

NUTRIÇÃO MINERAL DE GRAMINEAS TROPICAIS. V. CÁLCIO
NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E NA COMPOSIÇÃO DE
MACRÔNUTRIENTES NO MILHETO FORRAGEIRO
(*Pennisetum americanum*)*

A.F. França**
H.P. Haag***
Q.A.C. Carmelo***

RESUMO

Para pesquisar o efeito de diferentes níveis de Ca, sobre a produção de matéria seca e a composição do milheto forrageiro, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, durante 38 dias. Foram aplicados os tratamentos: 0, 50, 100, 150, 200, 250 e 300 ppm de Ca na solução nutritiva. As plantas foram divididas em folhas adjacentes, as duas mais próximas da espiga, folhas não adjacentes, espigas e colmos e secas a 70°C sendo posteriormente para N, P, K, Ca, e Mg. Os autores concluíram que:

* Entregue para publicação em 27/10/87.

** Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO.

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

A aplicação dos diferentes níveis de Ca na produção de matéria seca obedece a uma equação de segundo grau com uma produção máxima aos 200 ppm de Ca na solução nutritiva.

Os níveis de Ca aplicados reduzem a concentração de N, P, K e Mg nas partes da planta.

Os níveis de Ca aplicados nas soluções nutritivas não afetam os requerimentos mínimos dos elementos para a nutrição bovina.

INTRODUÇÃO

O cálcio é um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, tendo participação em várias reações fisiológicas e metabólicas.

Entretanto, as plantas diferem marcadamente em sua habilidade de absorção e metabolização do cálcio. Estas diferenças são, via de regra, manifestadas pela adaptação de certas plantas às condições específicas do solo e à predominância de certas espécies sobre outras.

No solo, existe aproximadamente 1% de cálcio total, quantidade que varia em função do clima e do tipo de solo. Para os solos da Amazônia, VIEIRA (1975), afirma que os perfis dos solos em seu horizonte A₁, apresentam teores de cálcio variando de 0,10 a 28,0 meq/100 g, para Terra Roxa Estruturada e Areia Quartzosa, respectivamente. Segundo MALAVOLTA et alii (1979), os teores de cálcio na camada arável dos solos do Brasil, apresentam uma variação de 0,18 a 22,10 meq/100 g. GONZALES ERICO

(1976) determinou a concentração média de 1,2 meq/100 de cálcio solúvel para Latossolo Vermelho da região do Brasil Central. Para os solos das regiões úmidas, o teor de cálcio pode estar relacionado com altas precipitações. Solos com elevado teor de matéria orgânica, em geral apresentam os mais altos teores de Ca total. Solos com elevado teor de argila também apresentam altos teores, enquanto os solos arenosos apresentam teores mais baixos. Tal fato se explica pela maior CTC dos solos orgânicos e argilosos segundo MASCARENHAS (1977). LOPES (1983) determinou o teor de cálcio trocável em diversas amostras de solos sob vegetação de cerrado, as quais variaram de 0,04 a 6,8 meq/100 g, sendo a média de 0,25 meq/100 g. Segundo o autor, uma porcentagem das amostras analisadas apresentavam uma considerável deficiência de cálcio para a maioria das culturas.

O milho, apresenta a capacidade de adaptação a uma grande variedade de solos, não tolerando os encharcados, preferindo os argilosos e conduzindo-se bem em solos de baixa fertilidade, muito ácidos, os quais são extremamente pobres para a cultura do sorgo e do milho (SMITH & CLARK, 1968).

Os objetivos foram:

Estudar a influência de diferentes níveis de Ca no substrato na produção de matéria seca;

A composição mineral de N, P, K, Ca, Mg no milho forrageiro em função dos níveis de Ca;

Sua influência nos níveis analíticos para os requerimentos dos bovinos.

MATERIAL E METODOS

O milho é uma espécie extremamente variável, a-

nual, com caules solteiros, erecto e normalmente de 1 a 3 m, e ocasionalmente com 4 m de altura. Caules maciços, glabros, exceto acima dos cachos e dos nós, que são pilosos. Folhas com 20 a 100 cm de comprimento por 5 a 50 mm de largura. Inflorescência em panículas contraídas com 10 a 50 cm de comprimento e de 0,5 a 4 cm de diâmetro. O eixo piloso da panícula é cercado por numerosos pedicelos com 2 a 25 mm de comprimento cada um, suportando de 25 a 90 cerdas, alguns deles plumosos e solitários ou agrupados em duas a cinco espiguetas. As espiguetas, de 4 cm de comprimento e, as flores inferiores, estaminadas. Nos cultivares graníferos, as cariôpses são largas, com 4 mm de comprimento, aproximadamente, de coloração cinza, amarelo-palha, branca ou levemente azulada, porém, nos tipos selvagens ou naturalizados, podem ser muito menores (BOGDAN, 1976).

Sob condições controladas sementes de milho forrageiro *Pennisetum americanum* cultivar "Bulk 1", foram colocadas para germinar em vasos plásticos com capacidade para 5 kg, de sílica finamente moída como substrato. A germinação teve início dois dias após, quando as plântulas passaram a receber solução completa modificada por SARRUGE (1975), diluída 1:5, durante dezoito dias, quando procedeu-se o desbaste, deixando apenas 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, visando a eliminação de possíveis resíduos da solução completa diluída. Foram aplicados sete níveis de cálcio: 0 - 50 ppp, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm e 300 ppm, de acordo com a seguinte formulação das soluções nutritivas, em ml por litro de solução, conforme assinalaram os dados abaixo.

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.

