

EFICIÊNCIA NO USO DO NITROGÊNIO EM HÍBRIDOS DE MILHO PARA O NÚMERO DE RAMIFICAÇÕES DO PENDÃO

NITROGEN USE EFFICIENCY IN MAIZE HYBRIDS REGARDING TASSEL BRANCH NUMBER

Lohan de Souza Soares ⁽¹⁾

Mariana Chaves Candido ⁽²⁾

Natáli Vidal do Carmo ⁽³⁾

Cláudio Lopes de Souza Júnior ⁽⁴⁾

Gustavo Vitti Môro ⁽⁵⁾

Resumo

Objetivou-se avaliar e identificar híbridos de milho eficientes e responsivos quanto ao uso do nitrogênio por meio da avaliação do número de ramificações do pendão. Os experimentos foram conduzidos em Piracicaba, no Departamento de Genética e na Estação Experimental de Sertãozinho, sob duas condições de disponibilidade de nitrogênio em cobertura (170 kg.ha⁻¹ e ausência de aplicação), em delineamento em blocos casualizados com duas repetições. No Departamento de Genética, 16% dos híbridos foram classificados como eficientes e responsivos, enquanto em Sertãozinho esse grupo correspondeu a 25% dos genótipos. Os híbridos classificados como eficientes e responsivos constituem genótipos promissores para utilização em programas de melhoramento genético. O número de ramificações do pendão mostrou potencial como caráter auxiliar na classificação preliminar de híbridos quanto à eficiência no uso do nitrogênio.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada. Melhoramento genético. Seleção. *Zea mays* L.

Abstract

The objective of this study was to evaluate and identify efficient and responsive maize hybrids regarding nitrogen use efficiency based on tassel branch number. The experiments were conducted in Piracicaba, at the Department of Genetics and the Sertãozinho Experimental Station, under two nitrogen topdressing conditions (170 kg.ha⁻¹ and no nitrogen application), using a randomized complete block design with two replications. At the Department of Genetics, 16% of the hybrids were classified as efficient and responsive, whereas at the Sertãozinho Experimental Station this group represented 25% of the genotypes. The hybrids classified as efficient and responsive constitute promising genotypes for use in breeding programs. Tassel branch number showed potential as an auxiliary trait for the preliminary classification of maize hybrids regarding nitrogen use efficiency.

Keywords: Nitrogen fertilization. Genetic breeding. Selection. *Zea mays* L.

¹Mestrando em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela Unesp/FCAV; ²Mestranda em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela Unesp/FCAV; ³Doutoranda em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela Unesp/FCAV; ⁴Professor Doutor aposentado em Genética e Melhoramento de Plantas do Departamento de Genética da USP/ESALQ; ⁵Professor Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas do Departamento de Produção Vegetal da Unesp/FCAV

1. Introdução

A disponibilidade de nitrogênio (N) limita o crescimento e o desenvolvimento da cultura do milho, que requer grandes quantidades desse nutriente devido ao seu alto potencial de rendimento (IGE et al., 2025; YANG et al., 2026), sendo a aplicação de fertilizantes nitrogenados a forma mais direta e eficaz de aumentar o teor de N nos solos. Todavia, o uso intensivo de fertilizantes nitrogenados está associado a perdas, altos custos de produção e problemas ambientais (CARVALHO et al., 2011; MÔRO; SOUZA JÚNIOR, 2025). Assim, são necessárias alternativas para reduzir e otimizar a utilização de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho.

Uma das estratégias possíveis para aumentar a eficiência de uso do nitrogênio (EUN) na cultura do milho é o desenvolvimento de cultivares eficientes. Para Cantão et al. (2004) e Cancellier et al. (2011), a seleção de genótipos de milho eficientes no uso do N é desejável tanto na agricultura de baixos insumos como na agricultura de altos insumos.

O desempenho e EUN em milho variam com a cultivar utilizada, ou seja, há variabilidade genética entre cultivares quando se aplica uma mesma dose de N no solo. Alguns caracteres podem ser indicadores potenciais para avaliar o desempenho, a EUN e a capacidade de absorção de nitrogênio em cultivares de milho, como a altura da planta, a altura da espiga e a relação altura da planta/altura da espiga, porém as informações relevantes sobre esses caracteres são limitadas (BAO et al., 2025). Situação semelhante ocorre para o caractere número de ramificações do pendão (NRP), para o qual ainda existem poucas informações relacionadas à EUN.

