

# CARACTERÍSTICAS DA RAIZ E DA RIZOSFERA DE GENÓTIPOS DE MILHO CONTRASTANTES NA EFICIÊNCIA DE AQUISIÇÃO DE FÓSFORO

**E. C. Brasil<sup>1</sup>; V. M. C. Alves<sup>2</sup>; G. V. E. Pitta<sup>2</sup>; I. E. Marriel<sup>2</sup>; J. G. de Carvalho<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Embrapa Amazônia Oriental, CEP:66095-100, Belém, PA, e-mail:brasil@cpatu.embrapa.br; <sup>2</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; <sup>3</sup>Univerdidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Devido à importância da cultura do milho no cenário nacional e internacional, o seu cultivo em extensas áreas sob vegetação de cerrado tem sido estimulado nos últimos anos. Nessas áreas o P é um dos nutrientes que mais frequentemente limita a produtividade das culturas, devido a alta capacidade de adsorção do nutriente, tornando-o pouco disponível para a maioria das plantas cultivadas. Para contornar as condições adversas do solo, plantas adaptadas a ambientes específicos desenvolveram vários mecanismos que influenciam as condições da interface raiz-solo, aumentando a disponibilidade de P na zona de influência da rizosfera. No entanto, a importância relativa desses processos na mobilização de P pode diferir com a espécie ou a cultivar. Considerando-se que o solo rizosférico tem características bem diferentes do solo distante das raízes, diversos processos importantes para a nutrição mineral das plantas podem ocorrer nessa região, especialmente, alterações no pH do solo. Além disso, o desenvolvimento de pêlos radiculares pode ser fortemente influenciado pelo fornecimento de nutrientes minerais, especialmente P, podendo representar um importante meio para otimizar a absorção do nutriente do solo.

Objetivando avaliar as características da raiz e da rizosfera de genótipos de milho, relacionadas com a eficiência de aquisição de P, conduziu-se um experimento em câmara de crescimento da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, em condições controladas com temperatura (dia/noite) = 28°C/20°C, umidade relativa média = 70%, fotoperíodo (dia/noite) = 12/12 e intensidade luminosa = 540 mE s<sup>-1</sup>. Utilizou-se amostra coletada na camada superficial de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, que recebeu aplicação de carbonato de cálcio e de magnésio, para correção da acidez. Após a incubação, realizou-se uma adubação N, K e micronutrientes em todos os tratamentos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em arranjo fatorial 5 x 2, correspondendo a cinco genótipos de milho (H1 e H3 – híbridos simples eficientes, H2 – híbrido triplo eficiente, H4 e H5 – híbridos simples ineficientes para P) e dois níveis de P (baixo e alto). Os genótipos foram provenientes do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. Nos tratamentos correspondentes ao nível alto de P adicionaram-se às amostras de terra 174 mg kg<sup>-1</sup> de P.

Quadro 1. Caracterização química da amostra de solo após a aplicação dos tratamentos.

Descrição	Atributos químicos <sup>(1)</sup>										
	pH	P <sup>(2)</sup>	K <sup>(2)</sup>	Ca	Mg	Al	H+Al	T <sup>(3)</sup>	M.O.	m <sup>(4)</sup>	V <sup>(5)</sup>
	(H <sub>2</sub> O)	--- mg dm <sup>-3</sup> ---	-----	-----	-----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	-----	-----	Dag kg	-----	% -----
Baixo P	5,4	3	175	3,26	0,92	0,00	3,64	8,27	3,03	0,00	55,95
Alto P	5,4	29	175	5,02	0,90	0,00	3,65	10,01	2,98	0,00	63,53

<sup>(1)</sup> Embrapa (1997); <sup>(2)</sup> Mehlich 1; <sup>(3)</sup> CTC a pH 7,0; <sup>(4)</sup> saturação de alumínio; <sup>(5)</sup> saturação por bases.

