

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO EM RESPOSTA A DOSES DE POTÁSSIO

MATEUS DE PAULA GOMES¹, JOÃO PEDRO DE BARROS REICAO CORDIDO¹,
MÁRCIO LUIZ DOS SANTOS¹ e ARIANA MOTA PEREIRA¹

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil,

mateusgomes2006@yahoo.com.br, pedro_cordido@hotmail.com, marcio.luizufv@gmail.com, ariana.mota@ufv.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.17, n.1, p. 27-36, 2018

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito de doses de potássio e níveis de compactação de solos no desenvolvimento inicial e na absorção de cátions em plantas de milho. Foram desenvolvidos dois experimentos utilizando amostras de um Latossolo Vermelho de textura média (LV) e de um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura muito argilosa (LVA). Os ensaios foram conduzidos em blocos casualizados com arranjo fatorial 3×6, sendo três densidades de solo e seis doses de potássio, com três repetições. A compactação do solo não influenciou no acúmulo de matéria seca nem na absorção dos cátions pelas plantas de milho. O aumento das doses de K reduziu a absorção e o teor de Ca das plântulas de milho cultivadas no LVA e reduziu a absorção e teor de Mg das plântulas de milho cultivadas em ambos os solos. O aumento das doses de K favoreceu a absorção de Mn, Fe, Cu e Na em plântulas de milho cultivadas em LV. As doses de K não influenciaram na absorção de Ca e Zn em plântulas de milho cultivadas em LV, nem na absorção de Fe, Zn, Cu, Mn, Na em plântulas de milho cultivadas em LVA.

Palavras-chave: inibição da absorção, *Zea mays*, absorção de cátions.

INITIAL MAIZE DEVELOPMENT IN RESPONSE TO POTASSIUM DOSES

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the effect of potassium doses and levels of soil compaction on initial development and cation uptake in maize plants. Two experiments were carried out using samples of a Red Latosol (LV) and a Red-Yellow Latosol with very clayey texture (LVA). The trials were conducted in randomized blocks with factorial arrangement 3×6, being three soil densities and six potassium doses, with three replications. Soil compaction did not influence the accumulation of dry matter or cation uptake in maize plants. Increased K doses reduced the uptake and Ca content in maize plants grown in the LVA and reduced the uptake and Mg content in maize plants grown in both soils. Increased K doses favored the absorption of Mn, Fe, Cu and Na in maize seedlings when grown in LV. K doses did not influence the uptake of Ca and Zn in maize seedlings grown in LV, nor the absorption of Fe, Zn, Cu, Mn and Na in maize seedlings grown on LVA.

Keywords: inhibition of absorption, *Zea mays*, cation absorption.

O potássio (K) é o segundo nutriente mais requerido pelas plantas, depois do nitrogênio (N). Atua em diversos complexos enzimáticos, participa da fosforilação oxidativa, translocação de carboidratos, e sua carência acarreta redução da fotossíntese, aumento da respiração e aumento de compostos nitrogenados solúveis em detrimento das proteínas. Além disso, o K influencia na resposta ao fósforo (P), na conservação da água nas folhas, no desenvolvimento da parede celular e na tolerância a algumas pragas e doenças (Carvalho et al., 2013; Santos et al., 2013).

A adubação potássica deve levar em conta o equilíbrio iônico no sistema solo-planta, visto que a alta eficiência de absorção de K pelas plantas pode prejudicar a absorção de outros nutrientes, tais como o Ca e o Mg (Carvalho et al., 2013; Epstein, 1975; Malavolta, 1980; Marschner, 2012).

A absorção de K pelas plantas depende do crescimento e da eficiência das raízes, da concentração do íon no solo e do transporte para a superfície radicular, sendo a difusão o principal mecanismo de contato íon-raiz. Contudo, o fluxo de massa pode contribuir significativamente em condições de alta concentração de K na solução do solo (Ruiz et al., 1999).

A compactação do solo influencia na disponibilidade do K, por atuar no conteúdo volumétrico de água no solo e no fator de impedância, fatores que afetam a difusão (Novais & Mello, 2007). Além disso, a compactação afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das culturas por aumentar a resistência à penetração radicular, reduzir a aeração e reduzir a disponibilidade de água no solo. Com isso, mesmo que os nutrientes estejam em teores adequados, as plantas podem apresentar deficiências nutricionais se o solo estiver compactado, podendo anular os efeitos de tratamentos culturais como fertilizações e/ou irrigação (Novais & Mello, 2007).

Objetivou-se avaliar o efeito da compactação do solo e de doses de potássio no desenvolvimento inicial e na absorção de cátions das plantas de milho.

