.

## Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância, houve efeito interativo significativo ( $P < 0,01$ ) para as variáveis primeira contagem de germinação, germinação, comprimento de plântulas,



massa fresca e interação significativa ( $P < 0,05$ ) para emergência e massa seca de plântulas, demonstrando que ambos os fatores, genótipos (GEN) e coberturas de solo (COB), interferem de forma simultânea nestas variáveis. A umidade e o IVE não apresentaram interação significativa, porém, tiveram efeito significativo de forma isolada, nos tipos de cobertura para ambos e apenas para o fator genótipo na variável umidade (Tabela 1).

**Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis umidade (U), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (E), comprimento de plântulas (CP), massa fresca (MF) e massa seca de plântulas (MS) de dois genótipos de milho (GEN) sob diferentes plantas de cobertura do solo (COB), em Areia, PB.**

FV	GL	Quadrados Médios							
		U	PCG	G	IVE	E	CP	MF	MS
GEN (Ci)	1	2,945**	3,5 <sup>NS</sup>	60,8*	2,24 <sup>NS</sup>	54,2 <sup>NS</sup>	14,465*	1,776**	0,473 <sup>NS</sup>
COB (Cj)	5	0,991*	480,9**	329,7**	15,779**	1255**	23,511**	12,898**	1,464**
Ci x Cj	5	0,694 <sup>NS</sup>	121,8**	108,9**	1,377 <sup>NS</sup>	128,4*	21,667**	2,151**	0,356*
Erro	54	0,346	17,3	9,9	0,790	51,3	2,172	0,089	0,141
CV (%)		3,65	5,05	3,28	9,52	8,62	12,12	7,01	17,89

<sup>NS</sup>Não significativo, \*\* e \* Significativo a 1% e 5%, de probabilidade, respectivamente, pelo teste F de Snedecor. CV coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

Por meio do teor de água, foi possível observar que as sementes do genótipo BRS Robusta, foram afetadas pelo manejo de solo utilizado (Tabela 2). Neste genótipo, constatou-se que a testemunha resultou em menores valores de umidade em relação aos demais tratamentos, atestando o efeito positivo dos tipos de coberturas do solo na promoção de uma menor desestabilização das membranas celulares das sementes destas cultivares, uma vez

que um menor teor de água da semente proporciona uma maior desorganização da camada bilipídica da membrana celular, o que reflete numa maior lixiviação de sais minerais, açúcares, proteínas e outros componentes das sementes, reduzindo o vigor das mesmas <sup>(19)</sup>.

**Tabela 2 – Desdobramento para as variáveis umidade (U), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (E), comprimento de plântulas (CP), massa fresca (MF) e massa seca de plântulas (MS) de três genótipos de milho sob diferentes plantas de cobertura do solo, em Areia, PB.**

Cobertura	U		PCG		G		IVE	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2
Testemunha	14,7 aA	14,4 bA	63,0 cB	53,0 cA	82,0 cB	70,0 cA	6,55 dA	7,55 cA
<i>Crotalaria spectabilis</i>	15,0 aA	15,2 abA	63,5 cA	66,5 bA	84,0 bcB	90,2 bA	7,54 cdA	7,70 cA
Brachiaria	15,1 aA	15,7 abA	65,0 cB	70,5 bA	86,6 bcB	92,5 abA	8,34 bcdA	8,63 bcA
Milheto	15,0 aA	15,9 aA	66,5 bcB	70,5 bA	87,0 bcB	93,0 abA	8,68 abcA	9,03 bcA
<i>Crotalaria juncea</i>	14,1 aA	15,4 abA	74,0 bA	71,2 bA	90,5 abA	93,5 abA	9,95 abA	10,35 abA
Feijão guandu	15,1 aA	15,2 abA	84,0 aA	81,0 aA	97,5 aA	99,0 aA	10,65 aA	11,07aA

Cobertura	E		CP		MF		MS	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2
Testemunha	59,5 dB	66,5 cA	7,5 cA	7,81 cA	1,40 dB	2,44 cA	1,26 bA	1,11 bA
<i>Crotalaria spectabilis</i>	68,0 cdB	69,5 cA	8,52 bcB	10,35 bcA	2,72 cA	2,96 bcA	1,32 abA	1,28 bA
Brachiaria	77,0 bcA	76,8 bcA	10,74 abA	12,15 abA	3,77 bA	3,31 bB	1,61 abA	1,31bA



Milheto	79,0 bcB	80,0 bcA	12,27 aA	12,59 abA	3,98 bA	3,52 bB	1,63 abB	2,10 aA
<i>Crotalaria juncea</i>	90,5 abB	92,0 abA	12,29 aA	12,76 abA	4,34 bB	5,61 aA	1,66 abB	2,34 aA
Feijão guandu	96,5 aB	98,5 aA	12,97 aB	15,21 aA	5,14 aB	5,82 aA	2,01 aA	2,54 aA

