

Desenvolvimento inicial de híbridos milho cultivado com doses de potássio na solução nutritiva⁽¹⁾.

Fernanda de Fátima da Silva⁽²⁾; Pedro Henrique de Cerqueira Luz⁽³⁾; Liliâne Maria Romualdo⁽⁴⁾; Gabriela Strozzi⁽⁵⁾; Uanderson Henrique Barbieri Pateis⁽⁶⁾; Valdo Rodrigues Herling⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

⁽²⁾ Doutoranda em Ciências – Qualidade e Produtividade Animal – Bolsista FAPESP; Universidade de São Paulo – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (USP/FZEA); Pirassununga, SP; ferdefatima@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor; USP/FZEA, phcluz@usp.br; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Ciências – Qualidade e Produtividade Animal – Bolsista FAPESP; USP/FZEA, liliane.romualdo@usp.br; ⁽⁵⁾ Mestranda em Ciências – Qualidade e Produtividade Animal – Bolsista Capes; USP/FZEA, gabistrozzi@usp.br; ⁽⁶⁾ Estudante de Graduação em Zootecnia; USP/FZEA, uandersonpateis@hotmail.com; ⁽⁷⁾ Professor; USP/FZEA, vrherlin@usp.br.

RESUMO: A adubação e a utilização de cultivares mais produtivos consistem em tecnologias essenciais para melhorar a produtividade e a sustentabilidade da cultura do milho. O potássio (K) é o segundo fertilizante mais consumido pela agricultura brasileira, com a máxima absorção no período vegetativo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de K no crescimento e desenvolvimento inicial de híbridos de milho cultivados em solução nutritiva em casa de vegetação. O experimento foi realizado na FZEA/USP/Pirassununga. As doses de K foram D1=0,3; D2=1,2; D3=6,0 e D4=12,0 mMol.L⁻¹ de K. Os híbridos de milho foram DKB390 Prór2(H1), Pioneer 30F35(H2) e Syngenta Status(H3), sob cultivo hidropônico (Hoagland e Arnon; 1950). Em V4, foram determinados os parâmetros de crescimento: altura, número de folhas, diâmetro do colmo e massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSRz) e determinado o teor de K na parte aérea. O delineamento foi inteiramente casualizado (fatorial 4X3), 4 repetições. O incremento de K na solução promoveu aumento no teor deste nutriente na parte aérea dos híbridos, segundo modelos quadráticos e promoveu sintomas típicos de deficiência de K nos híbridos com a menor dose. O aumento de K na solução proporcionou modelo linear para MSRz em H1 e quadrático para os demais parâmetros. O crescimento e desenvolvimento bem como o teor de nutriente na parte aérea de todos híbridos estudados variam segundo modelos quadráticos com o incremento de K na solução nutritiva até 100% da dose de K, exceto para MSRz em H1, que varia linearmente.

Termos de indexação: *Zea mays* L., nutrição de planta, macronutriente.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é insumo para produção de uma centena de produtos, porém na cadeia produtiva de suínos e aves são consumidos

aproximadamente 70% do milho produzido no mundo (EMBRAPA 2012).

De acordo com FAO (2013), estima-se que 29,1% da área cultivada no Brasil foi ocupada pela cultura do milho na safra 2012/2013, o que corresponde a 15,4 milhões de hectares e uma produção estimada de 76,07 milhões de toneladas.

Para expressar todo seu potencial produtivo, o milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas (Amaral Filho et al. 2005). O uso racional de corretivos e fertilizantes é uma das premissas necessárias para o sucesso na produção (Heirichs et al. 2008). A adubação é o fator que mais afeta a produtividade da atividade, de modo que o consumo de fertilizante pela cultura do milho tem crescido nos últimos anos no Brasil, em função do aumento da produtividade (Araujo et al., 2008).

