

## Caracterização de Linhagens S4 da População de milho CMS 28, Contrastantes para Eficiência no Uso de Nitrogênio, Quanto a Responsividade à Adubação Nitrogenada

IVANILDO E. MARRIEL<sup>1</sup>, LAURO J.M. GUIMARÃES<sup>2</sup>, CLESO P. PACHECO<sup>1</sup>, SIDNEY N. PARENTONI,<sup>1</sup> PAULO E. GUIMARÃES<sup>1</sup> e ELTO E. G. GOMES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Milho e Sorgo, CP 151, 35701-970, Sete Lagoas - MG, Brasil; <sup>2</sup>UFV. E-mail: [imarriel@cnpms.embrapa.br](mailto:imarriel@cnpms.embrapa.br)

Palavras-chave: genótipos de milho, tolerância a estresse de N, resposta a N, classificação

### Introdução

A produção de milho tem apresentado crescimento na região dos cerrados, que constitui uma alternativa para a expansão da fronteira agrícola brasileira. Entretanto, esta região apresenta, invariavelmente, estresses de fatores abióticos relacionados às condições de clima e de fertilidade do solo, que limitam a produtividade das culturas. O nitrogênio (N) é um dos nutrientes limitantes nos sistemas agrícolas tropicais (AHN, 1993). Como um dos efeitos universais de deficiência de N, a redução nos níveis de componentes estruturais da fotossíntese resulta em decréscimos da capacidade fotossintética e, conseqüentemente, em menor produção (DELGADO *et al.*, 1994; SETTINI & MARANVILLE, 1998).

O uso de fertilizantes químicos para melhoria dos solos de cerrado, as vezes, é limitado devido aos seus elevados custos de produção e de distribuição ao nível de fazenda, particularmente, nos sistemas de agricultura não-intensiva. Não obstante as limitações econômicas e ambientais relacionadas ao emprego dos fertilizantes nitrogenados, tradicionalmente, a maioria dos programas de seleção e melhoramento de milho é ainda conduzida sob condições ótimas de fertilidade, em termos de produtividade (MASCLAUX *et al.*, 2001; RICHARDS, 2000), onde a herdabilidade e variância genotípica para produção de grãos são elevados (ROSIELLE & HAMBLIN, 1981; SIMONDS, 1991; BANZIGER *et al.*, 1997).

Por outro lado, pesquisas, visando a exploração da variabilidade genética entre cultivares para obtenção de genótipos tolerantes a estresses nutricionais, tornam-se justificáveis e igualmente importantes para uma agricultura de baixo input e para a competitividade do agronegócio.

Vários trabalhos mostram o potencial de se obter novas cultivares produtivas através de seleção direta em solo com baixo N disponível (BRUN & DUDLEY, 1989; MURILI & PAULSEN, 1981; ATLIN & FREY, 1990; BANZIGER *et al.*, 1997). Além de reduzir a quantidade de fertilizantes nitrogenados utilizada na agricultura, uma maior eficiência no uso de N poderia permitir aumento nos níveis de produtividade das culturas em ambiente com baixa disponibilidade de N (VOSE *et al.*, 1984; BARBER, 1989), maior estabilidade da produção (TOLLENAIR, 1991) e o desenvolvimento de genótipos que favoreçam a capacidade de fixação biológica em associação com bactérias diazotróficas (DOBEREINER, 1997).

A disponibilidade de genótipos com características diferenciais para eficiência no uso de N bem caracterizados torna-se estratégico para estudos de bases fisiológicas e genética dos processos de absorção e de assimilação deste nutriente (HIREL *et al.*, 2001; GALLAIS &

HIREL, 2004), importante para o desenvolvimento de cultivares superiores, especialmente sob condições adversas.

Na literatura, existem definições diversas de eficiência no uso de nutrientes pelas plantas. De acordo com Moll *et al.*, (1982), a eficiência no uso de N (EUN) consiste no produto de dois componentes básicos: eficiência de absorção –  $E_{ab}$ , definida pela quantidade de N na planta em função da quantidade de N aplicado, via fertilizante (kg de grãos /kg de N aplicado), e eficiência de utilização –  $E_{ut}$ , definida pela eficiência de alocação do N absorvido para a produção de grãos (kg de grãos / kg de N na planta).

