



EFEITO DA ADUBAÇÃO COM NPK NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO BRS 2022 NO MUNICÍPIO DE PACUJÁ-CE

Ana Karla de Brito Gonçalves¹, Antônio Samuel dos Santos Moreira¹, Jonathan Isaias Viana¹, Laura Joana do Nascimento Fernandes¹, Luis Gustavo Pereira Guimarães¹, Pablo José de Sousa Oliveira¹, Tayd Dayvison Custódio Peixoto², Djair Felix da Silva³

¹Graduandos(as) em agronomia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Campus Ibiapaba

²Docente do curso de agronomia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Campus Ibiapaba

³Docente do curso de agronomia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Campus Ibiapaba, São Benedito, Ceará, Brasil. E-mail: djair_felix@uvanet.br

Recebido em: 15/06/2026 – Aprovado em: 15/07/2026 – Publicado em: 30/07/2026
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2026A3

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande relevância para a segurança alimentar e a economia agrícola brasileira, sendo a adubação um dos principais fatores que condicionam seu desempenho produtivo, especialmente em ambientes de clima semiárido. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de adubação com NPK sobre características agrônômicas e a produtividade do milho híbrido BRS 2022, cultivado em condições de campo no município de Pacujá-CE. O experimento foi conduzido entre fevereiro e maio de 2025 numa área de Neossolo Litólico, sob delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (0, 50, 100 e 150% da dose recomendada de NPK na semeadura) e quatro repetições. Foram avaliadas a altura das plantas, o comprimento das espigas e a produtividade de espigas. Os resultados indicaram que a altura de plantas e o comprimento das espigas não foram influenciados significativamente pelas doses de NPK. Entretanto, a produtividade de espigas respondeu positivamente ao aumento das doses, com maior rendimento obtido na dose de 150% da recomendação, diferindo estatisticamente das doses 0 e 50%. Conclui-se que, nas condições edafoclimáticas de Pacujá-CE, a adubação com NPK exerce influência direta sobre o rendimento do milho BRS 2022, sendo a produtividade, o parâmetro mais sensível ao manejo nutricional, e que doses superiores à recomendação padrão podem representar alternativa agronomicamente viável para maximizar o rendimento da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação NPK; Milho híbrido; Produtividade agrícola; Semiárido cearense.

EFFECT OF NPK FERTILIZATION ON THE GROWTH AND YIELD OF BRS 2022 MAIZE IN THE MUNICIPALITY OF PACUJÁ-CE

ABSTRACT

Maize (*Zea mays* L.) is a crop of great importance for food security and the Brazilian agricultural economy, and fertilization is one of the main factors influencing its productive performance, especially under semi-arid climate conditions. This study aimed to evaluate the effect of different NPK fertilization rates on agronomic traits and yield of the BRS 2022 hybrid maize cultivated under field conditions in the municipality of Pacujá, Ceará State, Brazil. The experiment was conducted from February to May 2025 in an area classified as Litholic Neosol, using a randomized complete block design with four treatments (0, 50, 100, and 150% of the recommended NPK rate applied at sowing) and four replications. Plant height, ear length, and ear yield were evaluated. The results indicated that plant height and ear length were not significantly affected by the NPK rates. However, ear yield responded positively to increasing fertilizer rates, with the highest yield obtained at 150% of the recommended rate, differing statistically from the 0 and 50% treatments. It was concluded that, under the soil and climatic conditions of Pacujá, Ceará, NPK fertilization has a direct influence on the yield of BRS 2022 maize, with yield being the parameter most sensitive to nutrient management. Furthermore, fertilizer rates above the standard recommendation may represent an agronomically viable alternative for maximizing crop productivity.

KEYWORDS: NPK fertilization; Hybrid maize; Agricultural productivity; Semi-arid region of Ceará.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays* L.) é uma das culturas mais importantes para segurança alimentar e para economia agrícola no Brasil, apresentando grande heterogeneidade de cultivares e práticas de manejo que influenciam diretamente a resposta produtiva. Nos últimos anos, tecnologias de cultivo e recomendações de adubação vêm sendo continuamente atualizadas visando elevar a eficiência do uso de nutrientes e a produtividade, sobretudo em sistemas de baixo e médio investimento agrícola (FERNANDES *et al.*, 2025).

