



ARTIGO ORIGINAL

George Rodrigues da Silva¹
Welliton de Lima Sena²
Gilson Sergio Bastos de Matos^{1*}
Antonio Rodrigues Fernandes¹
Marcos André Piedade Gama¹

¹Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA,
Av. Presidente Tancredo Neves, 2501,
66077-530, Belém, PA, Brasil

²Instituto Federal do Pará – IFPA,
Campus Castanhal, BR 316, Km 61,
68740-970, Castanhal, PA, Brasil

Autor correspondente:

*E-mail: gilsonsbm@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE

Glycine Max
Calagem
Matéria seca
Macronutrientes
Micronutrientes

KEYWORDS

Glycine max
Liming
Dry matter
Macronutrients
Micronutrients

Crescimento e estado nutricional da soja influenciados pela relação Ca:Mg em solo do cerrado paraense

Growth and nutritional status of soybean influenced by Ca:Mg relationship in the Cerrado soil of Pará, State of Brazil

RESUMO: Em solos com acidez elevada, a calagem é essencial; entretanto, deve-se atentar para as relações de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) fornecidas. Avaliou-se o efeito da relação Ca e Mg do corretivo de acidez do solo na produção de matéria seca e no teor de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn Cu e Zn na parte aérea de plantas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] cv Sambaíba. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram constituídos de quatro relações molares entre Ca e Mg (1:1; 2:1; 4:1 e 8:1), com cinco repetições. A matéria seca da parte aérea da soja reduziu-se com o incremento da relação Ca:Mg, quando comparada àquela 1:1. Houve incremento dos teores de N e Ca acompanhados por decréscimo dos teores de P, K, Mg, Fe e Zn, quando se elevou a relação Ca:Mg. A relação Ca:Mg de 1:1 proporcionou a maior produção de matéria seca e o aumento dessa relação aumentou os teores de Ca e N na parte aérea da soja.

ABSTRACT: In soils with high acidity, the liming is essential, however attention should be paid for Ca and Mg rates provided. The increase of limestone Ca:Mg ratio on the dry matter production and N, P, K, Ca e Mg, Fe, Mn Cu e Zn contents in soybean plants (*Glycine max* (L.) Merrill) cv Sambaíba was evaluated. The experimental design utilized was completely randomized with treatments composed by lime, using four molar relations between Ca and Mg (1:1; 2:1; 4:1 e 8:1) and five replicates. The dry matter yield was reduced with increasing of Ca:Mg ratio over 1:1. There was increasing of N and Ca contents followed by decreasing of P, K, Mg, Fe and Zn when the Ca:Mg ratio was raised. The relationship of Ca:Mg of 1:1 provided the highest dry matter production and its increasing favored only the content of Ca and N in soybean shoot.

1 Introdução

Na Amazônia, mais especificamente no Estado do Pará, o cultivo da soja [*Glicinimax* (L.) Merrill] cresceu muito na última década e estima-se que, para os próximos anos, sejam incorporados mais de dois milhões de hectares; a região do sudeste paraense é responsável por cerca de 60% da produção do Estado (PARÁ, 2012).

Na região Amazônica, os solos apresentam baixa fertilidade natural e acidez elevada (REIS et al., 2009); nessas condições, a produção da maioria das culturas é limitada, o que torna indispensável a correção da acidez do solo por meio da calagem para obtenção de produtividades satisfatórias (MUNOZ HERNANDES; SILVEIRA, 1998; MOREIRA et al., 2000). Em razão dos baixos teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nos solos, não só a quantidade aplicada visando à correção é importante, mas também a relação entre esses nutrientes, visto que competem pelos sítios de troca no solo e na absorção pelas raízes (MOREIRA et al., 2003; SILVA et al., 2008).

A utilização de corretivos que fornecem relações inadequadas de Ca e Mg resulta em desequilíbrios nutricionais, podendo levar a deficiências desses nutrientes, assim como a do potássio (K), em função da interação negativa entre esses íons, que compromete o crescimento e a produção das plantas (OLIVEIRA; PARRA, 2003; VITTI; LIMA; CICARONE, 2006; MOREIRA et al., 2011).