Material e Métodos

Foram desenvolvidos, simultaneamente, dois experimentos em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, no ano de 2015. No primeiro experimento, utilizaram-se amostras da camada de 20-40 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho textura média (LV), coletado no município de Três Marias-MG. No segundo experimento, utilizaram-se amostras da camada 20-40 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo textura muito argilosa (LVA), coletado em Viçosa-MG. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em peneira com malha de 2 mm de diâmetro. Em seguida, foram retiradas amostras para caracterização física e química (Tabela 1).

Os ensaios foram conduzidos em blocos casualizados com arranjo fatorial 3×6, sendo três densidades e seis doses de potássio, com três repetições. Utilizaram-se as densidades de 1,30 g cm⁻³, 1,45 g cm⁻³ e 1,60 g cm⁻³ para o experimento montado com o solo de textura média (LV), e 1,06 g cm⁻³, 1,16 g cm⁻³ e 1,26 g cm⁻³ para o experimento com o solo de textura muito argilosa (LVA). Utilizou-se KCl como fonte de K e as doses corresponderam a 0, 30, 60, 120, 240, 300 mg dm⁻³ de K, para os dois experimentos, sendo as doses homogêneas em todo o volume de solo. As unidades experimentais consistiram de vasos com 2 dm³ de volume, e as densidades foram ajustadas por meio de compressão das amostras dos solos, diminuindo-se o volume até atingir a densidade desejada.

Trinta dias antes do início do experimento, foram adicionados ao LVA 0,51 g dm⁻³ de CaCO₃ e 0,20 g dm⁻³ de

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos dos solos utilizados.

Atributo	LVA ⁽¹⁾	LV ⁽²⁾
CTC (cmol _c dm ⁻³)	8,69	13,33
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0	0
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,54	0,30
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,15	0,03
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	2,3	2,3
P (mg dm ⁻³)	1,7	0,8
P-remanescente (mg L ⁻¹)	9,8	32,8
K (mg dm ⁻³)	8	13
Fe (mg dm ⁻³)	60,6	32,2
Mn (mg dm ⁻³)	13,1	6
Cu (mg dm ⁻³)	1,93	0,39
Zn (mg dm ⁻³)	0,81	0,62
V (%)	79	85
Carbono orgânico (dag kg ⁻¹)	1,04	0,78
Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,06	1,3
Areia grossa (%)	13	51
Areia fina (%)	16	30
Silte	5	3
Argila	66	16

⁽¹⁾Latossolo Vermelho-Amarelo-Viçosa; ⁽²⁾Latossolo Vermelho-Três Marias

MgCO₃, enquanto no LV foram aplicados 0,61 g dm⁻³ de CaCO₃ juntamente com 0,31 g dm⁻³ de MgCO₃. A umidade foi mantida em 80% da capacidade de campo em ambos os solos. A adição dos demais nutrientes foi realizada com aplicação de solução nutritiva visando a adição de 400 mg kg⁻¹ de P no LVA e 300 mg kg⁻¹ de P no LV; as doses dos demais nutrientes foram as mesmas em ambos os solos, sendo 150 mg kg⁻¹ de N, 80 mg kg⁻¹ de S, 0,81 mg kg⁻¹ B, 1,33 mg kg⁻¹ de Cu, 1,55 mg kg⁻¹ de Fe, 3,66 mg kg⁻¹ Mn, 0,15 mg kg⁻¹ de Mo e 4 mg kg⁻¹ de Zn. A aplicação da solução

nutritiva foi realizada em três vezes, sendo a primeira no dia do plantio, a segunda dez dias após o plantio e a terceira vinte dias após o plantio.

Utilizaram-se sete sementes de milho híbrido BioGene 7040 (*Zea mays* L.) por vaso e realizou-se o desbaste após a emergência, em que foram selecionadas quatro plantas por vaso, para condução do experimento. A irrigação dos vasos foi realizada diariamente de acordo com a necessidade, mantendo a umidade constante para todos os vasos em torno de 80% da capacidade de campo.

Após 30 dias da emergência, as plantas foram seccionadas a cerca de 1 cm do solo e acondicionadas em sacos de papel, em seguida foram levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, para determinação da produção de massa seca da parte aérea. Em seguida, as amostras foram moídas e submetidas à digestão nitroperclórica para obtenção dos teores de K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn e Na. Os teores de K e Na foram obtidos por fotometria de chamas, e os teores dos demais elementos foram obtidos por espectrofotometria de absorção atômica.