Solução estoque	ppm de cálcio	0	50	100	150	200	250	300
KH_2PO_4	1 M*	1	1	1	1	1	1	1
KCl	1 M	5	5	5	5	5	5	5
$CaCl_2$	1 M	-	1,25	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
NH_4Cl	1 M	5	2,5	-	-	-	-	-
NH_4NO_3	1 M	5	8,25	7,5	6,25	5	3,75	2,5
$MgSO_4$	1 M	2	2	2	2	2	2	2
$Ca(NO_3)_2$	1 M	-	-	-	1,25	2,5	3,75	5
Micro-Fe	1	1	1	1	1	1	1	1
Fe EDTA	1	1	1	1	1	1	1	1

* M = solução molar

Decorridos trinta e oito dias, procedeu-se o corte das plantas, sendo o material separado em folhas adjacentes (as duas mais próximas da espiga), folhas não adjacentes, espigas e colmos. O material foi lavado em água destilada, sendo em seguida colocado para secar em estufa a 75°C. Após a secagem, determinou-se o peso da matéria seca, procedendo-se a moagem do material. As amostras foram analisadas para N, P, K, Ca, Mg de acordo com os métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974). Foi feita uma análise de regressão e determinou-se também as interações entre os diferentes tratamentos aplicados ao milheto forrageiro.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. As médias foram comparadas através do teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de Matéria Seca

A Tabela 1, apresenta a produção total de matéria seca do milheto forrageiro, obtida em função da aplicação dos diferentes níveis de cálcio, cujo corte foi efetuado aos trinta e oito dias, quando as plantas haviam completado seu ciclo vegetativo.

Verifica-se que a produção obtida no nível de 200 ppm, diferiu da obtida no nível de 0 ppm, não havendo diferença entre os demais níveis.

A Figura 1, apresenta a interação exercida pelos diferentes níveis de cálcio, sobre a produção de matéria seca do milheto forrageiro.

Tabela 1. Produção total de matéria seca do milho forrageiro, obtida em função dos tratamentos aplicados. Média de quatro repetições, com três plantas/vaso.

Nível Ca (ppm)	Médias* (g)
0	35,5 C
50	54,6 AB
100	63,0 AB
150	65,2 AB
200	69,5 A
250	49,1 BC
300	55,9 AB

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

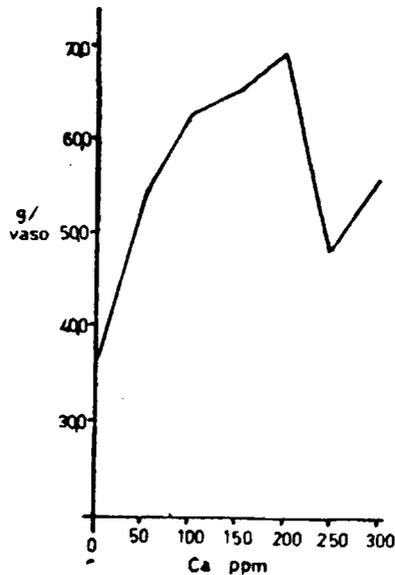


Figura 1. Produção (Y) de matéria seca total (g), obtida em função dos diferentes níveis de cálcio (X) aplicados ao milho forrageiro.

Concentração dos Nutrientes

Nitrogênio

A concentração de nitrogênio nas diferentes partes do milheto forrageiro, diferiu em função dos diversos níveis de cálcio aplicados, exceto para as folhas não adjacentes, como se observa na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de N(%), determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos do milheto forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições com três plantas/vaso.

Nível Ca (ppm)	Folhas adjacentes	F não adjacentes	Espiga	Colmo
0	1,95 ab	1,48 A	2,28 A	1,09 ab*
50	2,16 a	1,27 A	1,84 AB	0,81 ab
100	1,53 b	1,33 A	1,46 B	0,65 ab
150	1,56 b	1,12 A	1,89 AB	0,61 ab
200	1,52 b	1,05 A	1,51 B	0,57 b
250	1,56 b	1,32 A	1,49 B	1,10 a
300	1,84 ab	1,36 A	1,63 AB	0,64 ab
C.V.	14,4%	19,3%	15,4%	28,7%

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

Verifica-se nas folhas adjacentes, uma variação de 2,16%, determinada no tratamento em que foi aplicado 50 ppm de cálcio, correspondendo a 13,4% de proteína bruta, até 1,52% de N, para o nível de 200 ppm, equivalente a

a 9,5% de PB*. Nas folhas "não subjacentes", a concentração de nitrogênio não foi influenciada pelos níveis de Ca.

Nas espigas observou-se uma variação de 1,46%, determinada no nível de 100 ppm de cálcio, até 2,28% de N, o que se equivale a 9,1 e 14,2% de proteína bruta, respectivamente.

Nos colmos, a concentração apresentou uma variação de 0,57%, com a aplicação de 200 ppm de cálcio, sendo aproximadamente 3,6% de proteína bruta, até 1,1% de N, de terminado no nível de 250 ppm de cálcio correspondendo a 6,8% de PB.

HESTER & SHELDON (1936) verificaram que solos com alta saturação de cálcio, deprimiu a absorção de nitrogênio, quando trabalharam com *Phaseolus vulgaris* CARVALHÕ **et alii** (1980) estudaram a performance de três espécies de stilosantes em três tipos de solos ácidos. Segundo os autores, a calagem promoveu as mais diferentes influência sobre a absorção de nitrogênio pelas plantas.