G1 pontinha, G2 Robusta, letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha. Os valores seguidos das mesmas letras na vertical e horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

O genótipo Pontinha não sofreu influência, independente do tratamento utilizado, demonstrando que sementes de milho de diferentes genótipos podem apresentar baixo, médio ou alto potencial fisiológico, dependendo do manejo adotado. Sementes com baixo teor de umidade, ao entrarem em contato com a água, podem apresentar taxa de absorção de água elevada, favorecendo a ocorrência de injúrias por embebição, que são responsáveis pela redução da velocidade de germinação das sementes e que, provavelmente, não ocorreriam em sementes com estado hídrico mais elevado <sup>(20)</sup>. Ainda pode-se constatar que não houve diferenças estatísticas entre os genótipos dentre de cada cobertura vegetal no teor de umidade.

Para a variável primeira contagem de germinação, o tipo de cobertura feijão guandu foi superior às demais cobertura de solo em ambos os genótipos, resultando em uma alta porcentagem de plântulas normais, com incrementos de 33,33% e 52,83%, para os genótipos Pontinha e BRS Robusta, respectivamente, em relação à testemunha (ausência de cobertura vegetal no solo), ressaltando que todos os genótipos seguiram a tendência de aumento na qualidade fisiológica. Isso mostra o potencial de uso do feijão guandu como adubo verde, por ser leguminosa de sistema radicular profundo e com possibilidade de maior eficiência na reciclagem de nutrientes <sup>(21)</sup>.

Na germinação (G), as duas cultivares se comportaram de formas distintas com relação às plantas de coberturas. No genótipo Pontinha a G foi superior 15,89 e 9,39% ao utilizar as coberturas Feijão guandu e *Crotalaria juncea*, respectivamente, em relação ao tratamento ausente de cobertura. Ao tempo que no genótipo BRS Robusta todas as coberturas diferiram estatisticamente do tratamento testemunha apresentando incrementos



de 29,29% (Feijão guandu), 25,13% (*Crotalaria juncea*), 24,73% (Milheto), 24,32% (Brachiaria) e 22,39% (*Crotalaria spectabilis*) ao comparar com a testemunha. Ainda, pode-se observar que os genótipos Pontinha e BRS Robusta diferiram estatisticamente com uso das coberturas Milheto, Brachiaria e *Crotalaria spectabilis*, como também ausência de cobertura vegetal, sendo o Pontinha superior nesses tratamentos. Tal comportamento ocorre em virtude da diversidade genética entre os genótipos.

O Feijão guandu incrementou emergência em ambos os genótipos de feijoeiro diferindo das coberturas vegetais Milheto, Brachiaria, *Crotalaria spectabilis* e tratamento ausente de cobertura, o qual apresentou os menores valores de emergência. Também observou-se que o genótipo BRS Robusta se sobressaiu estatisticamente com as maiores médias de emergência em quase todos os tratamentos de cobertura vegetal, com exceção das sementes procedentes do cultivo com cobertura Brachiaria que não teve diferença entre os genótipos.

Em contrapartida, no índice de velocidade de emergência não houve diferenças significativas entre os genótipos. No desdobramento das coberturas dentro dos genótipos, o genótipo Pontinha apresentou os maiores índices com uso das coberturas Feijão guandu, *Crotalaria Juncea* e Milheto, as quais foram estatisticamente superiores ao tratamento ausente de cobertura, com acréscimos respectivos de 38,49, 34,17 e 24,53% em relação as sementes oriundas do cultivo sem cobertura. No BRS Pontinha apenas as sementes provenientes do cultivo com cobertura Feijão guandu e *Crotalaria Juncea* foram superiores e diferiram da testemunha.

O BRS Robusta teve plântulas com maiores comprimentos nas coberturas Feijão guandu e *Crotalaria spectabilis* diferindo significativamente do genótipo Pontinha. Ao analisar o comprimento das plântulas em função das coberturas vegetais em ambos os genótipos constataram-se que as coberturas Feijão guandu, *Crotalaria juncea*, Milheto e Brachiaria foram superiores ao tratamento Testemunha.

