

## **IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS PADRÕES PARA EFICIÊNCIA NA UTILIZAÇÃO DE FÓSFORO EM HÍBRIDOS DE MILHO. - Sidney Netto Parentoni**

<sup>(1)</sup>, Vera Maria Carvalho Alves<sup>(1)</sup>; Manoel Xavier dos Santos<sup>(1)</sup>; Elto Eugênio Gomes e Gama<sup>(1)</sup>, Mauricio Antonio Lopes<sup>(1)</sup>, Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães<sup>(1)</sup>, Cleso Antonio Patto Pacheco<sup>(1)</sup>, Antonio F.C. Bahia Filho<sup>(1)</sup>, Valter Meireles<sup>(1)</sup>, Isabel Regina Prazeres de Souza<sup>(1)</sup>, Luiz André Correa<sup>(1)</sup> - <sup>(1)</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

Palavras-chave: Eficiência a fósforo, milho, toxidez de alumínio, cerrado.

Tolerância a toxidez de alumínio e eficiência na utilização de fósforo são características fundamentais para adaptação de milho à região de Cerrado. Metodologia de screening em solução nutritiva para tolerância a toxidez de alumínio vem sendo utilizada na Embrapa Milho e Sorgo, desde o início da década de 80 (Magnavaca, 1987b), permitindo identificar variedades e híbridos com alta tolerância à toxidez de alumínio (Gama et. al. 1986; Lopes et. al. 1987; Magnavaca, et. al., 1993). O desenvolvimento de metodologia de screening para eficiência na utilização de fósforo apresenta grau de complexidade maior que no caso de alumínio, não existindo até o momento técnicas confiáveis para este fim (Alves, 1994). Um primeiro passo para atingir este objetivo é discriminar com clareza padrões de eficiência/ineficiência no campo. Procura-se, ao mesmo tempo, estudar o comportamento desses genótipos quando avaliados em solos ácidos e férteis. Em 1993, iniciou-se um trabalho de caracterização do germoplasma elite envolvendo híbridos simples (HS) e linhagens do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo quanto à sua eficiência na utilização de P e adaptação a solos ácidos e férteis. Em um primeiro ensaio em 1993/94, foram avaliados 100 HS, sob dois níveis de P (5 e 10 ppm), em um Le corrigido. O stress de P reduziu a produção de espigas em 17% (1016 kg/ha). Dentre estes HS, foi possível identificar genótipos que tiveram sua produtividade reduzida entre níveis desde valores próximos a 300 kg/ha (HS 36x723, HS 20x16, BR201), quanto HS com reduções de peso de espigas/ha de até 3000 kg entre níveis de P (HS 13x64, HS 13x22). Nesse mesmo ano, um dialelo entre oito linhagens foi avaliado em solução nutritiva com 6 ppm de Al e em dois ambientes: um Le com 36% de saturação de Al e em um solo aluvial de alta fertilidade. Foram significativos ( $p < 0.05$ ) os efeitos de ambientes, híbridos (HS), CGC, CEC, ambientes x HS, CGC x ambientes e CEC x ambientes. Esse mesmo dialelo foi reavaliado nos mesmos ambientes, em 1996/97. Os valores médios de CGC obtido nos dois anos estão na Tabela 1. Verificou-se que, para níveis intermediários de saturação de alumínio no solo (36%), as linhagens que mostraram maior capacidade geral de combinação (CGC) em solo ácido mostraram níveis médios a baixos de tolerância a toxidez de alumínio em solução nutritiva (L 36, L 723, L11). Por outro lado, linhagens com altos níveis de tolerância a toxidez de alumínio em solução nutritiva (L 1143 e L 1167) mostraram baixa capacidade combinatória em solo ácido. No ensaio de avaliação de 100 HS, sob dois níveis de P no solo, conduzido em 1993/94, as linhagens 36, 723, 1143 e 1167 participaram como um dos pais em respectivamente 11, 8, 5 e 7 HS. A maioria dos cruzamentos com as linhagens 36 e 723 como um dos pais foram classificados como eficientes e responsivos a P, enquanto cruzamentos com as linhagens 1143 e 1167 foram classificados como ineficientes na utilização de P. No verão 1996/97, o dialelo entre essas oito linhagens foi avaliado sob dois níveis de P no solo (2 ppm e 15 ppm). As linhagens 11, 36 e 723 confirmaram as observações anteriores, mostrando boa CGC em ambientes com e sem stress de P, enquanto as linhagens 1143 e 1167 mostraram baixa CGC nos dois ambientes (Tabela 2). Em 1996/97, um segundo dialelo envolvendo nove linhagens (cinco delas comuns ao dialelo de oito linhagens), foi avaliado em um