Para Li et al. (2023), pendões com mais ramificações contribuem para um tempo de polinização prolongado e para uma melhor taxa de formação de sementes. Dessa forma, levanta-se a hipótese de que o NRP esteja associado à EUN, podendo constituir um caractere auxiliar na seleção de genótipos mais eficientes. Nesse sentido, é necessário investigar a seleção de híbridos de milho para EUN considerando esse caractere, o que contribuirá para uma agricultura mais sustentável e menores custos e impactos ambientais.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar e identificar híbridos de milho eficientes e responsivos quanto ao uso do nitrogênio por meio da avaliação do número de ramificações do pendão.

2. Material e Métodos

Foram avaliados 48 híbridos simples experimentais de milho, obtidos por meio de cruzamentos dialélicos parciais entre oito e seis linhagens endogâmicas (S_6), além do híbrido simples comercial “DKB 390”. Os experimentos foram conduzidos em Piracicaba, São Paulo, no Departamento de Genética e na Estação Experimental de Sertãozinho, ambas pertencentes à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo. As linhagens foram obtidas dos sintéticos IG-3 e IG-4, desenvolvidos a partir de um programa de seleção recorrente recíproca aplicado às populações BR-105 e BR-106, pertencentes a grupos heteróticos distintos (MÔRO; SOUZA JÚNIOR, 2026).

Em cada local foram instalados dois experimentos: um com adubação nitrogenada em cobertura e outro sem adubação nitrogenada em cobertura. O preparo do solo e a adubação de base foram realizados conforme análise química do solo. Nos experimentos com adubação nitrogenada, aplicaram-se 170 kg.ha^{-1} de N, na forma de ureia, entre os estádios fenológicos V3 e V5. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com duas repetições. Cada parcela foi composta por uma linha de 4,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, totalizando 20 plantas após o desbaste.

A eficiência no uso do nitrogênio foi estimada separadamente para cada local, conforme a equação 1, adaptada de Fageria e Barbosa Filho (1981):

$$(1) \quad \alpha = \frac{NRPCN - NRPSN}{(\bar{x}NRPN - \bar{x}NRPSN)^2},$$

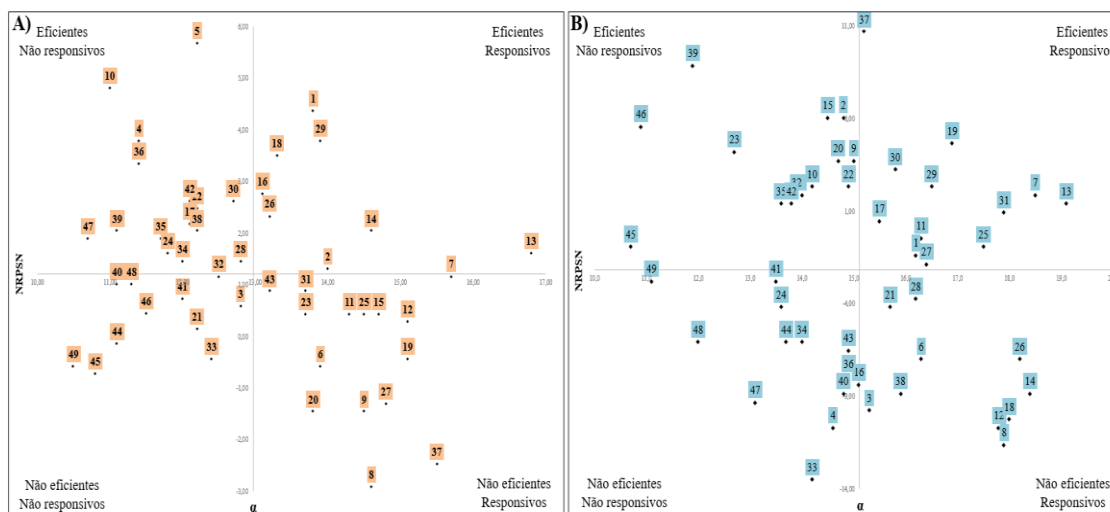
sendo α : eficiência no uso do nitrogênio; $NRPCN$: número de ramificações do pendão com nitrogênio; $NRPSN$: número de ramificações do pendão sem nitrogênio; $\bar{x}NRPCN$: média geral do número de ramificações do pendão com nitrogênio; e $\bar{x}NRPSN$: média geral do número de ramificações do pendão sem nitrogênio

Posteriormente, os híbridos foram classificados quanto à eficiência e responsividade ao nitrogênio segundo metodologia adaptada de Fageria e Kluthcouski (1980). A representação gráfica da classificação dos genótipos foi elaborada no software Microsoft Excel versão 2608, e foram consideradas as informações da α e da $\bar{x}NRPSN$.

3. Resultados e Discussão

A metodologia adaptada de Fageria e Kluthcouski (1980) permitiu classificar os híbridos em quatro grupos: eficientes e responsivos (ER), eficientes e não responsivos (ENR), não eficientes e responsivos (NER) e não eficientes e não responsivos (NENR) (Figura 1).

