

## Seleção de linhagens de milho em ambientes com e sem estresse de nitrogênio

**Rodrigo Cabral Adriano<sup>1</sup>, Leandro Vagno de Souza<sup>2</sup>, William Fialho dos Reis<sup>3</sup>, Jeferson Julio de Andrade<sup>4</sup>, Pedro Henrique Alves Marra<sup>5</sup>, Éder Eduardo Mantovani<sup>6</sup>, Glauco Vieira Miranda<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa/ Departamento de Fitotecnia, Viçosa, MG, CEP 36570-000, [cabralufv@yahoo.com.br](mailto:cabralufv@yahoo.com.br), <sup>2</sup>[souzalv@hotmail.com](mailto:souzalv@hotmail.com), <sup>3</sup>[williamfreis@hotmail.com](mailto:williamfreis@hotmail.com), <sup>4</sup>[jefersonjulio@gmail.com](mailto:jefersonjulio@gmail.com), <sup>5</sup>[marra\\_pedro@yahoo.com.br](mailto:marra_pedro@yahoo.com.br), <sup>6</sup>[dumantovani@yahoo.com.br](mailto:dumantovani@yahoo.com.br) <sup>7</sup>[glaucomiranda@ufv.br](mailto:glaucomiranda@ufv.br)

Apoio financeiro: CNPq.

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi selecionar linhagens de milho com superior eficiência de uso de nitrogênio (EUN). Foram avaliadas 20 linhagens de milho do PROGRAMA MILHO® UFV, em ambientes de baixo e alto nitrogênio (N), em casa de vegetação da UFV. Utilizando o delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições. As plantas foram colhidas no estágio de quarta folha completamente desenvolvida avaliando as características: massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), porcentagem de N na parte aérea (NPA), porcentagem de N na raiz (NR) e porcentagem de N na massa seca total (MST) conteúdo de N na raiz (CNR), conteúdo de N na parte aérea (CNPA) e conteúdo de N na matéria seca total (CMST), eficiência de absorção de N (EAbN), eficiência de utilização de N (EUtN) e EUN. Destacaram as linhagens 9, 10, 14, 17, 16, 7, 13, 3, 19, 1, 12, 15 e 18 no ambiente de alto N e 15, 14, 9, 10, 16, 7, 20, 11 e 3 no baixo N. Portanto, as linhagens 9, 10, 14, 16, 17, 7 e 3 são consideradas como EUN, e importantes fontes genéticas para o PROGRAMA MILHO® UFV.

**Palavras-chave:** Milho (*Zea mays*), melhoramento, eficiência de uso nitrogênio

### Introdução

Na produção de milho (*Zea mays* L.) o nitrogênio (N) se destaca como um dos nutrientes mais demandados pelas plantas. Devido a grande demanda metabólica, é essencial a síntese de proteínas, incrementando a produção de grãos e elevando o teor protéico dos mesmos. Seu precário suprimento limita a produção principalmente em países tropicais, sendo este o nutriente que mais onera a cultura. Estima-se que os fertilizantes nitrogenados chegam a representar 40% do custo total de produção da cultura do milho (MACHADO, 1997), o N ainda contribui para destruição da camada de ozônio e contamina águas subterrâneas (RUTTAN, 1991).

Hirel et al., 2001 estudando as bases genéticas e fisiológicas na eficiência do uso de N em milho correlacionaram a produção de grãos com a assimilação primária e a remobilização do N, o que o levaram a concluir que o aumento na produção de grãos observados nas últimas décadas não foi apenas pela eficiência de absorção de N (EAbN), mas também pelo maior eficiência de utilização de N (EUtN), deste modo deve-se considerar a importância da eficiência no uso de N (EUN) como um todo. Outros autores estudaram e relataram a importância do sistema radicular na EUN (CHUN et al., 2005). Portanto, a seleção de genótipos com maior EUN constitui importante ferramenta para condução programas de melhoramento e auxiliará o desenvolvimento de cultivares que sejam mais produtivos em ambientes de alto e baixo N.

O objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar linhagens de milho com maior EUN em ambientes de baixo e alto nitrogênio.

### Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa, – MG, Departamento de Fitotecnia, PROGRAMA MILHO® UFV, em dezembro de 2006, no delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

Foram avaliadas 20 linhagens de milho pertencentes ao banco de germoplasma do PROGRAMA MILHO® UFV, em dois ambientes distintos, alto N aplicado 168 mg/dm<sup>3</sup> de N e no baixo N aplicou-se 28 mg/dm<sup>3</sup> de N. Quanto aos demais nutrientes realizou-se a adubação baseando-se na 5ª Aproximação (1999). Instalado em vasos de 2,8 dm<sup>3</sup>, preenchidos com a média de 2,7 kg solo de solo por vaso, e irrigados diariamente por gotejamento com água deionizada, mantendo-se 60% da capacidade de campo.

As plantas foram colhidas no estágio de quarta folha completamente desenvolvida separando a parte aérea do sistema radicular pela base da planta, em seguida pesando ambas distintamente.

Foram avaliadas as características: massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), porcentagem de N na parte aérea (NPA), porcentagem de N na raiz (NR) e porcentagem de N na massa seca total

(MST) conteúdo de N na raiz (CNR), conteúdo de N na parte aérea (CNPA) e conteúdo de N na matéria seca total (CMST), eficiência de absorção de N (EAbN), eficiência de utilização de N (EUtN) e eficiência de uso de N (EUN).

O material foi seco em estufa de circulação de ar forçado, a 60°C, até a massa constante para a determinação da massa seca de ambas as partes e seu somatório proporcionou a MST (g), em seguida os teores de N foram determinados pela digestão Kjeldahl, destilando e titulando, como descrito por Bremner & Mulvaney (1982).

A determinação dos índices de eficiência na assimilação de N foi realizada segundo o modelo de Moll et al. (1982). Sendo assim, após a determinação da NPA e NR, fez-se seu somatório determinando o NT, para então calcular eficiência de absorção (EAbN):

$$EAbN = NT / N \text{ aplicado}$$

Em seguida, a eficiência na utilização de N (EUtN):

$$EUtN = MST / NT$$

E pelo produto entre EAbN e EUtN, determinou-se a EUN:

$$EUN = EAbN \times EUtN$$

As análises genéticas estatísticas foram realizadas utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística – PROGRAMA GENES (CRUZ, 2001). Foi realizada a análise de variância individual para todos os ambientes e teste de médias para os ambientes que apresentaram características com diferença significativa.

## Resultados

As análises de variância evidenciaram as características MST e EUN como significativas a 1% de probabilidade em ambos os ambientes e a 5% de probabilidade foram significativas as características MSR e EUtN no ambiente de baixo N, enquanto que as demais características não foram significativas.

No ambiente de alto N houve destaque para as linhagens 9, 10, 14, 17, 16, 7, 13, 3, 19, 1, 12, 15 e 18 com maior EUN, não encontrando diferença significativa nesse grupo. A EUN variou de 0,043 mg/mg pela linhagem 9 a 0,01 mg/mg da linhagem 5, com a média de 0,03 mg/mg. A característica EUtN variou de 0,439 a 0,073 mg/mg, com as linhagens 8 e 10 respectivamente, e a média de 0,214 mg/mg. Para a característica EAbN houve variação de 0,612 mg/mg da linhagem 10 a 0,075 mg/mg com a linhagem 2, média de 0,276 mg/mg.

Quanto à característica MST, as linhagens de destaque foram 9, 10, 14, 17, 7, 13, 16, 3, 18, 19, 12, 1 e 15, as quais não diferiram estatisticamente. A MST variou de 7,115 g a 2,147 g para as linhagens 9 e 5, respectivamente, tendo como média 5,095 g. O CMST teve como destaque as linhagens 10, 14, 13, 11, 12, 7, 3, 9, 20, 16, e 17,

com maiores teores de N, variando de 102,881 a 12,561 mg de N para as linhagens 10 e 2, com a média de 46,355 mg de N.