O objetivo deste trabalho foi a caracterização de linhagens da população CMS 28, desenvolvidas em ambientes com baixa disponibilidade de N e contrastantes para eficiência no uso deste nutriente, quanto a responsividade à adubação nitrogenada.

## Material e Métodos

O ensaio foi conduzido na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, fase cerrado, com baixa disponibilidade de nitrogênio mineral (abaixo de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  de N mineral;  $\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4^+$ ). Testaram-se 25 linhagens  $S_4$  de milho da população CMS 28 desenvolvidas em solo pobre em nitrogênio, em dois níveis de N (baixo N,  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  e alto N,  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ), em um delineamento experimental em látice simples  $5 \times 5$ , com três repetições. A área útil de cada parcela foi de  $10 \text{ m}^2$ . Efetuou-se uma adubação básica de plantio constituída de  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  e  $20 \text{ Kg ha}^{-1}$  de  $\text{ZnSO}_4$ . Para o nível de Alto N, foram aplicados ainda  $28 \text{ kg ha}^{-1}$  no plantio e  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  em cobertura, na forma de sulfato de amônio. No estágio de florescimento foram coletadas cinco plantas (parte aérea) por parcela para determinação do acúmulo de biomassa e de N e, na colheita, determinou-se o rendimento de grãos. Os dados, nos dois níveis de N aplicado,  $12$  e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ , foram plotados nos eixos x e y do sistema de coordenadas cartesianas, respectivamente, para classificação dos materiais quanto a eficiência no uso de N e responsividade à adubação nitrogenada, de acordo com os quadrantes: superior à esquerda (QI), superior a direita (QII), inferior à esquerda (QIII) e inferior à direita (QIV).

## Resultados e Discussão

A assimilação de nitrogênio é um processo vital ao controle de crescimento, desenvolvimento e produtividade de plantas. N inorgânico é assimilado em diferentes aminoácidos, utilizados como transportadores de nitrogênio, através da atividade de várias enzimas responsáveis por estes processos metabólicos (LAM *et al.*, 1996; HAGEMAN & LAMBERT, 1988). Os níveis de atividades destas enzimas variam com o ambiente e com os genótipos vegetais. O maior conhecimento da base fisiológica e genética da eficiência no uso de N contribuiria para o desenvolvimento de cultivares superiores, especialmente sob condições adversas. Entretanto, a associação de funções metabólicas e características agronômicas com marcadores moleculares ainda é limitada pela não disponibilidade de genótipos adequados. Neste trabalho, foram caracterizadas linhagens endogâmicas da população CMS 28, com performance agronômica conhecida em solo pobre em N visando também a disponibilização de genótipos úteis em melhoramento assistido com ferramentas de biologia molecular.

As análises e agrupamento das linhagens, utilizando-se os dados de rendimento de grãos, de biomassa e do acúmulo de N e plotados nos eixos x e y, permitiu a seguinte classificação dos materiais: QI, genótipos eficientes não-responsivos, QII, eficientes responsivos, QIII, ineficientes não-responsivas, e QIV, ineficientes responsivas. Observa-se na Figura 1, para rendimentos de grãos, que as linhagens do QI (L4), com produção abaixo da média em baixo N e responderam ao aumento no suprimento de N, foram identificadas como ineficientes responsivas – INR. Os genótipos do QII (L1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 12, 16, 20, 21 e 22), que produziram acima da media nos dois ambientes foram identificados como eficientes responsivos - ER. Por outro lado, os genótipos do QIII (L5, 11, 13, 14, 15, 17, 23, 24 e 25), que apresentaram produções similares ou menores que a média nos dois ambientes, foram identificados como ineficientes não-responsivos - INR. No QIV, estão os genótipos (L9, 18 e 19) caracterizadas como eficientes não-responsivos –ENR, que produziram acima da média sob estresse e não responderam ao suprimento de N.

