

Influência da calagem na disponibilidade de zinco e no desenvolvimento da cultura do milho cultivado em Latossolo Vermelho Eutroférico

Fábio Steiner¹, Rubens Fey¹, Jucenei Fernando Frandoloso¹ e Tiago Zoz¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Rua Pernambuco, 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon – PR.

fsteiner_agro@hotmail.com, rubensfey@hotmail.com, neifrandoloso@yahoo.com.br, tiago_zoz@hotmail.com

Resumo: Com o objetivo de verificar os efeitos de doses de calcário sobre a disponibilidade de zinco e o desenvolvimento inicial da cultura do milho, conduziu-se um experimento em Latossolo Vermelho eutroférico (LVef), de textura argilosa, em condições de cultivo protegido, na Área Experimental da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, PR. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 7 tratamentos e 3 repetições. As doses de calcário corresponderam a 0; 0,33; 0,66; 1; 1,33; 1,66 e 2 vezes a dose necessária para elevar a saturação de bases a 70%, correspondendo a: 0; 0,74; 1,48, 2,22; 2,96; 3,70 e 4,44 Mg ha⁻¹. Após 15 dias de incubação, semeou-se o híbrido simples AG 6090. As avaliações foram realizadas em duas épocas de amostragem aos 20 e aos 40 dias após a emergência (DAE). O aumento da dose de calcário reduziu o teor de Zn no solo. Contudo, essa diminuição, não afetou o desenvolvimento do milho, pois o teor disponível de Zn no tecido se manteve em níveis adequados. Para as avaliações das variáveis de desenvolvimento do milho, houve diferença significativa apenas para o número de folhas por planta e diâmetro do colmo aos 20 DAE e, para a altura de planta aos 40 DAE. As variáveis massas secas da parte aérea e da raiz nas duas amostragens não foram significativamente influenciadas pelas doses de calagem.

Palavras-chave: *Zea mays*, micronutriente, acidez do solo, calcário.

Influence of liming on the availability of zinc and the development of the corn crop grown in eutropherric Red Oxisol

Abstract: In order to verify the effects of doses of limestone on the availability of zinc and initial development of the corn crop, an experiment was conducted in eutropherric Red Oxisol of clay, in a greenhouse in the Experimental Area the Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon, PR. The experimental design was a randomized block design with 7 treatments and 3 replications. The lime rates corresponded to 0, 0.33, 0.66, 1, 1.33, 1.66 and 2 turns the dose required to raise the base saturation of 70%, corresponding to: 0, 0.74; 1.48, 2.22, 2.96, 3.70 and 4.44 Mg ha⁻¹. After 15 days of incubation, it sowed the simple hybrid AG 6090. The evaluations were conducted in two periods of sampling at 20 and 40 days after emergence (DAE). Increasing the dose of calcium reduced the content of Zn in soil. However, this reduction did not affect the development of corn, because the content of available Zn in the tissue remained at adequate levels. For the evaluations of the variables of development of maize, there was a significant difference only for the number of leaves per plant and the stem diameter at 20 DAE and for plant height at 40 DAE. The variables dry mass of shoot and root in the two samples were not significantly influenced by levels of liming.

Key words: *Zea mays*, micronutrients, soil acidity, lime.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) representa um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matéria prima para a indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas acumuladas nos grãos (Fancelli e Dourado Neto, 2000). No Brasil a cultura do milho ocupa posição de destaque no cenário mundial, sendo o país o terceiro maior produtor mundial, com uma produção estimada em mais de 51 milhões de toneladas para a safra 2006/2007 (Conab, 2007).

Nos últimos anos a cultura passa por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos de produtividade (Embrapa, 2006). Contudo, o aumento do consumo mundial vem sendo proporcionalmente maior em relação à produção. Um dos principais responsáveis por isto é o aumento significativo do consumo de milho pela China, razão da crescente renda daquele país, elevando o consumo de carne, onde o milho é o principal componente da ração animal.

O aumento da produção de álcool a partir do milho, nos EUA, é outro fator que merece atenção, o que refletirá em maior demanda de milho, reduzindo conseqüentemente, os estoques mundiais. Contudo, com a previsão de incrementos na demanda de milho, há necessidade de aumentos significativos na produção (Agronews-Basf, 2007).