As amostras foram acondicionadas em rizobox de PVC (20 cm de largura x 2,5 cm de espessura x 50 cm de altura), colocando-se três plântulas uniformes, os quais foram mantidos na posição vertical, com aproximadamente 45 graus de inclinação. Aos 18 dias do transplântio, as plantas foram colhidas e separadas em parte aérea e raiz, sendo acondicionadas em estufa a 70° C, para determinação da produção de matéria seca. As avaliações dos pêlos radiculares foram realizadas em 8 segmentos de raízes seminais, nodais e laterais, com aproximadamente 2 cm de comprimento. Os segmentos foram lavados ligeiramente com água, colocados em ultra-som por 15 minutos (120W e 47 kHz) e posteriormente imersos em solução corante (azul violeta), para avaliação do comprimento e da densidade (número de pêlos por milímetro de raiz) dos pêlos radiculares. Para medição do pH rizosférico, utilizou-se um microeletrodo combinado, possuindo bulbo de 1,5 mm de diâmetro, acoplado a um peagâmetro portátil. As leituras de pH foram efetuadas introduzindo-se a ponta do microeletrodo no solo a aproximadamente 2 mm das raízes nodais e laterais (solo rizosférico).

Observou-se que as maiores diferenças nos valores da relação raiz/parte aérea, entre os tratamentos com níveis baixo e alto de P, foram observadas para os híbridos H3 e H4, que apresentaram incrementos da ordem de 62% e 47%, respectivamente, em relação ao alto nível de P no solo. Isso demonstra que os híbridos apresentaram grande capacidade de promover alteração nessa relação, quando as plantas crescem em condições de insuficiência de P no solo. As diferenças obtidas para os híbridos H1, H2 e H5 foram, respectivamente, 28%, 16% e 18%.

Os híbridos crescidos sob condições de estresse de P no solo não diferiram entre si, em termos de P total acumulado nos tecido vegetal.

Com relação ao comprimento total de pêlos radiculares de raízes nodais, verificou-se que os híbridos H2 e H3 foram superiores aos demais, independente dos níveis de P no meio (Quadro 2). Na maioria do genótipos, as raízes nodais e seminais apresentaram maior comprimento total de pêlos, do que as laterais. Com relação a densidade de pêlos radiculares de raízes nodais, verificou-se que o híbrido H3 foi superior aos demais, seguindo-se o H2 com

valor ligeiramente inferior, porém superior ao restante dos materiais avaliados. Também para a maioria dos híbridos, a densidade de pêlos foi maior nas raízes nodais e seminais.

Quadro 2. Comprimento médio, comprimento total e densidade de pêlos de raízes seminais, nodais e laterais de híbridos de milho crescidos em solo (média dos níveis de P).

Híbridos	Características dos pêlos radiculares *			
	Raiz seminal	Raiz nodal	Raiz lateral	Média
Comprimento total (mm mm <sup>-1</sup> )				
H1 (E)	22,00 a A	21,50 b A	13,83 a B	19,11 ns
H2 (E)	19,40 a B	30,50 a A	19,00 a B	23,17 ns
H3 (E)	21,66 a B	36,66 a A	16,20 a B	25,35 ns
H4 (E)	25,50 a A	24,33 b A	17,83 a B	22,55 ns
H5 (E)	24,40 a A	25,80 b A	16,20 a B	22,13 ns
Média	22,64 NS	27,82 NS	16,64 NS	--
Densidade (número mm <sup>-1</sup> )				
H1 (E)	31 a A	33 c A	24 a B	29 ns
H2 (E)	28 a B	36 b A	28 a B	31 ns
H3 (E)	31 a B	41 a A	25 a C	33 ns
H4 (E)	31 a A	30 c A	25 a B	29 ns
H5 (E)	29 a A	32 c A	22 a B	27 ns
Média	30 NS	34 NS	25 NS	--

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5%. I – ineficiente, E – eficiente, ns – não significativo.

