

NUTRIÇÃO MINERAL DE GRAMÍNEAS TROPICAIS
III. DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES NA PRODUÇÃO
DE MATÉRIA SECA E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DO
MILHETO FORRAGEIRO (*Pennisetum americanum*) *

A.F.S. França**
H.P. Haag***
Q.A.C. Carmello***

RESUMO

Plantas de milheto forrageiro, em condições controladas, foram submetidas a tratamentos em soluções nutritivas completa e com emissão de N, P, K, Ca, Mg e S, tendo como objetivos avaliar a produção de matéria, a concentração dos nutrientes na planta, bem como estabelecer o quadro sintomatológico das carências nutricionais. As produções de matéria seca alcançaram os seguintes valores (g): completo = 55,8; -N = 2,1; -P = 2,8; -K = 9,5; -Ca = 41,9; -Mg = 35,7 e -S = 53,4.

* Recebido para publicação em 15/04/87.

** Departamento de Zootécnica da Esc. Vet. - U.F.G., Goiânia, Goiás.

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

Os valores analíticos encontrados nas folhas de plantas sadias e deficientes foram: N% - 3,21-2,07; P% - 0,38 - 0,09; K% - 2,19-0,54; Ca% - 0,52-0,16; Mg% - 0,48-0,04; S% - 0,24-0,12. Plantas deficientes em nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio não produziram espigas. Foi obtido o quadro sintomatológico completo, das carências dos macronutrientes.

INTRODUÇÃO

São poucos os trabalhos existentes em nossa literatura, em se tratando de nutrição mineral de plantas forrageiras. No caso específico do milheto forrageiro *Pennisetum americanum*, a dificuldade torna-se ainda maior, uma vez que, é um tanto quanto recente o programa de sua introdução nas regiões do nordeste e sul do país, de acordo com trabalhos de LIRA et alii (1977 e 1977a), SALBR0 et alii (1972), SEIFFERT (1972), MEDEIROS et alii (1978) e SEIFFERT & PRATES (1978).

Sendo considerada uma planta pouco exigente em termos de fertilidade do solo, tolerante à acidez do solo e com boa resistência aos curtos períodos de seca na estação de crescimento, o milheto apresenta ainda uma outra característica fisiológica, que é capacidade de obter os nutrientes das camadas mais profundas do solo (SMITH & CLARK, 1968).

Considerando-se o alto potencial de produção, aliado ao seu elevado valor nutritivo, que chegou a superar alii (1972) e MEDEIROS (1965), SALBR0 et alii (1972) e MEDEIROS (1972), objetivou-se levar aos técnicos e pecuaristas, algumas informações relacionadas com:

1. Influência dos macronutrientes na produção de matéria seca;
2. A composição mineral;
3. O quadro sintomatológico das deficiências dos macronutrientes.

MATERIAL E METODOS

Sob condições controladas, sementes de milheto forrageiro *Pennisetum americanum* L., cultivar "Bulk 1", foram colocadas para germinar em vasos plásticos com capacidade para 5 kg, contendo sílica finamente moída como substrato. A germinação teve início dois dias após, ocasião em que as plântulas passaram a receber solução completa SARRUGE (1975), diluída 1:5, durante vinte de dois dias.

Com o intuito de eliminar os possíveis resíduos da solução completa, percolou-se com água desmineralizada os vasos, no mínimo três vezes ao dia, durante os quatro dias que antecederam o início da fase experimental. Foram mantidas quatro plantas por vaso. Aplicou-se a solução nutritiva preconizada por SARRUGE (1975) com os tratamentos completo, omissão de nitrogênio, omissão de fósforo, omissão de potássio, omissão de cálcio, omissão de magnésio e omissão de enxofre. As coluções nutritivas eram percoladas no mínimo três vezes ao dia, sendo o seu volume completado para um litro com água destilada, diariamente, enquanto a renovação da solução era feita semanalmente.

Com a maturidade fisiológica das plantas, gradativamente os sintomas de deficiência foram-se evidenciando, atingindo características definitivas por ocasião da

e dois dias, quando se procedeu o corte das plantas.

Uma vez coletado, o material foi lavado em água destilada e desmineralizada, sendo separado em folhas novas, folhas velhas, folhas secas, espigas e colmo. Em seguida o material foi colocado para secar em estufa a 75°C. Após a determinação do peso da matéria seca, procedeu-se a moagem e as análises das amostras, segundo SARRUGE & HAAG (1974), apenas para os nutrientes que faziam parte do tratamento de omissão, exceto para o tratamento completo, no qual foram analisados todos os nutrientes.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

Os pesos médios da matéria seca produzida, bem como as concentrações dos nutrientes determinados nos diferentes tratamentos, foram comparados pelo teste de Tukey, nos níveis de 1 e 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de Matéria Seca

De acordo com a Tabela 1, a produção de matéria seca do tratamento completo, foi de 55,8 kg, que não diferiu das produções obtidas nos tratamentos de omissão de cálcio, magnésio e enxofre.

A produção de matéria seca do tratamento de omissão de fósforo, foi de apenas 2,8 g, apresentando uma diferença em relação ao tratamento completo.

Tabela 1. Produção de matéria seca (g), obtida em função da aplicação dos diferentes tratamentos aplicados. Média de três repetições, com três plantas por vaso.