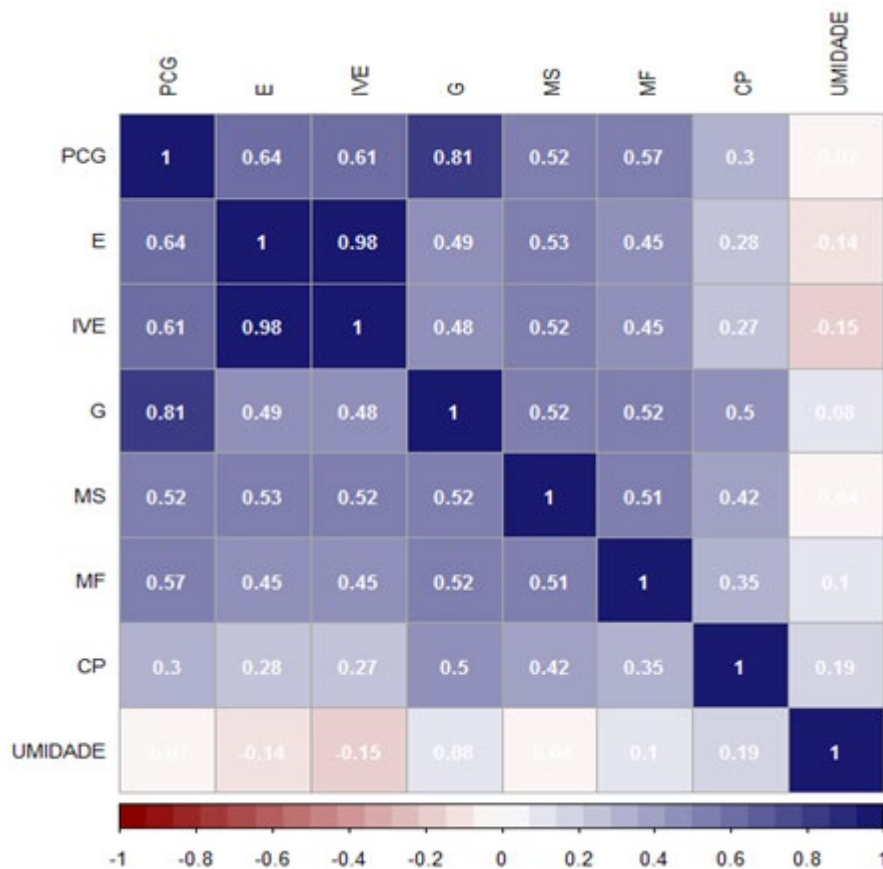
O acúmulo de massa fresca das plântulas foi interferido significativamente, onde o genótipo Pontinha se sobressaiu em relação ao BRS Robusta nas coberturas vegetais Milheto (11,55%) e Brachiaria (12,20%), em contrapartida nas demais coberturas e tratamento ausente de cobertura vegetal o genótipo BRS Robusta apresentou os maiores valores de massa. As plântulas oriundas do tratamento com cobertura vegetal Feijão guandu apresentou maior acúmulo de massa e diferiu dos demais tratamentos no genótipo Pontinha, enquanto que no BRS Robusta foram Feijão guandu e *Crotalaria juncea*.

O Feijão guandu favoreceu a massa seca de plântulas no genótipo Pontinha diferindo estatisticamente da testemunha, entretanto no genótipo Robusta as coberturas vegetais Feijão guandu, *Crotalaria juncea* e Milheto se sobressaíram e diferiram dos demais

tratamentos. Em relação ao comportamento dos genótipos, observou-se que apenas nas coberturas vegetais *Crotalaria juncea* e Milheto houve diferenças estatísticas e superioridade no genótipo BRS Robusta em relação ao Pontinha nessa variável.

Ao realizar a análise de correlação (Figura 1) entre as variáveis de qualidade fisiológica nas sementes de milho, constatou-se que houve uma correlação positiva entre primeira contagem de germinação e germinação (0,81), emergência (0,64), índice de velocidade de emergência (0,61), massa fresca (0,57) e massa seca das plântulas (0,52), ou seja, à medida que ocorre aumento ou decréscimo nessas variáveis acontece incremento ou declínio, respectivo. A maior correlação positiva foi observada entre emergência e índice de velocidade de emergência (0,98).

Figura 1 – Matriz de correlação das variáveis.





Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

A análise de correlação entre as variáveis de qualidade fisiológica evidencia a interdependência entre os atributos de vigor das sementes de milho, destacando que incrementos na primeira contagem de germinação estão associados a melhorias na germinação, emergência, índice de velocidade de emergência e acúmulo de biomassa. A forte associação entre emergência e velocidade de emergência reforça que sementes mais vigorosas apresentam maior capacidade de estabelecimento inicial, confirmando a consistência dos resultados obtidos e a influência positiva das coberturas vegetais na expressão do potencial fisiológico das sementes.

### Considerações Finais

A qualidade fisiológica de sementes de milho é influenciada pela interação entre genótipos e plantas de cobertura no sistema de plantio direto. Coberturas como feijão guandu, *Crotalaria juncea* e milheto promovem melhorias no ambiente do solo, favorecendo maior germinação, vigor e acúmulo de biomassa de plântulas.