Os dados foram analisados com auxílio do software R. Os resultados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para normalidade e posteriormente à análise de variância. Foram ajustados modelos de regressão múltipla para o estudo do efeito das doses de K e densidade na massa de matéria seca e teor dos cátions.

Resultados e Discussão

A compactação dos solos não influenciou no acúmulo de matéria seca, nem no conteúdo ou teor dos cátions nas plantas de milho. O fator mais limitante associado à compactação ocorre pelo aumento da resistência à penetração das raízes (Gubiani et al., 2013; Rossetti & Centurion, 2013), porém, a resistên-

cia à penetração também varia em função da umidade do solo, sendo reduzida exponencialmente com o aumento da umidade. Além do aumento da resistência à penetração, a compactação também reduz o intervalo hídrico ótimo para o desenvolvimento das plantas, podendo levá-lo a zero (Betioli Júnior et al., 2012).

O teor adequado de água no solo para garantir um bom rendimento da cultura do milho é em torno da capacidade de campo (Brito et al., 2013), sendo que a maior exigência hídrica do milho é na primeira fase de desenvolvimento (Souza et al., 2015).

No presente estudo, a quantidade de água disponível não foi limitante, sendo mantido o teor de umidade em 80% da capacidade de campo, o que eliminou a influência da resistência à penetração sob o crescimento das raízes, para os níveis de densidade estudados, indicando que o efeito deletério da compactação no desenvolvimento inicial das plantas de milho pode ser suplantado por uma irrigação adequada. Resultados semelhantes foram encontrados para a soja, que em cultivos irrigados tolera maiores níveis de compactação (Beutler et al., 2007).

As doses de máxima eficiência econômica para produção de matéria seca foram 91 mg dm⁻³ de K para o LVA e 114 mg dm⁻³ de K para o LV, em que foram alcançadas as massas de 2,8 e 2,7 g planta⁻¹ de matéria seca, respectivamente (Figura 1). Estudos indicam dose de 70 kg ha⁻¹ de K para se obter a máxima produtividade de grãos de milho em cultivos de campo (Rodrigues et al., 2014). Porém, em casa de vegetação, as doses de K em Latossolos variam de 203 a 218 mg dm⁻³ para se obter 90% da máxima produção de matéria seca de milho, mesmo em solos com boa disponibilidade de potássio (Faria et al., 2012).

O milho apresenta elevada taxa de acúmulo de potássio nos primeiros 30 dias após a emergência, com ritmo de absorção superior ao N. Com isso, nota-se que em ambos os solos o aumento nas doses de potássio resultou em aumento no conteúdo e teor de K nas plantas (Figura 2A e B). Faria et al. (2012) relataram aumento de até 1.490% no conteúdo de K em plantas de milho, quando a dose passou de 0 para 500 mg dm⁻³.

Na dose zero, o acúmulo de potássio foi maior no LVA (Figura 2 A), que, apesar de possuir menor K

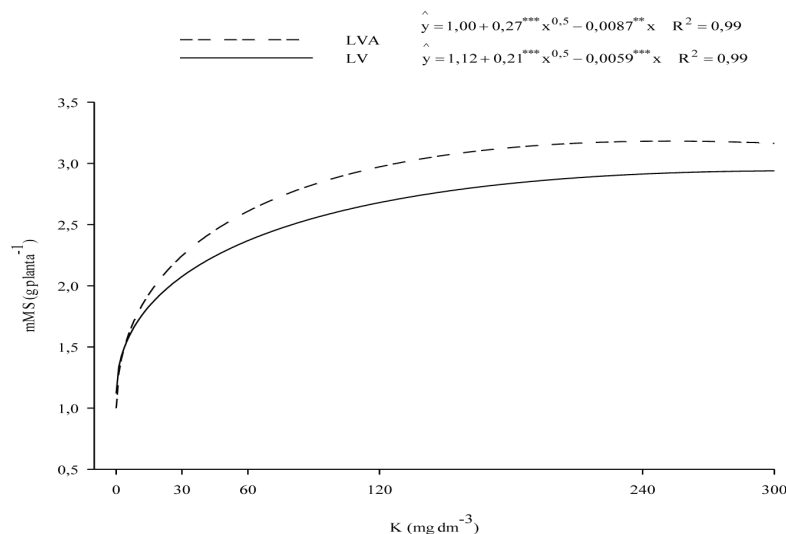


Figura 1 - Massa de matéria seca em plantas de milho cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo e em Latossolo Vermelho, em resposta a doses de K. ** e ***, significativo a 1 e 0,1%, respectivamente.