O potássio (K) é o segundo macronutriente em teor contido nas plantas, atrás apenas do requerimento em nitrogênio. É, depois do fósforo, o nutriente mais consumido como fertilizante pela agricultura brasileira, com a máxima absorção ocorrendo no período de desenvolvimento vegetativo, com elevada taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias, sugerindo maior necessidade de K na fase inicial como um elemento de “arranque” (Coelho, 2007).

De acordo com Malavolta (2006), o K é ativador enzimático, aumenta o teor de carboidratos, estimula o enchimento de grãos, promove o armazenamento de açúcar e amido, aumenta a utilização da água bem como promove o aumento da resistência a secas, geadas e pragas (Malavolta et al., 1997).

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento inicial de híbridos de milho conduzidos com doses de potássio em solução nutritiva em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi realizado em casa de vegetação na Faculdade de Zootecnia e Engenharia

de Alimentos – Universidade de São Paulo (FZEA – USP), em Pirassununga/SP, no Setor de Ciências Agrárias.

A semeadura do milho foi feita em bandejas plásticas com areia lavada, onde as plantas foram mantidas durante uma semana após a emergência, irrigadas com água deionizada. Após esse período, foram transplantadas duas plantas para cada vaso de 3,6 L, aplicando-se as soluções nutritivas respectivas a cada tratamento. O volume total de solução nutritiva aplicado em cada vaso foi de 55,8; 61,2; 68,4 e 73,8 mL, respectivamente para doses crescentes de K: D1, D2, D3 e D4.

Tratamentos e amostragens

Os híbridos de milho (*Zea mays* L.) utilizados foram DKB 390 Pró R2 (H1), Pioneer 30F35 (H2) e Syngenta Status (H3), sob cultivo hidropônico, conduzidos em vasos com solução nutritiva adaptada de Hoagland e Arnon (1950), que foram trocadas semanalmente e periodicamente aeradas.

Foram utilizadas quatro doses de potássio (K): D1=0,3; D2=1,2; D3=6,0 e D4=12,0 mMol. L⁻¹ de K (D4), correspondendo respectivamente a 5%, 20%, 100% e 200% da dose completa de K. A amostragem de plantas foi realizada em V4 (4 folhas completamente expandidas), aos 28 dias após a emergência (DAE).

No momento da coleta, foi observada a sintomatologia de deficiência de K, mediu-se a altura das plantas (cm), número total de folhas e o diâmetro do colmo (primeiro nó acima das raízes) nas duas plantas por vaso. Também foi determinado a massa seca da parte aérea (MSPA) do milho (folhas+bainha+colmo) e das raízes (MSRz). Após a coleta, as plantas foram levadas à estufa com circulação forçada de ar, a 65°C até peso constante, moído em moinho tipo Wiley. A parte aérea foi digerida por via úmida com ácido nítrico-perclórico para a determinação do K.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4X3 (quatro doses de K e três híbridos de milho) com quatro repetições.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey 5% para comparação de médias. Nos casos em que o teste F foi significativo somente para doses de K, foi realizada uma única análise de regressão para todos os híbridos. Nos casos em que o teste F foi significativo para interação entre híbridos estudados

e doses de K aplicadas, o desdobramento visou estudar os níveis dentro dos híbridos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas visuais de deficiência de K foram identificados inicialmente nas folhas mais velhas em todos os híbridos submetidos a D1 e D2, entretanto manifestaram-se de forma mais drástica no D1; e foram caracterizados por clorose seguida de necrose das margens e pontas das folhas, além de redução do crescimento, concordando com Malvolta (2006).

A interação entre doses de K e híbridos foi significativa ($P<0,01$) para o teor de K na parte aérea (**Figura 1a**), para o diâmetro do colmo (**Figura 1b**), para a MSPA (**Figura 2a**), MSRz (**Figura 2b**) e não significativa para número de folhas (**Figura 3a**) e altura de planta (**Figura 3b**).

