

# PARÂMETROS CINÉTICOS DE ABSORÇÃO DE FÓSFORO E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO SISTEMA RADICULAR DE VARIEDADES DE MILHO<sup>1</sup>

Cynthia Torres de Toledo Machado<sup>2</sup> & Ângela Maria Cangiani Furlani<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Embrapa Cerrados, CP 08223, 73301-970, Planaltina, DF, cynthia@cpac.embrapa.br

<sup>3</sup> IAC-CPDSRA, CP 28, 13001-970, Campinas, SP

<sup>1</sup> Financiado pela FAPESP, CAPES e CNPq

## Introdução

Propriedades fisiológicas (cinética e atividade enzimática) e morfológicas (área, comprimento e raio) das raízes são utilizadas para caracterizar a capacidade de aquisição de fósforo (P) das plantas. Em milho, existem diferenças entre genótipos para tais características, que são herdáveis, indicando a possibilidade de seleção e melhoramento para a obtenção de cultivares mais eficientes. Os parâmetros que descrevem a cinética de absorção de P são a velocidade máxima de absorção ( $V_{max}$ ), que descreve a taxa máxima de transporte do nutriente quando todos os sítios carreadores estão ocupados; a constante de Michaelis-Menten ( $K_m$ ), que corresponde à concentração do íon com a qual se atinge a metade da  $V_{max}$ , refletindo a afinidade dos carreadores pelo íon transportado, e a concentração mínima abaixo da qual não ocorre absorção líquida, indicando a capacidade de absorver P em baixas concentrações. A morfologia das raízes, descrita basicamente pelo comprimento, raio e área das mesmas, é um dos mais importantes fatores responsáveis pelas diferenças entre as plantas na capacidade de absorção de P. Sistemas radiculares extensos, de comprimento e área superficial elevados e com raízes de diâmetros menores são fundamentais para a aquisição de P a partir de baixos níveis do elemento.

Como parte de um estudo interpopulacional de caracterização de genótipos de milho para eficiência a P, este trabalho teve por objetivo determinar os parâmetros cinéticos de absorção de P e a morfologia radicular de seis variedades, definidas previamente como contrastantes em estudos conduzidos em solução nutritiva e campo (Machado, 2000).

## Material e Métodos

Os parâmetros cinéticos e as dimensões radiculares de seis variedades de milho, sendo três variedades locais (Caiano, Carioca e Catetão) e três melhoradas (Sol da Manhã NF, Nitrodente e BR 106) foram determinados em um experimento em blocos ao acaso com cinco repetições conduzido em casa de vegetação e câmara de crescimento, no Instituto Agronômico, em Campinas. As plantas foram crescidas em solução nutritiva contendo em uma dose de P (4 mg.L<sup>-1</sup>), previamente definida como baixa concentração do elemento para as condições do ensaio com plantas jovens de milho. Foram mantidas 3 plantas por vaso contendo 3 litros de solução nutritiva (Furlani & Furlani, 1988), que constituíram a parcela experimental. A solução nutritiva, de pH inicial 5,2, foi continuamente arejada. Após 17 dias nesta solução, as plantas, então com 24 dias de idade, foram transferidas para vasos com nova solução de mesma formulação, porém isenta de P. Decorridas 24 horas, adicionou-se aos vasos a dose de P correspondente a 8 mg.L<sup>-1</sup> (ou 258 µmol.L<sup>-1</sup> de P). A depleção do P na solução foi medida pela retirada de alíquotas em intervalos regulares, nas quais o P foi determinado. Foram medidos os parâmetros  $V_{max}$ ,  $K_m$  e  $C_{min}$  relacionados ao influxo de P, seguindo as metodologias de Murphy & Riley (1962), para a determinação do P na solução e, Ruiz (1985) para a estimativa dos parâmetros cinéticos, e o comprimento, área (Jorge, 1996) e raio médio radicular (Rossiello et al., 1995). A produção de matéria seca de parte aérea e raízes, a relação raiz/parte aérea de matéria seca, o conteúdo de P nestas partes e o índice de eficiência de utilização de P também foram determinados e relacionados às características cinéticas e morfológicas.

## Resultados

Foram observadas diferenças entre as variedades para os parâmetros cinéticos  $V_{max}$  e  $K_m$  e também para o comprimento de raízes, produção de matéria seca, relação raiz/parte aérea de matéria seca e para o índice de eficiência. A variedade BR 106 apresentou os menores valores de  $K_m$  e  $V_{max}$ , enquanto a 'Sol da Manhã' e a 'Catetão' apresentaram, respectivamente, os maiores  $V_{max}$  e  $K_m$ . 'Nitrodente' apresentou o sistema radicular mais extenso, contrastando com 'Sol da Manhã' de menor comprimento de raízes.

Características cinéticas de absorção de P, e morfológicas do sistema radicular de variedades de milho crescidas até 24 dias de idade em solução nutritiva. Vasos com 3 plantas. Média de 5 repetições\*. Valores de  $V_{max}$  expressos por unidade de massa seca de raiz.

Variedades	$V_{max}$	$K_m$	$C_{min}$	Área	Comprimento	Raio médio
Caiano	41,93 bc	33,66 ab	6,02	830,55	133,49 abc	0,100
Carioca	50,48 ab	38,64 a	2,26	714,79	117,01 bc	0,097
Catetão	47,47 abc	41,47 a	2,14	804,82	131,67 abc	0,097
Sol da Manhã	56,55 a	40,77 a	2,47	681,33	106,29 c	0,102
Nitrodente	39,82 bc	26,88 ab	1,97	977,92	159,60 a	0,097
BR 106	37,40 c	20,49 b	1,52	900,43	150,81 b	0,095

\* Duncan, p<0,05.