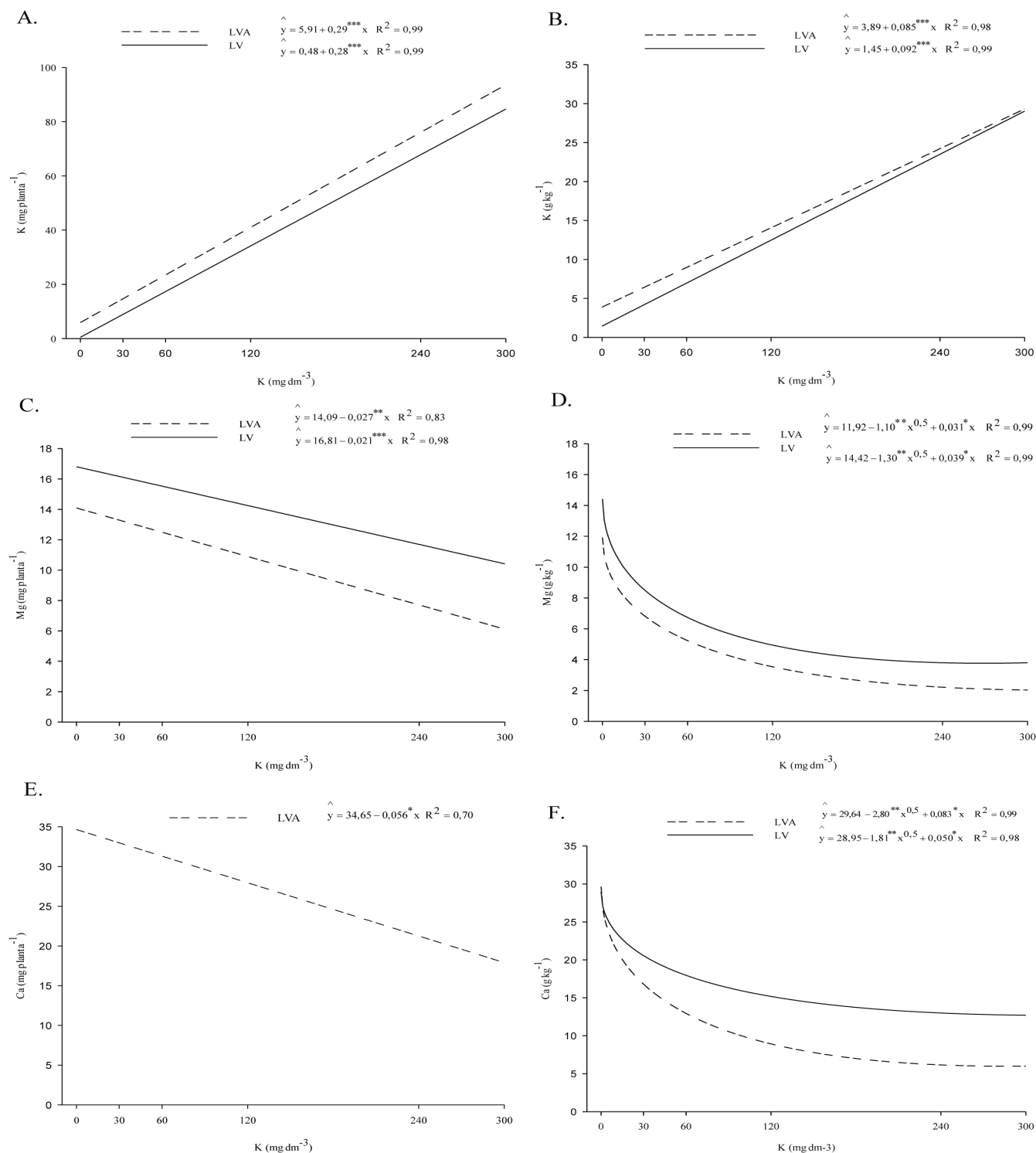


Figura 2 - A) Conteúdo de K; **B)** Teor de K; **C)** Conteúdo de Mg; **D)** Teor de Mg; **E)** Conteúdo de Ca; **F)** Teor de Ca em milho cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e em Latossolo Vermelho (LV), em resposta a doses de K. *, ** e ***, significativo a 5, 1 e 0,1%, respectivamente.

disponível, tem maior capacidade tampão por causa da sua textura mais argilosa.

