

# Estratégia na seleção de milho quanto à eficiência ao nitrogênio no Estado do Pará

Weder Ferreira dos Santos<sup>1</sup>, Mateus da Silva Pereira<sup>2</sup>, Layanni Ferreira Sodré<sup>3</sup>, Jefferson da Silva Pereira<sup>4</sup>, Rafael Marcelino da Silva<sup>4</sup>, Flávio Sérgio Afférrri<sup>1</sup> e Joênes Mucci Pelúzio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Professor, Doutor, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, Brasil. E-mail: eng.agricola.weder@gmail.com (\*Autor para correspondência)  
<sup>2</sup>Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins. E-mail: mateussilva@mail.uft.edu.br <sup>3</sup>Mestre em Agroenergia, Universidade Federal do Tocantins. E-mail: farm.layannisd@gmail.com <sup>4</sup>Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Tocantins. E-mail: manimejefferson@gmail.com

**Resumo** - O presente trabalho tem com o objetivo a seleção em genótipos de milho quanto a sua eficiência ao uso do nitrogênio no Estado do Pará. O experimento foi realizado no Sul do Pará, Município Santa Maria das Barreiras, Sítio Vitória, sendo um instalado sob condições de alto nitrogênio (150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e uma sob baixo nitrogênio (0 kg ha<sup>-1</sup> de N). O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos ao acaso com 11 tratamentos e quatro repetições, com análise para o rendimento de grãos. Para identificar genótipos eficientes quanto ao uso do nitrogênio, utilizou-se a metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski. Os genótipos de milho W1, W4, W5 e W6, são classificados como eficientes no uso de nitrogênio.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, adubação nitrogenada, genótipos, melhoramento, produtividade.

## Strategy of maize selection as for nitrogen efficiency in the Pará State

**Abstract** – The present work has the objective of selecting maize genotypes for their efficiency in the use of nitrogen in the State of Pará, Brazil. The experiment was carried out under the conditions of high nitrogen (150 kg ha<sup>-1</sup> of N) and one under low nitrogen (0 kg ha<sup>-1</sup> of N) in the south of Pará, Santa Maria das Barreiras Municipality, Brazil. The experimental design used in each experiment was a randomized complete block design with 11 treatments and four replicates, with analysis for grain yield. In order to identify efficient genotypes regarding the use of nitrogen, the methodology proposed by Fageria & Kluthcouski was used. The corn genotypes W1, W4, W5 and W6 are classified as efficient in the use of nitrogen.

**Keywords:** *Zea mays*, nitrogen fertilization, genotypes, improvement, yield.

### Introdução

No Estado do Pará, a cultura do milho obteve uma produtividade média de 3.284 kg ha<sup>-1</sup> na safra 17/18 (safra), com a produtividade maior do que a região norte (3268 kg ha<sup>-1</sup>) e menor produtividade à média nacional (5295 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2017/2018) (CONAB, 2018). Isso ocorre devido às condições climáticas, a escassez de programas de melhoramento do milho regionais, a falta de seleção de genótipos para o nível tecnológico das propriedades e para o uso eficiente de nutrientes (BORÉM et al., 2015; Conab, 2016; Santos et al., 2016).

Atualmente com a preocupação de aumentar a produção para alimentar a população crescente, reduzir seus custos e ao mesmo tempo construir um sistema de agricultura sustentável, a obtenção de genótipos com maior eficiência ao uso do nitrogênio (EUN) tem sido uma meta almejada pelos pesquisadores e produtores (SANTOS et al., 2017).

O N é um dos minerais mais importantes para o crescimento e produção da planta, onde é de grande importância para o aumento da produtividade na cultura do milho. É considerada exigente em nutrientes e o suprimento em quantidade adequada é um ponto chave

para aumentar a produtividade desta cultura (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

Fageria & Baligar (1993) desenvolveram metodologia específica para estresse mineral aplicável ao melhoramento de plantas, para a seleção de plantas eficientes ao uso dos nutrientes e responsivas à sua aplicação. Visando obtenção desses genótipos eficientes vários estudos têm sido realizados (SANTOS et al., 2016; SODRÉ et al, 2016). No entanto, faz-se necessário maior aprofundamento desses trabalhos, principalmente, para cultura milho nas condições do Estado do Pará.

