

Marcha de absorção de nutrientes em cultivares de milho.

Roberta Luana Lopes Silva⁽¹⁾; Carine Gregório Machado Silva⁽²⁾; Silvino Guimarães Moreira⁽³⁾; Aarón Martínez Gutiérrez⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, MG; robertalu.lope@gmail.com; ⁽²⁾ Mestranda em Ciências Agrárias; UFSJ; ⁽³⁾ Professor UFSJ.; ⁽⁴⁾ Mestrando em Ciências Agrárias; UFSJ

RESUMO: Atualmente as recomendações de adubação para o milho estão sendo feitas com base em boletins técnicos que se encontram desatualizados. Assim, para uma recomendação eficiente faz-se necessário o conhecimento das exigências nutricionais da planta em diferentes estádios de desenvolvimento. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o acúmulo de nutrientes na parte aérea de plantas de diferentes genótipos de milho com alto potencial produtivo. O experimento foi realizado em casa de vegetação na cidade de Sete Lagoas - MG, no período de março a maio de 2015. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 6x3 com quatro repetições, sendo seis híbridos de milho (DKB 390 PRO, DKB 310 PRO, AG 8088 PRO, Riber 9308 PRO, P3862 YH e P30F53 YH) e três coletas da planta em diferentes estádios vegetativos (V4, V6 e V8). Após a coleta da parte aérea (folha + colmo) foram realizadas as análises químicas para a quantificação dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B). Os híbridos não se diferiram quanto à produção de MS nos estádios avaliados. Os híbridos P3862 YH e RB 9308 PRO acumularam as maiores quantidades de P e Zn respectivamente. Até o estádio V8, plantas de milho acumulam nutrientes em sua parte aérea na seguinte ordem decrescente: N>K>Ca>Mg>S>P>Fe>Mn>Zn>B>Cu.

Termos de indexação: *Zea mays* L, acúmulo de nutrientes, nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

O milho é um cereal de grande importância no Brasil e no mundo, pois é uma cultura que se destaca pelo alto potencial produtivo e grande valor socioeconômico. Segundo a CONAB (2016), o Brasil é hoje, o terceiro maior produtor mundial e o segundo maior exportador do grão, sendo produzido

nas mais diversas regiões do país, com destaque para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

A exigência nutricional de uma planta é determinada pela quantidade de nutrientes que ela extrai durante o seu ciclo. No caso do milho, a extração total dependerá do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e na palha. Assim, tanto na produção de grãos como na produção de silagem é necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que essa extrai, em função da expectativa de produtividade, que devem ser fornecidos pelo solo e pela reposição nas adubações (Coelho & França, 1995; Von Pinho et al., 2009; Broch & Ranno, 2012).

O planejamento da adubação deve ser fundamentado nas necessidades nutricionais da planta, na marcha de absorção dos nutrientes, na fertilidade atual do solo, no histórico da área, nas condições climáticas do local e na produtividade esperada (Fancelli, 2010).

Tendo em vista que o melhoramento genético tem apresentado híbridos cada vez mais produtivos e exigentes em nutrição, estudos atuais devem ser realizados a fim de contribuir para um melhor entendimento das épocas de maiores demandas e quantidades de nutrientes exigidos pelas cultivares modernas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a marcha de absorção de nutrientes de diferentes genótipos de milho com alto potencial produtivo em condições controladas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no campus da Universidade Federal de São João Del Rei, em Sete Lagoas-MG. O estudo teve início em março de 2015, quando o solo (Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico) foi coletado, seco e peneirado, seguindo as recomendações de Resende et al. (2012).

Posteriormente, o solo foi analisado segundo métodos descritos em Silva (2009).