O aumento das doses de K ocasionou a redução do conteúdo de Ca nas plantas cultivadas no LVA (Figura 2E) e reduziu o conteúdo de Mg nas plantas cultivadas em ambos os solos (Figura 2C), por causa do efeito de inibição interiônica do K sobre a absorção de cálcio e magnésio, refletindo em menores teores desses cátions nas plantas (Figuras 2D e 2F). Carvalho et al. (2013) também encontraram redução dos teores de Ca em função das doses de K em plantas de milho, sendo esse efeito mais acentuado nos tratamentos que receberam menores doses de nitrogênio.

Altas doses de potássio podem reduzir a absorção de outros cátions por inibição competitiva entre íons, isso porque íons com propriedades químicas semelhantes possivelmente compartilham o mesmo transportador (Marschner, 2012). E o transporte do K através da membrana plasmática ocorre com maior velocidade, por este íon ser monovalente e de menor grau de hidratação quando comparado aos divalentes. A competição interiônica também pode ocorrer com o cálcio reduzindo a absorção de magnésio pelas plantas (Marschner, 2012). Outro caso relatado é quando o cálcio pode ser absorvido em menores quantidades por influência do boro (Araújo et al., 2013).

Houve incremento na relação Ca:Mg nas plantas de milho cultivadas no LV (Figura 3), afetando o equilíbrio nutricional da planta, prejudicando o acúmulo de massa seca das plantas cultivadas nesse solo, quando comparadas às plantas cultivadas no LVA (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Medeiros et al. (2008), em que maiores relações Ca:Mg nas plantas de milho resultaram em menor produção de matéria seca. Acréscimos na relação Ca:Mg também reduzem o desenvolvimento das plantas de soja (Silva et al., 2012).

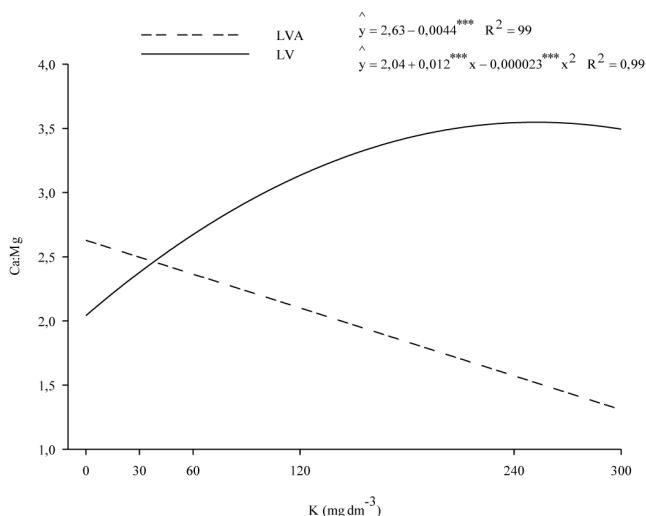


Figura 3 - Relação Ca:Mg em função das doses de K em plantas de milho cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho. ns, *, **, não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

No presente estudo, a absorção de Ca não foi influenciada no milho cultivado no LV (Tabela 2). Nesse caso, a redução dos teores de Ca se deve ao efeito de diluição causado pela adição de K, que favorece o crescimento da planta. Isso é evidenciado pela redução do teor de Ca no milho cultivado no LVA ter sido maior que a redução de teor de Ca no milho cultivado no LV, visto que no LVA o milho alcançou maior massa de matéria seca que no LV (Figura 2F).

Houve interação positiva entre as doses de potássio e absorção de Mn, Fe, Cu e Na no milho cultivado no LV (Figura 4). Possivelmente, o potássio favoreceu o desenvolvimento das plantas e conseqüentemente possibilitou o aumento da absorção desses cátions. Além disso, há relatos de interação positiva na absorção de íons, em que a presença de um elemento favorece absorção, transporte e assimilação de outro elemento, como o caso do Zn e N (Kutman et al., 2012; Guimarães et al., 2016).

Tabela 2 - Conteúdos e teores de cátions em plantas de milho em resposta a doses de K e compactação de solos.

		----- Conteúdo (mg planta ⁻¹) -----					--- Teor (mg g ⁻¹) ---	
		Fe	Zn	Cu	Mn	Na	Fe	Zn
¹ LVA		$\hat{y}=0,32$	$\hat{y}=0,096$	$\hat{y}=0,017$	$\hat{y}=0,30$	$\hat{y}=0,0020$	$\hat{y}=113,36$	$\hat{y}=39,32$
	CV (%)	15	22	15	11	30	16	20
² LV		Ca	Zn				Fe	Mn
	CV (%)	$\hat{y}=38,73$	$\hat{y}=0,028$				$\hat{y}=128,63$	$\hat{y}=90,90$
		9	13				10	12

