

NUTRIÇÃO MINERAL DE GRAMÍNEAS TROPICAIS VI. NÍVEIS DE CÁLCIO AFETANDO A COMPOSIÇÃO DE MICRONUTRIENTES NO MILHETO FORRAGEIRO (*Pennisetum americanum*)*

A.F. França**
H.P. Haag***
A.R. Dechen***

RESUMO

A fim de pesquisar o efeito dos níveis de 0, 50, 100, 150, 200, 250 e 300 ppm de cálcio na solução nutritiva sobre a composição de micronutrientes no milheto forrageiro, foi conduzido um experimento na casa de vegetação, durante trinta e oito dias. Após este período as plantas foram coletadas e divididas em folhas adjacentes a espiga, folhas não adjacentes, espigas e colmos que foram secas a 70^o-80^oC e analisadas para B, Cu, Fe, Mn e Zn. Os micronutrientes acumularam-se na seguinte ordem: B-157,7 mg nas folhas adjacentes; 1308,5 mg nas folhas não adjacentes; Zn - 152,3 mg nos

* Recebido para publicação em 30/10/87.

** Departamento de Zootecnia da EV. - UFG, Goiânia, GO.

*** Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

nos colmos e 1254,6 mg nas espigas; Cu - 10,3 mg nas folhas adjacentes e 118,5 mg nas espigas; Fe - 344,8 mg nas folhas e 4344,1 mg nos colmos e até 1749,9 mg nas folhas não adjacentes; Mn - 120,5 mg nos colmos e 1749,9 nas folhas não adjacentes. Verificaram, ainda, os autores que os níveis de cálcio reduziram a concentração de Zn, Cu, Fe e Mn nas plantas. Os níveis de cálcio não reduziram a absorção de B. Finalmente constataram que sob o ponto de vista de nutrição animal os níveis de cálcio não afetaram os requerimentos mínimos dos elementos

INTRODUÇÃO

As plantas diferem marcadamente em sua habilidade de absorção e metabolização do cálcio. Estas diferenças são, via de regra, manifestadas pela adaptação das plantas as condições específicas do solo e a predominância de certas espécies sobre outras. Para os solos da Amazônia, VIEIRA (1975) afirma que os perfis dos solos sem horizonte A₂ apresentam teores de cálcio variando de 0,10 a 28 meq/100 g, sendo que GONZALES-ERICO (1976) atribui a concentração média de 1,2 meq/100 g para o Latossolo Vermelho na região do Brasil Central. Estudos de antagonismo entre cálcio e outros cátions são escassos e pouco esclarecidos (MENGEL & KIRKBY, 1982).

Apesar do milheto apresentar alta capacidade de adaptação a uma grande variedade de solos, conduzindo-se bem em solos de baixa fertilidade, ácidos e extremamente pobres, são escassos trabalhos de pesquisa sobre a sua restrição, especialmente com micronutrientes. A pesqui-

sa bibliográfica não acusa a existência sequer de um trabalho sobre o assunto.

A finalidade do presente trabalho foi de avaliar a influência dos diferentes níveis de cálcio na composição dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn nas diversas partes de forrageira e sua influência nos níveis analíticos para o requerimento alimentar dos bovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Sob condições controladas, sementes de milho forrageiro (*Pennisetum americanum* cultivar Bulk 1) foram postas a germinar em vasos de plástico, contendo 5 kg de sílica moída, como substrato. Após a germinação as plantas receberam solução completa modificada por SARRUGE (1975), diluída para 1:5, durante dezoito dias, quando procedeu-se o desbaste deixando-se três plantas por vaso. Nos quatro dias que antecederam o início da fase experimental, percolou-se água desmineralizada nos vasos, no mínimo três vezes ao dia. Foram aplicados sete níveis de cálcio: 0,0 ppm; 50,0 ppm; 100,0 ppm; 150,0 ppm; 200,0 ppm; 250,0 ppm e 300,0 ppm, de acordo com a formulação das soluções nutritivas, um ml por litro de solução, conforme assinalam os dados a seguir.

As soluções foram percoladas no mínimo três vezes ao dia, sendo o seu volume completado para um litro com água desmineralizada, diariamente, enquanto que a renovação das soluções era processada a cada cinco dias. Decorridos 38 dias procedeu-se o corte das plantas, sendo o material separado em folhas adjacentes, próximas da espiga, folhas não adjacentes, espigas e colmos. O material foi lavado em água desmineralizada sendo em seguida colocado para secar em estufa a 75°C. Após a secagem procedeu-se a análise para os elementos de acordo com as instruções contidas em CARRUGE & HAAG (1974).

Solução estoque	ppm de cálcio						
	0	50	100	150	200	250	300
KH_2PO_4	1	1	1	1	1	1	1
KCl	5	5	5	5	5	5	5
CaCl_2	-	1,25	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
NH_4Cl	5	2,5	-	-	-	-	-
NH_4NO_3	5	8,25	7,5	6,25	5	3,75	2,5
MgSO_4	2	2	2	2	2	2	2
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	-	-	-	1,25	2,5	3,75	5
Micro-Fe	1	1	1	1	1	1	1
Fe EDTA	1	1	1	1	1	1	1

* M = solução molar

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Boro

Conforme se observa na Tabela 1, os diferentes níveis de cálcio aplicados ao milheto forrageiro, foram significativos para a acumulação de boro nas folhas adjacentes e nos colmos. Verifica-se que houve uma variação do acúmulo de boro nas folhas adjacentes, da ordem de 152,7 ug, determinado no tratamento em que foi aplicado 250 ppm de cálcio, até 370,5 ug no nível de 150 ppm de cálcio.