A cultivar BRS 2022 é um híbrido desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo, de ciclo precoce e alto potencial produtivo, recomendado tanto para grãos quanto para silagem em sistemas de agricultura de média/baixa tecnologia. Suas características fenotípicas e adaptação fazem da BRS 2022 uma escolha apropriada para ensaios de adubação em diferentes regiões brasileiras. A avaliação específica da resposta da BRS 2022 aos manejos fertilizantes é, portanto, relevante para orientar recomendações locais (CRUZ *et al.*, 2008).

No contexto do município de Pacujá, localizado na mesorregião do Noroeste Cearense, em área marcada por um regime pluviométrico com estação seca bem definida e temperaturas médias elevadas ao longo do ano, a disponibilidade hídrica e as propriedades físicas dos solos, frequentemente mais arenosos em áreas de tabuleiros e influenciados pela cobertura vegetal, impõem limitações à eficiência do uso de nutrientes aplicados no solo (IPECE, 2025).

Essas condicionantes climáticas e edáficas tornam imprescindível avaliar, *in loco*, os efeitos de diferentes doses e formulações de N, P e K sobre o crescimento vegetativo, a dinâmica de acúmulo de biomassa e a produtividade final do híbrido estudado.

Estudos experimentais recentes indicam respostas variáveis do milho a diferentes níveis de adubação com NPK, dependendo da formulação, época de aplicação e do potencial produtivo do ambiente (solo-clima). Pesquisas que testaram níveis crescentes de NPK demonstraram ganhos de produtividade até um limiar, além do qual as respostas se estabilizam ou decrescem, reforçando a necessidade de definição de doses ótimas para cada cultivar e condição local para maximizar eficiência agrônômica e econômica.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo apresentar o efeito da adubação com formulações NPK na altura das plantas, comprimento das espigas, e na produtividade de grãos do milho BRS 2022, estabelecido em condições reais de cultivo no município de Pacujá-CE.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre os meses de fevereiro à maio de 2025 na Fazenda Vaquejador Luiz Manço Magalhães (4°00'44,7"S; 40°42'25,1"W), localizada no município de Pacujá, noroeste cearense. O clima da região segundo a classificação de Köppen é Bshw, tropical semiárido, com pluviosidade de 1064,6 mm, concentradas de janeiro a maio e temperatura média de 26 a 28°C. O solo da área experimental segundo a Funceme (2025) é classificado como Neossolo Litólico. Antecedendo a instalação do experimento coletaram-se amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade para análise química (quadro 1).

QUADRO 1: Análise química do solo nas camadas de 0 a 20 cm.

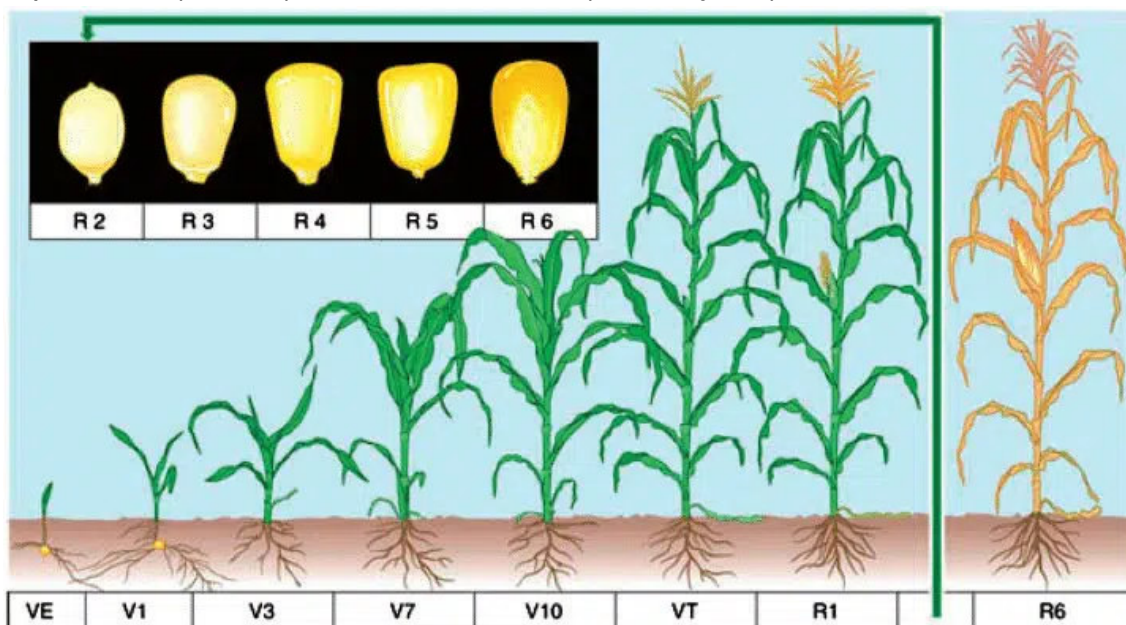
Parâmetros	0 a 20 cm
pH (em água)	5,00
Na (ppm)	26,00
P (ppm)	9,00
K (ppm)	145,00
Ca + Mg (meq/100mL)	5,00
Ca (meq/100mL)	2,80
Mg (meq/100mL)	2,20
Al (meq/100mL)	0,96
H + Al (meq/100mL)	7,40
S (Soma das Bases)	5,48
C.T.C. Efetiva	6,44
C.T.C. (Cap. Troc. de Cátions - pH 7,0)	12,88
% V (Ind. de Sat. de Bases)	42,60
% M (Ind. Sat. de Al)	14,90
Sat. em K (%)	2,90
Mat. Org. Total (%)	3,28
Ferro (ppm)	174,10
Cobre (ppm)	1,10
Zinco (ppm)	0,44
Manganês (ppm)	1,23
PST (%)	0,88
MÉTODO EMBRAPA; EXTRAÇÃO: Água (pH); Mehlich (P, K, Na, Fe, Cu, Zn, Mn); KCl 1N (Ca, Mg e Al); Acetato de Cálcio pH 7,0 (H + Al); Água quente (Boro).	