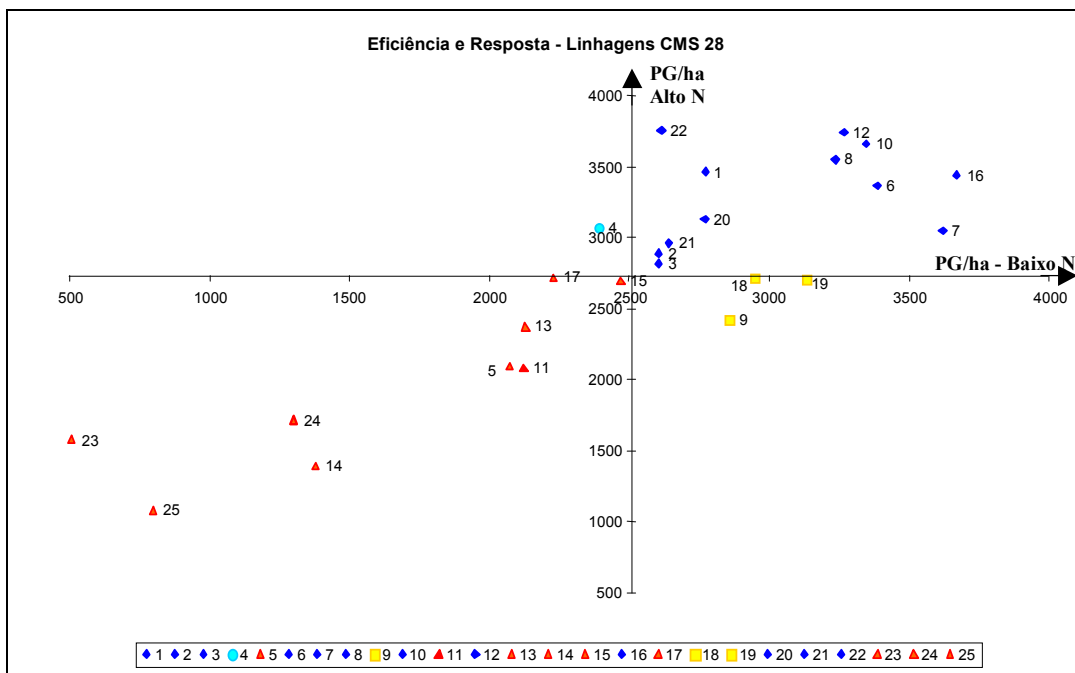


Figura 1. Agrupamento de linhagens S4 de milho da população CMS 28 cultivadas no cerrado em função da produção de grãos sob estresse de N e de resposta ao aumento no suprimento de

É importante notar que 66% das linhagens, previamente identificadas como eficientes, comportaram-se como ER, sugerindo a alta adaptação de genótipos selecionados sob estresse a ambiente com alta disponibilidade de N. Este fato demonstra que a seleção e melhoramento de linhagens em baixa disponibilidade de N permitem a obtenção de genótipos produtivos também em solo de boa fertilidade. Resultados similares tem sido relatados em várias outras pesquisas (BRUN & DUDLEY, 1989; MURILI & PAULSEN, 1981; ATLIN & FREY, 1990; BANZIGER et al., 1997).

Do ponto de vista prático, genótipos com comportamentos semelhantes aos do grupo I poderiam ser recomendados para uma agricultura de baixo input de insumos, enquanto as do grupo II teriam uma adaptação mais ampla aos sistemas de produção, independente dos níveis tecnológicos adotados. Enquanto genótipos similares aos do grupo III e IV são importantes em estudos básicos para a compreensão de mecanismos envolvidos na EUN, utilizando-se

ferramentas de biologia molecular, que depende da disponibilidade de genótipos contrastantes para características de interesse.

Os resultados obtidos para acúmulo de massa seca e para N total da parte aérea das plantas mostraram um comportamento diferencial das linhagens, em relação aos observados para produção de grãos. Em parte, esses fatos são explicados pela ausência de correlações positivas significativas entre as variáveis analisadas (dados não mostrados). Com base na literatura, está bem estabelecido que genótipos de milho diferem entre si, em relação à eficiência de absorção, de assimilação e de uso de N (POLLMER et al., 1979; Di FONSO et al., 1982), portanto, não se esperava associação direta entre esses processos metabólicos para as linhagens avaliadas.

## Conclusões

1. O comportamento de linhagens de milho difere entre si para produção de grãos, acúmulo de massa seca e de N total na parte aérea das plantas.
2. Linhagens de milho selecionadas e melhoradas sob estresse de N também apresentam potencial elevado para adaptação também em ambientes de alta fertilidade do solo.
3. Há diferenças genótípicas entre linhagens de milho para eficiência de absorção e de assimilação de N, independente da disponibilidade de N no solo.