Para as folhas não adjacentes, os tratamentos aplicados não influenciaram no acúmulo do boro, cuja oscilação foi de 690,5 ug, no tratamento testemunho, até 1.305,5 ug, para o nível de 200 ppm de cálcio aplicado.

Nas espigas, o acúmulo de boro também não diferiu em função dos tratamentos aplicados, uma vez que, a variação foi de 489,0 ug, determinada para o tratamento com 100 ppm de cálcio, até 217,3 ug de B, no tratamento testemunho. Nos colmos, onde o acúmulo de boro foi significativa em função dos tratamentos aplicados, observou-se uma variação de 953,7 ug, com a aplicação de 200 ppm de cálcio, até 188,3 ug de B, determinado no tratamento testemunho.

Yabela 1. Valores de B em ug e ppm, determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos de milho forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições, com três plantas por vaso.

Níveis Ca (ppm)	Folhas adjacentes (ug)	ppm	F. não adjacentes (ug)	ppm	Espigas* (ug)	ppm	Colmo (ug)	ppm
0	276,3 A	57,0	690,5 A	68,2	217,3 A	22,5	188,3 A	18,5
50	301,0 A	50,8	890,7 A	65,2	274,5 A	17,0	563,7 AB	29,0
100	374,0 A	58,5	1.156,7 A	68,2	489,0 A	34,5	436,3 AB	21,0
150	370,5 A	58,2	1.150,0 A	66,7	426,3 A	23,5	673,0 AB	29,5
200	193,7 A	32,2	1.305,5 A	58,2	397,3 A	49,2	953,7 A	36,2
250	152,7 A	29,0	722,0 A	57,2	419,3 A	40,0	603,3 AB	26,7
300	156,7 A	26,7	633,7 A	53,0	400,0 A		751,0 AB	30,2
C.V.	30,9%		33,4%		39,1%		38,0%	

* Médias acompanhadas de letras diferentes diferem ao nível de 1% de probabilidade.

Diversos estudos tem demonstrado que a adição de cálcio ao solo, reduz a disponibilidade de boro para as plantas segundo NAFTEL (1938), WEAT (1962) e GUPTA (1972). A disponibilidade e a absorção de boro pelas plantas nativas ou adaptadas é geralmente mais baixa em solos calcários, PETERSON & NEWMAN (1976). O nível de deficiência é de aproximadamente 15 ppm na matéria seca, enquanto toxidez ocorre, quando excede a 220 ppm de boro, JONES (1972). Níveis de 15 a 25 ppm na maioria dos tecidos das folhas, de um modo geral, denotam deficiência, BRADFORD (1966), enquanto nos tecidos de plantas forrageiras, níveis de 6 a 9 ppm, não demonstraram sintomas de deficiência, GUPTA *et alii* (1971). Os teores determinados neste trabalho, apresentaram uma variação de 26,7 a 58,5 ppm, nas folhas adjacentes; de 53,0 a 68,2 ppm, nas folhas não adjacentes; de 17,0 a 49,2 ppm, nas espigas e de 18,5 a 36,2 ppm nos colmos. Estes teores são bastante superiores aos diversos limites de deficiência acima citados, estando também, muito abaixo do limite de toxidez. Considerando-se ainda, o valor médio de 11,5 ppm, determinado em vinte e duas amostras do gênero *Pennisetum* por KOYONGO-MALLE (1975), verifica-se que, embora o cálcio e o boro sejam antagônicos, no presente trabalho, os diferentes tratamentos aplicados não deprimiram a absorção do boro. A análise de regressão revelou significância para a interação dos tratamentos aplicados e a concentração de boro nas folhas adjacentes conforme se observa através da equação contida na Figura 1.

Zinco

A Tabela 2, apresenta os valores de zinco concentrados nas diferentes partes do milho forrageiro, os quais diferiram significativamente em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Os teores de zinco nas folhas adjacentes, apresentaram uma variação de 371,0 ug, com a aplicação de 150 ppm de cálcio, até 152,7 ug de zinco, para tratamento com 200 ppm.

