

Níveis Contrastantes de Fósforo para Análise de Linhagens de Milho Tropical Quanto à Eficiência no Uso deste Elemento em Casa de Vegetação

Gabriel Gonçalves dos Reis¹, Humberto Fanelli Carvalho² e Roberto Fritsche Neto³

1 – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, gabriel.reis@ufv.br

2 – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, humberto.carvalho@ufv.br

3 – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, roberto.neto@ufv.br

RESUMO - Objetivou-se avaliar os níveis contrastantes ideais de fósforo para avaliação de linhagens de milho tropical quanto à eficiência no uso deste elemento em casa de vegetação. Para isso, foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial simples (duas linhagens x quadro doses de P), com duas repetições. Os atributos testados foram: altura de plantas, diâmetro de colmo, número de folhas e comprimento e largura da última folha. Tais caracteres são componentes e contribuem com a massa de parte aérea seca. Esta por sua vez se correlaciona positivamente com a eficiência no uso do fósforo (EUP) em milho tropical. Dentro de cada nível de P, as linhagens não diferiram quanto aos caracteres testados. Entretanto, entre as doses de P, o diâmetro de colmo foi capaz de diferir as linhagens, indicando a importância deste na seleção precoce de linhagens de milho tropical para EUP. A dose de 137 mg.dm⁻³ de P₂O₅ reduziu pela metade o diâmetro de como, sendo portanto a dose efetiva de estresse.

Palavras-chave: estresse abiótico, seleção precoce, *Zea mays* L.

Introdução

Grande responsável pelo consumo de fertilizantes fosfatos é a cultura do milho que no ano de 2011 representou 21,25% de toda a área colhida do Brasil, considerando milho grão safra e safrinha. A estimativa para o ano de 2012 é de 22,94% IBGE (2012), um acréscimo de 1.093.594 ha com forte tendência de aumento para os próximos anos.

Fritche-Neto e Borém (2011) estimam que 120 milhões de ha do continente africano e americano serão incorporadas à produção agrícola para atender a demanda de alimentos dos próximos anos. Nestas regiões, o solo possui mais caráter drenado do que fonte para fósforo devido a seu alto grau de intemperismo. Nestes solos o P é adsorvido por oxidróxidos de ferro e alumínio por meio de troca de ligantes, denominada quimiosorção, de caráter covalente Laboski e Lamb (2003) e, dependendo do pH, nas bordas de argilas aluminossilicatadas, (PARFITT, 1978). Além da adsorção ocorre também a precipitação de P às formas iônicas de Al e de Fe em solos ácidos, ou a Ca em solos neutros, formando compostos de composição definida e pouco solúveis (SAMPLE et al., 1980).

Quando uma fonte solúvel de fósforo é aplicado num solo oxidado, frequentemente mais de 90% do elemento é adsorvido na primeira hora de contato com o solo, Gonçalves et al. (1985). Ou seja, nestes solos intemperizados há grande potencial de estresse para o fósforo. Este macronutriente participa de vários processos metabólicos em plantas, como a

transferência de energia, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membrana, ativação e desativação de enzima, reações redox, metabolismo de carboidratos Vance et al. (2003). Assim, todos os componentes da parte aérea são influenciados de forma direta e indireta a massa de parte aérea seca, a qual, segundo Reis et al., (2011), se correlaciona com a eficiência de absorção deste elemento.

Neste contexto, nota-se que é necessário melhorar a eficiência das plantas no uso desses fertilizantes. Para isto, o uso de métodos de avaliação precoce ou seleção indireta para estas condições são de grande interesse, pois aceleram o processo de seleção, descartando de imediato os genótipos de maior susceptibilidade, concentrando assim os recursos nos potencialmente superiores (FRITSCHÉ-NETO et al., 2010). Nestas condições, a produtividade de grãos geralmente é substituída pela massa seca de parte aérea (MSP) para se estimar a eficiência no uso do nutriente (BRITO et al., 2011; FRITSCHÉ-NETO, 2011).

O procedimento para a seleção de genótipos superiores quanto à eficiência no uso do fósforo exige que a indução do estresse seja efetiva (PARENTONI et al., 2011). O manejo do estresse é um dos pontos cruciais para se obter êxito em programas de melhoramento para condições de estresses abióticos. No caso de baixa disponibilidade de P, se o estresse induzido for muito acentuado, ele poderá “ofuscar” a variabilidade genética e, assim, tornar a seleção impraticável (FRITSCHÉ-NETO e BOREM, 2011). Para isso, duração, intensidade e uniformidade são fatores que devem ser considerados para se estabelecer o manejo de estresse adequado (BÄNZIGER et al., 2000).