Pesquisas realizadas em outras regiões têm demonstrado a importância da calagem para a cultura da soja, visando atingir uma saturação por bases de 60 a 70% (CORRÊA et al., 2009; LIMA et al., 2009), e que o equilíbrio entre Ca e Mg no solo pode ser influenciado pelo tipo de solo (RAIJ, 2011). Em Latossolo cultivado com soja, relações Ca:Mg acima de 3:1 provocaram desequilíbrio nos teores foliares de Ca, Mg, fósforo (P) e potássio (K) (SALVADOR; CARVALHO; LUCCHESI, 2011). Por outro lado, a maioria dos trabalhos considera relações Ca:Mg entre 4:1 e 8:1 como as mais adequadas para as plantas (MEDEIROS et al., 2008). Para o cultivo da soja, os níveis adequados no solo de Ca e Mg, que proporcionam boa produtividade de grãos, devem estar entre 25 e 30% de saturação para Ca, e próximo a 10% de saturação para o Mg, em solos tropicais ácidos, como os do cerrado (FAGERIA, 2001).

Apesar da expansão da cultura da soja no Estado do Pará, resultados de pesquisas que contribuam para o aumento da produção são poucos e, sobre a relação adequada para Ca e Mg do corretivo, são inexistentes. Dessa forma, a definição da relação adequada entre Ca e Mg do corretivo poderá contribuir para o aumento da produtividade da soja no Estado.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito das relações entre Ca e Mg do corretivo na produção de matéria seca e nos teores de macro e micronutrientes na matéria seca da parte aérea da soja cultivada em solo de cerrado do Estado do Pará.

2 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em condições de casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), situada em Belém, Estado do Pará, nas coordenadas 01° 28' LS e 48° 28' LW, a uma altitude de 10 m. O solo

utilizado foi um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006), coletado em área de cerrado no município de Redenção, região Oeste do Estado do Pará (07° 51' LS e 50° 03' LW).

As amostras foram retiradas na profundidade de 0-0,2 m; posteriormente, foram secas ao ar, homogeneizadas, passadas em peneira (2,0 mm) e os atributos químicos e granulométricos foram determinados conforme Embrapa (1997). O resultado das análises do solo revelou: pH em H₂O (1:2,5) = 4,8; Ca²⁺ = 3,0 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,0 mmol_c dm⁻³; K⁺ = 2,0 mmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 10 mmol_c dm⁻³; H⁺ + Al³⁺ = 56 mmol_c dm⁻³; saturação por bases = 15%; P = 10 mg dm⁻³; Fe = 150 mg dm⁻³; Cu = 0,5 mg dm⁻³; Mn = 3,4 mg dm⁻³; Zn = 0,4 mg dm⁻³; teores de matéria orgânica, areia, silte e argila corresponderam a 12, 560, 90 e 350 g kg⁻¹, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos compostos pelas relações molares entre Ca e Mg de 1:1, 2:1, 4:1 e 8:1, com cinco repetições. A quantidade de corretivo (CaCO₃ e MgCO₃) aplicado ao solo foi calculada para uma saturação por bases de 60% (RAIJ, 2011), obtendo-se cerca de 10 g de corretivo por vaso, o que correspondeu à média de 4,7 t ha⁻¹.

As unidades experimentais foram constituídas de vasos com 5,0 kg de solo seco à temperatura ambiente, nos quais foram colocadas as doses dos corretivos. Após 30 dias de incubação e antes do plantio, todos os vasos receberam uma adubação básica de macro e micronutrientes em solução, com objetivo de atender às doses de 300; 200; 300; 200; 0,5; 1,5; 0,1; 5; e 1,5 mg dm⁻³ de N (Ureia), P (KH₂PO₄ e NH₄PO₄), K (KH₂PO₄ e KSO₄), S (KSO₄ e KH₂PO₄), B (H₃BO₃), Cu (CuSO₄), Mo (MoO), Zn (ZnSO₄) e Mn (MnSO₄), respectivamente (MALAVOLTA, 1980).

