

## Caracterização Morfo-Radicular de Linhagens de Milho em Doses Contrastantes de Nitrogênio

Marcelo O. Soares<sup>1</sup>, Glauco V. Miranda<sup>2</sup>, Ivanildo E. Marriel<sup>3</sup>, Paulo C. Magalhães<sup>3</sup>, Claudia T. Guimarães<sup>3</sup>, Lauro J. M. Guimarães<sup>3</sup>, Fernando R.O.Cantão<sup>4</sup>, Michel C. Rocha<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo – Universidade Federal de Viçosa, UFV, email:marcelosoares2001@gmail.com, CEP 36570-000, <sup>2</sup>Professor DFT - Universidade Federal de Viçosa, email:glaucovmiranda@ufv.br, CEP 36570-000, <sup>3</sup>Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, email: imarriel@cnpms embrapa.br, CEP: 35701-970 <sup>3</sup>Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, email: pcesar@cnpms embrapa.br, CEP: 35701-970, <sup>3</sup>Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, email: claudia@cnpms embrapa.br, <sup>3</sup>Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, email: lauro@cnpms embrapa.br, <sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Msc Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, UFLA email: fernadocantao@yahoo.com.br <sup>5</sup>Bioquímico – Universidade Federal de Viçosa-UFV, email: [michelcastelani@yahoo.com.br](mailto:michelcastelani@yahoo.com.br)

Palavras Chaves: *Zea mays* L., nitrogênio, estresse abiótico, raiz

O nitrogênio é o nutriente mais utilizado pela planta do milho e está relacionado com a produtividade de grãos, sendo problema quando aplicado abaixo ou acima da necessidade das plantas de milho. A pouca utilização deste nutriente pelos agricultores e seu manejo incorreto contribui para a baixa produtividade de grãos (Amado et al 2002). A insuficiente quantidade de nitrogênio disponível é um dos maiores estresses causando elevada redução na produção de grãos em milho (Banziger et al 2000). Por outro lado, Gallais e Hirel, (2004) afirmaram que o uso de fertilizantes nitrogenados em excesso pode provocar prejuízos ambientais como contaminação do lençol freático com nitrato devido a eficiência da adubação nitrogenada ser de 50%. Esta baixa eficiência é devido à perda de N por vários processos como a lixiviação, volatilização, denitrificação e competição com a microbiota do solo.

A seleção de plantas para eficiência no uso de nitrogênio pode ser realizada por meio de características secundárias como maior desenvolvimento radicular sobre estresse. A característica secundária ideal é aquela que está associada geneticamente com produtividade de grãos sobre estresse, que seja altamente herdável, possua alta variabilidade genética, seja fácil e rápida de mensurar, estável durante o período de medição, seja observada antes do florescimento para que genitores indesejados não sejam cruzados e que seja um estimador real da produção de grãos (Edmeades et al.,1998).

Sistemas radiculares de plantas podem responder a mudanças ambientais heterogêneas como baixa disponibilidade de nutrientes (Vamerali et al 2003) ou água (Liu et al, 2005). Duas maneiras desta plasticidade radicular são bem conhecidas, podendo ocorrer elevação local da cinética de absorção de nutrientes ou água ou o aumento da proliferação radicular. Esses dois mecanismos sozinhos podem exercer uma importante função na aquisição de nutrientes, produzindo algum grau de compensação para desuniformidade da disponibilidade de nutrientes para a planta.

Estratégias de adaptação podem ser desenvolvidas pelas plantas para aumentar a eficiência de absorção de nutrientes, como por exemplo, aumentando o contato da raiz com o nutriente do solo pela maior formação de raízes laterais (Lynch, 1997).

Assim este trabalho teve como objetivo avaliar morfologia de raiz e parte aérea de linhagens de milho em condições contrastantes de nitrogênio.