¹Latossolo Vermelho-Amarelo, ²Latossolo Vermelho

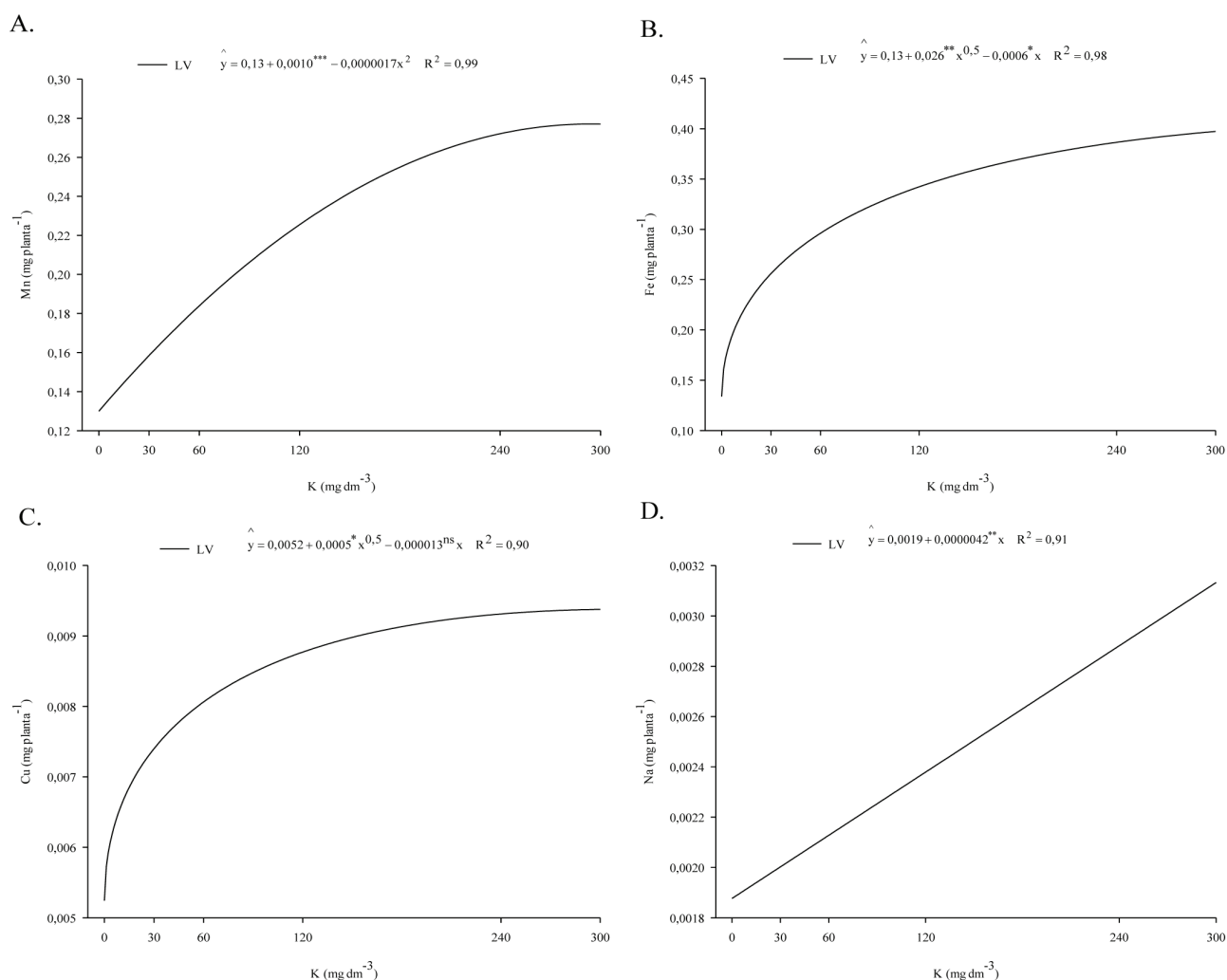


Figura 4 - A) Conteúdo de Mn; **B)** Conteúdo de Fe; **C)** Conteúdo de Cu; **D)** Conteúdo de Na em milho cultivado em Latossolo Vermelho, em resposta a doses de K. °, ** e ***, significativo a 10, 1 e 0,1%, respectivamente.

O efeito de diluição também foi observado nos teores de Mn, Cu e Na nas plantas de milho cultivadas no LVA (Figura 5), visto que os conteúdos desses elementos não foram influenciados pela dose de K (Tabe-

la 2). Assim como os teores de Cu, Na e Zn das plantas de milho cultivadas no LV, que reduziram mesmo com os conteúdos de Cu e Na (Figuras 3C e D) aumentando e o conteúdo de Zn não sendo influenciado (Tabela 2).