Independente da concentração de P no meio, os valores médios de pH da rizosfera dos genótipos de milho foram significativamente maiores, do que os de pH não rizosférico, indicando a capacidade dos genótipos em alterar o pH do solo, na região de influência das raízes. O solo rizosférico, tanto das raízes nodais, como das laterais, apresentou maiores valores de pH, em relação ao solo não rizosférico (Figura 1). O aumento do pH rizosférico pode ser devido à maior liberação ânions ( $\text{OH}^-/\text{HCO}_3^-$ ) na rizosfera das plantas, para promover a regulação do equilíbrio eletroquímico nas células, em decorrência das quantidades de P absorvidas pelas plantas.

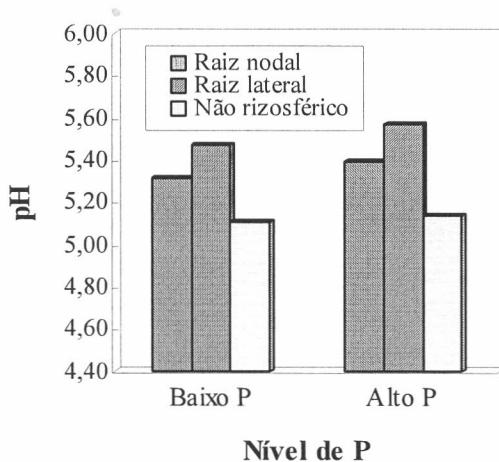


Figura 1. Valores médios de pH de solo não rizosférico e da rizosfera de raízes nodais e laterais de genótipos de milho crescidos em níveis baixo e alto de P.

As raízes laterais apresentaram maiores variações entre os valores de pH rizosférico e não rizosférico ( $\Delta$ pH), verificando-se aumentos de 0,36 e 0,43 unidades de pH, para os níveis baixo e alto de P, respectivamente. Isso pode indicar que as raízes laterais apresentaram maior atividade na absorção de nutrientes, favorecendo maior excreção de ânions na rizosfera.

Sob condições de estresse de P no solo, observou-se grande variação entre o pH rizosférico e o não rizosférico ( $\Delta$ pH) dos diferentes genótipos, com valores da ordem 0,18 a 0,39 unidades de pH, evidenciando uma diferenciação na capacidade dos materiais em promover alterações no pH da rizosfera (Quadro 3). Verificou-se, ainda, que os híbridos H2, H4 e H5 apresentaram valores de  $\Delta$ pH equivalentes aos observados no tratamento com alto nível de P.

Quadro 3. Valores médios de pH rizosférico de raízes genótipos de milho crescidos sob condições de baixo e alto nível de P no solo.

Genótipo	pH rizosférico <sup>(1)</sup>				Média
	Baixo P		Alto P		
	pH	( $\Delta$ pH)	pH	( $\Delta$ pH)	
H1 (E)	5,24 ns	(0,18)	5,47 ns	(0,31)	5,35 ns
H2 (E)	5,49 ns	(0,37)	5,45 ns	(0,36)	5,46 ns
H3 (E)	5,36 ns	(0,13)	5,43 ns	(0,36)	5,39 ns
H4 (I)	5,40 ns	(0,35)	5,53 ns	(0,32)	5,46 ns
H5 (I)	5,40 ns	(0,39)	5,52 ns	(0,37)	5,50 ns

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. I – ineficiente, E – eficiente, ns – não significativo. Valor entre parênteses corresponde a diferença entre as medidas de pH de solo rizosférico e não rizosférico para cada tratamento.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que os híbridos apresentam grande capacidade de promover alterações na relação raiz/parte aérea, quando cresceram em condições de insuficiência de P no solo. Embora, o comprimento e a densidade de pêlos radiculares de raízes nodais terem sido influenciados pelos genótipos, não houve relação direta com a absorção de P. Houve variabilidade genética, em termos de pH de rizosfera, quando os genótipos foram cultivados em solo deficiente de P.