O incremento de K na solução nutritiva promoveu o aumento no teor deste nutriente no tecido da parte aérea de todos os híbridos estudados, respondendo segundo modelos quadráticos ($P<0,01$), com teor máximo de 62,3 (H1), 56,7 (H2) e 59,4 g/Kg de K (H3) respectivamente para as doses de 8,2; 8,8 e 8,3 mMol.L⁻¹ de K na solução nutritiva, como pode-se observar na **figura 1a**.

O diâmetro do colmo de cada híbrido estudado respondeu ao aumento de K na solução nutritiva de acordo com um modelo quadrático (**Figura 1b**), sendo menor nas plantas submetidas 0,3 mMol.L⁻¹ de K na solução e diâmetro máximo encontrado nas doses 7,7; 7,4 e 7,6 mMol.L⁻¹ de K, para H1, H2 e H3 respectivamente.

Nos três híbridos estudados, a MSPA (**Figura 2a**) e MSRz (**Figura 2b**) responderam ao aumento da dose de K na solução nutritiva de acordo com modelo quadrático, exceção apenas para o MSRz do H1, que apresentou um modelo linear.

A MSPA máxima foi estimada pela análise de regressão em 4,5 (H1); 5,9 (H2) e 4,7 g/planta (H3), para uma dose de K igual a 7,5; 7,4 e 6,9 mMol.L⁻¹ respectivamente para H1, H2 e H3.

A MSRz máxima foi encontrada na dose 8,9 (H2) 8 (H3) mMol.L⁻¹ de K, resultando em uma produção de 1,7 g/planta de MSRz em ambos os híbridos.

Megda (2009) verificou que adubação potássica apresenta efeitos marcantes na produção de massa seca de forrageiras. Rodrigues et al. (2008) demonstraram incremento na produção de massa seca de capim Xaraés com o fornecimento de K.

Plantas bem supridas em K são capazes de produzir fotossintetatos suficientes para alta produtividade e também para mantê-los em níveis adequados no colmo, evitando o colapso prematuro

do tecido parenquimático (Bull, 1993).

A interação entre doses de K e híbridos de milho foi não significativa ($P < 0,01$) para número de folhas com o aumento de K na solução nutritiva e ajustou-se a um modelo quadrático ($-0,016x^2 + 0,21x + 8,52$; $R^2 = 0,77$), conforme a **figura 3a**.

A altura de plantas variou significativamente ($P < 0,01$) com o incremento de K na solução, ajustando-se ao modelo quadrático $y = -0,098x^2 + 1,64x + 14,83$ ($R^2 = 0,98$), e atingiu altura máxima de 21,7 cm na dose $8,3 \text{ mMol.L}^{-1}$ de K, conforme observado na **figura 3b**. A deficiência de K em milho resulta em plantas com internódios mais curtos (Malavolta et al., 1997).

Além disso, a deficiência de K não revela sintomas imediatos, caracterizando a situação de "fome oculta". Inicialmente, ocorre apenas redução do crescimento e, somente em fases mais avançadas de deficiência, ocorre clorose e necrose das folhas (Rajj, 1991).

CONCLUSÕES

O crescimento e desenvolvimento de todos híbridos estudados respondem à aplicação de K na solução nutritiva até 100% da dose de K, segundo modelos quadráticos, exceto para MSRz em H1, que varia linearmente.

O incremento de K na solução nutritiva implica em aumento quadrático do teor deste nutriente na parte aérea dos híbridos de milho estudados.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa concedida (processo nº2011/20631-0).

REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:467-473, 2005.

ARAÚJO, F. F.; TIRITAN, C. S.; PEREIRA, H. M.; CAETANO JUNIOR, O. Desenvolvimento do milho e fertilidade do solo após aplicação de lodo de curtume e fosforita. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12: 507-511, 2008.

BULL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTAREALA, H. (Ed.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, 1993. P.147-196.