Para a obtenção de altas produtividades, é importante atentar-se para utilização racional e eficiente de tecnologias. Entre essas tecnologias pode-se destacar a calagem, que possui muitos benefícios com a sua utilização entre eles a correção do pH do solo, a diminuição ou eliminação dos efeitos tóxicos do alumínio, manganês e ferro, o aumento da atividade microbiana elevando a liberação de nutrientes pela decomposição mais intensa da matéria orgânica e conseqüentemente promovendo maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, melhorando assim a qualidade dos solos e aumentando a eficiência dos fertilizantes utilizados.

O sucesso no uso de solos ácidos e pobres, como os de cerrado, depende muito da aplicação de bons programas de correção e adubação (Arantes e Souza, 1993). O conhecimento da relação entre a acidez do solo e o crescimento e desenvolvimento do milho é, portanto, fundamental para o estabelecimento de praticas de correção do solo, que visem a maior eficiência dos sistemas de produção agrícola e ao uso eficiente dos recursos naturais.

Cabe salientar, que a correção da acidez do solo e, conseqüentemente elevação do pH diminui a concentração das formas assimiláveis de micronutrientes, como o boro, cobre, ferro, manganês e zinco no solo. Essa menor disponibilidade de zinco no solo para a cultura do

milho se torna um fator importante para a obtenção de melhores produtividades. O zinco é o micronutriente mais limitante à produção da cultura do milho e o que geralmente apresenta maiores problemas de deficiência nos solos brasileiros (Ritchey *et al.*, 1986). Segundo Floneragan e Webb (1993) o maior crescimento de plantas de milho, promovido pela aplicação de doses elevadas de N, resulta em diluição de zinco na planta, provocando sua deficiência e necessidade de seu uso na adubação.

Assim, este trabalho teve por objetivo verificar os efeitos de doses de calcário sobre a disponibilidade de zinco e o desenvolvimento inicial da cultura do milho, cultivado em Latossolo Vermelho eutroférico.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, em vasos com capacidade de 3 dm³, na Área Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon.

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (LVef), de textura argilosa (embrapa, 2006). O solo foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade na Fazenda Experimental da UNIOESTE. As principais características químicas do solo, antes da implantação do experimento estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química do solo, coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, utilizado no experimento

pH	P	MO	H + Al	K	Ca	Mg	CTC	V
CaCl ₂	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----			-----		%
4,63	13,5	35,5	5,76	0,64	4,94	0,45	11,8	51,1
Cu		Zn		Fe		Mn		
----- mg dm ⁻³ -----								
7,50		7,10		55,0		252,0		

pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹. Extrator de P e K Mehlich-1. Micronutrientes extrator Mehlich-1.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, Subtropical Úmido (Mesotérmico), verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação definida. Durante a condução do experimento, a precipitação total foi de 1575 mm e a temperatura variou de 3,5 a 34,8°C, mínimo e máximo, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 7 tratamentos e 3 repetições. Para os tratamentos foram usadas doses crescentes de calcário, considerando-se a saturação por bases igual a 70%, indicada como ideal para a cultura do milho. As doses de calcário corresponderam a 0; 0,33; 0,66; 1; 1,33; 1,66 e 2 vezes a dose necessária para elevar a saturação de bases a 70%, correspondendo a: 0; 0,74; 1,48, 2,22; 2,96; 3,70 e 4,44 Mg ha⁻¹. Utilizou-se calcário calcítico (CaCO₃) com PRNT= 100%. Após a aplicação das doses de calcário referentes aos tratamentos, os solos dos vasos permaneceram incubados com umidade por um período de 15 dias. Cada parcela experimental foi constituída por um vaso de PVC com capacidade de 3 dm³.

A aplicação dos tratamentos para a correção da acidez do solo ocorreu em janeiro de 2007 e, após 15 dias, foi semeado 3 sementes de milho por vaso, empregando-se o híbrido simples AG 6090. Após a germinação das sementes, foi feito um desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso. Como as avaliações foram realizadas aos 20 dias após a emergência (DAE) e aos 40 DAE o experimento foi instalado em duplicata.