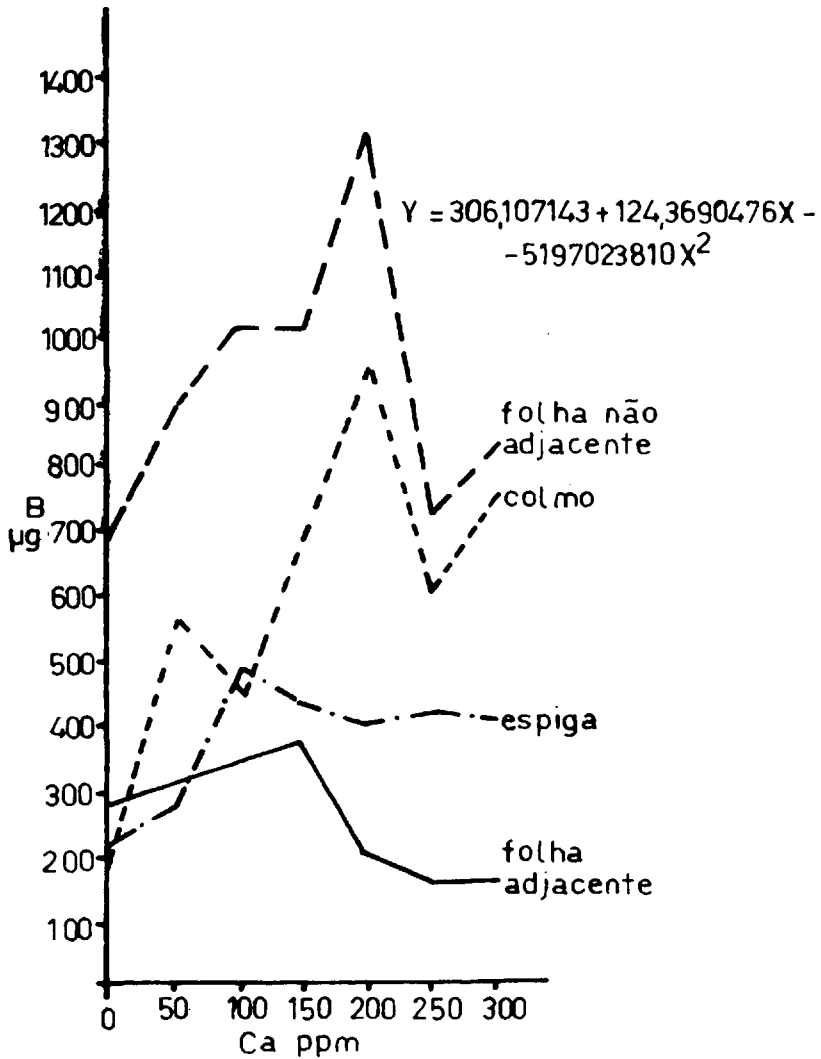


Figura 1. Teores de B (µg) determinados nas diferentes partes do milheto forrageiro em função dos níveis de cálcio aplicados.

Tabela 2. Valores de Zn e ug e ppm, determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos de milho forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições, com três plantas por vaso.

Níveis Ca (ppm)	Folhas adjacentes (ug)		F. não adjacentes (ug)		Espigas* (ug)	ppm	Colmo* (ug)	ppm
	adjacentes (ug)	ppm	adjacentes (ug)	ppm				
0	182,7 AB	36,0	340,6 A	34,3	690,5 ab	69,3	230,6 A	20,5
50	301,8 AB	50,0	380,3 A	27,3	771,0 ab	47,8	152,3 C	8,3
100	233,5 AB	36,5	711,7 A	42,3	1.102,4 ab	55,5	411,7 ABC	20,3
150	371,0 A	58,0	663,5 A	37,5	1.254,5 a	29,0	476,0 AB	20,8
200	152,7 B	26,3	620,5 A	27,5	722,8 ab	47,5	218,8 BC	8,3
250	245,3 AB	46,3	580,2 A	43,5	490,3 b	57,5	600,7 A	26,5
300	240,7 AB	41,5	573,3 A	37,8	480,1 b	48,3	440,0 ABC	17,8
C.V.	31,1%		26,1%		35,5%			31,1%

* Médias acompanhadas de letras maiúsculas diferem ao nível de 1% e de letras minúsculas ao nível de 5% de probabilidade.

Nas folhas não adjacentes, ocorreu uma variação de 711,7 ug, com a aplicação de 100 ppm de cálcio, até 340,6 ug de zinco determinado no tratamento testemunho.

Para as espigas, observa-se uma variação de 1.254,6 ug, para o tratamento em que foi aplicado 150 ppm de cálcio, até 480,14 ug de zinco, para o tratamento com o nível máximo de cálcio aplicado. Nos colmos, verificou-se uma variação de 600,7 ug, para o tratamento com 250 ppm de cálcio até 152,3 ug de zinco para a aplicação de 50 ppm de cálcio. A aplicação de CaCO_3 , reduziu a concentração de zinco em todas as partes das plantas, notadamente das folhas segundo PAULI *et alii* (1968). A deficiência de zinco ocorre em plantas crescidas numa larga variedade de solos, particularmente nos de pH elevados e em altas concentrações de cálcio (YOSHIDA, 1969 e SINGH, 1973). Os resultados obtidos neste trabalho, principalmente para as folhas e espigas, superam a média de 32,3 ppm, determinada para vinte e duas amostras do gênero *Pennisetum* por KAYONGO-MALL (1975), exceto para os colmos, cuja média é bastante inferior, o que evidencia a influência do cálcio na absorção do zinco, apenas neste órgão. A análise de regressão não revelou significância entre os diferentes tratamentos aplicados ao milho forrageiro e a concentração do zinco na planta, conforme se observa na Figura 2. Quanto à nutrição animal, recomenda-se de 20 a 30 ppm de zinco para novilhos, NRC (1976) e de 40 ppm na matéria seca da dieta, em se tratando de vacas leiteiras com 500 kg, com produção de leite inferior a 11 kg por dia.

Verifica-se, portanto, que os teores de zinco determinados nas diferentes partes do milho forrageiro, atendem às exigências requeridas para os bovinos, principalmente em se tratando de novilhos. Exceção é feita para os colmos, cujo teor médio se encontra abaixo do limite mínimo da exigência nutricional.