Foram semeadas 18 sementes de soja, cultivar Sambaíba, sendo que, depois de sete dias da emergência, realizou-se o desbaste para seis plântulas. Durante todo o experimento, o solo foi mantido úmido a 70% do volume total de poros. No início do florescimento, 50 dias após o semeio, foi efetuado o corte da parte aérea das plantas de cada vaso rente ao solo e colocadas para secar em estufa de circulação de ar a 70 °C, até peso constante. O material seco foi pesado para obtenção da matéria seca, moído em moinho tipo Wylle e submetido à digestão nitroperclórica para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn, segundo a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Os resultados de matéria seca e teores dos nutrientes foram submetidos à análise de variância (teste F) e, quando observados efeitos significativos para os tratamentos, realizou-se estudo de regressão, cujas equações foram ajustadas considerando-se as relações molares entre Ca:Mg de 1:1, 2:1, 4:1 e 8:1.

Foi realizada análise multivariada dos dados efetuando-se a determinação dos componentes principais para as variáveis que apresentaram correlação de Pearson maiores que 0,7 entre si. O estudo de componentes principais visa simplificar a análise dos dados por meio de gráfico bidimensional circular de correlações.

Os componentes principais apresentados em um espaço de dois eixos permitiram agrupar as variáveis em padrões

passíveis de interpretação. O autovetor foi o valor que expôs o peso de cada variável em cada eixo ou componente, perfazendo o papel de coeficiente de correlação, que se apresenta na amplitude de -1 a $+1$ (BRYAN; MANLY, 2008).

3 Resultados e Discussão

A matéria seca da parte aérea da soja reduziu-se com o incremento das relações Ca:Mg (Figura 1a). O decréscimo da produção de matéria seca pode ser atribuído a distúrbios nutricionais na planta devidos à redução da absorção de Mg e do K, provocada pelo excesso de Ca absorvido pelas plantas (MOREIRA; CARVALHO; EVSMGELISTA; 2005). A menor absorção de Mg e K é resultado da inibição competitiva existente entre esses nutrientes e o Ca (MARSCHNER, 1995). Tal efeito no desequilíbrio nutricional resultou na diminuição do desenvolvimento vegetal, tornando importante, portanto, a escolha do corretivo de acidez a ser utilizado quanto aos valores de Ca e Mg fornecidos. No caso do milho (*Zea mays*), o aumento da relação Ca:Mg em Cambissolo Húmico álico provocou a redução da altura e da produção de massa seca da parte aérea (MEDEIROS et al., 2008). Da mesma forma, relações Ca:Mg maiores que 3:1 causaram redução no crescimento e na produção de plantas de milho, cultivadas em Neossolo Quartzarênico (MUNOZ HERNANDEZ; SILVEIRA, 1998).

A elevação dos teores de N (Figura 1b) está associada à correção da acidez do solo para valores nos quais a disponibilidade desse elemento é incrementada, seja por meio do aumento da taxa de nitrificação, seja por meio da fixação biológica do N_2 (FILOSO et al., 2006). Entretanto, os teores de N observados nesta pesquisa estão muito abaixo dos valores adequadas para a cultura da soja, que variam de 34 a 45 $g\ kg^{-1}$ (PRADO; FRANCO; PUGA, 2010).

Ocorreu redução dos teores de P com o aumento da relação Ca:Mg do corretivo (Figura 2a). A redução dos teores de P pode estar relacionada à redução do teor de Mg (Figura 3b), visto que esse elemento exerce a função de carregador do P, contribuindo para a entrada desse nutriente na planta, ou seja,

para os processos de fosforilação (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). Além disso, elevados teores de Ca no solo precipitam o P, formando fosfato de cálcio, reação esta que reduz a disponibilidade de P para as plantas (RAIJ, 2011).