A adubação foi feita através da interpretação da análise química do solo (Tabela 1) e recomendação para a cultura. A adubação básica do milho foi composta de 40 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O (RAIJ, 1996), utilizando-se como fonte à uréia, o superfosfato simples (SFS) e o cloreto de potássio (KCl).

As avaliações foram realizadas aos 20 e 40 dias após a emergência. Os parâmetros avaliados foram: **i)** altura de planta: medida com o auxílio de uma régua, desde o colo até o ápice da folha de maior altura; **ii)** número de folhas: número de folhas totalmente desdobradas por planta; e **iii)** massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca raiz (MSR): para a separação em parte aérea e raiz as plantas foram cortadas rente ao solo e as partes, lavadas em água corrente, e secas em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, até peso constante.

Após a condução do experimento, também retirou uma amostra de solo de cada vaso para a realização da análise química de solo, para avaliar a disponibilidade de zinco. Cada amostra de solo foi devidamente identificada e enviada ao Laboratório para a realização das análises utilizando-se o extrator Melhich-1. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão utilizando-se o programa estatístico SISVAR versão 5.0.

Resultados e Discussão

Efeito da calagem na disponibilidade de Zn no solo

Os teores de zinco (Zn²⁺) disponível no solo são apresentados na Figura 1. Observa-se que o aumento da dose de calcário reduziu o teor de zinco no solo. Contudo, cabe salientar

que mesmo na maior dose de calcário 4, 44 Mg ha⁻¹ (2 vez a dose recomendada) o teor de zinco no solo 2,4 mg dm⁻³, apresenta-se em nível alto, tendo em vista que os teores de Zn extraídos do solo pelo extrator Mehlich-1 são superiores ao necessário para o desenvolvimento adequados do milho. Buzetti *et al.* (1991) e Fancelli e Dourado-Neto (2000) consideram adequados para a cultura do milho o teor de zinco no solo entre 0,5 e 1,0 mg dm⁻³. Portanto, pelos resultados apresentados pode-se inferir que a disponibilidade de zinco, em nível adequado para o desenvolvimento do milho, não foi afetado pela calagem. Resultados estes que pode estar relacionado ao relativo curto espaço de tempo de condução do experimento.

Essa menor disponibilidade de zinco no solo em função das doses de calagem, encontrado no presente experimento estão de acordo com os relatos de Bull (1993), o autor relatou que ao se elevar o pH do solo, a solubilidade do zinco diminui. Tal fato pode ser explicado através da afirmação de Raij (1991) que relata que sob condições de pH elevado, o zinco precipita na forma de hidróxido de zinco insolúvel e se torna indisponível para as plantas. Quaggio (2000) também cita que a disponibilidade de Zn no solo é diretamente afetada pelo pH, uma vez que ao elevar o pH do solo a disponibilidade do referido micronutriente é diminuída, devido ao aumento da retenção no complexo coloidal ou a redução da solubilidade de suas fontes.

Reis *et al.* (2004) avaliando o estado nutricional do milho em função da aplicação de calagem, concluíram que a absorção de zinco pelo milho foi inibida pela aplicação de calcário.