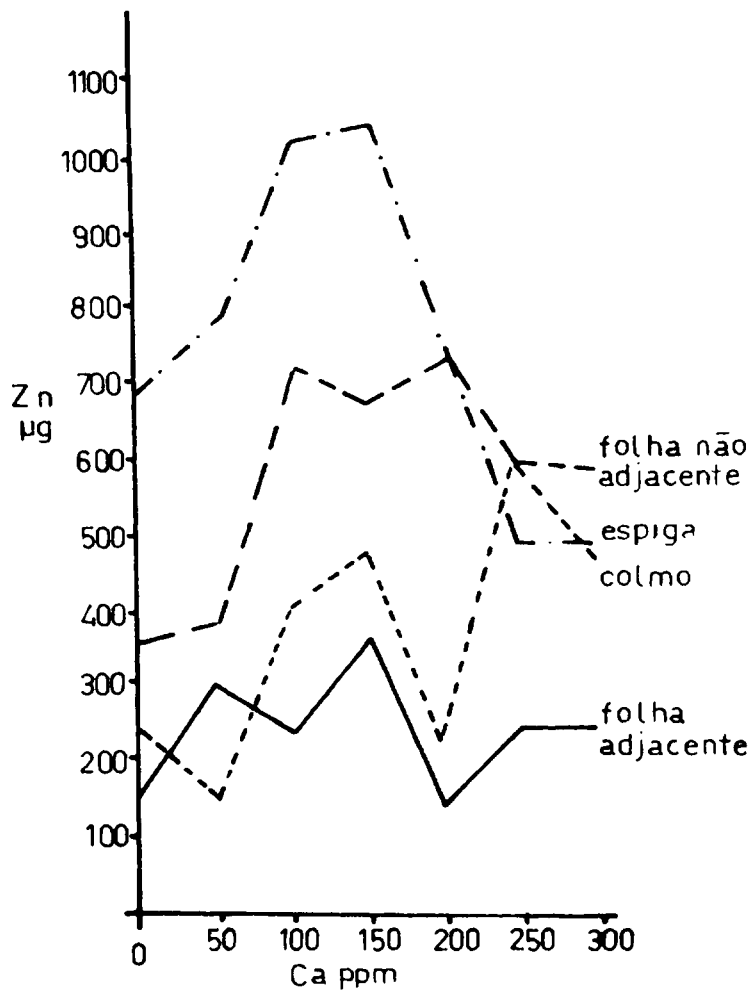


Figura 2. Teores de zinco (ug), determinados nas diferentes partes do milheto forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

Cobre

Os diferentes níveis de cálcio aplicados ao milheto forrageiro, influenciaram a concentração de cobre nas folhas adjacentes e não adjacentes, conforme se observa na Tabela 3.

Os teores de cobre nas folhas adjacentes apresentaram uma variação de 56,6 ug, determinado no tratamento com a aplicação de 50 ppm de cálcio, até 10,3 ug de Cu, no tratamento com aplicação do nível máximo de cálcio. Para as folhas não adjacentes verificou-se uma oscilação de 135,7 ug, com a aplicação de 200 ppm de cálcio, até 18,2 ug de cobre para o nível máximo de cálcio aplicado. Para as espigas e os colmos, os tratamentos aplicados não revelaram significância, em relação à concentração do cobre. Para as espigas, a variação observada foi de 118,5 ug, com a aplicação de 50 ppm de cálcio, até 29,7 ug de cobre para o nível de 250 ppm. Nos colmos, ocorreu uma concentração de 100,7 ug, com a aplicação de 50 ppm de cálcio, até 38,0 ug de cobre quando foi aplicado 100 ppm.

O efeito de calcário no abaixamento da concentração de cobre na solução do solo e na redução da absorção pelas plantas tem sido relatado por PEECH (1941) e LUCAS (1948). Outra pesquisa demonstrou que a calagem do solo, resultou numa mais baixa concentração de cobre nas plantas, segundo PATTERSON (1964). Teor médio de 27,1 ppm de cobre, foi determinado em vinte e duas amostras do gênero *Pennisetum* por KAYONGO-MALLE (1975). Um conteúdo de 6 ppm no tecido da forragem, indica que o elemento se encontra em quantidade suficiente, uma vez que, teores abaixo de 4 ppm, na maioria das plantas, já é indicativo de deficiência segundo ANDREW & THORNE (1962).

Tabela 3. Valores de Cu em ug e ppm, determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos de milho forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições, com três plantas por vaso.

Níveis Ca (ppm)	Folhas		F. não adjacentes		Espigas* (ug)	Colmo* (ug)	ppm
	Adjacentes (ug)	ppm	adjacentes (ug)	ppm			
0	30,7 AB	6,0	49,3 A	5,3	114,3 A	100,2 A	9,5
50	56,2 A	9,3	78,8 A	5,5	118,5 A	100,7 A	5,5
100	21,5 AB	3,5	71,3 A	4,0	73,7 A	38,0 A	2,3
150	28,0 AB	4,3	68,6 A	3,8	113,8 A	76,5 A	3,6
200	13,5 AB	2,3	135,7 A	6,0	56,6 A	96,7 A	3,8
250	11,9 AB	2,3	52,2 A	4,0	29,7 A	59,6 A	2,8
300	10,3 B	1,8	18,2 A	1,3			

* Médias acompanhadas de letras diferentes diferem ao nível de 1% de probabilidade.

Os teores médios, determinados para as tochas e os colmos, se encontraram, praticamente no limite de deficiência, até mesmo para as espigas, que mais se aproximaram do limite de suficiência. Diante dos resultados obtidos, torna-se evidente, que os tratamentos aplicados à forrageira, deprimiram a absorção do cobre. A análise de regressão revelou significância para a interação dos tratamentos aplicados, sobre a concentração do cobre nas folhas adjacentes e não adjacentes, expresso através das equações descritas na Figura 3.