O experimento foi conduzido em blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 parcelas. Os tratamentos foram compostos de 0%, sem adubação na semeadura, 50%, metade da dose recomendada (9 kg ha⁻¹ de N + 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 30 kg ha⁻¹ de K₂O), 100%, dose completa recomendada para a semeadura (18 kg ha⁻¹ de N + 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 60 kg ha⁻¹ de K₂O) e 150%, uma dose e meia da recomendada para a semeadura (27 kg ha⁻¹ de N + 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 90 kg ha⁻¹ de K₂O). A adubação foi realizada manualmente durante a semeadura, sendo utilizados como fontes de nutrientes o sulfato de amônio (20% de N), o superfosfato simples (18% de P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% de K₂O), nos quatro níveis conforme os tratamentos.

A cultivar utilizada foi a BRS 2022, um milho híbrido duplo desenvolvido pela Embrapa milho e sorgo, conhecida por seu alto potencial produtivo, baixo custo, e excelente tolerância a acamamento e quebramento, sendo ideal para produção de grãos e silagem, especialmente em sistemas de agricultura familiar ou de baixo investimento, com boa adaptação para cultivo em safra e safrinha. As parcelas foram constituídas de quatro linhas com 10 metros de comprimento espaçadas de 0,8 m. Foram semeadas 4 sementes por metro linear, totalizando um *stand* de 50.000 por hectare. A área útil foram as duas linhas centrais utilizando as quatro plantas centrais de cada fileira, totalizando oito plantas.

No estágio fenológico R1 (Figura 1) foram avaliados os seguintes parâmetros: Alturas da espiga e da planta, comprimento e peso de espigas. A altura da planta foi medida do nível do solo até o ponto mais alto da planta, utilizando uma fita métrica. O comprimento das espigas foi obtido medindo-se a distância entre a base e o ápice de cada espiga, após a colheita, com auxílio de uma fita graduada. Para determinar o peso, as espigas foram colhidas, retiradas das palhas e pesadas em balança de precisão, registrando-se o peso fresco. Todas as medições foram realizadas em condições padronizadas, garantindo a consistência dos dados e possibilitando comparações precisas entre diferentes genótipos ou tratamentos experimentais.

FIGURA 1: Estágios de desenvolvimento vegetativo (VE, V1, V3, V7, V10, VT) e reprodutivo (R1–R6) da cultura do milho (*Zea mays* L.).



Fonte: Ciampitti *et al.*, (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A resposta do milho às doses crescentes de NPK evidenciou comportamentos diferenciados entre as variáveis morfológicas e produtivas, refletindo a complexidade das interações nutricionais no crescimento e desenvolvimento da cultura (Tabela 1).

TABELA 1: Altura de plantas, comprimento de espigas e produtividade de espigas de milho em função do percentual de recomendação de doses de NPK.