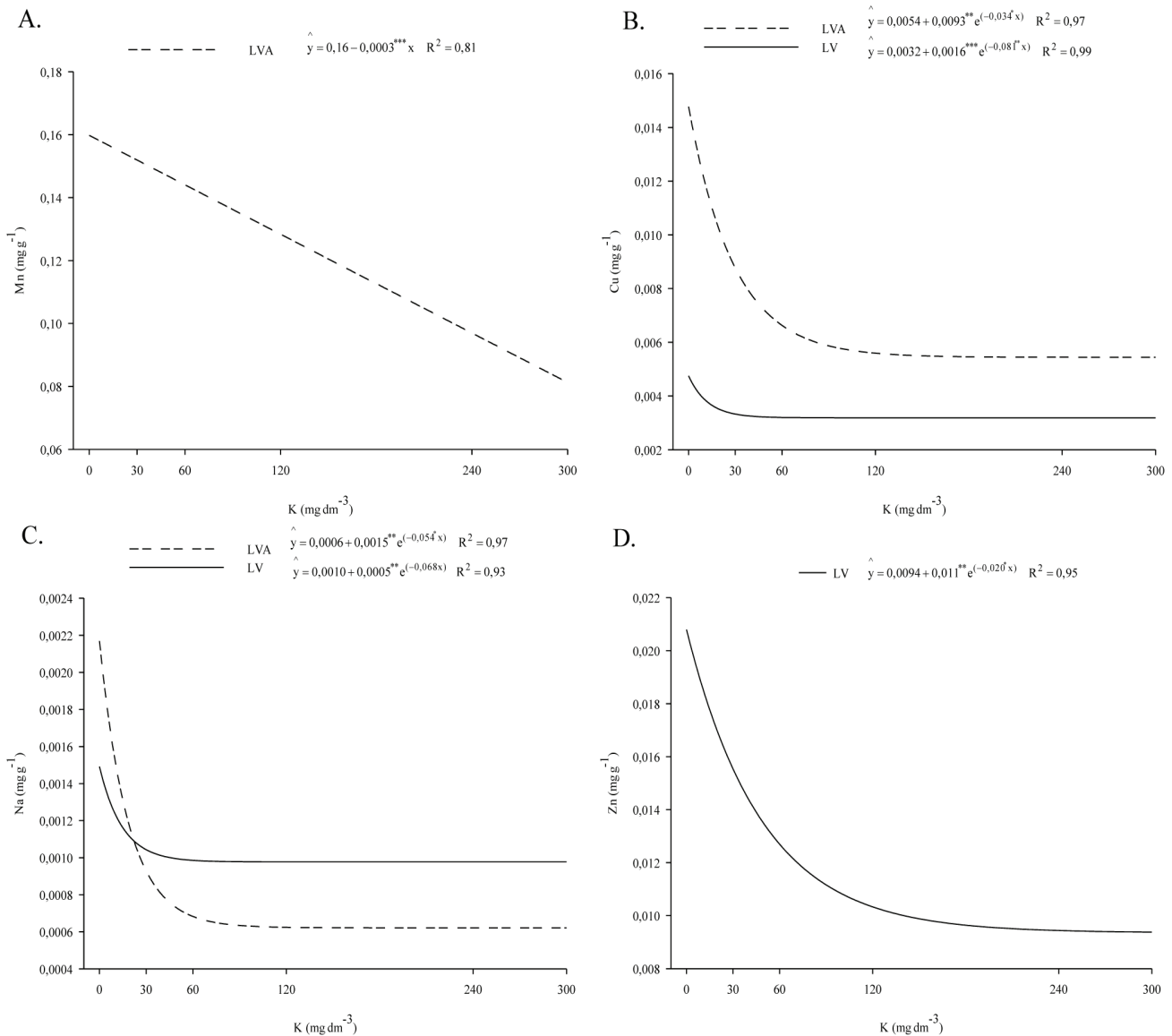


Figura 5 - A) Teor de Mn; **B)** Teor de Cu; **C)** Teor de Na; **D)** Teor de Zn em plantas de milho cultivadas em Latossolo Vermelho em resposta a doses de K. *, ** e ***, significativo a 5, 1 e 0,1%, respectivamente.

Conclusões

Os níveis de compactação testados não influenciaram no desenvolvimento inicial nem nos teores de K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe e Na da parte aérea das plantas de milho.

O aumento nas doses de K reduziu a absorção e o teor de Ca das plântulas de milho cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo e reduziu a absorção e o teor de Mg das plântulas de milho cultivadas em ambos os solos.