Diante do exposto, o objetivo foi identificar os níveis contrastantes ideais de fósforo para a avaliação com acurácia de linhagens de milho tropical quanto à eficiência no uso de fósforo em casa de vegetação.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (20°45'14"S; 42°52'53"W), durante os meses de março e abril de 2012. Foram utilizadas 2 linhagens de milho tropical (*Zea mays* L.), contrastantes quanto a eficiência no uso do fósforo, provenientes do banco de germoplasma Programa Milho® da UFV. As sementes das linhagens foram germinadas em células individuais de bandejas de poliestireno expandido (EPS), utilizando substrato inerte e água. Logo após a emergência transplantou-se uma plântula de cada linhagem para vasos de polietileno com volume de 19 dm³. O substrato utilizado conteve a proporção 1:1 de solo, da classe dos latossolos, e areia. O solo oxídico foi usado para adsorver o fósforo e não deixá-lo

prontamente disponível para a planta. As linhagens foram avaliadas em quatro níveis diferentes de fósforo. Para isso, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com duas repetições em esquema fatorial (2 x 4). A parcela foi constituída de uma planta por vaso. Em cada parcela coletou-se os valores de altura de plantas, diâmetro de colmo, número de folhas e comprimento e largura das últimas folhas completamente expandidas.

A recomendação de calagem e adubação foi feita com base na análise da mistura solo mais areia. A dose de calcário foi calculado segundo Souza et al. (2007). O potássio e nitrogênio foram adicionados nas formas de cloreto de potássio e uréia e seguiram a recomendação para vasos proposta por Novais e Alvarez (2002). Utilizou-se o trabalho de Alvarez V. et al. (2000) para determinar a dose ideal de fósforo para vasos, o qual foi aplicado na forma de superfosfato simples. O fator nível de fósforo teve as seguintes quantidades aplicadas de P_2O_5 : 350, 150, 75 e 0 $mg.dm^{-3}$. Tanto a calagem quanto a adubação foram realizadas 10 dias antes do transplântio, tempo suficiente para estabilizar as condições de crescimento das raízes.

Os dados foram coletados com as plantas ainda nos vasos aos 40 dias após a semeadura. Para medir a altura de plantas, utilizou-se régua quadrangular de um metro. A base da medida foi o substrato, e o ápice, a lígula da última folha completamente expandida. O diâmetro de colmo foi mensurado através da média do diâmetro maior e menor na base da planta utilizando paquímetro de metal. Para o número de folhas não foi considerada a folha cotiledonar sendo que a última folha foi a completamente expandida. Desta determinou-se também sua largura e comprimento utilizando fita métrica. O comprimento foi medido da ponta da folha até a respectiva lígula foliar. E, a largura no terço médio da folha.

Posteriormente, as análises de variância conjunta e de regressão foram realizadas utilizando o Statistical Analysis System (SAS). Através de regressão linear, mensurou-se as duas doses contrastantes ideais para avaliação quanto a eficiência no uso de fósforo.

Resultados e Discussão

Pela análise de variância conjunta, nota-se que os diferentes ambientes foram capazes de contrastar todos os caracteres testados a 1 % de probabilidade (Tabela 1), mostrando que houve redução do metabolismo interno das linhagens à medida que se reduziu as doses de fósforo, permitindo desta forma, inferir sobre a dose efetiva de fósforo para condição de estresse.

Dentre os caracteres testados, o diâmetro de colmo foi o que contrastou os dois genótipos nos diferentes ambientes a 1% de probabilidade (Tabela 1), logo esta característica

foi a única a expressar variabilidade genética nestas condições. Comparativamente, ao analisar os dois genótipos dentro de cada nível de fósforo, não houve diferença significativa entre eles, concluindo que estes componentes da parte aérea, com exceção ao diâmetro de colmo, não são interessantes para serem utilizados durante a seleção de genótipos superiores quanto a eficiência no uso de P.

Segundo Parentoni et al. (2010) as doses efetivas de estresse devem ser quantificadas de modo a reduzir o potencial produtivo de 40 a 60%. Acima do percentual recomendado, ocorre pouca redução no potencial produtivo no ambiente de baixo fósforo, ou seja, a correlação entre os materiais genéticos avaliados com e sem P tenderá a ser relativamente alta. Por outro lado, caso o nível de estresse seja muito drástico implicará em redução da variabilidade genética devido a perdas de plantas ou impossibilidade de perpetuação de suas espécies (PARENTONI et al., 2011).