A MSR destacou as linhagens 9, 10, 14, 17, 16, 1, 19, 3, 12, 18, 6, 20, 7, 15 e 11, encontrando variação de 4,173 a 1,017 g com as linhagens 9 e 5, respectivamente.

No ambiente de baixo N as linhagens que se destacaram foram 15, 14, 9, 10, 16, 7, 20, 11 e 3, com superior EUN, variando de 0,24 mg/mg a 0,107mg/mg para as linhagens 15 e 5, respectivamente, e média de 0,169 mg/mg. A EUtN variou de 0,665 a 0,350 mg/mg com as linhagens 7 e 18, e a média de 0,209 mg/mg. Para a característica EAbN houve variação de 2,554 a 0,315 com as linhagens 10 e 7 e média de 1,502 mg/mg.

A MST destacou as linhagens 15, 14, 9, 10, 16, 7, 20, 3 e 11, variando de 6,716 a 2,990 g e média de 4,727 g. O CMST teve como destaque às linhagens 10, 16, 7, 20, 3 e 11, variando de 71,508 a 8,820 mg e média de 42,053 mg.

A MSR destacou as linhagens 15, 14, 16, 9, 10, 7, 11, 1, 20, 17, 12 e 13, variando de 4,19 a 1,507 g para as linhagens 15 e 2 e a média de 2,741 g.

## Discussão

Comparando os valores médios da MSR os ambientes alto e baixo N, as linhagens com maior produção de raízes foram 9, 10, 14, 17, 16, 1, 12, 20, 7, 15 e 1. A MSR é uma característica estudada por muitos autores, os quais relatam o papel de um bom sistema radicular (VAMERALI et al., 2003; MAJEROWICZ et al., 2002), principalmente para aumentar a absorção de elementos imóveis, como o fósforo (LIU et al., 2003). Os valores da MSR comparados se encontram no gráfico 1.

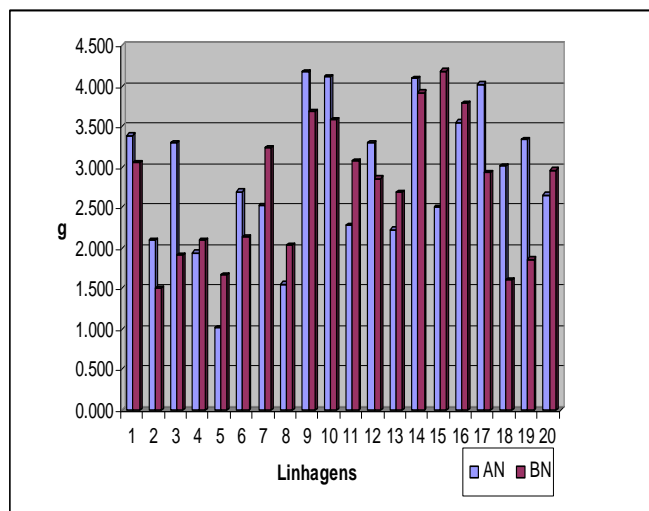


Gráfico 1 – valores médios da característica MST no ambiente de alto e baixo N

As linhagens 9, 10, 14, 16, 7, 3 e 15 destacaram-se com superior EUN nos dois ambientes (gráfico 2). No gráfico 2 pode-se observar uma tendência das linhagens a se comportarem de forma similar em ambos os ambientes, no entanto com uma superação expressiva do ambiente de baixo N em relação ao ambiente alto N quanto a característica EUN.