Os valores de nitrogênio determinados por FRANÇA **et alii** (1987), cujas concentrações estavam assim distribuídas: a) folhas adjacentes - 3,21% de N e 20,1% PB; b) folhas não adjacentes - 2,66% - 16,6% PB; c) espigas 2,51% de N e 15,7% e d) colmos - 1,87% de N e 11,7% de proteína bruta, são bastante superiores aos valores determinados em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados, conforme se observa na Tabela 2, uma vez que, os teores médios calculados para as diversas partes da forrageira foram da seguinte ordem: a) folhas adjacentes 1,72% - 10,7% PB; b) folhas não adjacentes - 1,27% - 7,9% PB; c) espigas - 1,73% - 10,8% PB e d) colmos - 0,78% de N - 4,8% de proteína bruta. Tais valores comprovam que os diferentes tratamentos aplicados ao milho forrageiro, deprimiram a absorção de nitrogênio na

* PB = N% x 6,25.

parte aérea das plantas, sendo portanto, concordantes com HESTER & SHELTON (1936).

A análise da regressão revelou significância, apenas para a interação do cálcio e a concentração de nitrogênio nas folhas não adjacentes, conforme se observa na Figura 2

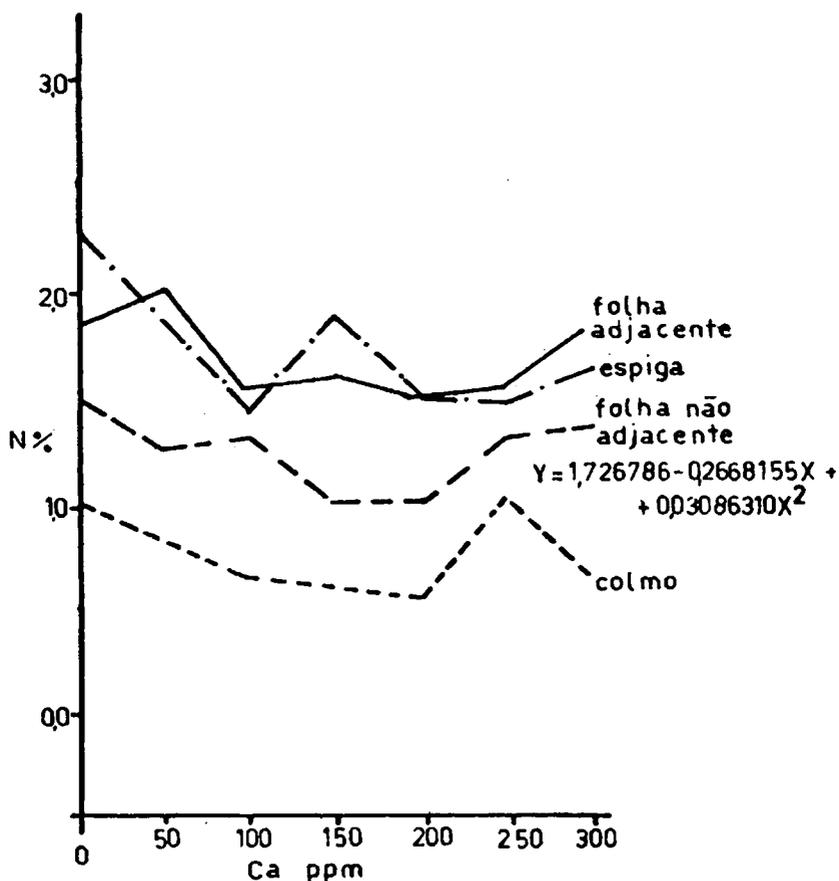


Figura 2. Teores de nitrogênio (%), determinados nas diferentes partes do milho forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

Com relação à nutrição animal, os teores de proteína bruta (PB) determinados nas diferentes partes da planta, atendem às exigências nutricionais dos bovinos, tendo em vista, que os menores valores foram concentrados nos colmos, com um teor médio de 4,8%. Segundo MILFORD & MINSON (1965) a ingestão de forragem torna-se restrita, a partir do momento, em que o teor de proteína da dieta torna-se inferior a 7% e que esta limitação ocorre mais frequentemente com gramíneas tropicais. Entretanto, CAIELLI et alii (1974), relatam que um teor de proteína bruta igual a 4,8% na matéria seca da dieta é suficiente para evitar a perda de peso dos bovinos no Estado de São Paulo.

Fósforo

Observa-se na Tabela 3, uma variação de 0,14% de P determinado com aplicação de 150 ppm de cálcio, até 0,31% de P, encontrado nas folhas adjacentes, no tratamento testemunho.

Para as folhas não adjacentes, a exemplo do que ocorreu anteriormente, observou-se uma variação de 0,07%, em função da aplicação de 150 ppm de cálcio, até 0,28% de P, determinado no tratamento testemunho. Nas espigas, a concentração de fósforo não diferiu em função dos tratamentos aplicados.

Nos colmos, a concentração de fósforo diferiu em função dos tratamentos aplicados, apresentando uma variação de 0,05%, com o nível de 150 ppm de cálcio, até 0,20% de P, no tratamento testemunho.

O baixo índice de pH do solo, concentrações tóxicas de alumínio livre e manganês e deficiência de cálcio e magnésio, são alguns dos fatores limitantes do desenvolvimento das pastagens nas regiões tropicais (SCHMEHL et alii, 1950 e HEWITT, 1952). Segundo WHITE & TAYLOR

(1977) a calagem promove uma diminuição da concentração de fosfatos na solução, através da redução da quantidade de fosfatos trocável ou pelo aumento da absorvidade do fosfato. Segundo AMARASIRI & OLSEN (1973) a adição de fosfatos promove a formação de precipitados de baixa solubilidade (Ca - Fe e fosfatos de Al), que reduzem a disponibilidade de fosfatos. A precipitação de fosfatos de cálcio é promovida por altas concentrações de cálcio na solução do solo segundo MENGEL & KIRKBY (1982).