Pela análise de variância da regressão, o diâmetro de colmo se mostrou como uma função linear das doses de fósforo a 1 % de probabilidade com coeficiente de correlação ($R = 0,83$) aceitável (Tabela 2), ou seja, a função possui boa capacidade preditiva. Desta forma, nas condições testadas, a dose que reduz o diâmetro de colmo pela metade é de 137 mg.dm^{-3} de P_2O_5 (Figura 1). Logo, esta é a dose efetiva de estresse para a condição de baixo P. Por outro lado, segundo Alvarez et al. (2000), a dose de 350 mg.dm^{-3} de P_2O_5 é a condição de boa disponibilidade de P.

Conclusões

Para a avaliação de linhagens de milho tropical em casa de vegetação quanto a eficiência no uso de fósforo os níveis contrastantes ideais são de 137 mg.dm^{-3} e 350 mg.dm^{-3} de P_2O_5 para baixa e boa disponibilidade de P, respectivamente.

Agradecimentos

A Fapemig, Capes e Cnpq pelo apoio financeiro.

Literatura Citada

ALVAREZ V.; NOVAIS, R.F.; DIAS, L.E.; OLIVEIRA, J.A. (2000). Determinação e uso do fósforo remanescente. Boletim Informativo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.25, n.1.

BÄNZIGER, M.; EDMÉADES, G.O.; BECK, D.; BELLON, M. (2000) Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize. CIMMYT Mexico. 68 p.

BRITO, C.M.; DOVALE, J.C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; CAVATTE, P.C. MIRANDA, G.V. (2011). Difference between breeding for nutrient use efficiency and nutrient stress tolerance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11: (prelo).

FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. (2011). Melhoramento de plantas para condições de estresse abiótico. 1. ed. Viçosa – MG, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 250p.

FRITSCHÉ-NETO, R. (2011). Seleção genômica ampla e novos métodos de melhoramento do milho. Viçosa: UFV. 28p. (Tese de Doutorado).

FRITSCHÉ-NETO, R.; MIRANDA, G.V.; DELIMA, R.O.; SOUZA, L.V.; SILVA, J. (2010). Herança de caracteres associados à eficiência de utilização do fósforo em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 465-471.

GONÇALVES, J.L.M.; FIRME, D.J.; NOVAIS, R.F & RIBEIRO, A.C. (1985). Cinética de adsorção de fósforo em solos de cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, 9:107-111.

IBGE, 2012. Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201203_4.shtm.
Acesso em: 22/04/2012

LABOSKI, C.A.M. e LAMB, J.A. (2003). Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure or fertilizer. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67: 544-554.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H. (2000). Sistema de interpretação de análise do solo e recomendação de fertilizantes: muito simples ou muito complexo.. In: *Fertibio*, 2000, Santa Maria – RS.

PARENTONI, S. N.; MENDES F. F.; GUIMARAES, L. J. M. (2011). Melhoramento para eficiência no uso de fósforo.. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. (Org.). Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos. Universidade Federal de Viçosa. p. 101-126.

PARENTONI, S. N.; SOUZA JÚNIOR, C. L. de; ALVES, V. M. C.; GAMA, E. E. G. E; COELHO, A. M.; OLIVEIRA, A. C. DE; GUIMARÃES, C. T.; VASCONCELOS, M. J. V. DE; PACHEGO, C. A. P.; MEIRELLES, W. F.; MAGALHÃES, J. V. DE; GUIMARÃES, L.

J. M.; SILVA, A. R. DA; MENDES, F. F; SCHAFFERT, R. E. (2010). Inheritance and breeding strategies for phosphorus efficiency in tropical maize (*Zea mays* L.). *Maydica* 55(1): 1 – 15.

PARFITT, R.L. (1978). Anion adsorption by soils and soil material. *Adv. Agro.*, 30: 1-50.

REIS, G.G.; BRITO, C.M.; DOVALE, J.C.; BERMUDEZ, F.P.; FRITSCHÉ-NETO, R. (2011). Efeitos dos Caracteres Associados à Eficiência no Uso de Fósforo em Milho Tropical. Resumos expandidos. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Búzios. Anais... Búzios: SBMP. CD-ROM.

SAMPLE, E.C.; SOPER, R.J & RACZ, G.J. (1980). Reactions of phosphate fertilizers in soils. In: KHASAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C. & KAMPRATH, E.J., eds. *The role of phosphorus in agriculture*. Madison, American Society of Agronomy. p. 263-310.