FIGURA 1 – Classificação dos híbridos quanto à eficiência e responsividade ao nitrogênio, avaliados no Departamento de Genética (A) e na Estação Experimental de Sertãozinho (B), conforme metodologia adaptada de Fageria e Kluthcouski (1980)



No Departamento de Genética (Figura 1A), apenas 16% dos híbridos foram classificados como ER (1, 2, 13, 14, 16, 18, 26 e 29). Em geral, esse grupo tem maior interesse para a agricultura e o melhoramento genético. Segundo Yang et al. (2026), variedades de milho com alta eficiência possuem maior capacidade de converter rapidamente o N absorvido em formas orgânicas, como aminoácidos, o que indica forte capacidade de assimilação. Os grupos ENR e NER corresponderam a 31% e 29% dos híbridos, respectivamente. Embora não representem o perfil ideal, esses genótipos podem ser úteis em programas de melhoramento para se obter cultivares eficientes (MÔRO; SOUZA JÚNIOR, 2026). Os híbridos classificados como NENR representaram os genótipos menos promissores para esse objetivo e, portanto, conforme os mesmos autores, podem ser descartados do programa de melhoramento.

Na Estação Experimental de Sertãozinho (Figura 1B), observou-se 25% de híbridos ER (1, 7, 11, 13, 17, 19, 25, 27, 29, 30, 31 e 37) e os híbridos ENR, NER e NENR representaram 27%, 21% e 27% dos genótipos, respectivamente. Além disso, os híbridos 1, 13 e 29 foram classificados como eficientes e responsivos em ambos os ambientes. Em contraste, o híbrido comercial “DKB 390” foi classificado como não eficiente e não responsivo nos dois locais de avaliação.

4. Conclusão

Os híbridos classificados como eficientes e responsivos constituem genótipos promissores para utilização em programas de melhoramento genético. O número de ramificações do pendão

mostrou potencial como caráter auxiliar na classificação preliminar de híbridos quanto à eficiência no uso do nitrogênio.

Referências

BAO, F.; PINGZHANG; YU, Q.; CAI, Y. F.; CHEN, B.; BRONZEADO, H.; HAN, H.; HOU, J.; ZHAO, F. Response of fresh maize yield to nitrogen application rates and characteristics of nitrogen-efficient varieties. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 24, n. 10, 2025.

CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. L.; CARVALHO, E. V.; DOTTO, M. A.; LEÃO F. F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 139-148, 2011.

CANTÃO, F. R. O.; DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; MARRIEL, I. E.; GAMA, E. G. E., OLIVEIRA, A. C. Uso e eficiência de nitrogênio em milho: caracterização preliminar. In: XXV CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2004, Cuiabá. **Anais ...** Cuiabá: ABMS, 2004.

CARVALHO, E. V.; AFFÉRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; LEÃO, F. F.; CANCELLIER, L. L.; DOTTO, M. A. Eficiência e uso do nitrogênio em híbridos experimentais de milho do programa de melhoramento da Universidade Federal do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, p. 392-403, 2011.

FAGERIA, K. N.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação das cultivares de arroz e feijão, para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA-CNPAF, 1980, 22p. (Circular Técnica, 8).

FAGERIA, K. N.; BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação de cultivares de arroz para maior eficiência na absorção de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, n. 6, p. 777-782, 1981.

IGE, S. A.; BELLO, B. O.; MAHAMOOD, J.; AFOLABI, M.; AREMU, C.; ABOLUSORO, S.; OYEKALE, S.; CHIJOKE, F. Nitrogen use efficiency of open-pollinated maize cultivars and topcrosses under low nitrogen soil. **Heliyon**, v. 10, e39223, 2025.

LI, J.; WANG, W.; WEI, J.; MIAO, X.; SHANG, X.; LI, L. Genetic mapping and functional analysis of a classical tassel branch number mutant Tp2 in maize. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, e1183697, 2023.

MÔRO, G. V.; SOUZA JUNIOR, C. L. Genetic control of efficiency in association of tropical maize with *Azospirillum brasilense* for grain yield. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 25, n. 3, e51622534, 2025.

MÔRO, G. V.; SOUZA JUNIOR, C. L. Efficiency of tropical maize genotypes in association with *Azospirillum brasilense* for grain yield. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 48, e76784, 2026.

YANG, Y. L.; WEN, T.; WANG, H. F.; MA, J.; SHI, X. L.; YAN, S.; MU, X.; LI, C. M.; ZHENG, H.; LIU, D.; ZHAO, X. Response of maize varieties with different nitrogen efficiencies to nitrogen fertilizer. **Agronomy**, v. 16, n. 1, 2026.