Foi realizado um experimento em casa de vegetação pertencente a Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG, sendo plantadas cinco sementes das linhagens L1, L2, L3, L4, L5 e L6 por vaso de volume de cinco dm<sup>3</sup>, deixando após o desbaste 2 plantas/vaso. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 6 (genótipos) x 2 (dose de nitrogênio) com três repetições. A primeira dose considerada baixo N (-N), não houve acréscimo de nitrogênio e a segunda como alto N (+N), foi realizada a aplicação de 128 mg dm<sup>3</sup> de nitrogênio. A adubação com os outros nutrientes foi realizada de acordo com a análise do solo. As aplicações de nitrato de amônio foram realizadas aos 10, 15 e 18 dias após semeadura (DAS), sendo que os vasos foram irrigados para manter 70% da capacidade de campo do solo.

As plantas foram colhidas com 23 DAS (Dias Após Semeadura) e o solo destorroado, sendo que após o processo de lavagem do sistema radicular, as plantas foram divididas em raízes e parte aérea. As raízes foram lavadas e armazenadas em frascos contendo solução de etanol 70% para evitar desidratação dos tecidos.

As características radiculares foram avaliadas pela análise de imagens do software *WinRhizo* v. 4.0, Regent Systems, Quebec, (Canadá). As leituras foram realizadas em duas plantas por genótipo, sendo que após a obtenção das imagens, estas foram classificadas segundo Bhom (1979) em três classes de diâmetro (cm): raízes muito finas ( $\emptyset < 0,5$  mm), finas ( $0,5 \text{ mm} < \emptyset < 2$  mm) e grossas ( $\emptyset > 2$  mm). Foram avaliadas as características Volumes de Raízes Muito Finas (VRMF, cm<sup>3</sup>), Finas (VRF, cm<sup>3</sup>) e Grossas (VRG cm<sup>3</sup>); Massa Seca de Raiz (MSR) em gramas/vaso; Massa Seca de Parte Aérea (MSPA) em gramas/vaso e Massa Seca Total (MSTO). Foram realizadas a análise de variância e teste de Tukey para classificação das médias com a significância de 5% de probabilidade.

Houve interação significativa das linhagens de milho com as doses de nitrogênio somente para VRMF, MSPA e MSTO, identificando assim linhagens com comportamento diferentes em alto e baixo nitrogênio (dados não mostrados).

As MSR e VRG das linhagens não foram diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade tanto em baixo quanto em alto nitrogênio no solo (Tabela 1 e 2 respectivamente). Não foram identificadas diferenças significativas entre as linhagens em baixo nitrogênio para MSPA e MSTO, sendo que estas características apresentarem média no baixo estatisticamente inferior à média no alto nitrogênio.

Tabela 1: Massa Seca da Parte aérea (MSPA), Raiz (MSR) e Total (MSTO) de seis linhagens de milho sob baixo (N-) e alto (N+) nitrogênio

Linhagens	MSPA(g)		MSR(g)		MSTO(g)	
	N -	N +	N -	N +	N -	N +
L1	2,02 a	3,01 ab	1,33 a	1,22 a	3,36 a	4,23 a
L2	2,09 a	3,36 a	1,22 a	1,16 a	3,31 a	4,53 a
L3	1,71 a	3,20 a	1,26 a	1,02 a	2,97 a	4,23 a
L4	1,67 a	3,11 a	1,47 a	0,96 a	3,14 a	4,07 a
L5	1,72 a	2,90 ab	1,28 a	1,06 a	3,00 a	3,97 ab
L6	2,02 a	1,98 b	1,26 a	0,99 a	3,28 a	2,97 b
Media geral	1,87 B	2,93 A	1,3 A	1,07 A	3,18 B	4 A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

O VRF discriminou as médias das linhagens em baixo nitrogênio, variando de 7,36g(L4) a 11,90g(L2), o mesmo não ocorrendo em alto nitrogênio.