O decréscimo dos teores de K (Figura 2b) é atribuído à competição entre os íons bivalentes de Ca, que foram incrementados na solução do solo e, por sua vez, no tecido vegetal, com os íons monovalentes de potássio. Resultados concordantes foram obtidos por Moreira, Carvalho e Evangelista (2005) que, estudando a nutrição mineral e o crescimento da alfafa sob influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K no corretivo, observaram efeito interiônico de inibição competitiva entre esses nutrientes no solo, o que influenciou o teor dos nutrientes na matéria seca da parte aérea. A redução no teor de K causa efeitos negativos ao funcionamento dos estômatos e ao potencial osmótico celular, desfavorecendo o processo de transpiração das plantas de soja (PRADO; FRANCO; PUGA, 2010).

Os teores de Ca determinados na parte aérea aumentaram, enquanto os de Mg sofreram decréscimos com o incremento da relação Ca:Mg (Figura 3a, b). Atribui-se a diminuição dos teores de Mg à redução de sítios dos seus carregadores, que são ocupados pelo Ca (MALAVOLTA, 2006). A redução no teor de Mg causa alterações na molécula de clorofila, que é formada por esse nutriente, resultando na diminuição da taxa fotossintética (PRADO; FRANCO; PUGA, 2010). Esses resultados concordam com Salvador, Carvalho e Luchhesi (2011) que, trabalhando em Latossolo Vermelho Escuro álico, também observaram efeito de competição entre o Ca e o Mg, principalmente quando as relações Ca:Mg foram superiores a 3:1. Redução do teor de Mg em razão do aumento de relações Ca:Mg, na cultura da alfafa, também foram relatadas por Moreira et al. (2000).

Os teores de Fe e Zn apresentaram redução com o aumento da relação Ca:Mg (Figura 4a, b). O Mn e Cu não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, demonstrando a não influência das relações Ca:Mg nos teores desses nutrientes na parte aérea da soja. De forma semelhante, o aumento das doses de carbonato de cálcio ($CaCO_3$), usado como corretivo da acidez

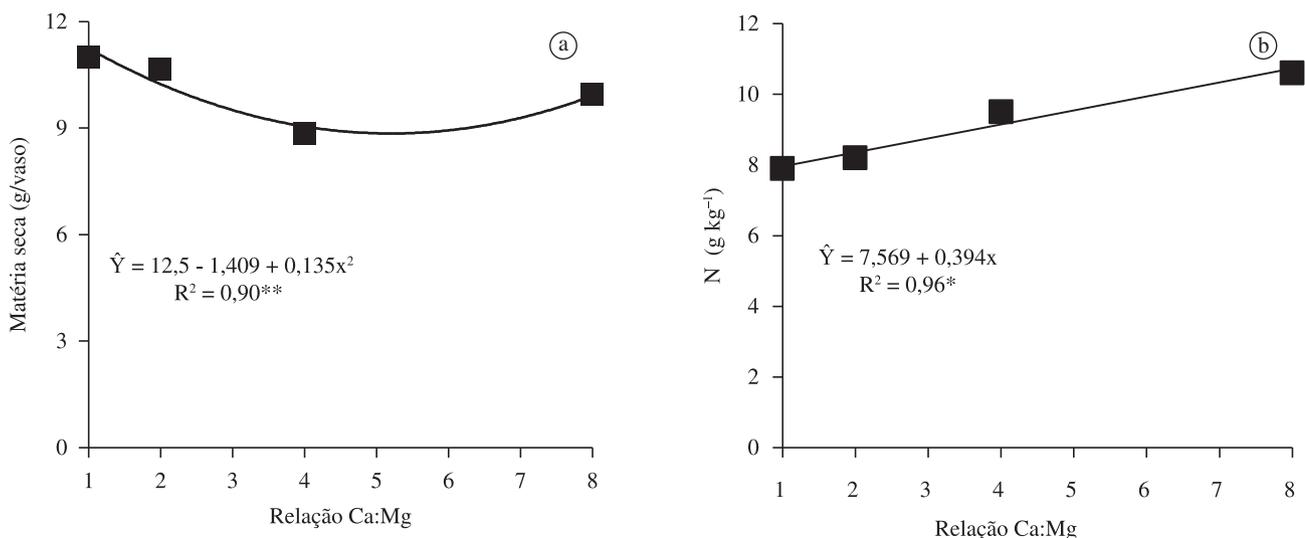


Figura 1. Matéria seca e teor de N na parte aérea da soja, em função de relações Ca:Mg (1:1, 2:1, 4:1 e 8:1). **Significativo: $p \leq 0,01$, pelo teste t.