SOUSA, D. M. G. ; MIRANDA, L. N. ; OLIVEIRA, S.A. (2007) . Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CATARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. (Eds.) *Fertilidade do Solo*. SBCS, Viçosa. P. 133-204.

VANCE C.P.; UHDE-STONE, C. e ALLEN, D.L. (2003). Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytol.*, 157: 423-447.

Tabela 1. Resumo das análises de variância conjuntas para os caracteres. D.C. = Diâmetro de colmo (mm); A.P. = Altura de plantas (cm); C.F. = Comprimento da última folha (cm); L.F. = Largura da última folha (cm); N.F. = Número de folhas, avaliados em 2 linhagens de milho tropical e quatro doses de fósforo, em casa de vegetação em Viçosa, em 2012..

F.V.	ḡ.L.	QM				
		D.C.	A.P.	C.F.	L.F.	N.F.
Níveis de P (P)	3	85,08**	1820,18**	2391,54**	12,67**	4,56**
Linhagens (L)	1	64,40**	47,27 ^{N.S.}	22,09 ^{N.S.}	3,33 ^{N.S.}	0,06 ^{N.S.}
P x L	3	4,92 ^{N.S.}	223,22 ^{N.S.}	413,76 ^{N.S.}	1,06 ^{N.S.}	0,23 ^{N.S.}
Resíduo	8	4,83	110,70	186,29	0,87	0,69

Média	14,21	51,41	81,50	5,39	6,56
C.V. (%)	15,48	20,47	16,75	17,30	12,63

** significativo a 1% e a * 5% de probabilidade pelo teste F e ^{N.S} não significativo

Tabela 2. Análise de variância da regressão para o caractere diâmetro de colmo (mm); avaliado em 2 linhagens de milho tropical em quatro doses de fósforo.

F.V.	G.L	QM
		D.C.
Linear	1	238,95**
Quadrática	1	12,30 ^{N.S.}
Cúbica	1	4,00 ^{N.S.}
4ª Potência	0	-
Resíduo	12	9,82
R ²		0,684153
C.V. (%)		22,06

** significativo a 1% e a * 5% de probabilidade pelo teste t e ^{N.S} não significativo

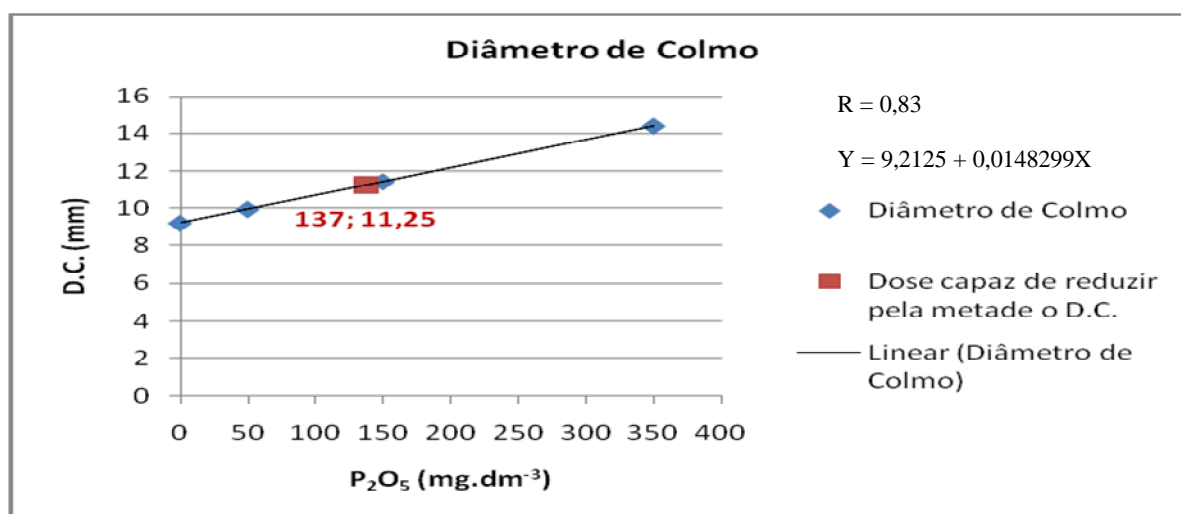


Figura 1. Regressão linear para o efeito dose de fósforo sobre a média dos diâmetros de colmo das duas linhagens especificando a dose que reduz em 50% a média deste caractere.