Tabela 3. Valores de P(%), determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos do milho forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições com três plantas/vaso.

Nível Ca (ppm)	Folha adjacente	F não adjacente	Espiga	Colmo
0	0,31 A	0,28 A	0,29 A	0,20 A*
50	0,25 AB	0,19 B	0,24 A	0,09 CD
100	0,28 AB	0,17 B	0,20 A	0,13 BC
150	0,14 B	0,07 C	0,19 A	0,05 D
200	0,20 AB	0,07 C	0,23 A	0,08 CD
250	0,31 A	0,20 B	0,29 A	0,17 AB
300	0,24 AB	0,10 C	0,27 A	0,07 CD
C.V.	22,4%	14,8%	18,8%	23,2%

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

O cálcio estimula a absorção de fosfato pelas raízes das plantas (TANADA, 1955; LEGGETT *et alii*, 1965 e FRANKLIN, 1969). ROBSON *et alii* (1970) observaram que a proporção que se aumenta a concentração de cálcio na solução, aumentava significativamente a absorção de fósforo pela cevada. Trabalho conduzido por FRANÇA *et alii* (1987) com solução nutritiva completa e com omissão de

macronutrientes, os valores de fósforo concentrados nas diferentes partes do milho forrageiro, são bastante superiores àqueles determinados na mesma espécie forrageira, quando submetida aos diferentes níveis de cálcio. Para as plantas submetidas à solução nutritiva completa, os autores determinaram teores de 0,38%; 0,15%; 0,58% e 0,14% de P, concentrados nas folhas adjacentes, não adjacentes, espigas e nos colmos, respectivamente. Para as plantas submetidas aos diferentes níveis de cálcio, para as mesmas partes da forrageira, determinou-se um teor médio, que foi de 0,24%; 0,15%; 0,24% e 0,11% de P, respectivamente. Estes resultados demonstraram que os diferentes níveis de cálcio aplicados ao milho, deprimiram a absorção de fósforo pela forrageira.

A análise da regressão revelou significância, apenas para a interação dos tratamentos aplicados e a concentração de fósforo das espigas do milho forrageiro, conforme se observa na Figura 3.

Do ponto de vista da nutrição animal, o NRC* (1978) recomenda 0,34% de fósforo na matéria seca da dieta, em se tratando de uma vaca com 400 kg, com uma produção entre 8 e 13 kg de leite/dia.

Com relação a gado de corte, a NRC (1976), recomenda para animais em crescimento 0,26% e animais adultos 0,18% de fósforo. Para vacas com 500 kg de peso vivo e com uma produção inferior a 11 kg de leite por dia, a exigência é de 0,31% na matéria seca da dieta NRC (1978).

* NRC - National Research Council

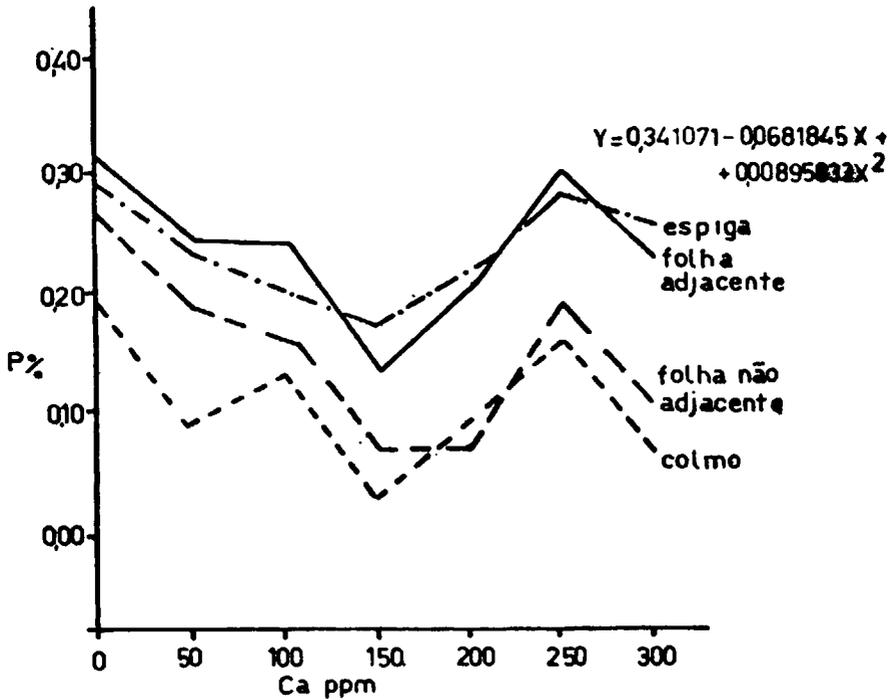


Figura 3. Teores de fósforo (%), determinados nas diferentes partes do milheto forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

Potássio

A aplicação dos diferentes níveis de cálcio no milho forrageiro, exerceu influência na concentração do potássio nas folhas "não adjacentes", espiga e nos colmos como se observa na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de K(%), determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos do milho forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio. Média de quatro repetições com três plantas/vaso.