Doses (%)	Altura de plantas (m)	Comprimento de espigas (cm)	Produtividade de espigas (kg ha ⁻¹)
0	1,91	13,84	7.500 a
50	1,88	13,88	7.969 a
100	1,90	14,77	9.688 ab
150	2,02	16,67	11.875 b
CV%	11,59	22,10	13,97

Médias seguidas de letra diferente na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A altura de plantas não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos, mesmo com a elevação da dose de NPK para 150% da recomendação. Esse resultado sugere que o crescimento em altura, embora dependente do suprimento de nutrientes, pode ter sido limitado por fatores genéticos da cultivar utilizada ou por condições ambientais predominantes durante o ciclo da cultura, como disponibilidade hídrica e radiação solar. Além disso, a ausência de resposta significativa pode indicar que os níveis de nutrientes presentes no solo, aliados à adubação de base, foram suficientes para suprir a demanda da cultura quanto ao crescimento vegetativo, corroborando resultados observados por Aguiar *et al.* (2023) e Sandini *et al.* (2024), os quais verificaram que o incremento das doses de fertilizantes não necessariamente promove aumento na altura ou no crescimento vegetativo das plantas quando as condições nutricionais já são adequadas.

No que se refere ao comprimento de espigas, observou-se tendência de aumento à medida que as doses de NPK foram elevadas, especialmente no tratamento com 150% da recomendação. Embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas, esse comportamento sugere influência positiva da adubação mineral sobre os componentes reprodutivos do milho. Nutrientes como fósforo e potássio exercem papel fundamental na formação das espigas, atuando na diferenciação floral, na eficiência do transporte de fotoassimilados e na manutenção do balanço hídrico das plantas (RENGEL *et al.*, 2023; TAIZ *et al.*, 2024). O elevado coeficiente de variação observado para essa variável (22,10%) pode estar associado à variabilidade intrínseca do desenvolvimento das espigas, frequentemente influenciada por fatores microambientais e pela posição da planta na parcela experimental.

A produtividade de espigas apresentou resposta significativa às doses de NPK, sendo o principal indicador do efeito da adubação no desempenho da cultura. O tratamento com 150% da recomendação proporcionou incremento expressivo na produtividade, superando em aproximadamente 58% a produção observada na testemunha sem adubação. Esse aumento evidencia que o fornecimento de

nutrientes acima da recomendação convencional pode ser necessário em sistemas produtivos mais intensivos ou em solos com baixa disponibilidade natural de nutrientes, conforme observado por Ciampitti e Vyn (2022) e Rengel *et al.* (2023).

O nitrogênio é reconhecido como o nutriente de maior impacto sobre a produtividade do milho, por sua atuação direta na fotossíntese, na expansão foliar e na síntese de proteínas, influenciando diretamente o número e o peso de grãos por espiga. O fósforo, por sua vez, é essencial nos processos de transferência de energia e no desenvolvimento do sistema radicular, favorecendo a absorção de água e nutrientes, enquanto o potássio atua na regulação osmótica, na ativação enzimática e na translocação de carboidratos para os órgãos reprodutivos (HAWKESFORD *et al.*, 2014; RENGEL *et al.*, 2023; TAIZ *et al.*, 2024). A interação equilibrada desses nutrientes explica o incremento significativo observado na produtividade de espigas.

Resultados semelhantes foram relatados por Aguiar *et al.* (2023), que observaram aumento linear da produtividade do milho com o incremento das doses de NPK, destacando que respostas mais expressivas ocorrem quando a adubação é ajustada às condições edafoclimáticas locais. Ademais, estudos indicam que doses superiores à recomendação padrão podem ser economicamente viáveis, desde que acompanhadas por manejo adequado e análise de solo periódica, evitando riscos de desequilíbrios nutricionais e impactos ambientais (SOUZA *et al.*, 2024).

O coeficiente de variação observado para a produtividade (13,97%) encontra-se dentro dos limites considerados aceitáveis para experimentos de campo com a cultura do milho, indicando boa precisão experimental e confiabilidade dos resultados (CAVALCANTE; COSTA, 2021). Dessa forma, os dados reforçam a importância da adubação mineral como ferramenta essencial para maximizar o potencial produtivo do milho, especialmente quando se busca elevada eficiência agrônômica.