Do ponto de vista da nutrição animal, verifica-se que o teor médio das folhas de 4,2 ppm; 4,2 ppm; 5,7 ppm e 4,5 ppm de cobre, que muito embora tenham sido deprimidos pela aplicação dos diferentes níveis de cálcio, ainda assim atendem às exigências nutricionais dos bovinos, que é de 4 ppm na matéria seca da dieta, NRC (1976).

Ferro

Os diferentes tratamentos aplicados no milho forrageiro, diferiram em relação à concentração de ferro nas diversas partes do milho forrageiro, com exceção das folhas não adjacentes, conforme se observa na Tabela 4. Os teores de ferro determinados nas folhas adjacentes, apresentaram uma variação de 344,9 ug, no tratamento com a aplicação de 150 ppm de cálcio, até 1.810,1 ug, no nível de 50 ppm de cálcio.

Nas folhas não adjacentes, cujas concentrações não foram influenciadas pelos diferentes níveis de cálcio, verificou-se uma variação de 4.334,1 ug de ferro com a aplicação de 100 ppm de cálcio, até 1.844,9 ug de ferro determinado no tratamento testemunho. Para as espigas, a aplicação do mais alto nível de cálcio proporcionou uma concentração de 492,5 ug de ferro até 1.783,2 ug de ferro para o tratamento com 100 ppm de cálcio-

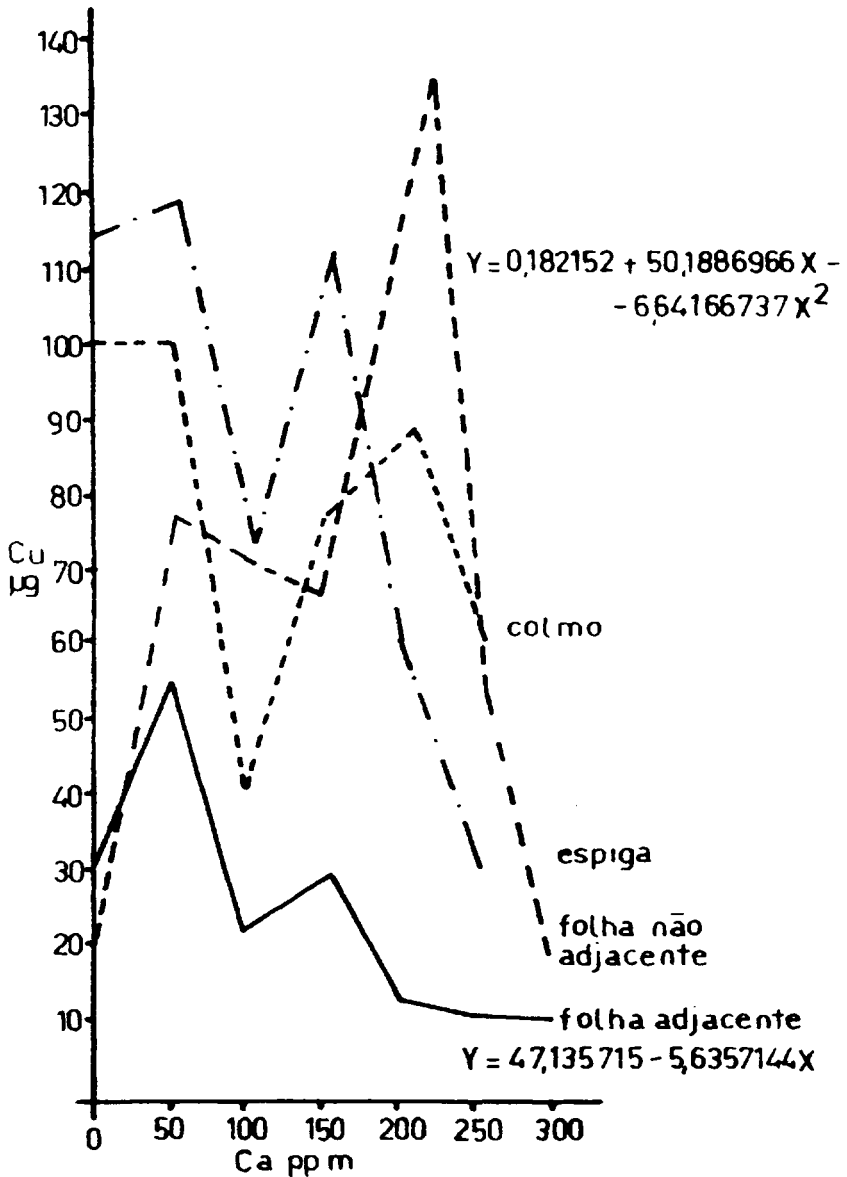


Figura 3. Teores de cobre (ug), determinados nas diferentes partes do milheto forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

Tabela 4. Valores de Fe em ug e ppm, determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos de milho forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições, com três plantas por vaso.

Níveis Ca (ppm)	Folhas		F. não adjacentes*		Espigas* (ug)	ppm	Colmo* (ug)	ppm
	Adjacentes (ug)	ppm	adjacentes*	ppm				
0	1.466,0 AB	286,0	1.884,9 A	286,0	1.020,0 ab	105,3	933,3 b	86,0
50	1.810,1 A	308,3	2.594,6 A	193,0	1.685,0 a	106,3	1.178,7 ab	73,5
100	736,1 AB	108,3	4.334,1 A	243,0	1.783,2 a	92,0	1.214,5 ab	63,0
150	344,8 B	53,8	2.757,4 A	146,3	1.538,0 ab	85,3	1.440,5 ab	63,0
200	544,5 AB	85,3	4.203,4 A	186,0	1.373,7 ab	91,8	2.332,2 a	85,5
250	1.068,2 AB	206,5	2.848,5 A	214,3	597,7 b	70,0	1.332,7 ab	59,5
300	703,7 AB	132,5	2.536,0 A	167,0	492,5 b	49,5	942,5 b	39,5
C.V.	50,9%		50,1%		38,4%		38,6%	

* Médias acompanhadas de letras maiúsculas diferem ao nível de 1% e de letras minúsculas ao nível de 5% de probabilidade.