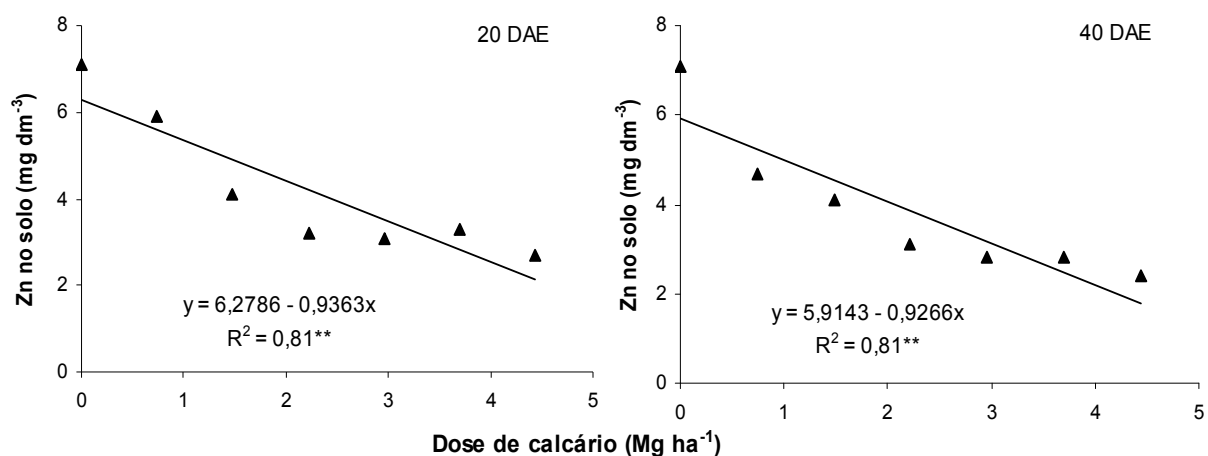


Figura 1: Disponibilidade de zinco (Zn) no solo em função das doses de calcário. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007.

Efeito da calagem no milho

Na Tabela 2 são apresentados os valores obtidos para número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC) e massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) na avaliação aos 20 DAE (dias após a emergência). Pode-se observar que as variáveis número de folhas e diâmetro de colmo foram influenciadas significativamente pela aplicação da calagem, já as variáveis altura de planta e massa seca da parte aérea e da raiz não apresentaram diferença significativa.

Tabela 2 – Número de folhas por planta (NF), altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) do milho, aos 20 DAE em função das doses calcário. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007

TRATAMENTO	NF	AP	DC	MSPA	MSR
		---- cm ---	---- mm ----	----- g planta ⁻¹ -----	
1 (0 kg ha ⁻¹)	8,00 abc	71,4 a	9,20 c	13,14 a	10,35 a
2 (740 kg ha ⁻¹)	6,67 c	75,6 a	9,31 bc	12,99 a	10,77 a
3 (1480 kg ha ⁻¹)	7,33 bc	82,6 a	11,70 abc	16,77 a	12,98 a
4 (2220 kg ha ⁻¹)	7,67 abc	83,9 a	11,36 abc	19,18 a	15,61 a
5 (2960 kg ha ⁻¹)	9,00 a	97,6 a	14,36 a	25,73 a	13,09 a
6 (3700 kg ha ⁻¹)	8,67 ab	84,7 a	13,39 ab	19,26 a	14,28 a
7 (4440 kg ha ⁻¹)	8,00 abc	83,5 a	11,35 abc	18,93 a	13,29 a
Média	8,05	79,9	11,52	18,00	12,90
F	5,57**	1,86ns	4,94**	1,81ns	0,93ns
CV (%)	7,30	17,40	12,93	31,19	25,71

ns: não significativo. ** significativo ao nível de 1%. Média seguida da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação do número de folhas efetuada aos 20 DAE (quando as plantas de milho apresentavam entre 7 e 9 folhas) verificou-se que a variável foi influenciada pela aplicação de calcário (Tabela 2). De acordo com os resultados obtidos o maior número de folhas por planta foi obtido com aplicação de 1,33 da dose recomendada (tratamento 5) com 9,0 folhas por planta, apesar de estatisticamente ter diferido apenas da T2 e T3. O menor número de folhas (6,7 folhas por planta) foi encontrado com aplicação de 0,33 da dose recomendada (tratamento 2).

Embora a altura de planta (AP) apresentar médias estatísticas semelhantes entre si, verificou-se que, com o aumento das doses de calcário, houve aumento na altura das plantas.

Furlani e Furlani (1996) ao estudarem diferentes doses de zinco aplicadas em 24 genótipos de milho, durante 30 dias, constataram alta correlação entre a altura das plantas e o teor de zinco no solo, concluindo que a altura de planta é a variável que melhor reflete o

estresse provocado por baixos níveis do elemento no solo, sendo que, de acordo com Borkert (1989) a deficiência de zinco reduz o crescimento das plantas de milho. Portanto, pode-se inferir que a disponibilidade de zinco no solo não foi afetada, a tal ponto de provocar deficiência ao desenvolvimento do milho, devido à aplicação de calcário em doses acima da recomendada. Porém, cabe salientar que o experimento foi conduzido por um período curto de tempo, para uma completa reação do calcário com o solo.