LE corrigido, sob dois níveis de P no solo (2 e 15 ppm), em um Le com 36% de Al e em um solo aluvial de alta fertilidade. A ANOVA mostrou significância para todos os fatores, exceto a interação CEC x ambiente (Tabela 3). Comparando-se as capacidades combinatórias das linhagens entre níveis de P, verificou-se que as linhagens 36 e 723 mostraram maior CGC sob stress de P (Tabela 4), concordando com os dados anteriores. Os dados de CGC do dialelo de nove linhagens conduzido sob dois níveis de P em 1996/97, indicam também que as linhagens 11, 36 e 723 tendem a produzir híbridos adaptados à estresse de P. Os dados desse dialelo de nove linhagens, avaliado em 1996/97, em solo ácido e fértil (Tabela 4), mostraram os seguintes pontos: a) L 11 mostrou novamente boa CGC em solo ácido e fértil, mas sua CGC em solo fértil foi melhor em solo ácido; b) L 36 mostrou boa CGC nos dois ambientes, mas melhor em solo fértil, enquanto a L 723 novamente mostrou mais alta CGC em solo ácido; c) as linhagens L 22 e L 724 mostraram boa CGC, somente em solo fértil. Os dados de avaliação de híbridos de 94 a 96 foram utilizados para selecionar-se um grupo de 64 genótipos contrastantes quanto à sua eficiência na utilização de P. Esses 64 genótipos foram avaliados em 1997/98, em um Le sob dois níveis de P (2 e 15 ppm). O critério utilizado para classificar esses híbridos como eficientes ou não foi sua produtividade sob baixo P e sua relação de peso de espigas entre o nível baixo e o nível alto de P. Com isto, procurou-se buscar genótipos de alta produtividade sob stress e, ainda, ao comparar a produção de cada genótipo entre níveis, procurou-se separar os efeitos de heterose daqueles ligados à eficiência ou seja, quanto maior a redução de produtividade causada pelo stress, mais afetado por esse estresse foi o genótipo em questão. Resultados de alguns híbridos avaliados neste ensaio encontram-se na Tabela 4. Os híbridos HT-16C e HS 20x723 foram classificados como padrões de eficiência a P, e os híbridos HS 20x64, HS 20x22, HS 20x64, HS 64x724 e HS 16x22 foram classificados como padrões de ineficiência na utilização desse nutriente. Dois híbridos comerciais de sucesso, avaliados neste ensaio (C333-B e P3041) foram muito produtivos nos dois níveis de P, entretanto, a relação de peso de espigas do nível 2 ppm para o nível de 15 ppm foi, respectivamente, de 0.69 e 0.75, indicando que esses híbridos necessitam de alto nível de P no solo para atingir seu potencial máximo de produção. O híbrido triplo HT16C, foi o mais produtivo sob baixo P no solo e mostrou relação entre níveis de 0.91, mostrando alta eficiência na utilização de fósforo. Esse híbrido mostrou também alta produtividade e ampla adaptabilidade quando avaliado por dois anos na Rede de Ensaio Nacionais (95/96 e 97/98). O HT 16-C será lançado em 1998 com o nome de BRS 3060.

## Bibliografia

- ALVES, V.M.C. Frações de Fósforo, de Açúcares Solúveis e de Nitrogênio em Quatro Híbridos de Milho Submetidos à Omissão e ao Ressuprimento de Fósforo. Viçosa, MG. 106p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- COELHO, A.M. Efeito de níveis de N-uréia na dinâmica de amônia e nitrato em latossolo cultivado e irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO, 7, 1995, Temuco, Chile. Resúmen... Temuco: Universidad de la Frontera, 1995. P.6.
- MAGALHÃES, J.V. de. Absorção e Translocação de Nitrogênio por Plantas de Milho (*Zea mays* L.) Submetidas a Períodos Crescentes de Omissão de Fósforo na Solução Nutritiva. Viçosa, MG. 76p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, 1996.

NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L., BARROS, N.F. Aspectos físico-químicos envolvidos na fixação de fósforo no solo. In: ENCONTRO NACIONAL DA ROCHA FOSFÁTICA 5, 1990, Piracicaba. Anais...Piracicaba: POTAFOS, 1990. p. 133-164.

**TABELA 1.** Capacidade geral de combinação (CGC) para peso de espigas em um dialelo entre oito linhagens de milho avaliado por dois anos(94/95 e 96/97) em dois ambientes: Le com 36% de saturação de alumínio e um solo aluvial de alta fertilidade. Foram também obtidos dados de avaliação “per se” e de CGC do parâmetro crescimento relativo de raiz seminal (CRRS) em solução nutritiva com 6 ppm de Al (Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1997).