A ausência de cobertura vegetal compromete o desempenho fisiológico das sementes, evidenciando a importância do manejo conservacionista. Além disso, a associação positiva entre variáveis de vigor indica que sementes mais vigorosas apresentam melhor estabelecimento no campo.

### Referências

- 1 Cui, H.; Cheng, Z.; Li, P., Miao, A. Prediction of Sweet Corn Seed Germination Based on Hyperspectral Image Technology and Multivariate Data Regression. *Sensors*. 2020; 20:17, 4744. <https://doi.org/10.3390/s20174744>
- 2 Patin, A.L.; Gutormson, T.J. Evaluating Rice (*Oryza sativa* L.) Seed Vigor. *Seed Technol.* 2013;27:115–120. <http://www.jstor.org/stable/23433224>
- 3 Chen, L.T.; Sun, A.Q.; Yang, M.; Chen, L.L.; Ma, X.L.; Li, M.L.; Yin, Y.P. Seed vigor evaluation based on adversity resistance index of wheat seed germination under stress conditions. *J. Appl. Ecol.* 2016;27:2968–2974. 10.13287 / j.1001-9332.201609.014



- 4 Baek, J-S., Cho, E. E., Lee, D-B., Chung, N-J. Evaluation of Seed Vigor Tests for Predicting Seedling Establishment at Low Temperature in Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 2018;21:155–163. <https://doi.org/10.1007/s12892-018-0079-0>
- 5 Aziz, M.S.; Nawaz, R.; Haider, N.; Rehman, Z.U.; Aamir, A.H.; Imran, M. Starch composition, antioxidant potential, and glycemic indices of various varieties of *Triticum aestivum* L. and *Zea mays* L. available in Pakistan. *J. Food Biochem*. 2019;43:e12943.
- 6 Horowitz, J., Ebel, R. & Ueda, K. No-till farming is a growing practice. No. 96636. United States Department of Agriculture, Economic Research Service. 2010.
- 7 Daryanto, S., Wang, L., Jacinthe, P. Impacts of no-tillage management on nitrate loss from corn, soybean and wheat cultivation: A meta-analysis. *Scientific Reports*. 2017;7:12117. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12383-7>
- 8 Dumanski, J., Peiretti, R., Benites, J., McGarry, D. & Pieri, C. The paradigm of conservation agriculture. *Proc. World Assoc. Soil Watner Conserv*. 2006;58–64. <http://www.unapcaem.org/publication/ConservationAgri/ParaOfCA.pdf>
- 9 Albuquerque, A. W.; Santos, J. R.; Filho, G. M.; Reis, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2013;17:721-726. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000700005>
- 10 Francis, G. & Knight, T. Long-term effects of conventional and no-tillage on selected soil properties and crop yields in Canterbury, New Zealand. *Soil Tillage Res*. 1993;26:193–210 [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(93\)90044-P](https://doi.org/10.1016/0167-1987(93)90044-P)
- 11 Kappes, C.; Gitti, D.C.; Arf, O.; Andrade, J.A.D.C.; Tarsitano, M.A.A. Análise econômica do milho em sucessão a diferentes adubos verdes, manejos do solo e doses de nitrogênio. *Bioscience Journal*. 2015;31:55-64. <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n1a2015-18092>
- 12 Mingotte, C.; Luiz, F.; Yada, M.M.; Jardim, C.A.; Fiorentin, C.F.; Lemos, L.B.; Fornasieri Filho, D. Cover crop systems and nitrogen topdressing on common bean in no tillage. *Bioscience Journal*. 2014;30:696-706.
- 13 Silveira, P.D.; Braz, A.J.B.P.; Kliemann, H.J.; Zimmermann, F. J. P. Silveira, A. L.; Neto, A. P.; Oliveira, A.R.C.; Souza, L.N.; Oliveira Charlo, H.C. Doses de fósforo para a produção de alface americana com e sem aplicação foliar de zinco. *Biotemas*. 2015;28:31-35. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n1p31>
- 14 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS5. 2009;395.
- 15 Maguire, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. 1962;2:176-177.



16 Nerling, D.; Coelho, C. M. M.; Mazurkiévicz, J.; Nodari, R. O. Physical and physiological corn seed quality during processing. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. Lages.

2014;13:238-246.

17 Nakagawa, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França-Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. 1999;2:1- 2:21.

18 R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. <https://www.R-project.org/>

19 Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed., Porto Alegre: Artmed. 2017;888.

20 Masetto, T. E.; Vargas, E. L.; Scalon, S. P. Q. Potenciais hídricos e teores de água na germinação de sementes e crescimento inicial de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2016;15:619-630. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p619-630>

21 Farias, L. N.; Bonfim-Silva, E. M.; Pietro-Souza, W.; Vilarinho, M. K. C.; Silva, T. J. A.; Guimarães, S. L. Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2013;17:497-503. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000500005>



10.31072/rcf.v17i1.1515

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access