O cálculo para se obter a necessidade de calcário foi efetuado para elevar a saturação por bases a 80%, conforme preconizado por Resende et al. (2012), visando correção de solo em vaso. Após a incubação do calcário foram fornecidas quantidades de N, P, K, S, B, Cu, Mn, Zn e Mo nas doses 100; 250; 200; 30; 0,5; 2,0; 3,0; 4,0 e 0,25 mg dm⁻³, respectivamente. Finalizada essa etapa, realizou-se a semeadura do milho, conduzindo três plantas por vaso. A irrigação foi realizada conforme a necessidade.

O experimento foi montado em DBC com esquema fatorial 6x3 (híbridos x épocas de corte), com quatro repetições por época. Os tratamentos foram constituídos pelos híbridos, DKB 390 PRO, DKB 310 PRO, AG 8088 PRO, RB 9308 PRO, P3862 YH e P30F53 YH. Foram feitas duas aplicações de 100 mg L⁻¹ de N em cobertura nos estádios V2 e V6, utilizando-se como fontes, ureia e sulfato de amônio, respectivamente. No estádio V6, foi feita uma adubação potássica de cobertura, onde se utilizou 100 mg L⁻¹ de K empregando-se a fonte KCl.

Para avaliar a marcha de absorção de nutrientes, foram coletadas 12 plantas (folha + colmo) de cada híbrido nos estádios vegetativos V4, V6 e V8, com aproximadamente 20, 26 e 40 dias após a semeadura respectivamente. Em cada uma das fases, as plantas de milho foram cortadas rente ao solo, secas em estufa a 60 °C, pesadas e trituradas. Posteriormente foram submetidas à análise química para determinação dos teores de nutrientes, segundo Malavolta et al. (1997). Foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea, relacionando-se as concentrações foliares de cada nutriente com as quantidades de MS produzidas pelas plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade acumulada de MS e de todos os macronutrientes foi afetada pela época de corte (estádio fenológico), sendo que para os acúmulos de N e S houve interação época de corte x híbrido. Por sua vez, a quantidade acumulada de P foi afetada pelo fator híbrido de forma isolada.

Na média dos híbridos, as quantidades de MS aumentaram com o crescimento e desenvolvimento das plantas. Essa linearidade no acúmulo de MS em cultivares de milho também foi encontrada por Duarte et al. (2003) e Von Pinho et al. (2009). Nos

híbridos avaliados no presente estudo, o máximo acúmulo foi obtido no estádio V8, o que já era esperado devido ao aumento do número de folhas e consequentemente da fixação de CO₂ que responde por 90% da MS acumulada através da fotossíntese (Cruz et al, 2006).

No caso do K, Ca, Mg e P, observou-se que as quantidades acumuladas aumentaram com o desenvolvimento das plantas, de V4 para V8. Von Pinho et al. (2009) também obtiveram resultados semelhantes para Ca e K avaliando outras cultivares de milho. O K foi o segundo macronutriente de maior acúmulo pelos híbridos na parte aérea, corroborando com o encontrado por Vasconcellos et al. (1983), Coelho & França (1995) e Duarte et al. (2003).

As quantidades acumuladas de N e S aumentaram linearmente com as épocas avaliadas e foram influenciadas pela interação, híbrido x época. No entanto, somente no estádio V6, os híbridos apresentaram comportamento diferente entre si (**Tabela 1**). No caso do S, as maiores quantidades foram acumuladas pelos híbridos P3862 YH e RB 9308 PRO. Malavolta & Moraes (2007), relatam que há uma sincronia entre a absorção de N e S. O que poderia explicar o fato dos híbridos com maiores acúmulos de N também serem os que mais acumularam S, no estádio V6.

Tabela 1. Média das quantidades acumuladas de nitrogênio (N) e enxofre (S) por diferentes híbridos de milho em três estádios fenológicos.