Nos colmos, com a aplicação de 200 ppm de cálcio, determinou-se uma concentração de 2.332,2 ug de ferro até 933,3 ug de ferro no tratamento testemunho.

O excesso de CaCO_3 seguidamente reduz a absorção de ferro pelas plantas, em consequência de uma reduzida solubilidade do ferro na solução do solo segundo RUTLAND & SUKOVAC (1971). Os teores médios de ferro determinados nas diferentes partes da forrageira, foram de 168,7 ppm; 205,1 ppm; 85,7 ppm e 67,1 ppm, nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos. Considerando-se o teor médio de 518 ppm de ferro determinado em vinte e duas amostras do gênero *Pennisetum* por KAYONGOMALE (1975), torna-se evidente que os tratamentos aplicados ao milho forrageiro, deprimiram a absorção de ferro.

A análise de regressão não revelou significância entre os tratamentos aplicados e a concentração de ferro nas diferentes partes da forrageira, de acordo com a Figura 4.

Quanto às exigências nutricionais dos bovinos, recomenda-se um teor de ferro de 10 ppm para novilhos e de 50 ppm na matéria seca da dieta, em se tratando de vaca com 500 kg, com produção diária inferior a 11 kg de leite, NRC (1976 e 1978).

Manganês

Com exceção das espigas, os diferentes tratamentos aplicados ao milho forrageiro, exerceram influência na absorção de manganês, nas diversas partes da forrageira, de acordo com a Tabela 5. Nas folhas adjacentes, verificou-se uma variação de 451,7 ug de manganês com a aplicação de 150 ppm de cálcio, até 237,5 ug de manganês determinado no tratamento testemunho.

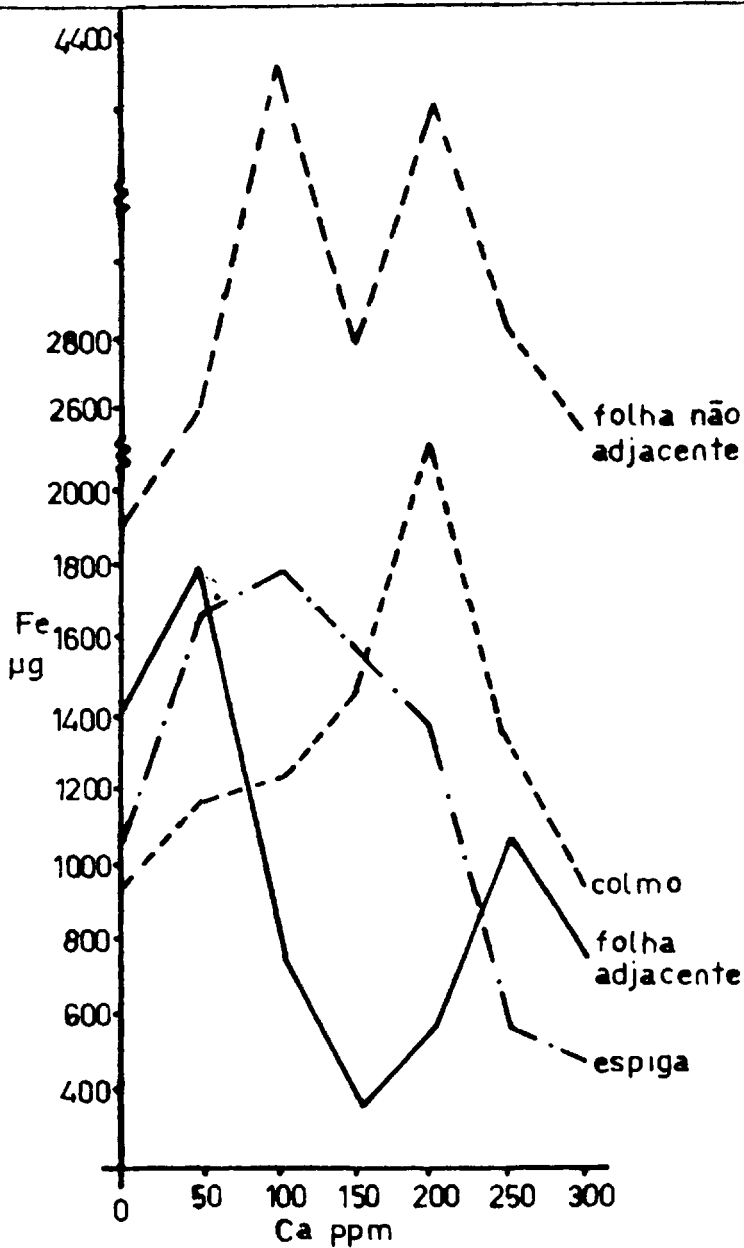


Figura 4. Teores de Ferro (μg), determinados nas diferentes partes do milho forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

Tabela 5. Valores de Mn em ug e ppm, determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes espigas e colmos de milho forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições, com três plantas por vaso.