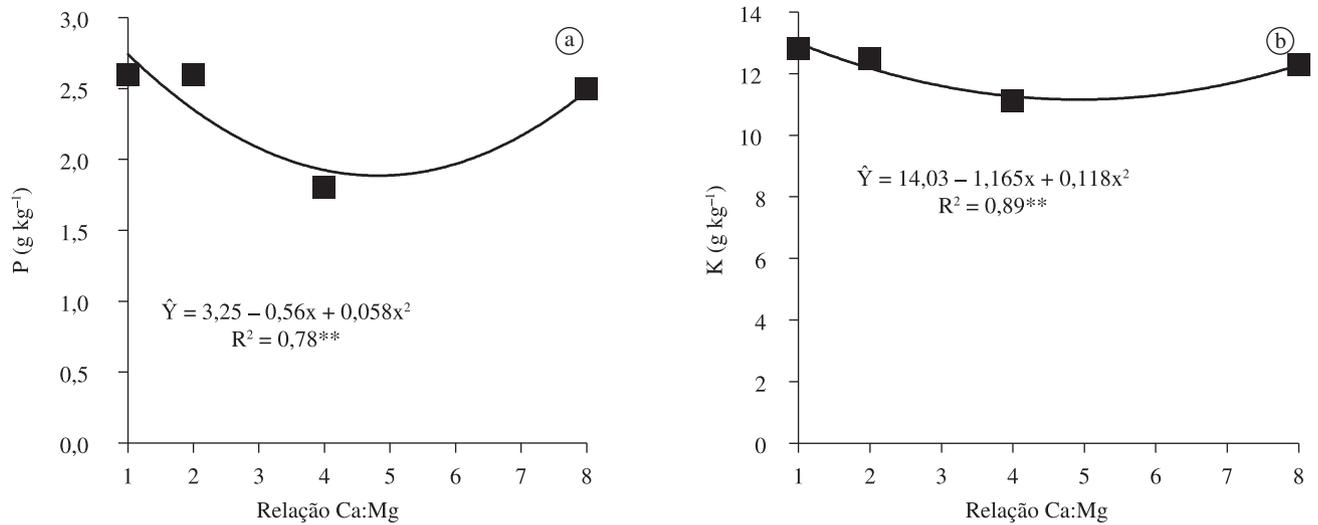


Figura 2. Teores de P e K da parte aérea de soja, em função de relações Ca:Mg (1:1, 2:1, 4:1 e 8:1). **Significativo: $p \leq 0,01$, pelo teste t.