## Literatura Citada

- AHN, P.M. Tropical soils and fertilizer use. Harlow Longman Group, 1993. 264 p. Intermediate Tropical Agriculture Series.
- ATLIN, G.N & FREY, K.J. Breeding crop varieties for low-input agriculture. *Am. J. Alt. Agric.* 4: 53-58.1990.
- BÄNZIGER, M.; BETRÁN, F.J.; LAFITTE, H.R. Efficiency of high-nitrogen selection environment for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Sci.* 37: 1103-1109. 1997.
- BARBER, J. Genotypic responses of vegetable crops to nitrogen nutrition. *HortScience*, 24(4):584-591.1989.
- BRUN, E.L. & DUDLEY, J.W. Nitrogen response in the USA and Argentine of corn populations with different proportion of flint and dent germoplasm. *Crop Sci.*, 29: 565-569.1989.
- DELGADO, E.; MITCHELL, R.A.C.; PARRY, M. A.; DRISCOLL, S. P.; MITCHELL, V.J.; LAWLOR, D.W. Interacting effects of CO<sub>2</sub> concentration, temperature and nitrogen supply on the photosynthesis and composition of winter wheat leaves. *Plant Physiol.* 138: 29: 1193-200. 1994
- DI FONZO N, MOTTO M, MAGGIORE T, SABATINO R, SALAMINI F 1982. N uptake, translocation and relationships among N related traits in maize as affected by genotype. *Agronomie* 2, 789-796.
- DÖBEREINER, J. Recent advance in BNF with non-legume plants. *Soil Biol. Biochem.* 29:911-922.1997.
- GALLAIS A., HIREL B. An approach to the genetics of nitrogen use efficiency in maize. *Journal of Experimental Botany*, v. 55, No. 396, p.295-306, 2004

HAGEMAN RH, -LAMBERT RJ. 1988. The use of physiological traits for corn improvement. In *Corn and Corn Improvement*, ed. GF Sprague, JW Dudley, pp. 431–61. Madison: Am. Soc. Agron. Soil Soc. Am. 3rd ed.

HIREL, B.; BERTIN, P.; QUILLERE, I.; BOURDONCLE, W.; ATTAGNANT, C.; DELLAY, 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*, 25: 1258-1270. 2001.

LAM, H.-M.; COSCHIGANO K. T.; OLIVEIRA, I. C.; MELO-OLIVEIRA, . R.; CORUZZI G. M. The molecular genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 47, p.569-593, 1996.

MASCLAUX C, QUILLERÉ I, GALLAIS A, HIREL B. The challenge of remobilization in plant nitrogen economy: a survey of physio-agronomic and molecular approaches. *Ann Appl Biol*, v.138, p.69-81, 2001.

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

MURILI, B.I.; & PAULSEN, G.M. Improvement of nitrogen use efficiency and its relationship to other traits in maize. *Maydica*, 26: 63-73.1981.

POLLMER, W.G.; EBERHARD, D.; KLEIN, D.; DHILLON, B.S. Genetic control of nitrogen uptake and translocation in maize. *Crop Sci.* 19: 82-86. 1979.

RICHARDS, R. A. Stable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *J. Ex. Bot.* 51: 447-458, 2001

ROSIELLE, A A & HAMBLIN, J. Theoretical aspects of selection for cereals n stress and non-stress environmental. *Crop Sci.* 21:943-946.1981

SETTINI, J.R. & MARANVILLE, J.W. Carbon dioxide assimilation efficiency of maize leaves under nitrogen stress at different stages of plant development. *Comm. Soil Sci and Plant Analysis.* 29(7-8): 777-792. 1998.

SIMONDS, N.W. Selection for local adaptation in a plant breeding programme. *Theor. Appl. Genet.*, 82: 363-367. 1991.

TOLLENAAR M. 1991. Physiological basis of genetic improvement of maize hybrids in Ontario from 1959 to 1988. *Crop Science* 31, 119-124.

VOSE, P.B. Effects of genetic factors on nutrition requirements of plants. In: P.B. Vose and S.G. Blixt (eds.) *Crop Breeding, a contemporary basis*. Pergamon, Elmsfor, N.Y.1984.