COELHO, A.M. O potássio na cultura do milho. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba: POTAFOS, 2005. p.611-658.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Cultivo do milho: Economia da Produção*. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/coes.htm>. Acesso em 4 jun 2012.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em 9 mar. 2013.

HEINRICH, R.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; MALAVOLTA, E. Atributos químicos do solo e produção do feijoeiro com a aplicação de calcário e manganês. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:1157-1164, 2008.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. *The water culture method for growing plants without soils*. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 347p.

MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MEGDA, M.M. Suprimento de nitrogênio e potássio e características morfológicas, nutricionais e produtivas do capim-Marandu. *Dissertação (Mestrado)*. – ESALQ. Piracicaba, 2009.

RODRIGUES, R.C; MOURÃO, G.B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com combinações de doses de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37:394-400, 2008.

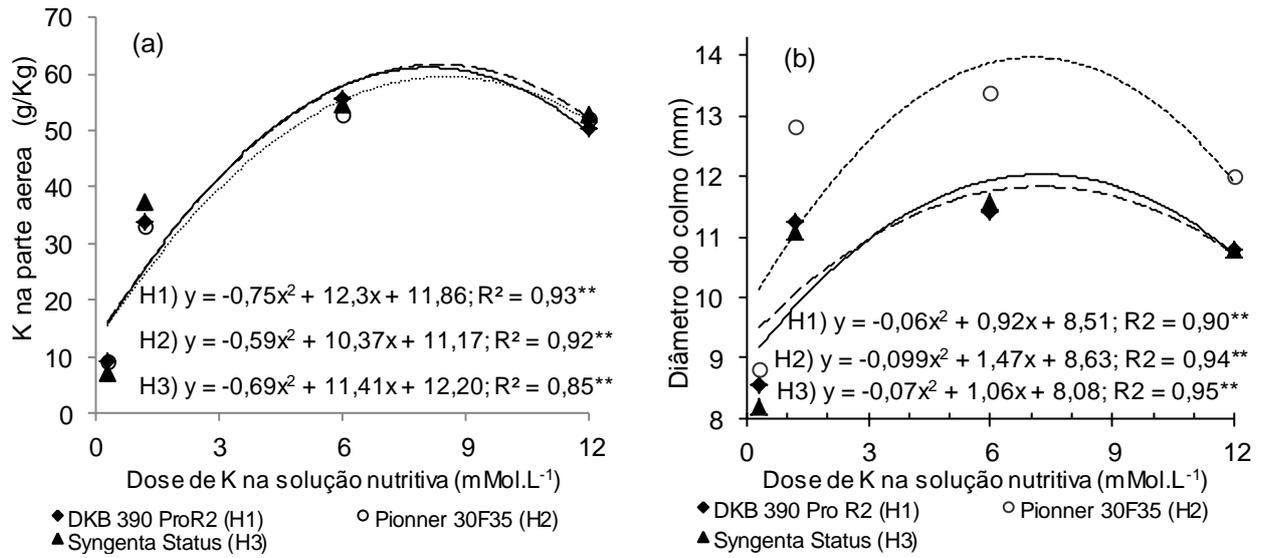


Figura 1 – Teor de potássio (K) na parte aérea (a) e diâmetro do colmo (b) de híbridos de milho no estágio V4 em função de doses de potássio na solução nutritiva. **Significativo a 1%.