De modo geral, os resultados demonstram que, embora as variáveis morfológicas tenham apresentado baixa sensibilidade às doses de NPK, a produtividade de espigas respondeu positivamente ao aumento da adubação, evidenciando que o rendimento final do milho é mais influenciado pela nutrição adequada durante as fases reprodutivas do que pelo crescimento vegetativo isolado.

CONCLUSÕES

Nas condições de Pacujá-CE, a adubação NPK influenciou significativamente a produtividade de espigas do milho BRS 2022, sem efeito sobre a altura das plantas e o comprimento das espigas. O aumento das doses promoveu maior rendimento, com destaque para 150% da recomendação, que apresentou a maior produtividade. Em solos de Neossolo Litólico e clima semiárido, o suprimento equilibrado e mais elevado de N, P e K favoreceu o enchimento das espigas, tornando a produtividade o parâmetro mais sensível ao manejo nutricional. Assim, doses superiores à recomendação padrão mostram-se agronomicamente viáveis, embora sejam necessários estudos econômicos e novas avaliações em diferentes condições para definir a dose ótima.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. R.; FRANÇA, A. C.; FRANCO, M. H. R.; VAZ-TOSTES, D. P.; LANA, R. M. Q.; et al.; Application of special fertilizers and their effects on the agronomic aspects of maize and soil fertility. **Bioscience Journal**, v. 39, p. e39074, 2023.

Disponível em: <https://doi.org/10.14393/BJ-v39n0a2023-66915>. doi: 10.14393/BJ-v39n0a2023-66915.

CAVALCANTE, M.; COSTA, J. G.; Considerações sobre planejamento experimental e adequabilidade do uso de testes estatísticos em Ciências Agrárias. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 4, p. 3706–3723, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.48017/dj.v6i4.1931>. doi: 10.48017/dj.v6i4.1931.

CIAMPITTI, I. A.; ELMORE, R. W.; LAUER, J. G.; **Corn growth stages: vegetative and reproductive development**. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Different-growth-stages-of-a-maize-plant-including-vegetative-V-and-reproductive-R_fig2_51850515. Acesso em: 24 jan. 2026.

CIAMPITTI, I. A.; VYN, T. J.; Physiological perspectives of nutrient management in high-yield maize systems. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**. San Diego: Academic Press, v. 173, p. 1–45, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2022.01.002>. DOI: 10.1016/bs.agron.2022.01.002.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; GAMA, E. E. G.; SANTOS, M. X. ; BRS 2022: híbrido duplo da Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 2 p. (**Comunicado Técnico**). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/490714>.

FERNANDES, D. B.; CAMPOS, L. V.; VENTURA, M. V. A.; Desempenho da aplicação foliar de nitrogênio na cultura do milho: eficiência e resposta fisiológica. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 6, p. e7714649069, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v14i6.49069>. doi: 10.33448/rsd-v14i6.49069.

FUNCEME- Fundação cearense de meteorologia e recursos hídricos. **Mapa de Solos do Estado do Ceará**. Fortaleza: FUNCEME, 2025. Disponível em: <https://www.funceme.br>. Acesso em: 11 mai. 2026.

HAWKESFORD, M. J.; KOPRIVA, S.; DE KOK, L. J. (Ed.). **Nutrient Use Efficiency in Plants: Concepts and Approaches**. Cham: Springer International Publishing, 2014. 279 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-10635-9>. doi: 10.1007/978-3-319-10635-9.

IPECE – Instituto de pesquisa e estratégia econômica do Ceará. **Perfil Municipal de Pacujá**. Fortaleza: IPECE, 2025. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2025/>. Acesso em: 11 mai. 2026.

RENGEL, Z.; CAKMAK, I.; WHITE, P. J. (Ed.). **Marschner's Mineral Nutrition of Plants**. 4. ed. London: Academic Press, 2023. ISBN 9780128197738.

SANDINI, A. H.; GUIMARÃES, A. G.; BOTELHO, G. R.; TORRES JUNIOR, C. C.; SANTOS, E. A. F.; et al.; Crescimento vegetativo de genótipos de milho com diferentes inoculantes e adubações nitrogenadas. **Scientia Agraria**, v. 20, n. 2, 2024. DOI: 10.5380/rsa.v20i2.95536.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A.; **Cerrado: correção do solo e adubação**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2024. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/555355>

TAIZ, L.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A.; ZEIGER, E.; **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2024. 864 p. ISBN 9786558822110. Disponível em: <https://loja.grupoa.com.br/fisiologia-e-desenvolvimento-vegetal-7ed-9786558822110-p1046902>.