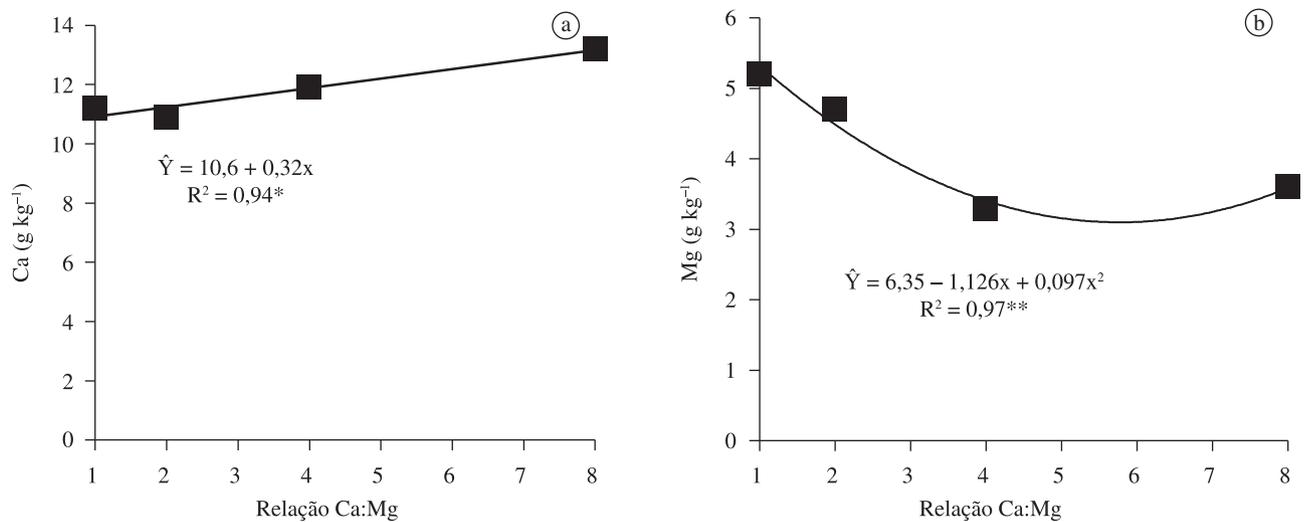


Figura 3. Teores de Ca e Mg na parte aérea de soja, em função de relações Ca:Mg (1:1, 2:1, 4:1 e 8:1). **Significativo: $p \leq 0,01$, pelo teste t.

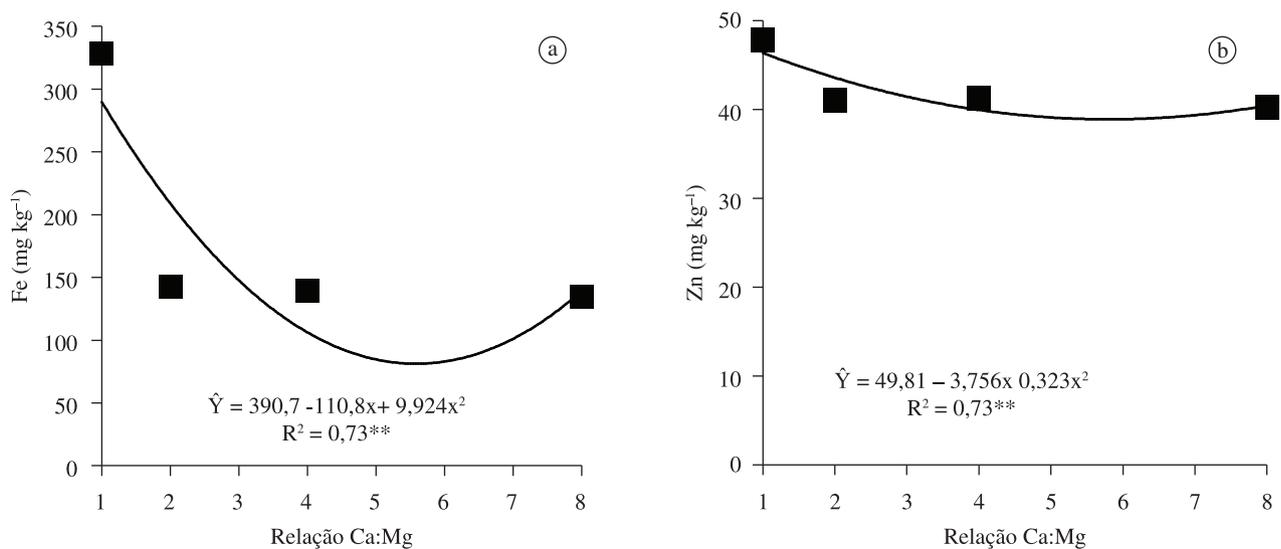


Figura 4. Teores de Fe e Zn na parte aérea de soja, em função de relações Ca:Mg (1:1, 2:1, 4:1 e 8:1). **Significativo: $p \leq 0,01$, pelo teste t.

do solo, não afetou a concentração de Cu na matéria seca das plantas (MOREIRA et al., 2000).