Produção de matéria seca das partes da planta e relação raiz/parte aérea (R/PA) de variedades de milho crescidas até 24 dias de idade em solução nutritiva. Vasos com 3 plantas. Média de 5 repetições\*. Valores de  $V_{max}$  expressos por unidade de massa seca de raiz.

Variedades	Parte área	Raízes	Total	R/PA
	g.vaso <sup>-1</sup>			
Caiano	4,22 ab	1,64 ab	5,86 ab	0,39 ab
Carioca	4,07 b	1,35 bc	5,42 b	0,33 c
Catetão	4,20 ab	1,47 b	5,67 b	0,35 bc
Sol da Manhã	3,39 c	1,10 c	4,49 c	0,32 c
Nitrodente	4,43 ab	1,63 ab	6,06 ab	0,37abc
BR 106	4,63 a	1,87 a	6,50 a	0,40 a

\* Duncan, p<0,05.

Conteúdo de P das partes da planta e índice de eficiência de utilização de P de variedades de milho crescidas até 24 dias de idade em solução nutritiva. Vasos com 3 plantas. Média de 5 repetições\*.

Variedades	Conteúdo de P				Índice de Eficiência <sup>(**)</sup>
	Parte área	Raízes	Total	PA/R	
mg.vaso <sup>-1</sup>					
Caiano	18,34	1,24	19,58	18,09	1,81 ab
Carioca	19,40	0,87	20,27	24,50	1,47 bc
Catetão	19,83	0,80	20,63	25,06	1,59 b
Sol da Manhã	18,81	0,90	19,72	22,12	1,03 c
Nitrodente	18,78	0,93	19,71	20,51	1,90 ab
BR 106	19,02	1,03	20,05	18,97	2,14 a



Crescimento das plantas em casa de vegetação.

Coeficientes de correlação (r) entre as características morfológicas do sistema radicular - área, comprimento e raio médio - e os demais parâmetros avaliados para as variedades de milho.

Variedades	MSPA	MSR	MST	R/PA	CPPA	CPR	CPT	PA/R	EUP
Caiano	ASR 0,63	0,80 *	0,72	0,83 *	-0,84 *	0,79 *	-0,56	-0,87 *	0,70
	CSR 0,79 *	0,91 *	0,86 *	0,92 *	-0,90 *	0,64	-0,68	-0,78 *	0,85 *
	RMR -0,96 **	-0,87 *	-0,93 *	-0,70 *	0,67	0,09	0,74	0,13	-0,93 *
Carioca	ASR 0,41	0,62	0,50	0,25	-0,13	-0,07	-0,16	0,17	0,56
	CSR 0,50	0,90 *	0,64	0,36	-0,21	-0,20	-0,27	0,25	0,75
	RMR -0,09	-0,44	-0,18	-0,20	0,16	0,23	0,22	-0,12	-0,28
Catetão	ASR 0,52	0,65	0,58	0,48	-0,39	-0,62	-0,42	0,00	0,67
	CSR 0,56	0,75	0,65	0,61	-0,25	-0,65	-0,27	0,13	0,65
	RMR 0,16	0,01	0,11	0,21	0,82 *	-0,23	0,83 *	-0,50	0,52
Sol da Manhã	ASR 0,96 **	0,97 **	0,98 *	0,89 *	0,23	0,76	0,35	-0,68	0,96 **
	CSR 0,93 *	0,97 **	0,96 *	0,90 *	0,24	0,73	0,35	0,65	0,95 **
	RMR 0,39	0,19	0,31	0,02	-0,19	0,26	-0,12	-0,37	0,32
Nitrodente	ASR -0,43	-0,24	-0,38	0,03	-0,92 *	-0,18	-0,93 *	-0,55	0,44
	CSR -0,45	-0,26	-0,40	0,01	-0,91 *	-0,21	-0,93 *	-0,52	0,41
	RMR -0,44	-0,21	-0,38	0,09	-0,93 *	-0,11	-0,94 *	-0,58	0,46
BR 106	ASR 0,05	0,32	0,20	0,36	0,30	0,31	0,33	-0,10	0,02
	CSR 0,17	0,40	0,31	0,41	0,29	0,36	0,31	-0,15	0,11
	RMR -0,94 **	-0,62	-0,82	-0,37	0,20	-0,34	0,18	0,42	-0,73

<sup>(\*)</sup>MSPA, MSR e MST: matéria seca de parte aérea, raízes e total; R/PA: relação raiz/parte aérea; ASR, CSR e RMR: área, comprimento e raio médio das raízes; CPPA, CPR e CPT: conteúdo de P da parte aérea, raízes e total; PA/R: relação entre o conteúdo de P na parte aérea e raízes; EUP: índice de eficiência de utilização de P.

<sup>(\*\*)</sup>, \* e \*\*: significativo, respectivamente, a 10, 5 e 1% pelo teste t de Student. Os demais valores não foram significativos.

Variedades	Coeficientes de correlação (r) entre as características cinéticas - Vmax, Km e Cmin - e os demais parâmetros avaliados.										
	Vmax	Km	Cmin	R/PA	CPPA	CPR	CPT	PA/R	EUP	ASR	CSR