Nível Ca (ppm)	Folha adjacente	F. não adjacente	Espiga	Colmo
0	3,02 A	2,75 A	1,53 A	1,97 AB*
50	2,22 A	2,29 AB	1,17 ABC	1,29 B
100	2,24 A	1,95 B	0,83 C	1,97 AB
150	2,25 A	1,75 B	1,05 BC	1,67 B
200	3,23 A	1,77 B	1,37 AB	2,77 A
250	2,26 A	2,27 AB	1,36 AB	1,70 B
300	2,24 A	2,07 AB	1,26 ABC	1,34 B
C.V.	20,0%	12,7%	13,2%	20,0%

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

Nas folhas não adjacentes, observa-se uma variação de 2,75%, encontrado no tratamento testemunho, até 1,75%, determinado para o nível de 150 ppm de aplicação de cálcio.

Nas espigas, a aplicação dos diferentes tratamentos também influenciou a concentração do potássio. Observa-se que os teores variaram de 1,53% no tratamento testemunho, até 0,83% de potássio, com a aplicação de 100 ppm de cálcio.

Nos colmos, a exemplo das espigas, a aplicação dos diferentes tratamentos, revelou significância em relação à concentração do potássio. Observou-se uma variação de 2,77%, para o tratamento testemunho, até 1,2% de potássio, determinado com a aplicação de 50 ppm de cálcio.

Segundo ELZAM & HODGES (1967) e NWACHUKI (1968) a absorção de potássio pode ser estimulada ou inibida pelo cálcio, dependendo da espécie de planta e da concentração dos cátions envolvidos.

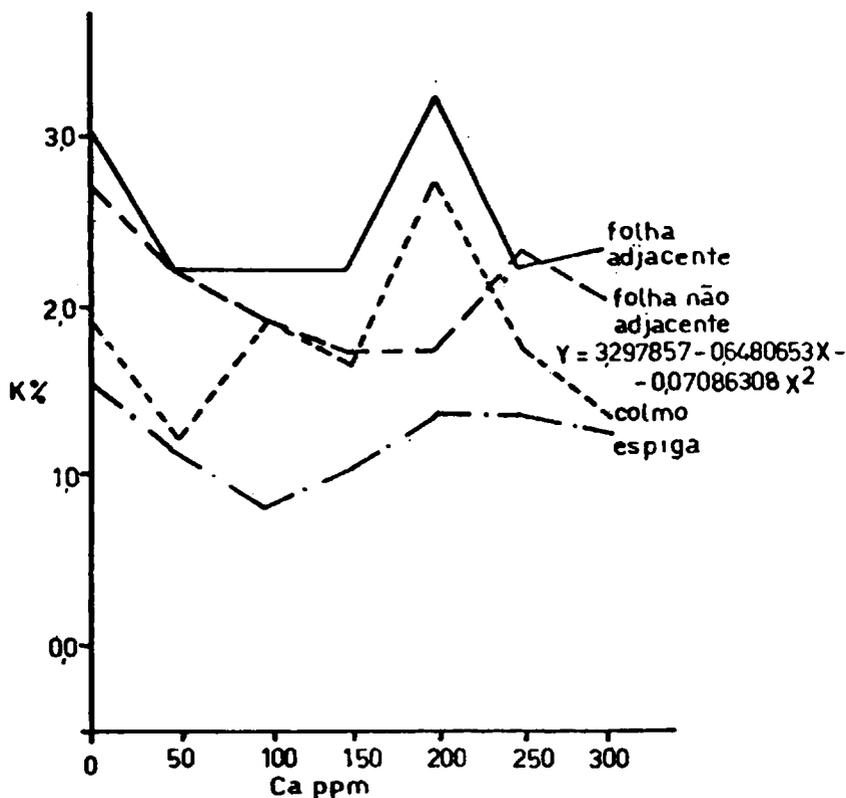


Figura 4. Teores de potássio (%), determinados nas diferentes partes do milho forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

A análise de regressão não revelou significância entre os níveis de cálcio aplicados no milho forrageiro e a concentração de potássio nas diferentes partes da planta.

Com relação à nutrição animal, o NRC (1978) recomenda 0,80% de potássio na dieta, para uma vaca com uma produção de 8 a 18 kg de leite/dia. Para o gado de corte, o NRC (1976) sugere 0,65%, enquanto o ARC* (1980) recomenda 0,5% para vacas em gestação.

Cálcio

Observa-se na Tabela 5, que a concentração de cálcio nas diferentes partes do milho forrageiro, foi influenciada de forma significativa, em função dos tratamentos aplicados.

Para as folhas adjacentes, foi observada uma variação de 0,80%, no tratamento em que foi aplicado 300 ppm de cálcio, até a faixa de 0,17% de Ca, determinado no tratamento testemunho.

Nas folhas não adjacentes, foi determinada uma concentração de 1,08%, no tratamento com aplicação de 250 ppm de cálcio, até 0,23% de cálcio para o tratamento testemunho.

Nas espigas, a concentração máxima, foi determinada no tratamento com a dose mais elevada de aplicação, alcançando 0,20%, enquanto o tratamento testemunho concentrou apenas 0,05% de cálcio.

* ARC - Agricultural Research Council.

Tabela 5. Valores de Ca (%), determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espiga e colmos do milheto forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições com três plantas/vaso.

Nível Ca (ppm)	Folhas adjacentes	F. não adjacentes	Espiga	Colmo
0	0,17 C	0,24 C	0,05 D	0,05 B*
50	0,37 BC	0,47 BC	0,07 CD	0,09 B
100	0,59 AB	0,74 AB	0,07 CD	0,23 A
150	0,68 AB	0,93 AB	0,15 ABC	0,23 A
200	0,62 AB	0,97 A	0,11 BCD	0,26 A
250	0,79 A	1,08 A	0,16 AB	0,22 A
300	0,80 A	1,06 A	0,21 A	0,23 A
C.V.	20,7%	20,6%	25,7%	

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

Para os colmos, as maiores concentrações foram observadas sempre em função dos maiores níveis de cálcio aplicado. Verifica-se que a maior concentração, 0,27% foi determinada para o nível de 200 ppm de cálcio, enquanto a menor concentração também foi observada no tratamento testemunho.