Híbrido	N (mg planta ⁻¹)		
	V4	V6	V8
DKB 390 PRO	35,9 aC	149,5 bB	307,2 aA
DKB 310 PRO	41,8 aC	147,7 bB	304,0 aA
AG8088 PRO	45,3 aC	129,0 bB	311,9 aA
P30F53 YH	48,0 aC	165,5 aB	283,4 aA
P3862 YH	44,1 aC	189,0 aB	278,8 aA
RB 9308 PRO	37,9 aC	189,6 aB	294,3 aA
Híbrido	S (mg planta ⁻¹)		
	V4	V6	V8
DKB 390 PRO	3,1 aC	12,9 bB	33,0 aA
DKB 310 PRO	3,3 aC	13,8 bB	30,3 aA
AG8088 PRO	3,2 aC	10,8 bB	30,9 aA
P30F53 YH	3,6 aC	13,2 bB	28,0 aA
P3862 YH	4,1 aC	19,3 aB	33,4 aA
RB 9308 PRO	2,9 aC	18,7 aB	28,6 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Avaliando o fator híbrido, na média dos três estádios avaliados, o P3862 YH foi o que acumulou a maior quantidade de P dentre os demais estudados.

Segundo Clark & Brown (1974 apud Fernandes, 2001, p. 6), plantas consideradas eficientes na absorção de P, são aquelas que acumulam maiores quantidades do nutriente quando cultivadas sob certo nível do mesmo. Sendo assim, o híbrido P3862 YH pode ser considerado o mais eficiente na absorção e acúmulo de P do que os demais híbridos, uma vez que todos receberam as mesmas quantidades de P durante o ciclo. Entretanto, o mesmo foi menos eficiente na conversão do P absorvido em MS, visto que este híbrido absorveu maiores quantidades de P, mas não produziu mais comparativamente aos outros.

As quantidades acumuladas de todos os micronutrientes foram afetadas pela época de corte, (estádio fenológico) sendo que para os acúmulos de Mn e Zn houve interação híbrido x época. Por sua vez, apenas a quantidade acumulada de Cu, foi afetada pelo fator híbrido de forma isolada.

Os resultados obtidos mostraram que para Zn as variações ocorreram apenas no estádio V8, sendo o híbrido RB 9308 PRO o que acumulou as maiores quantidades desse micronutriente. Esse resultado revelou-se interessante para essa cultivar, uma vez que o Zn possui baixa mobilidade na planta de milho, e sua deficiência tem ocasionado problemas em seu crescimento radicular (Rosolem & Franco, 2000). Além disso, o Zn é o micronutriente mais limitante na produção do milho, principalmente em solos de cerrado, devido aos baixos teores presentes na rocha de origem (Coelho & França, 1995).

Para o Mn diferenças significativas nas quantidades acumuladas pelos híbridos foram observadas nos estádios V6 e V8 como mostra a **Tabela 2**. Entretanto, os valores encontrados foram bastante inferiores aos descritos no mesmo estádio fenológico por Von Pinho et al. (2009) avaliando em campo duas cultivares de milho. Segundo o autor, as quantidades acumuladas de micronutrientes nos estádios iniciais do desenvolvimento do milho são ínfimas, sendo os valores máximos, obtidos a partir de 100 dias após a emergência.

Foram observadas diferenças significativas no acúmulo de B e Fe pelos híbridos nas diferentes épocas de corte, sendo que na média dos seis híbridos, esse acúmulo foi crescente durante todo o período avaliado.

Von Pinho et al. (2009) observaram valores

muito próximos de zero nos estádios iniciais da cultura, com um incremento ocorrendo apenas aos 44 dias após a emergência. Esses resultados podem justificar, em parte, o fato da absorção do B ter sido muito baixa, uma vez que a última coleta foi realizada 40 dias após a semeadura.

O híbrido RB 9308 PRO acumulou as menores quantidades de Cu em sua parte aérea. Esse micronutriente foi o menos absorvido pelas plantas no estádio V8 corroborando com os resultados encontrados por Borin et al. (2006). Isso pode ter ocorrido devido a sua baixa mobilidade na parte aérea das plantas (Malavolta, 1997; Faquin, 2005; Kirkby & Römheld, 2007).

Tabela 2. Média das quantidades acumuladas de nitrogênio (N) e enxofre (S) por diferentes híbridos de milho e estádios fenológicos.