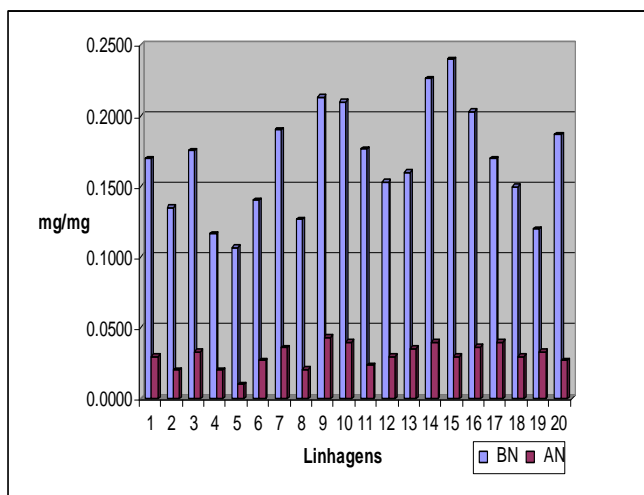


Gráfico 2 – valores médios da característica EUN, comparando o ambiente alto N com baixo N

Estes resultados são condizentes com os observados na literatura (KAMPRATH et al., 1982; MACHADO, 1997).

### Conclusão

Portanto, conclui-se que as linhagens 9, 10, 14, 16, 17, 7 e 3 são identificadas como eficientes e responsivas quanto a característica EUN, e consideradas importantes fontes genéticas para o banco de germoplasma do PROGRAMA MILHO®.

### Referências

- BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R., ed. *Methods of soil analysis: Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. Madison: American Society of Agronomy Soil Science Society of American, p. 595-624. 1982.
- CHUN, L.; GUOHA, M.; JIANSHEG, L.; FANJUN, C.; FUSUO, Z. Genetic analysis of maize root characteristics in response to low nitrogen stress. *Plant and Soil* 276:369–382. 2005.
- CRUZ, C. D. Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística versão Windows. Viçosa - MG. UFV, 442 p., 2001.

- HIREL, B.; BERTIN, P.; QUILLERÉ, I.; BOURDONCLE, W.; ATTAGNANT, C.; DELLY, C.; GOUY, A.; CADIOU, S.; RETAILLIAU, C.; FALQUE, M. & GALLAIS, A. Towards a better understanding of the genetic and physiological basis for nitrogen use efficiency in maize. *Plant Physiology*, v.125, p. 1258- 1270, 2001.

- LIU, Y.; MI, G. CHEN, F. ZHANG, J. ZHANG, F. Rhizosphere effect and root growth of two maize (*Zea mays* L.) genotypes with contrasting P efficiency at low P availability. *Plant Sci.* 167, 217–223. 2004.

- KAMPRATH, E.J.; MOLL, R.H.; RODRIGUES, N. Effects of nitrogen fertilization and recurrent selection on performance of hybrid population of corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.74, p. 955-958, 1982.

- MACHADO, A.T. Perspectiva do melhoramento genético em milho (*Zea mays* L.) visando eficiência na utilização do nitrogênio. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1997.

- MAJEROWICZ, N.; PEREIRA, J.M.S.; MEDICI, L.O.; BISON, O.; PEREIRA, M.B.; SANTOS JÚNIOR, U.M. Estudo da eficiência de uso do nitrogênio em variedades locais e melhoradas de milho. *Revista Brasil. Bot.*, v.25, n.2, p.129-136, jun. 2002.

- MOLL, R.H.; KAMPRATH, E.J.; JACKSON, W.A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, Madison, v.74, p.562-564, 1982.

- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 359 p. 1999.

- RUTTAN, V.W. Constraints on sustainable growth in agricultural int 21st century. *Outlok on agriculture*, Elmsford, v.20 n.4, p.225-234, 1991.

- VAMERALI, T.; SACCOMANI M.; BONA, S.; MOSCA, G. GUARISE, M.; GANIS, A. A comparison of root characteristics in relation to nutrient and water stress in two maize hybrids. *Plant Soil* 255, 157–167. 2003.