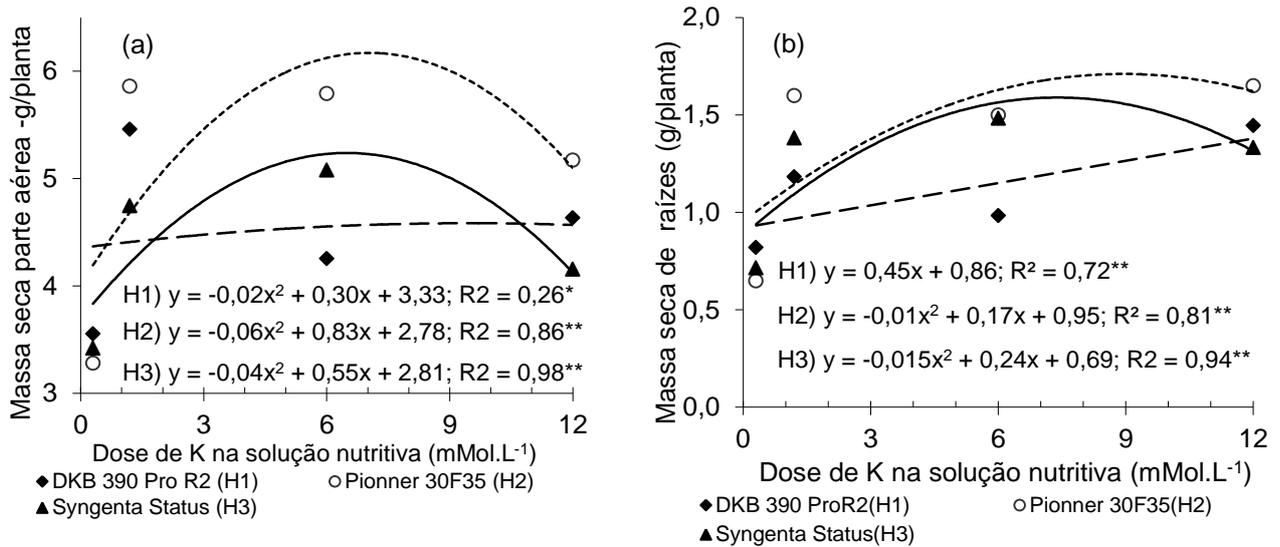


Figura 2 – Massa seca da parte aérea (a) e de raízes (b), em g/planta, de híbridos de milho no estágio V4 em função de doses de potássio na solução nutritiva. * Significativo a 5% e ** Significativo a 1%.

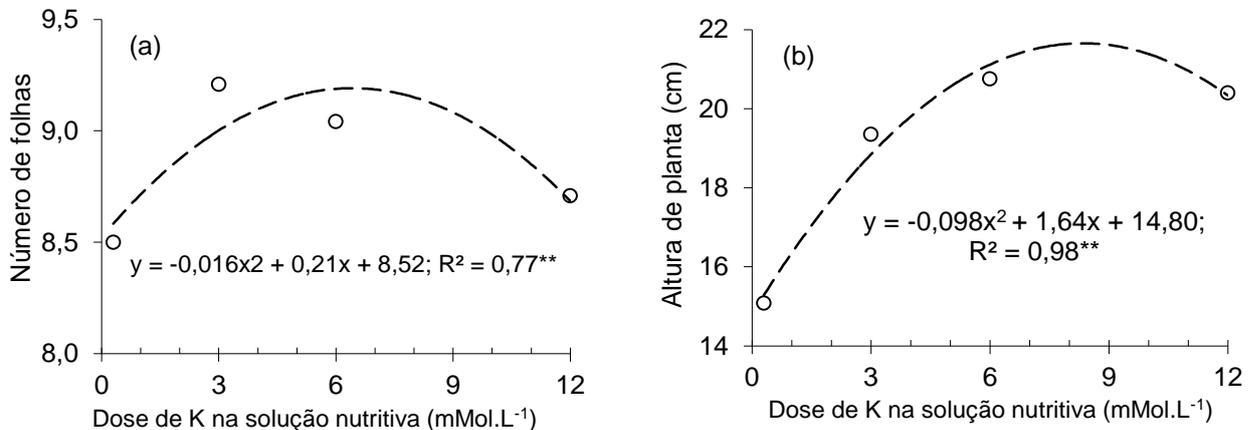


Figura 3 – Número de folhas (a) e altura de plantas (b) de híbridos de milho no estágio V4 de desenvolvimento em função de doses de potássio na solução nutritiva. ** Significativo a 1%.