O trabalho tem como objetivo analisar a eficiência do nitrogênio para o aumento da produtividade de milho no Sul do Estado do Pará.

### Material e Métodos

No ano de 2018, foi realizado dois ensaios de milho na propriedade rural Sítio Vitória, Município de Santa Maria das Barreiras, Estado do Pará. Sendo um ensaio instalado sob condições de Alto N (150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e outro ensaio sob Baixo N (0 kg ha<sup>-1</sup> de N). A semeadura foi realizada em 14 de Novembro de 2017.

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos ao acaso com 10 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de 10 genótipos, sendo todos de polinização aberta (W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10 e W11), oriundos de programas de melhoramento genético da UFT.

A parcela experimental foi composta por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,90m entre as linhas. Na colheita, foram utilizadas as duas linhas centrais de cada fileira, descartando-se 0,50m das extremidades das fileiras.

Foram realizadas as operações de aração, gradagem e sulcamento. O plantio das sementes e a adubação no sulco de semeadura foram efetuados manualmente. A adubação de pré-plantio foi realizada utilizando 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK e ZN, para todos os ensaios, sendo os demais tratamentos culturais efetuados assim que se fizeram necessários conforme exigência da cultura.

A adubação nitrogenada em cobertura, nos experimentos de safra e entressafra foi de 0 e 150 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, proporcionando totais de 15 e 165 kg ha<sup>-1</sup>, para os ambientes de baixo e alto N, parcelada em duas aplicações, sendo realizada no estágio V4 e V8 (quatro e oito folhas completamente abertas), tendo como fonte de N a ureia (43% de N). A adubação no ambiente de baixo e alto N corresponde a menor e a maior faixa esperada de produtividade de grãos.

Os tratamentos culturais, como o controle fitossanitário contra doenças, pragas e plantas daninhas foram realizados seguindo as recomendações técnicas da cultura. Foi realizada irrigação suplementar para os ensaios conduzidos na entressafra, sempre que necessária.

Nas duas fileiras centrais, de cada parcela, foram colhidas as espigas, no estágio R6 (maturidade fisiológica). Em seguida, as espigas foram debulhadas e os grãos acondicionados em saco de papel, o qual foi identificado por genótipo, e transportado para o Laboratório de Pesquisa Agropecuária da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas. O rendimento de grãos (RG) (massa de grãos de cada parcela corrigida para 13% de umidade e transformada em kg ha<sup>-1</sup>).

Para identificar genótipos eficientes quanto ao uso do nitrogênio (N) e responsivos à sua aplicação, utilizou-se a metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980). Por esta metodologia, a eficiência correspondeu à média de RG de cada genótipo em Baixo N. A resposta a aplicação do nutriente, para cada genótipo, foi oriunda da diferença de rendimento nos dois níveis de nitrogênio (Alto e Baixo N) dividido pela diferença entre os níveis de N utilizados em cobertura.

Após serem tabulados, os dados de RG foram submetidos ao teste de normalidade. Em seguida, foi realizada análise de variância para cada ensaio (nível de N) e, em seguida, análise conjunta seguindo o critério da

homogeneidade dos quadrados médios residuais dos ensaios.

As médias dos genótipos, ambientes e dos índices de eficiência e resposta, foram comparadas pelo teste de grupos de Scott & Knott (1974) a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

## Resultados e Discussão

A análise de variância conjunta (Tabela 1) revelou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de ensaio, genótipos e da interação ensaio x genótipos. O coeficiente de variação (CV) foi de 7,5%, considerado baixo, indicando boa precisão na condução dos ensaios, segundo a classificação proposta por Gomes (2009). A média geral de produtividade foi de 5.567 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos de 11 genótipos de milho, cultivadas em dois ensaios