A redução na concentração de Fe sugere que esse elemento no solo sofreu um processo de insolubilização por causa da presença do CaCO_3 , formando precipitado na forma de $\text{Fe}(\text{OH})_3$, uma vez que o solo utilizado apresenta elevados teores de Fe. Resultados concordantes foram relatados por Moreira et al. (2000) que, estudando o efeito do Ca:Mg do corretivo sobre micronutrientes na parte aérea da alfafa, verificaram que o teor de Fe na relação 1:1 era de $257,4 \text{ mg kg}^{-1}$ e reduziu-se para $197,8 \text{ mg kg}^{-1}$ na relação 4:1.

O decréscimo dos teores de Zn pode estar relacionado à sua insolubilização no solo, decorrente do aumento do pH em função do uso do corretivo. Redução nos teores de Zn na soja em função do uso da calagem tem sido constatada por outros autores (MOREIRA et al., 2003).

Considerando-se a análise de componentes principais, apenas o Mn na parte aérea da soja não atendeu ao pré-requisito necessário para compor o gráfico bidimensional, pois não apresentou correlação de Pearson mínima de 70% com as demais variáveis.

A distribuição das variáveis selecionadas resultou em variância acumulada de 90,9% para os eixos F_1 e F_2 (Figura 5). As setas ou autovetores são mais importantes para explicar a variância de cada eixo quanto maior o seu comprimento. Dessa forma, pode-se observar que todas as variáveis exerceram expressiva influência na representação das correlações projetadas.

O eixo F_1 apresentou maior correlação com as variáveis Zn e Fe, ambas com autovetores positivos; o Mg, a produção de matéria seca da parte aérea (PMS), o K e o P, todas essas com

autovetores negativos. Os teores de Cu, Ca e N apresentaram maior correlação com o eixo F_2 , exibindo autovetores negativos.

O agrupamento das variáveis N e Ca com as relações Ca:Mg (grupo 1) evidencia a influência positiva nos teores desses elementos na matéria seca da parte aérea da soja. Verificou-se também que o agrupamento formado por Zn, Fe e Mg (grupo 2) apresentou-se notoriamente antagônico às relações crescentes de Ca:Mg, o que ocorreu de forma menos expressiva com o agrupamento formado por PMS, K e P (grupo 3). O Cu não se agrupou com as demais variáveis, apresentando-se intermediário aos grupos 1 e 3 supracitados. Os resultados expressos pelos componentes principais evidenciam os efeitos negativos das crescentes relações de Ca:Mg na produção de matéria seca da parte aérea e na competição entre os nutrientes, principalmente, entre Ca, Mg e K, tal como relatado por Salvador, Carvalho e Luchesi (2011).

4 Conclusões

A relação Ca:Mg de 1:1 proporcionou a maior produção de matéria seca da parte aérea da soja.

O aumento da relação Ca:Mg incrementou o teor de Ca e N, enquanto a relação 1:1 foi a que proporcionou os maiores teores de P, K, Mg, Fe e Zn na matéria seca da parte aérea da soja.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsas de Doutorado para o segundo e o terceiro autores.

Referências

- BRYAN, J.; MANLY, F. *Métodos estatísticos multivariados*. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229 p.
- CORRÊA, J. C.; FREITAG, E.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, D. M.; MARCELINO, R. Aplicação superficial de calcário e diferentes resíduos em soja cultivada no sistema plantio direto. *Bragantia*, v. 68, n. 4, p. 1059-1068, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000400027>
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPq. Documentos, n. 1).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. *Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 5, p. 416-424, 2001.
- FILOSO, S.; MARTINELLI, L. A.; HOWARTH, R. W.; BOYER, E. W.; DENTENER, F. Human activities changing the nitrogen cycle in Brazil. *Biogeochemistry*, v. 79, p. 61-89, 2006. <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-006-9003-0>