LINHAGEM	ORIGEM	CGC	CGC	CGC		CGC			CGC	CRRS	
		LE 2 ppm P (kg/ha)	LE 15 ppm P (kg/ha)	SOLO 36% Al. (kg/ha)		SOLO FÉRTIL (kg/ha)			CRRS (%)	CRRS linhagens per se (%)	
		96/97	96/97	94/95	96/97	Média 2 anos	94/95	96/97	Média 2 anos		
L 11	CMS 14	1049	953	72	648	360	757	1206	981	-8.85	12.99 ± 4.95
L 13	CMS14	-416	-383	358	-126	116	-400.	-783	-591	13.27	32.43 ± 10.91
L 36	HS CNPMS	236	952	518	976	747	695	368	531	-10.64	11.50 ± 4.82
L 64	CMS12	99	-691	-372	-246	-309	-147	-27	-168	2.78	44.57 ± 19.69
L 723	CMS03.	943	453	318	142	230	538	92	315	-13.54	24.03 ± 10.72
L 726	BR105	83	338	262	288	275	-328	-2124	-1226	-4.44	28.47 ± 7.78
L 1143	BR105	-1026	-1159	-834	-1213	-1023	-373	216	-79	17.49	58.89 ± 18.02
L 1167	BR105	-968	-463	-322.	-469	-369	-742	1052	155	3.92	38.89 ± 14.56

**TABELA 2** - ANOVA para um dialelo entre nove linhagens de milho avaliado no verão 196/97, em um Le corrigido, sob dois níveis de fósforo no solo: 2 ppm e 15 ppm. Embrapa Milho e Sorgo, 1997.

F.V	G.L	Q.M.	F	p
Níveis P	1	114862112	92.01	>0.000
Genótipos	35	5428715	4.35	>0.000
CGC	8	13381932	10.73	>0.000
CEC	27	307206	2.46	0002
Gen. x Níveis	35	1939059	1.55	0.03
CGC x níveis	8	3084951	2.47	0.01.
CEC x níveis	27	1599536	1.28	0.17 ns
RESIDUO	170	1246074		

**TABELA 3** - Capacidade geral de combinação (CGC) para peso de espigas de nove linhagens de milho avaliadas em 1996/97, em quatro ambientes: um Le corrigido, sob dois níveis de fósforo no solo: 2 ppm e 15 ppm; um Le com 36% de saturação de Al e um solo aluvial de alta fertilidade. Foram também obtidos dados de CGC e avaliação das linhagens “per se” para crescimento relativo de raiz seminal (CRRS) em solução nutritiva com 6 ppm de Al. Embrapa Milho e Sorgo, 1997.

LINHAGE M	ORIGEM	CGC Nível 2 ppm P (kg/ha)	CGC Nível 15 ppm P (kg/ha)	CGC SOLO 36% Al (kg/ha).	CGC SOLO FÉRTIL (kg/ha)	CGC CRRS (%)	CRRS “per se” (%)
L 11	CMS 14	747	1068	379	688	-6.1	11.0
L 13	CMS 14	-538	-662	-126	-919	3.6	18.0
L 16	BR 106	-1155	-345	-288	-468	-1.2	15.0
L 20	BR 106	4	-212	-259	-651	-1.7	17.0
L 22	BR 106	-86	281	7	727	-2.9	13.0
L 36	HS/CNPMS	403	-157	46	854	-2.7	13.0
L 64	CMS 12	-92	-149	-288	-791	1.8	24.0
L 723	CMS 03	653	-31	398	-108	3.8	19.0
L 724	BR 106	64	207	131	668	5.4	31.0

**TABELA 4.** Peso de espigas (kg/ha) de híbridos de milho avaliados em 1996/97, sob dois níveis de P no solo (2 ppm e 15 ppm). O ranking de cada híbrido no respectivo ensaio encontra-se entre parêntesis. A relação entre peso de espigas no nível 2 ppm (A), e peso de espigas no nível 15 ppm (B) é mostrada abaixo. A classificação como eficiente (E) intermediário (IT) ou ineficiente (I) na utilização de P encontra-se abaixo. Embrapa Milho e Sorgo, 1998.

HÍBRIDO	2 PPM P (A)	15 PPM P (B)	A/B	Classificação
HT- 16 C	12000 (1)	13170 (3)	0.91	E
C 333-B	9979 (3)	14470 (1)	0.69	IT
HS-20 x 723	9873 (4)	11910 (10)	0.83	E
HT47 - C	9707 (5)	13760 (2)	0.71	IT
P 3041	9435 (7)	12570 (4)	0.75	IT
HD 9103	9357 (8)	11210 (23)	0.83	E
HD 9176	9088 (14)	9912 (39)	0.92	E
HD 9107	9080 (15)	9546 (44)	0.95	E
HS 64 x 36	8874 (17)	10480 (32)	0.85	E
BR 201	7956 (32)	8580 (57)	0.93	E
HD 9148	7520 (44)	11970 (9)	0.63	I
HS 20 x 64	7343 (51)	10450 (34)	0.70	I
HS 20 x 22	7226 (53)	12470 (5)	0.58	I
HS 64 x 724	7037 (55)	12130 (7)	0.58	I
HS 16 x 22	6421 (60)	9638 (41)	0.67	I
MEDIA DE 64 HÍBRIDOS	8127	10474	0.77	