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios	
Ensaio	1	150.372.586,40	*
Genótipos	10	12.088.429,81	*
Ensaio*Genótipo	10	3.024.721,41	*
Blocos(Ensaio)	4	91.516,96	
Erro	40	174.491,84	
CV (%)		7,50	
Média		5.567,00	

\* significativo pelo teste F a 5% de significância

A produtividade de grãos (Tabela 2) variou de 2.426 kg ha<sup>-1</sup> (Baixo N; W7) a 9.944 kg ha<sup>-1</sup> (Alto N; W3), valor muito significativo em Alto N, considerando a média de produtividade do Estado do Pará (3.284 kg ha<sup>-1</sup> na safra 17/18) e na região norte (3.268 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2018). Já no ensaio de Baixo N (BN) foram formados quatro grupos, com os genótipos W1 (5 411 kg ha<sup>-1</sup>), W5 (5 225 kg ha<sup>-1</sup>) e W6 (5 457 kg ha<sup>-1</sup>) no grupo com as maiores médias de produtividade, e no grupo com as menores médias de produtividade os genótipos W2 (3.228 kg ha<sup>-1</sup>), W7 (2.426 kg ha<sup>-1</sup>) e W9 (2.742 kg ha<sup>-1</sup>).

Foram formados quatro grupos de médias em Alto N (AN). Santos et al. (2017) encontraram em seu trabalho quatro grupos de médias para o ensaio de Alto N. variando de 4.539 kg ha<sup>-1</sup> (W8) a 9.944 kg ha<sup>-1</sup> (W3) e apresentaram intervalos de produtividade de 4.600 a 7.141kg ha<sup>-1</sup>.

O primeiro grupo com as maiores médias os genótipos W1 (9.325 kg ha<sup>-1</sup>), W3 (9.944 kg ha<sup>-1</sup>), W5 (9.528 kg ha<sup>-1</sup>) e W6 (9.006 kg ha<sup>-1</sup>), o segundo grupo apenas o genótipo W4 (6.925 kg ha<sup>-1</sup>), e no terceiro grupo os genótipos W2 (6.117 kg ha<sup>-1</sup>), W10 (5.817 kg ha<sup>-1</sup>) e W11 (5.066 kg ha<sup>-1</sup>)

e as menores médias dos genótipos foram W7(5.216 kg ha<sup>-1</sup>), W8 (4.539 kg ha<sup>-1</sup>) e W9 (5.214 kg ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 2.** Médias de produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de 11 genótipos de milho cultivados sob dois níveis de N

Genótipos	PG (kg ha <sup>-1</sup> )				Resposta
	Baixo N	Alto N	Média	Diferença	
W1	5411 Ba	9325 Aa	7368 a	3915	26,1
W2	3228 Bd	6117 Ac	4672 c	2889	19,3
W3	3831 Bc	9944 Aa	6888 a	6114	40,8
W4	4602 Bb	6925 Ab	5763 b	2323	15,5
W5	5225 Ba	9528 Aa	7376 a	4303	28,7
W6	5457 Ba	9006 Aa	7232 a	3549	23,7
W7	2426 Bd	5216 Ad	3821 d	2790	18,6
W8	3731 Bc	4539 Ad	4135 d	809	5,4
W9	2742 Bd	5214 Ad	3978 d	2471	16,5
W10	4052 Bc	5817 Ac	4934 c	1766	11,8
W11	3926 Bc	6206 Ac	5066 c	2280	15,2
Média	4057 B	7076 A	5567		20,1