De acordo com Fancelli e Dourado-Neto (2000) o crescimento do colmo das plantas de milho ocorre principalmente a partir da emissão da oitava folha se prolongando até o florescimento, sendo que o colmo não somente atua como suporte de folhas e inflorescência, mas principalmente como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados na formação dos grãos. Desta maneira, o diâmetro do colmo (DC) das plantas de milho é muito importante para a obtenção de alta produtividade de grãos, pois quanto maior o DC, maior a capacidade da planta em armazenar fotoassimilados que contribuíram com o enchimento dos grãos. De acordo com Villela (1999) o colmo fino é uma característica indesejável, que associada a uma maior altura de plantas, facilita o quebramento e o acamamento.

Ao avaliar os resultados obtidos no experimento aos 20 DAE, notou-se que o DC foi significativamente influenciado pela aplicação de calcário. Assim, de acordo com os valores médios de diâmetro de colmo apresentados na Tabela 2, a aplicação de calcário resulta em plantas mais grossas. Isso pode ser atribuído a melhoria das condições do solo apesar do curto espaço de tempo de condução do experimento. O maior diâmetro de colmo (DC) foi obtido no tratamento 5 (14,36 mm), seguido do tratamento 6 (13,39 mm) e os menores diâmetros de colmo foram obtidos nos tratamentos 1 e 2 com 9,20 e 9,31 mm, respectivamente.

Conforme relatado por Fancelli e Dourado Neto (2000) o aproveitamento eficiente da água e dos nutrientes pela cultura do milho depende diretamente do manejo racional do solo e da cultura, o qual reveste-se de suma importância para o crescimento e distribuição do sistema radicular. Nesse particularmente, a elevada concentração de nutrientes nas camadas superficiais do solo, a acentuada disponibilidade de nutrientes e índices desfavoráveis de salinidade poderão afetar significativamente a arquitetura das raízes, dificultando o aproveitamento de água e nutrientes por parte da planta (Soares, 2003).

Apesar da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca da raiz (MSR) não apresentar diferença significativa, houve tendência de se encontrarem as maiores massas quando o calcário foi aplicado nas maiores doses. Esse fato pode ser devido a aplicação de calcário aumentar os níveis de Ca e Mg no solo, nutrientes estes responsáveis pela

constituição dos tecidos foliares e muitas vezes responsáveis pelo aumento de diferentes parâmetros avaliados. O maior acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de milho foi obtida no tratamento 5, 6 e 4 (aplicação de 1,33; 1,66 e 1,0 vez a dose de calcário recomendada, respectivamente), esses resultados pode estar relacionado ao fato do solo estar totalmente corrigido, encontrando-se um valor de pH que provavelmente, está ao redor do valor onde todos os nutrientes apresentam uma maior disponibilidade para as plantas. Dados estes também encontrados para a massa seca da raiz (MSR) sendo que os tratamentos 4, 6, 7 e 5, ou seja, aplicação de 1,0; 1,66; 2,0 e 1,33 vez a dose recomendada de calcário, respectivamente. Mostrando que com a correção da acidez do solo, o sistema radicular foi capaz de explorar melhor o volume de solo.

A regressão da variável produção de massa seca da parte aérea do milho em função das doses de calcário utilizadas se ajustou a uma equação matemática de segundo grau (Figura 2a). De acordo com o modelo, a produção de MSPA ($21,0 \text{ g planta}^{-1}$) seria obtido com a aplicação de $3,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário. A aplicação de calagem proporcionou incremento de MSPA em relação à testemunha, de 1,2%; 27,2%; 23,5%; 56,1%; 45,5% e 23,4%, respectivamente, para a aplicação de 0,74; 1,48; 2,22; 2,96; 3,70 e $4,44 \text{ Mg ha}^{-1}$.