Híbrido	Mn (mg planta ⁻¹)		
	V4	V6	V8
DKB 390 PRO	167,2 aC	686,7 bB	1267,6 aA
DKB 310 PRO	165,7 aC	610,4 bB	1263,4 aA
AG8088 PRO	123,7 aC	612,6 bB	1321,9 aA
P30F53 YH	112,1 aC	596,2 bB	839,5 bA
P3862 YH	161,0 aC	893,8 aB	1267,0 aA
RB 9308 PRO	103,5 aC	597,0 bB	1044,5 bA

Híbrido	Zn (mg planta ⁻¹)		
	V4	V6	V8
DKB 390 PRO	45,8 aC	154,4 aB	367,1 cA
DKB 310 PRO	50,4 aC	246,9 aB	440,2 bA
AG8088 PRO	52,7 aC	159,9 aB	429,3 bA
P30F53 YH	65,7 aC	166,7 aB	349,3 cA
P3862 YH	43,2 aC	179,5 aB	330,3 cA
RB 9308 PRO	37,2 aC	202,2 aB	510,9 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

Os híbridos não se diferenciaram quanto à produção de MS nos estádios avaliados.

Os híbridos P3862 YH e RB 9308 PRO acumularam as maiores quantidades de P e Zn respectivamente.

Até o estádio V8, plantas de milho acumularam nutrientes em sua parte aérea na seguinte ordem decrescente: N>K>Ca>Mg>S>P>Fe>Mn>Zn>B>Cu.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BORIN, A. L. D. C. et al. Extração, absorção e acúmulo de micronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo. **Associação Brasileira de Horticultura**, 2006.

- BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho. In: **Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012**. Fundação MS, Maracaju-MS, 2012.p. 240-252.
- COELHO A. M.; FRANÇA, G. E. Seja o doutor do seu milho: Nutrição e adubação. **Potafós: arquivo do agrônomo nº 2**. 2ª edição – ampliada e totalmente modificada, setembro 1995.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safras – Grãos: Série histórica (1ª e 2ª safra). Brasília: Conab, 2016. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em 16/02/2016.
- CRUZ, J. C. et al. **Manejo da cultura do milho**. In: CRUZ, J. C. et al. A cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. p. 172-197.
- DUARTE, A. P.; KIEHL, J. de C.; CAMARGO, M. A. F de.; RECO, P. C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.1-20, 2003.
- FANCELLI, A. L. **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura de milho**. IPNI Brasil, Informações Agronômicas, nº131, setembro, 2010.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2005. 183 p.
- FERNANDES, C. **Eficiências de diferentes culturas e híbridos de milho quanto a utilização de fósforo em solos de cerrado**, 61p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.
- KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **IPNI: Informações Agronômicas**, n.º 118, junho 2007.
- MALAVOLTA, E.; MORAIS, M. F. **Fundamentos do nitrogênio e enxofre na nutrição de plantas cultivadas**. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S.; VITTI, G.C. (Eds.). Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira, Piracicaba:IPNI, 2007. p.189-249.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: **Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1997. 319p.
- RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; MARTINS, E.S; HURTADO, S.M.C; OLIVEIRA, C.G; SENA, M.C. **Protocolo de avaliação agrônômica de rochas e produtos derivados como fontes de nutrientes às plantas ou condicionadores de solo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 30 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 143).
- ROSOLEM, C.A.;FRANCO, G. R. Translocação de zinco e crescimento radicular em milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, n. 4, p. 807-814, 2000.
- SILVA, C.S. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.
- VASCONCELLOS, C. A.; BARBOSA, J. V. A.; SANTOS, H. L. dos; FRANÇA, G. E. de. Acumulação de massa seca e de nutrientes por dois híbridos de milho com e sem irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF**, v. 18, n. 8, p. 887- 901, ago. 1983.
- VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. A. R.; REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.2, p. 157-173, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"