Mfveis Ca (ppm)	Folhas adjacentes* (ug)	ppm	F. não adjacentes* (ug)	ppm	Espigas* (ug)	ppm	Colmo* (ug)	ppm
0	237,5 A	46,5	539,2 C	57,8	308,0 A	31,3	120,5 B	10,5
50	383,9 A	65,8	827,3 BC	61,0	352,0 A	22,0	230,4 AB	11,8
100	434,6 A	73,3	1.749,9 A	106,5	555,3 A	30,3	362,0 AB	19,0
150	451,7 A	70,8	1.267,7 ABC	71,0	593,4 A	33,3	377,5 AB	16,5
200	329,7 A	55,5	1.480,9 AB	65,8	448,3 A	29,0	286,7 AB	10,8
250	427,9 A	82,0	1.179,3 ABC	88,3	317,7 A	37,5	578,0 A	25,8
300	310,5 A	53,3	845,7 BC	55,8	234,5 A	23,5	301,7 AB	12,3
C.V.	24,3%		24,7%		42,5%		38,6%	

*Médias acompanhadas de letras diferentes diferem ao nível de 1% de probabilidade.



Nas folhas não adjacentes, o tratamento com aplicação de 100 ppm de cálcio, acumulou 1.749,9 ug de manganês que diferiu do tratamento testemunho, no qual foi determinado 539,3 ug de manganês. Nas espigas, o acúmulo de manganês não diferiu em relação aos tratamentos aplicados, ocorrendo uma variação de 593,4 ug a 234,5 ug de manganês para os tratamentos com aplicação de 150 e 300 ppm de cálcio, respectivamente.

Nos colmos, foi determinada uma acumulação de 578,0 ug de manganês com a aplicação de 250 ppm de cálcio, que variou até 120,5 ug de manganês no tratamento testemunho.

Neste trabalho, os teores determinados nas diversas partes da forragem superam o nível crítico de deficiência de 44,6 e 12 ug, estabelecido por OHKI (1984) para as folhas e caules de trigo. Os valores médios concentrados em ppm nas diferentes partes do milho forrageiro, foram da seguinte ordem: folhas adjacentes = 64,1 ppm; folhas não adjacentes = 72,3 ppm; espigas = 29,5 ppm e colmos = 15,2 ppm. Observa-se portanto, que estes valores, de modo geral, se encontram numa faixa extremamente inferior, a média de 123 ppm, determinada numa análise de vinte e duas amostras do gênero *Pennisetum* por KAYONGO-MALLE (1975). Verifica-se desta forma, que os tratamentos aplicados ao milho forrageiro, exerceram influência na absorção do manganês. A análise de regressão revelou significância em relação aos tratamentos aplicados e a concentração do elemento nas folhas adjacentes, não adjacentes e nas espigas. A Figura 5, com as respectivas equações, expressam as referidas interações. Quanto à nutrição animal, os requerimentos de manganês necessários para o crescimento do gado, via de regra, são menores do que para reprodução. Concentração de 10 ppm são consideradas adequadas para o crescimento, muito embora possa estar no limite para uma ótima performance. Segundo McDOWELL *et alii* (1976) os requerimentos de manganês para a fertilidade máxima, excedem a 16 ppm. Recomendações entre 20 - 40 ppm são feitas pelo ARC (1965) e NRC (1970 e 1971). Os teores determinados neste traba-

lho, apresentaram uma variação de 10,5 ppm nos colmos, concentrado no tratamento testemunho dos colmos, até 106,5 ppm, nas folhas não adjacentes, com a aplicação de 100 ppm de cálcio. Portanto, esses teores atendem satisfatoriamente às exigências nutricionais dos bovinos.

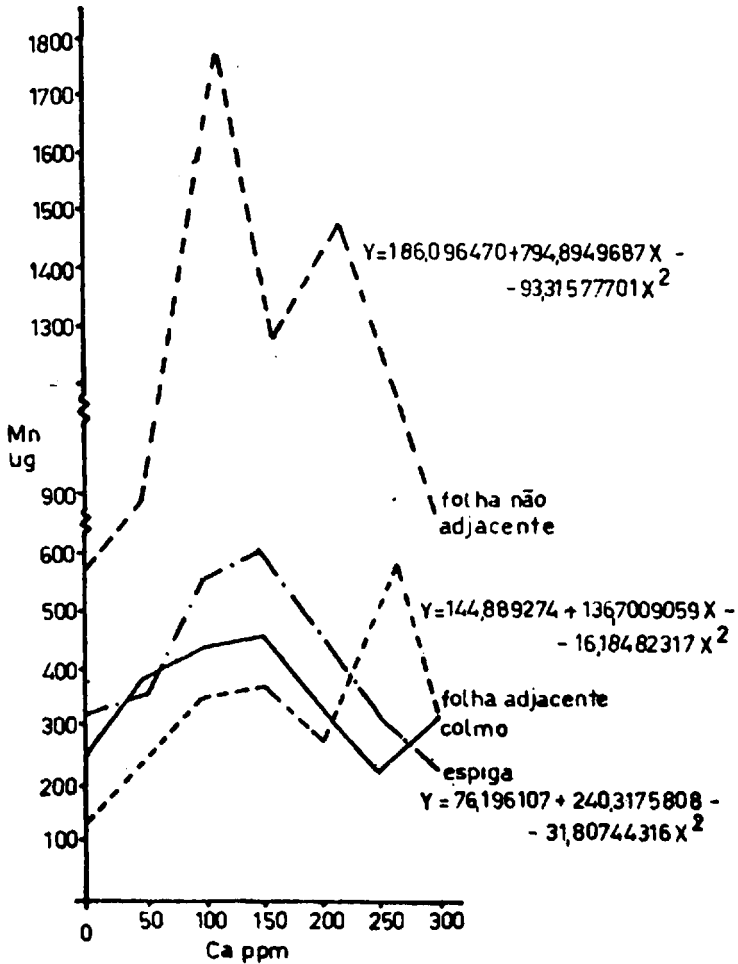


Figura 5. Teores de manganês (µg), determinados nas diferentes partes do milho forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

CONCLUSÕES

A aplicação dos níveis de cálcio ao milheto forrageiro deprimem a absorção de Zn, Cu, Fe e Mn.