A concentração de cálcio na parte aérea do milheto forrageiro, apresentou um crescimento linear em função dos tratamentos aplicados. HOLFORD (1985), verificou que a nível de solo, a calagem promoveu aumentos significativos da concentração de cálcio, quando trabalhou com trevo branco. FRANÇA *et alii* (1987), em trabalho conduzido em caso de vegetação, com solução nutritiva completa, determinaram teores de cálcio correspondentes a 0,52% 0,92%; 0,27% e 0,53%, para as folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos do milheto forrageiro.

A análise da regressão revelou-se linearmente para a concentração do cálcio nas partes aérea do milho forrageiro, em função dos tratamentos aplicados, conforme se observa na Figura 5.

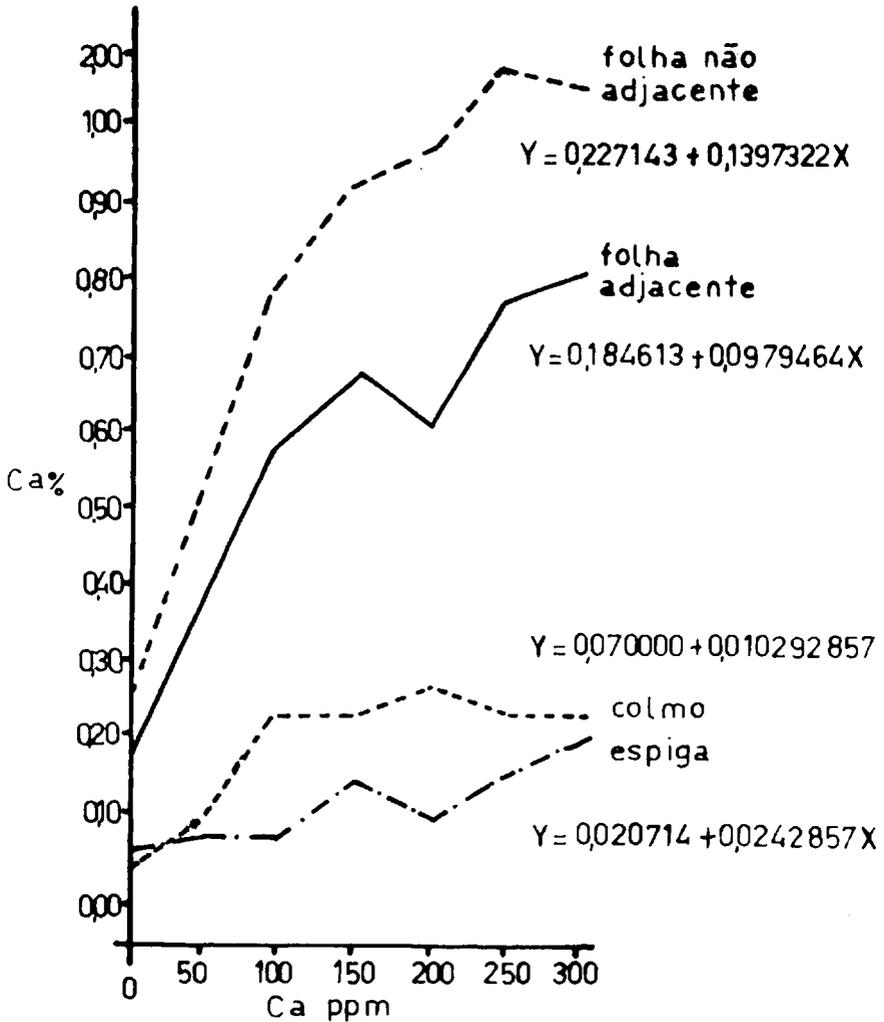


Figura 5. Teores de cálcio (%), determinados nas diferentes partes do milho forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

Com relação à nutrição animal, a recomendação do NRC (1976) para novilhos de corte em crescimento é de 0,18% a 1,04% de cálcio. Para vacas com 500 kg e capacidade de produção inferior a 11 kg/dia, a recomendação do NRC (1978) é de 0,43%, em relação à matéria seca da dieta. Verifica-se, que embora os tratamentos tenham deprimido a absorção do nutriente, os valores determinados para as folhas adjacentes e não adjacentes atendem as recomendações citadas. Entretanto, os teores encontrados nas espigas se situam abaixo das exigências, enquanto os determinados nos colmos se encontram no limite mínimo.

Magnésio

A aplicação dos diferentes tratamentos no milheto forrageiro, exerceu influência apenas na concentração de magnésio nas espigas e nos colmos.

Nas espigas, observou-se uma variação de 0,33%, com a aplicação de 200 ppm de cálcio, até 0,16%, no nível de 100 ppm de cálcio, enquanto para os colmos, a variação foi de 0,38%, determinada no tratamento com 200 ppm, até 0,19%, para o nível de 60 ppm de cálcio aplicado.