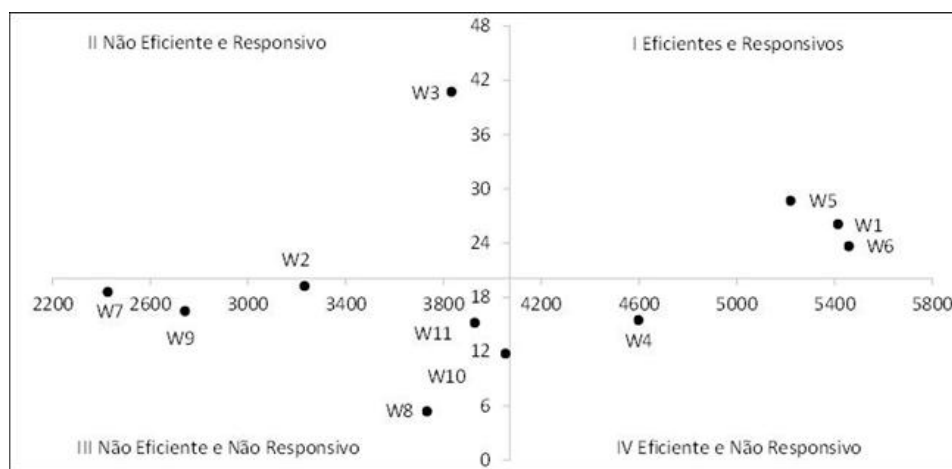
Médias seguidas por mesma letra maiúscula, nas linhas, e minúscula nas colunas, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott & Knott (1994), a 5% de significância. Alto N = 150 kg ha<sup>-1</sup>; Baixo N = 0 kg ha<sup>-1</sup>

Os genótipos W1, W5 e W6 obtiveram as maiores produtividades nos dois ensaios, podendo ser indicados para os dois ambientes de cultivo. Os genótipos W7 e W9 apresentaram as menores médias nos dois ensaios.

Na média geral dos genótipos enquadraram-se quatro grupos de médias variando de 3.821 kg ha<sup>-1</sup> (W7) a 7.376 kg ha<sup>-1</sup> (W5). No grupo com as maiores médias aparecem os genótipos W1 (7.368 kg ha<sup>-1</sup>), W3 (6888 kg ha<sup>-1</sup>), W5 (7.376 kg ha<sup>-1</sup>) e W6 (7.232 kg ha<sup>-1</sup>). Já no grupo com as menores médias ficaram os genótipos W7 (3821 kg ha<sup>-1</sup>), W8 (4.135 kg ha<sup>-1</sup>) e W9 (3978 kg ha<sup>-1</sup>). Estas produtividades são superiores à média do Estado do Pará (3.284 kg ha<sup>-1</sup> na safra 17/18) (CONAB, 2018).

A produtividade de grãos foi significativamente maior no ensaio de Alto N comparando ao de Baixo N, com médias de 7076 kg ha<sup>-1</sup> e 4057 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O que demonstra incremento geral de produtividade em função da adubação nitrogenada (Cancellier et al., 2011).

Eficiência no uso e resposta à aplicação de nitrogênio em genótipos de milho consta-se na Figura 1. A metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980) específica para estresse mineral, identificou como EUN (eficiência no uso de nitrogênio), os genótipos de milho W1, W4, W5 e W6, pois apresentaram as maiores médias de produtividade de grãos em Baixo N e, portanto, estão representados no primeiro e quarto quadrantes.



**Figura 1.** Eficiência no uso e resposta à aplicação de nitrogênio em genótipos de milho

A eficiência desses genótipos em relação aos demais, na absorção e utilização de N na produção de grãos, permite inferir que os processos associados à absorção, translocação, assimilação e redistribuição de N são mais eficientes do que nos demais genótipos (Fidelis et al., 2014). Desta forma, estes genótipos podem vir a constituir um banco de germoplasma visando à obtenção de fontes genéticas para maior eficiência ao nutriente. Estes resultados corroboram os obtidos por Santos et al. (2016), Santos et al. (2017) e Sodr e et al. (2016), utilizando a mesma metodologia, identificou materiais de milho eficientes quanto ao uso de N.

As diferenças apresentadas entre os genótipos, em relação aos demais, na absorção e utilização de N para aumento da produtividade, podem ser explicadas pela expressão ou não dos alelos favoráveis presentes nos genótipos, que resultam em uma melhor absorção e aproveitamento do N no desenvolvimento da planta (Santos et al., 2017).