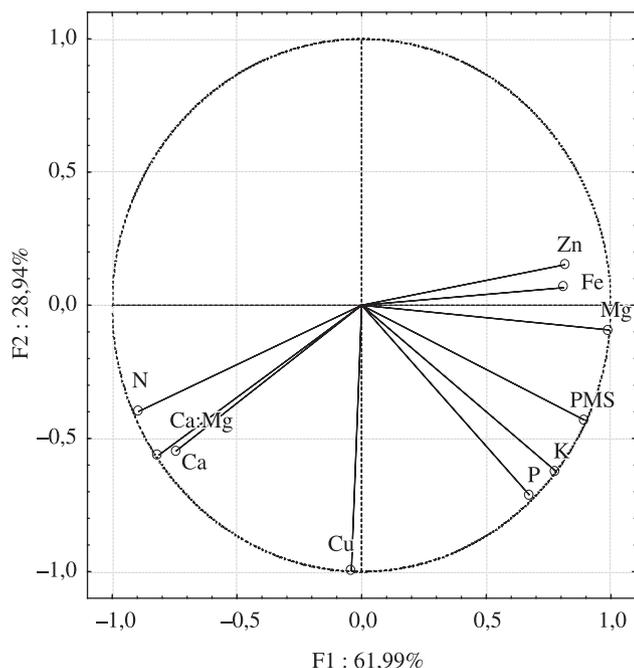


Figura 5. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais da relação Ca:Mg do corretivo e dos teores de N, Ca, Mg, K, P, Fe, Zn, Cu, e da produção de matéria seca (PMS) da parte aérea de plantas de soja.

- LIMA, E. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agrônômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 1, p. 69-80, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100008>
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E. *Manual de Nutrição Mineral de Plantas*. São Paulo, Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. São Paulo: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. New York: Academic Press, 1995. 889 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*, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.
- MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; EVANGELISTA, A. R. Relação cálcio e magnésio na fertilidade de um latossolo vermelho escuro distrófico cultivado com alfafa. *Ciência Agrotécnica*, v. 29, p. 786-794, 2005.
- MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; MORAES, L. A. C.; SALVADOR, J. O. Efeito da relação cálcio e magnésio do corretivo sobre micronutrientes na alfafa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 10, p. 2051-2056. 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000001000017>
- MOREIRA, A.; FAGERIA; GARCIA y GARCIA, A. Effect of liming on the nutritional conditions and yield of alfalfa grown in tropical conditions. *Journal of Plant Nutrition*, v. 34, n. 8, p. 1107-1119, 2011. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2011.558155>
- MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; HEINRICHS, R.; TANAKA, R. T. Influência do magnésio na absorção de manganês e zinco por raízes destacadas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, p. 95-101, 2003.
- MUNOZ HERNANDEZ, R. J.; SILVEIRA, R. I. Efeitos da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). *Scientia Agricola*, v. 55, n. 1, p. 79-85, 1998. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000100014>
- OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S. Resposta do feijoeiro a relações variáveis entre cálcio e magnésio na capacidade de troca de cátions de Latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 859-866, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000500010>
- PARÁ (Estado). Secretaria de Agricultura - SAGRI. *Evolução da Produção por município de 2003 a 2009*. Disponível em: <http://www.sagri.pa.gov.br/?q=node/125/Sojapormunicipio2003a2009_0.xls>. Acesso em: 10 jan. 2012.
- PRADO, R. M.; FRANCO, C. F.; PUGA, A. P. Deficiências de macronutrientes em plantas de soja cv. BRSMG 68 (Vencedora) cultivada em solução nutritiva. *Comunicata Scientiae*, v. 1, n. 2, p. 114-119, 2010.
- RAIJ, B. van. Correção do solo. In: RAIJ, B. van. (Ed.). *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. Piracicaba: IPNI, 2011. p. 352-375.
- REIS, M. S.; FERNANDES, A. R.; GRIMALDI, C.; DESJARDINS, T.; GRIMALDI, M. Características químicas dos solos de uma Topossequência sob pastagem em uma frente pioneira da Amazônia oriental. *Revista de Ciências Agrárias*, n. 52, p. 37-47, 2009.
- SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.
- SILVA, I. R.; CORRÊA, T. F. C.; NOVAIS, R. F.; GABRIM, F. O.; NUNES, F. N.; SILVA, E. F.; SMYTH, T. J. Protective effect of divalent cations against aluminum toxicity in soybean. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 5, p. 2061-2071, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000500027>
- VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.