As médias das linhagens para VRMF foram estatisticamente diferentes sendo maiores em baixo do que em alto N(Tabela 2). O estudo do VRMF sugere que diferentes respostas morfológicas podem ocorrer entre as linhagens de milho para ambientes contrastantes em nitrogênio, pois sob estresse nitrogenado ocorreu a maior discriminação entre as linhagens, com destaque para as linhagens L1, L2 e L5. Esse resultado sugere que o estudo de características que quantifiquem as raízes laterais podem ser mais esclarecedores dos mecanismos relacionados com o desenvolvimento radicular de genótipos de milho sob doses contrastantes de nitrogênio em solo. Estudos realizados por Liu et al (2006) sugerem haver uma inibição do crescimento de raízes laterais em altas concentrações de nitrato no meio de cultivo devido ao acúmulo de nitrato nas partes aéreas das plantas, fazendo com que haja inibição do fluxo de auxina para as raízes prejudicando o crescimento de raízes laterais. O mecanismo pelos quais esse efeito do nitrato é ativado poderia envolver uma inibição da biosíntese de ácido indol acético (AIA) na parte aérea ou alguma forma de restrição do transporte desta auxina da parte aérea para a raiz.

Tabela 2: Volume de Raízes Muito Finas (VRMF), Volume de Raízes Finas (VRF) e Volume de Raízes Grossas (VRG) de milho sob baixo e alto nitrogênio:

Genótipo	VRMF (cm <sup>3</sup> )		VRF (cm <sup>3</sup> )		VRG (cm <sup>3</sup> )	
	N -	N +	N -	N +	N -	N +
L2	11,56 a	9,75 a	11,90 a	10,64 a	19,08 a	16,66 a
L5	10,99 ab	8,20 ab	11,19 ab	9,80 a	18,73 a	12,65 a
L1	10,67 abc	8,27 ab	11,84 a	9,22 a	23,73 a	11,03 a
L6	9,24 bcd	7,15 b	9,24 ab	7,45 a	14,30 a	8,344 a
L4	8,85 cd	8,88 ab	7,36 b	9,09 a	7,11 a	14,13 a
L3	8,51 d	9,03 a	7,683 ab	9,33 a	9,392 a	15,83 a
Media geral	9,97 A	8,55 B	9,873 A	9,25 A	15,39 A	13,11 A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Logo, conclui-se que há variabilidade genética entre linhagens de milho para morfologia de raízes em doses contrastantes de nitrogênio no solo e que o volume de raízes muito finas é a principal característica para diferenciar o desenvolvimento do sistema radicular.

## Referências bibliográficas

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.241-248, 2002.

BANZIGER M., G.O. BECK, E. D.; BELLON M., (2000). **Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize From Theory to Practice**, 68p. Mexico, D.F.: CIMMYT.

BHOM, W., **Methods of studying root systems**. New York,: Springer-Verlag, 1979. 189p.

EDMEADES, G.O., J. BOLANOS, M. BÄNZIGER, J.-M. RIBAUT, J.W. WHITE, M.P. REYNOLDS, AND H.R. LAFITTE. 1998. Improving crop yields under water deficits in the tropics. In V.L. Chopra, R.B. Singh and A. Varma (eds), **Crop Productivity and Sustainability - Shaping the Future**. Proc. 2nd Int. Crop Science Congress, 437- 451. New Delhi: Oxford and IBH.

GALLAIS, A.; HIREL, B. An approach to the genetics of nitrogen use efficiency in maize. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p. 295-306, 2004

LIU F, JENSEN CR, ANDERSEN MN (2005) A review of drought adaptation in crop plants: changes in vegetative and reproductive physiology induced by ABA-based chemical signals. *Australian Journal of Agricultural Research* **56**, 1245–1252.

LIU, P. W., IVANOV, I.I, FILLEUR, S., GAN, Y. REMANS, T. e FORDE, B.G., (2006); Review **Nitrogen Regulation of Root Branching**. 97: 875–881,

LYNCH J 1997 Root architecture and phosphorus acquisition efficiency in common bean. In *Radical Biology: Advances and Perspectives on the Function of Plant Roots*. Eds. H E Flores, J P Lynch and D Eissenstadt. pp 81–91. Current topics in Plant Physiology: Ann. Am. Soc. Plant Phys. Series 18.

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