O cálcio pode efetivamente afetar a absorção de magnésio. O cálcio inibiu a absorção de magnésio de raízes cortadas e intactas de cevada segundo MAAS & OGATA (1971) e LAZARRAFF & PITMAN (1966). São bastante escassas as informações sobre os efeitos diretos do aumento de cálcio na taxa de absorção de magnésio. Trabalhando com raízes de cevada, foi observada uma grande redução na absorção de magnésio na presença de cálcio segundo MOORE *et alii* (1961). Os teores médios de magnésio determinados nas diferentes partes do milheto, estão assim distribuídos: folhas adjacentes - 0,41%; folhas não adjacentes - 0,50%; espigas - 0,20% e nos colmos 0,27%. Con

siderando-se o trabalho de FRANÇA *et alii* (1987), que determinaram valores de 0,48%; 0,80%; 0,35% e 0,79% de magnésio, para as mesmas partes da forrageira, com solução nutritiva completa, nos permite afirmar que os diferentes níveis de cálcio aplicados ao milho forrageiro, deprimiram a absorção de magnésio.

Tabela 6. Valores de Mg (%), determinados nas folhas adjacentes, folhas não adjacentes, espigas e colmos do milho forrageiro, em função dos diferentes níveis de cálcio aplicados. Média de quatro repetições com três plantas/vaso.

Nível Ca (ppm)	Folhas adjacentes	F. não adjacentes	Espiga	Colmo
0	0,28 A	0,45 A	0,22 AB	0,25 A*
50	0,36 A	0,42 A	0,17 B	0,19 A
100	0,37 A	0,47 A	0,16 B	0,22 A
150	0,51 A	0,59 A	0,25 AB	0,30 A
200	0,53 A	0,49 A	0,33 A	0,38 A
250	0,43 A	0,51 A	0,23 AB	0,28 A
300	0,48 A	0,59 A	0,24 AB	0,30 A
C.V.	30,8%	19,8%	20,9%	28,7%

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

A análise de regressão mostrou-se significativa apenas para a interação dos tratamentos aplicados e a concentração do magnésio nas folhas adjacentes, conforme se observa através da equação descrita na Figura 6.

Quanto às exigências nutricionais, a recomendação para novilhos é de 0,04 a 1,1% na matéria seca da dieta e de 0,20%, para vaca leiteira com 500 kg e uma produção inferior a 11 kg de leite por dia segundo NRC (1976) e

1978). Observa-se portanto, que os teores concentrados nas diferentes partes da forrageira, atendem satisfatoriamente às exigências nutricionais dos bovinos.

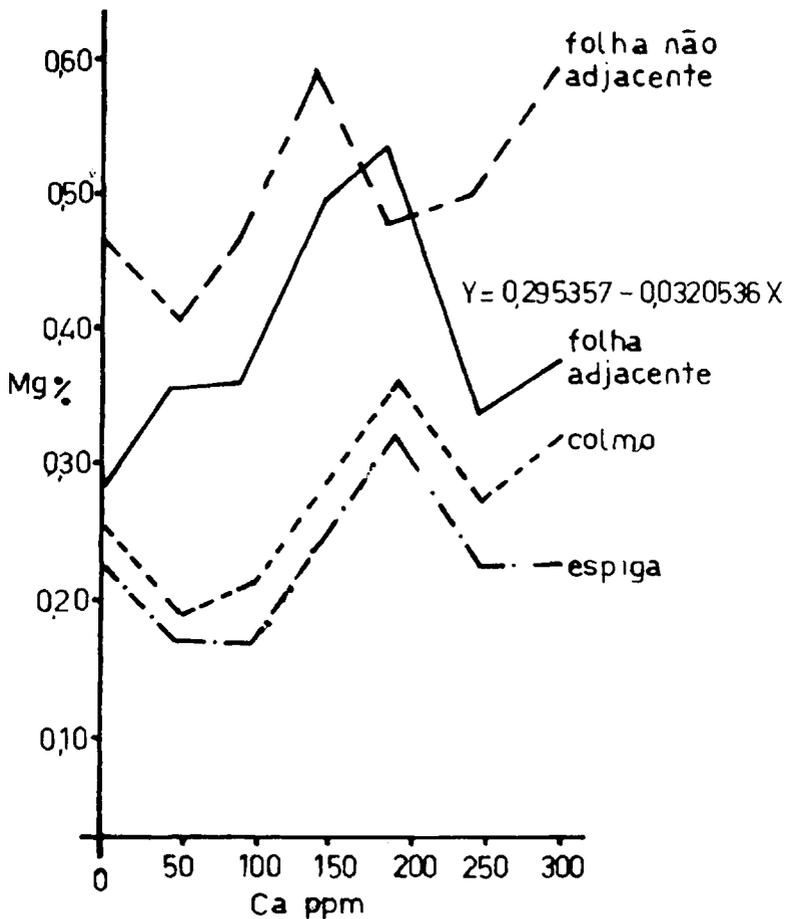


Figura 6. Teores de magnésio (%), determinados nas diferentes partes do milho forrageiro, em função dos níveis de cálcio aplicados.

CONCLUSÕES

Diferentes níveis de cálcio na solução nutritiva correspondem a produção de matéria seca segundo uma equação do 2º grau.

O nível de 200 ppm de cálcio na solução nutritiva corresponde a produção máxima de matéria seca.

A aplicação dos níveis de cálcio ao milheto forrageiro deprime a absorção de N, P, K, Ca, Mg.

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

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

SUMMARY

EFFECT OF CALCIUM ON DRY MATTER PRODUCTION AND MINERAL COMPOSITION OF MILLETS PLANT (*Pennisetum americanum* (L.) K.SCHUM.)