Os níveis de cálcio aplicados não inibe a absorção do B.

Os níveis de cálcio não afetam os requerimentos mínimos dos elementos para a nutrição dos bovinos.

SUMMARY

EFFECT OF CALCIUM LEVELS ON THE MINERAL COMPOSITION OF MACRONUTRIENTS IN MILLETS (*Pennisetum americanum*)

An experiment was conducted in glass-house in order to check the effects of different levels of calcium on the micronutrient composition of millet plants during 38 days. The following treatments were applied: 0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300 ppm of calcium in the nutrient solutions. The plants were harvested after 38 days and divided into young leaves, old leaves, ears and stalk, which were analyzed for B, Cu, Fe, Mn and Zn.

The authors concluded:

The calcium levels reduced the concentrations of Zn, Cu, Fe, Mn in the plants;

The calcium levels did not affected the absorption of B;

The calcium levels in the nutrient solutions did

not affected the minimum requirements of Cu, Fe, Mn and Zn for the cattle nutrition

LITERATURA CITADA

- ANDREW, C.S. & P.M.THORNE, 1962. Comparative responses to cooper of some tropical and temperature pasture legumes. **Australian J.Agric.Research.**, **13**:821-835.
- A.R.C., 1965. The nutrient requirements of ruminant livestock. **Agricultural Research Council.** Commonwealth Agricultural Bureaux.
- BRADFORD, G.R., 1966. Boron. In: H.D.CHAPMAN (ed.), Diagnostic criteria for plants and soils. Univ. California, Riverside, pp. 33-61.
- GONZALES-ERICO, E., 1976. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn in Oxisols of Central Brazil. Tese de Doutorado. Releigh, North Carolina State University, 126 f.
- GUPTA, U.C., 1972. Interaction effects of boron and lime on barley. **Soil Sci.**, **106**:435-39.
- GUPATA, U.C.; F.W. CALDER & L.B.MacLEOD, 1971. Influence of added limestone and fertilizers upon the micronutrient content of forage tissue and soil. **Plant and Soil**, **35**:249-256.
- JONES, J.B. Jr., 1972. Plant tissue analysis for micronutrients. p. 319-341. In: J.J.Mortevelt (ed) Micronutrient in agriculture soil. **Soc. Am.** Madison.
- KAYONGO-MALLE, H., 1975. Mineral composition of some tropical grasses and their relationships to the

organic constituents and estimates of digestibility. **E.A. Agric. For. J.**, **40**(4):428-38.

LUCAS, R.E., 1948. Chemical and physical behavior of copper in organic soils. **Soil Sci.**, **66**:119.129.

McDOWELL, L.R.; R.H.HOUSER, K.R.FICK & M.O.MENDES, 1976. O ferro, o manganês e o zinco na nutrição de ruminantes. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. 22 a 26 de março, B.H., M.G. - Brasil.

MENGEL, K. & E.A.KIRKBY, 1982. Principles of plant nutrition. International Potash Institute - Bern/ Switzerland.

NAFTEL, J.A., 1938. Recent studies on boron in soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, **106**:435-439.

N.R.C., 1976. Nutrient requeriment of domestic animals. Nº 4. Nutrient requeriment of beef cattle. 5th ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

N.R.C., 1978. Nutrient requeriment of dairy cattle. 5^a ed. revisada, 1978. National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C. 76 p.

OHKI, K., 1984. Manganese deficiency and toxicity effects on growth, development, and nutrient composition in wheat. **Agron. Journal**, **76**:213-218.

PEECH, M., 1941. Availability of ions in light sandy soils as affected by soil reactions. **Soil Sci.**, **51**: 473-486.

PETTERSON, L.A. & R.C.NEWMAN, 1976. Influence of soil pH on the availability of added boron. **Soil Sci. Soc. Am. J.** **40**:280-282.

- RUTLAND, R.B. & M.J.BUKOVAC, 1971. The effect of calcium bicarbonate on iron absorption and distribution by *Chrysanthemum morifolium* (RAM). **Plant and Soil**, **35**: 225-236.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, **1**:231-233.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 56 p.
- SINGH, B.R. & SINGH, M., 1973. Studies on the supply of zinc to rice seedlings in Khaira affected lands. **Indian J. Agric. Sci.**
- VIEIRA, L.S., 1975. Manual da ciência do solo. São Paulo, Edit. Agr. Ceres Ltda., 464 p.
- WEAT, J.I. & I.PETTERSON, 1962. Effect of soil pH and texture on the availability of water soluble born in the soil. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, **26**:344-46.
- YOSHIDA, S. & TANAKA, A., 1974. Zinc deficiency of rice plants in calcareous soils. **Soil Sci and Plant Nutrition**, **15**:76-80.