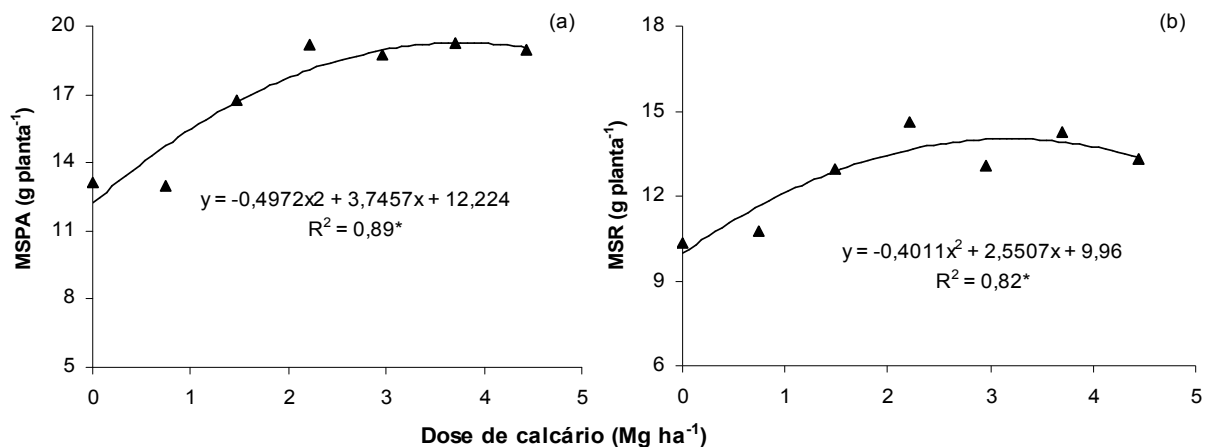


Figura 2: (a) – massa seca da parte aérea (MSPA) e, (b) – massa seca da raiz (MSR) das plantas de milho aos 20 DAE em função das doses de calagem. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007.

O aumento da massa seca da parte aérea pode ser justificada pela alta disponibilidade de Zn no solo, tendo em vista que os teores de Zn do solo são superiores ao necessário para o desenvolvimento adequado da planta (Figura 1).

A regressão da variável produção de massa seca da raiz do milho em função das doses de calcário utilizadas, também, se ajustou a uma equação matemática de segundo grau (Figura

2b). De acordo com o modelo, a MSR em relação às doses apresentou valor máximo de 14,3 g planta⁻¹ de raiz com aplicação de 3,0 Mg ha⁻¹ de calcário. A aplicação de calagem proporcionou incremento de MSR em relação à testemunha, de 4,1%; 25,4%; 50,8%; 26,5%; 38,0% e 28,4%, respectivamente, para a aplicação de 0,74; 1,48, 2,22; 2,96; 3,70 e 4,44 Mg ha⁻¹. Mostrando que com a correção da acidez do solo, ou seja, aplicação de calagem o sistema radicular foi capaz de explorar melhor o volume de solo.

Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos para número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC) e massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) na avaliação aos 40 dias da emergência. Houve diferença significativa apenas para a variável altura de planta, sendo que para as demais variáveis não foram influenciadas significativamente pela aplicação de calagem.

Para o número de folhas observa-se que aos 40 DAE das plantas (plantas variando entre 9 e 11 folhas) não foi mais constatada influencia significativa da aplicação de calcário (Tabela 3), conforme havia sido observado ao determinar o número de folhas aos 20 DAE, provavelmente devido a uma maior diluição dos nutrientes na planta mediante o crescimento da mesma.

Aos 40 DAE a altura das plantas de milho foram diferentes entre os vários níveis de calcário aplicado, onde se observa que apenas o tratamento 1 (sem calagem) mostrou-se inferior aos demais tratamentos que receberam calagem, contudo não diferenciou-se estatisticamente dos tratamentos 2, 3 4, e 7 (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de folhas por planta (NF), altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) do milho, aos 40 DAE em função das doses calcário. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007