An experiment was conducted under greenhouse conditions to check the effect of different levels of calcium on the production of dry matter, and on the mineral composition of millet during 38 days. The following treatments were applied: 0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300 ppm of calcium in the nutrient solution. The plants were harvested in to young leaves, old leaves, ears, and stalks, which were analyzed for N, P, K, Ca, Mg. The matter (gr.), obtained by applying different levels of calcium were: 0 = 35.5; 50 = 54.6; 100 = 63.0; 150 = 65.3; 200 = 69.6; 250 = 49.4, and 300 ppm = 55.9 gr.

The authors concluded:

The dry matter production obey an equation of 2^o degree with a maximum production with 200 ppm of Ca in the nutrient solution.

The calcium levels reduced the concentration of N, P, K, Ca and Mg in the plants.

The calcium levels did not affected the minimum requeriments of the elements for the cattle nutrition.

LITERATURA CITADA

- AMARASIRI, S.L. & S.R.OLSEN, 1973. Liming as related to solubility of Plant plant growth in an acid tropical soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 37:716-21.
- BOGDAN, A.V., 1976. Tropical pasture and fodder plants; grasses and legumes. London, Longman, 475 p.
- CAIELLI, E.L.; L.M.BONILHA NETO; M.SANTA-MARIA & H.J.SAR TINI, 1979. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastos tropicais sob pastejo - I. Capim Gordura (*Melinis minutiflora*, Pal. de Beaux) mais *Centrosema pubescens* Benth. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, 36 (2):213-227.
- CARVALHO, M.M.; C.S.ANDREW; D.G.EDWARDS & C.J.ASHER, 1980. Comparative performance of six stylosanthes species in three acid soils. *Aust. J. Agric. Res.*, 31:61-76.
- ELZAM, O.E. & T.K.HODGES, 1967. Calcium inhibition of potassium absorption in corn roots. *Plant Physiol.*, 42:1485.

- FRANÇA, A.F.S.; H.P.HAAG & Q.A.S.CARMELLO, 1987. Nutrição mineral de gramíneas tropicais III. Deficiência de macronutrientes na produção de matéria seca e na composição mineral do milheto forrageiro. **Anais da E.S. A. "Luiz de Queiroz"**, vol. XLIV:435-452.
- FRANKLIN, R.E., 1969. Effect of absorbed cations on phosphorus uptake by excised roots. **Plant Physiol.**, Lancaster, **44**:697-700.
- GONZALES-ERICO, E., 1976. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn in Oxisols of Central Brazil. Tese de Doutorado. Raleigh, North Carolina State University, 126 p.
- HESTER, J.B. & F.A.SHELTON, 1936. The influence of certain replaceable bases in the soil upon the elemental composition vegetable crops. **Soil Sci.**, **42**: 335-340.
- HEWITT, E.J., 1952. A biological approach to the problems of soil acidity. Trans. 2nd and 4th Comm. **Inst. Soc. Sci.**, Dublin, Vol. 1, pp. 107-18.
- HOLFORD, I.C.R., 1985. Effects of lime on yields and phosphate uptake by clover in relation to changes in soil phosphate and related characteristics. **Aust. J. Soil Res.**, **23**:76-83.
- LAZARAFF, N. & M.G.PITMAN, 1966. Calcium and magnesium uptake barley seedlings. **Aust. J. Biol. Sci.**, **19**: 991-1005.
- LOPES, A.S., 1983. Solos sob "Cerrado". Características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato e Instituto Internacional da Potassa. 162 p.
- MAAS, E.V. & G. OGATA, 1971. Absorption of magnesium chloride by excised corn roots. **Plant Physiol.**, **47**: 357-360.

- MALAVOLTA, E.; J.P.DANTAS; R.S.MORAIS & F.P. NOGUEIRA, 1979. Calcium problems in Latin American. **Commun. Soil Sci.Pl. Anal.**, 10:29-40.
- MASCARENHAS, H.A.A., 1977. Cálcio, enxofre e ferro em solo e na planta. Fundação Cargill, 11p.
- MILFORD, R. & D.J.MINSON, 1965. Intake of tropical pastura species. Proceedings of the 9th International Grassland Congress, São Paulo, 815-822.
- MOORE, D.P., R.OVERSTREET & L.JACOBSEN, 1961. Uptake of magnesium and its interaction with calcium in excised barley roots. **Plant Physiol.**, 36:290-295.
- NWACHUKI, N.I.C., 1968. Effects of temperatura and dinitrophenol on the uptake of potassium and sodium ions on *Ricinus communis* roots. **Plant Physiol.**, 83: 150-60.
- ROBSON, A.S.; D.G.EDWARDS & J.F.LONERAGAN, 1970. Calcium stimulation of phosphate absorption by annual legumes. **Aust. J. Agric. Res.**, 21:601-12.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, 1:231-233.
- SARRUGE, J.R. & H.P.HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 56 p.
- SCHMEHL, W.R.; M.PEECH & R.BRADFIELD, 1950. Causes of poor growth of plants on acid soils and beneficial effects of liming. I. Evaluation of factors responsible for acid soil injury. **Soil Sci.**, 70:393-410.
- SMITH, D.T. & N.A.CLARK, 1968. Effect of soil nutrient and pH on nitrate and growth of Pearl millet (*Pennisetum typhoides* (Burm.)). **Agron. J.**, 60:38-40.

- VIEIRA, Y., 1975. **Manual da ciência do solo.** São Paulo, Edit. Agr. Ceres Ltda, 464 p.
- WHITE, R.E. & A.W.TAYLOR, 1977. Effect of pH on phosphate absorption and isotopic exchange in acid soils at low and high additiones of soluble phosphate. **J. Soil Sci.**, 28:48-61.