O aumento das doses de K favoreceu a absorção de Mn, Fe, Cu e Na em plântulas de milho cultivadas em Latossolo Vermelho.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e à Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (Capes). Ao professor Victor Hugo Alvarez Venegas e a Vinícius José Ribeiro, pelo apoio.

Referências

- ARAÚJO, E. O.; SANTOS, E. F.; CAMACHO, M. A. Absorção de cálcio e magnésio pelo algodoeiro cultivado sob diferentes concentrações de boro e zinco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 383-389, 2013.
DOI: [10.5039/agraria.v8i3a2423](https://doi.org/10.5039/agraria.v8i3a2423).
- BETIOLI JÚNIOR, E.; MOREIRA, W. H.; TORMENA, C. A.; FERREIRA, C. J. B.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B. Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 971-982, 2012.
DOI: [10.1590/S0100-06832012000300027](https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000300027).
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; LEONEL, C. L.; SÃO JOÃO, A. C. G.; FREDDI, O. S. Intervalo hídrico ótimo no monitoramento da compactação e da qualidade física de um Latossolo Vermelho cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1223-1232, 2007. DOI: [10.1590/S0100-06832007000600001](https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000600001).
- BRITO, M. E. B.; ARAÚJO FILHO, G. D. de; WANDERLEY, J. A. C.; MELO, A. S.; COSTA, F. B.; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013.
- CARVALHO, D. O.; POZZA, E. A.; CASELA, C. R.; COSTA, R. V.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, C. O. Adubação nitrogenada e potássica na severidade da antracnose em dois cultivares de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 3, p. 380-387, 2013.
DOI: [10.1590/S0034-737X2013000300011](https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000300011).
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo: EDUSP, 1975. 341 p.
- FARIA, A. F.; AVAREZ V., V. H.; MATTIELLO, E. M.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F.; PAIVA, H. N. Capacidade de suprimento de potássio em solos de Minas Gerais-Brasil. **Spanish Journal of Soil Science**, Madrid, v. 2, n. 1, p. 26-37, 2012.
- GUBIANI, P. I.; GOULART, R. Z.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Crescimento e produção de milho associados com o intervalo hídrico ótimo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1502-1511, 2013. DOI: [10.1590/S0100-06832013000600007](https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000600007).
- GUIMARÃES, G. G. F.; MULVANEY, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; TEIXEIRA, B. C.; VERGÜTZ, L. Value of copper, zinc, and oxidized charcoal for increasing forage efficiency of urea N uptake. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 224, p. 157-165, 2016.
DOI: [10.1016/j.agee.2016.03.036](https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.036).
- KUTMAN, U. B.; KUTMAN, B. Y.; CEYLAN, Y.; OVA, E. A.; CAKMAK, I. Contributions of root uptake

- and remobilization to grain zinc accumulation in wheat depending on post-anthesis zinc availability and nitrogen nutrition. **Plant Soil**, The Hague, v. 361, n. 1/2, p. 177-187, 2012. DOI: [10.1007/s11104-012-1300-x](https://doi.org/10.1007/s11104-012-1300-x).
- MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. Austrália: Elsevier, 2012. 651 p.
- MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; ROSA, J. D.; GATIBONI, L. C. Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.
- NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 276-374.
- RODRIGUES, M. A. C.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 2, p. 127-133, 2014. DOI: [10.1590/S1415-43662014000200001](https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200001).
- ROSSETTI, K. V.; CENTURION, J. F. Sistemas de manejo e atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 472-479, 2013. DOI: [10.1590/S1415-43662013000500002](https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000500002).
- RUIZ, H. A.; MIRANDA, J.; CONCEIÇÃO, J. C. S. Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca, Mg às plantas de arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 1015-1018, 1999. DOI: [10.1590/S0100-06831999000400029](https://doi.org/10.1590/S0100-06831999000400029).
- SANTOS, M. C.; JUNQUEIRA, A. M. R.; FREITAS, L. M. Efeito do silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-do-tomateiro em plantas para processamento industrial. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 19-24, 2013.
- SILVA, G. R.; SENA, W. L.; MATOS, G. S. B.; FERNANDES, A. R.; GAMA, M. A. P. Crescimento e estado nutricional da soja influenciados pela relação Ca: Mg em solo do cerrado paraense. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, v. 55, n. 1, p. 52-57, 2012.
- SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão caupi em sistemas exclusivo e consorciado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 151-160, 2015. DOI: [10.1590/1983-21252015v28n417rc](https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n417rc).