TRATAMENTO	NF	AP ----- m ----	DC --- mm ---	MSPA ----- g planta ⁻¹ -----	MSR
1 (0 kg ha ⁻¹)	9,67 a	1,05 b	13,61 a	41,25 a	21,70 a
2 (740 kg ha ⁻¹)	11,00 a	1,10 ab	14,92 a	50,59 a	21,82 a
3 (1480 kg ha ⁻¹)	10,67 a	1,25 ab	15,60 a	52,19 a	22,12 a
4 (2220 kg ha ⁻¹)	11,00 a	1,23 ab	16,07 a	51,73 a	22,93 a
5 (2960 kg ha ⁻¹)	9,67 a	1,28 a	16,68 a	53,44 a	23,87 a
6 (3700 kg ha ⁻¹)	10,00 a	1,27 a	14,95 a	48,12 a	22,73 a
7 (4440 kg ha ⁻¹)	10,33 a	1,08 ab	14,93 a	44,11 a	22,11 a
Média	10,33	1,18	15,25	48,78	22,33
F	1,11ns	5,13**	2,07ns	0,89ns	0,96ns
CV (%)	9,21	6,37	7,78	23,46	27,05

ns: não significativo. ** significativo ao nível de 1%. Média seguida da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na dose máxima de calagem $4,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ (tratamento 7) houve redução do porte da planta, sugerindo que a calagem pode ter inibido algum outro elemento, já que pela curva de disponibilidade de nutrientes em função da calagem elemento como Zn tem sua disponibilidade afetada e isso pode ter ocorrido com a altura da planta. Pois por exemplo o Zn que faz parte do metabolismo de crescimento da planta tem essa tendência de diminuição com a elevação da calagem.

A aplicação de calagem proporcionou incremento de MSPA em relação à testemunha, de 22,6%; 26,5%; 25,4%; 29,6%; 16,7% e 6,9%, respectivamente, para a aplicação de 0,74; 1,48, 2,22; 2,96; 3,70 e $4,44 \text{ Mg ha}^{-1}$. E incremento de MSR em relação à testemunha de 0,6%; 1,9%; 5,7%; 10,0%; 4,7% e 1,9%, respectivamente, para a aplicação de 0,74; 1,48, 2,22; 2,96; 3,70 e $4,44 \text{ Mg ha}^{-1}$. Resultados estes que demonstram que a aplicação de calagem teve efeitos mais expressivos em relação à massa seca da parte aérea do que com a massa seca da raiz.

Cabe ressaltar que é desejável, sob o aspecto de absorção de água e nutrientes, que as plantas apresentem amplo sistema radicular. O crescimento da raiz segue um padrão característico da espécie e está relacionado ao crescimento da parte aérea, com tendência a manutenção da relação raiz/parte aérea dentro de determinados limites. Segundo Soares (2003) o crescimento da raiz tem prioridade na germinação e crescimento inicial do milho, ou seja, maior relação raiz/parte aérea. Em seguida ocorre maior crescimento da parte aérea, que passa a ter prioridade, diminuindo a relação raiz/parte aérea, especialmente na fase reprodutiva, quando grande parte dos fotoassimilados estão nas sementes.

A regressão das variáveis de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) do milho, aos 40 DAE, em relação às doses de calcário aplicadas são apresentadas (Figura 3a e 3b, respectivamente). De acordo com o modelo, os valores máximos de $53,4 \text{ g planta}^{-1}$ de MSPA e de $23,2 \text{ g planta}^{-1}$ de MSR são obtidas com a aplicação de $2,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $2,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário, respectivamente.

A eficiência da calagem para solos argilosos às vezes é mais demorada, já que sabidamente esses solos possuem um poder tampão, ou seja, a variação na correção da acidez desses solos é mais lenta. Assim alguns parâmetros do milho ao serem amostrados no início do desenvolvimento da cultura se mostraram não significativos como: aos 20 DAE a altura da planta, massa seca da parte aérea, a massa seca da raiz e na segunda amostragem (40 DAE) o número de folhas, diâmetro do colmo, e as massas secas da parte aérea e da raiz.