Em relação à resposta à aplicação de N, quatro genótipos W1, W3, W5, e W6 destacaram-se por apresentarem os maiores índices, estando, portanto, representados no primeiro e segundo quadrantes (Figura

1). Destes, merece destaque o genótipo W3 que apresenta valor de índice de resposta 40,8.

Ressalta-se que W1, W5 e W6 além de responsivos, também foram apontados como mais EUN mesmo em concentrações moderadamente baixas, o que demonstra adaptação destes em ambientes de baixa e alta disponibilidade de N (Primeiro Quadrante). Genótipos deste quadrante podem ser indicados para dois níveis de cultivo, seja para agricultura familiar (baixo nível tecnológico) ou empresarial (alto nível de tecnologia) (Santos et al., 2017).

Por outro lado, o genótipo W3 por ter apresentado baixa produtividade em Baixo N foi considerado como não eficiente, porém teve caracterizado sua condição de material responsivo (Segundo Quadrante). Este genótipo é indicado para ser utilizado por agricultores que dispõem de nível tecnológico elevado (Santos et al., 2017).

Os genótipos W2, W7, W8, W9, W10 e W11 por terem apresentado baixa produtividade no ambiente Baixo N (inferior à média dos genótipos, ou seja, 4.057 kg ha<sup>-1</sup>) e também por terem apresentado baixos índices de resposta à aplicação de N (inferior a 20,1) foram considerados não eficientes e não responsivos (Terceiro Quadrante). Genótipos deste quadrante não são recomendados para semeaduras em propriedades agrícolas, nem mesmo para aqueles que utilizam baixo nível tecnológico (Santos et al., 2017).

O genótipo W4 por ter apresentado alta produtividade no ambiente Baixo N (acima da média geral, ou seja, 4.057 kg ha<sup>-1</sup>) e também por ter apresentado baixo índice de resposta à aplicação de N (inferior à média geral 20,1) foi considerado como eficiente e não responsivo (Quarto Quadrante). O genótipo deste grupo é recomendado para o cultivo em propriedades que adotam baixo nível tecnológico (Santos et al., 2017).

### Conclusões

1. Os genótipos de milho W1, W4, W5 e W6 são classificados como eficientes no uso de nitrogênio.
2. Considerando a resposta à aplicação de N, os genótipos W3 e W5 são os mais responsivos.
3. O genótipo W4 é recomendado para o cultivo em propriedades que adotam baixo nível tecnológico.
4. O genótipo W3 é indicado para ser utilizado por agricultores que dispõem de nível tecnológico elevado.

### Referências

BORÉM, A.; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M.A. **Milho**: do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2015. 351p.

CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; 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, p. 139-148, 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, 2018. 145p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

FAGERIA, N. D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1980. 22p.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. 1993. Screeing crop genotypes for mineral stresses. In: **Workshop on adaptation of plants to soil stresses**, 1993, Lincoln. Proceedings... Lincoln: University of Nebraska. (Intsormil Publication, 94-2).

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIDELIS, R. R.; SANTOS, M. M.; SANTOS, G. R.; SILVA, R. R.; VELOSO, D. A. Classificação de populações de milho quanto à eficiência e resposta ao uso de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 19, n. 2, p. 59-64, 2014.

SANTOS, W. F.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; SODRÉ, L. F.; HACKENHAAR, C.; REINA, E.; MACÊDO, D. A. Eficiência e resposta ao uso do nitrogênio em genótipos de milho para rendimento de proteína. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.10, n.4, p.6-11, 2016.

SANTOS, W. F.; SODRÉ, L. F.; MACIEL, L. C.; SILVA, R. M.; AFFERRI, F. S.; CERQUEIRA, F. B.; VIEIRA, R. S. Seleção de genótipos de milho quanto a sua resposta e eficiência ao nitrogênio. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.11, n.1, p.73-76, 2017.

SCOTT, A.; KNOTT, M. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p.507-512.

SODRÉ, L. F.; ASCÊNCIO, S. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; SANTOS, W. F.; CARVALHO, E. V. Cultivo para alto e baixo nitrogênio em genótipos de milho no Tocantins visando à produção de óleo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.91, n.2, p.174 -183, 2016.