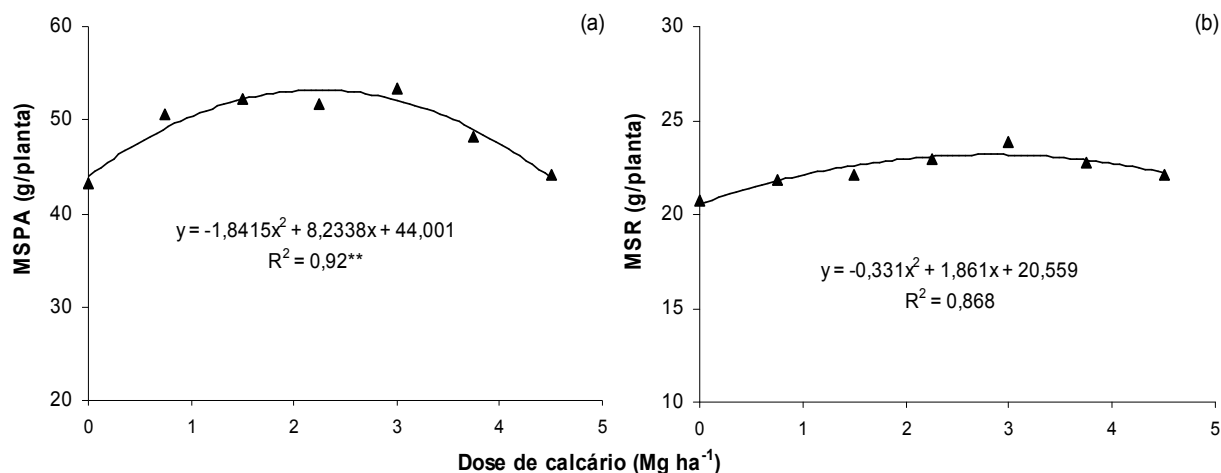


Figura 3: (a) – massa seca da parte aérea (MSPA) e, (b) – massa seca da raiz (MSR) das plantas de milho aos 40 DAE em função das doses de calagem. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007.

Conclusões

O aumento da dose de calcário reduziu a disponibilidade de Zn no solo. Contudo, essa diminuição, não afetou o desenvolvimento do milho, pois o teor de zinco no solo se manteve em níveis adequados.

A calagem influenciou o número de folhas por planta e diâmetro do colmo aos 20 DAE e a altura de planta aos 40 DAE.

A massa seca da parte aérea e massa seca da raiz nas duas avaliações não foram influenciadas pela aplicação de calcário.

A aplicação de calcário, de modo geral, proporcionou aumentos das variáveis avaliadas, indicando que a calagem melhorou as condições de fertilidade do solo.

Referências

AGRONEWS-BASF, **Notícias diárias sobre negócios agrícolas**. The Chemical Company BASF, de 15 de Março de 2007.

ARANTES, E.N.; SOUZA, P.I.M. **Cultura da soja nos Cerrados**. Belo Horizonte: POTAFOS, 1993, 726p.

BORKERT, C.M. Micronutrientes na planta. In: Büll, L.T.; Rosolem, C.A. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p.309-329.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.63-145.

BUZETTI, S.; MURAOKA, T.; MAURO, A.O. Doses de zinco em diferentes condições de acidez de um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.26, n.6, p.913-918. 1991.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acesso em 20/04/2007, Disponível no site <http://www.conab.gov.br>

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Brasília: EMBRAPA/DPI, 2006. 306p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Sistema de produção: Nutrição e Adubação do Milho**. Acesso em 02 de março de 2008, Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/feraduba.htm>

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FLONERAGAN, J.; WEBB, M.J. Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: ROBSON, A.D. (Ed.) **Zinc in soils and plants**. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.119-134.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R. Resposta de cultivares de milho a zinco em solução nutritiva. **Bragantia**. v.55, n.2. p.365-369, 1996.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solo tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000, 111p.

RAIJ, B. Van. Geoquímica de micronutrientes. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.99-112.

REIS, H.B.; FOLONI, J.S.S.; GARCIA, R.A.; ROSOLEM, C.A. Nutrição mineral do milho em função do modo de aplicação de calcário na presença e ausência de gesso. In: FERTBIO 2004. **Resumos...** Lages: SBCS/UEDESC, 2004. 4p.

RITCHEY, K.D.; COX, F.R.; GALRÃO, E.Z.; YOST, R.S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em latossolo vermelho-escuro argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, p.215-225, 1986.

SOARES, M.A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura do milho (Zea mays L.)**. Piracicaba, 2003, 92p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

VILLELA, F.C. **Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produtividade de milho (Zea mays L.) cultivado em solo de várzea**. Botucatu, 1999. 63p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.