Trat.	C	-N	-P	-K	-Ca	-Ms	-S
Média	55,8 _a	2,1 _b	2,8 _b	9,5 _b	41,9 _a	35,7 _a	53,4 _a

Uma vez que o fósforo desempenha um importante papel no desenvolvimento do sistema radicular WERNER & HAAG (1972) e no perfilhamento das gramíneas WERNER *et alii* (1967) e WERNER & MATOS (1972), o que resulta numa drástica redução do potencial de produção de matéria seca, quando em condições de deficiência do nutriente.

Segundo VICENTE - CHANDLER (1974) o fósforo é o elemento responsável pelo aumento da produção de matéria seca das forrageiras. O autor afirma também que o grande potencial de resposta ao nitrogênio das gramíneas tropicais fica limitado na ausência do fósforo. Além do perfilhamento, o fósforo afeta o enraizamento, a formação das gemas basais e a alongação dos caules segundo GOMIDE (1975). Enquanto FRANÇA *et alii* (1974) afirmam que além do seu efeito sobre o stand, o fósforo afeta também a produção de proteína bruta por hectare.

Observa-se que a produção de matéria seca do tratamento de omissão de potássio, superou aos de omissão de nitrogênio e fósforo, sendo entretanto, muito inferior aos demais tratamentos.

WERNER & HAAG (1972) através de um experimento com solução nutritiva com omissão de potássio, também observaram uma redução da produção de matéria seca para os cáps jaraguá e colômbio.

O acúmulo de matéria seca nas gramíneas forrageiras ocorre num ritmo variável, de acordo com a maturidade da planta, segundo a espécie, conforme constataram HAAG *et alii* (1967) com o capim napier (*Pennisetum purpurium*, Schum).

A aplicação do nitrogênio tem aumentado a produção das gramíneas na maioria dos solos. Geralmente, estes aumentos de produção são acompanhados por uma maior concentração de proteína na forragem, e ocasionalmente, quando o nitrogênio é aplicado em doses mais baixas, pouco ou nenhum aumento na porcentagem de proteína foi obtido por BROYLES & FRIBOURG (1958).

Segundo ROBINSON (1985) a utilização do potássio pelas gramíneas forrageiras é superior a qualquer outra cultura, tendo em vista que elas contêm uma alta concentração do elemento, aliado também ao seu alto potencial de produção. Para o autor, a absorção do potássio tem seu início numa fase muito precoce da vida da planta e que a produção relativa de matéria seca e a sua concentração na planta, declinam rapidamente em função da maturidade. Assim, a concentração do elemento deve ser estreitamente correlacionada ao estágio de maturidade da gramínea e que o nível crítico de um elemento pode mudar a concentração em função da variação da concentração de outros nutrientes.

Embora a omissão do cálcio tenha demonstrado uma redução da produção de matéria seca de 13,9 g, em relação ao tratamento completo, esta diferença não foi significativa.

A omissão do magnésio também proporcionou uma redução da produção de matéria seca, de ordem de 20,1 g, em relação ao tratamento, muito embora não tenha sido significativa.

Como se verifica na Tabela 1, o tratamento com omissão de enxofre apresentou uma produção de matéria se-

ca de 53,4 g, que não diferiu do tratamento completo. A exemplo dos trabalhos de HAAG *et alii* (1967) com os capins colônias, gordura, jaraguã, napier e pangola e WERNER & HAAG (1972) com os capins colônias e jaraguã, a omissão do enxofre também não comprometeu a produção de matéria seca do milho forrageiro.

Concentração e Acúmulo dos Nutrientes

A Tabela 2, apresenta os valores de macronutrientes, para os tratamentos completo e de omissão, determinados nos diferentes órgãos da planta, aos cinco e dois dias de maturidade. Observa-se que a maior concentração de N, dentro do tratamento completo, foi de 3,24%, como já era de se esperar, para as folhas novas, que diferiu das folhas velhas, com 2,66% e também das folhas secas, cuja concentração foi de 1,63%. As espigas apresentaram um teor de N equivalente a 2,51%, tendo sido inferior apenas as folhas novas. Os colmos com um teor de apenas 1,87%, constituindo-se na parte mais pobre da planta, que por sinal, superou os valores encontrados por HAAG *et alii* (1967) para o capim napier (*Pennisetum purpureum*), planta inteira, aos 56 dias de maturidade, com apenas 1,17% de N.

Para o tratamento de omissão, os teores de nitrogênio apresentaram uma variação de 2,07% nas folhas novas, que diferiu das demais partes, vindo sem seguida as folhas velhas em 1,19%, os colmos com 1,13% e as folhas secas com 0,42%, os quais não diferiram. Verificam-se os valores determinados no tratamento de omissão foram superiores ou bem próximos àqueles encontrados por HAAG *et alii* (1967), exceto para as folhas secas, que foi bem inferior.

Os valores de fósforo, determinados nas diferentes partes da planta do tratamento completo, apresentou em ordem decrescente, uma concentração de 0,58% nas espigas,

que diferiu das folhas novas, com 0,38%, seguido das folhas velhas, colmos e folhas secas, com 0,15%; 0,14% e 0,07%, as quais não diferiram entre si.

No tratamento de omissão, os teores de fósforo apresentaram uma redução das folhas novas, com 0,09%, as folhas velhas com 0,06% e as folhas secas e os colmos com apenas 0,05%, sendo que neste tratamento, os teores não diferiram entre si.

Os teores de fósforo do tratamento completo, contidos nas folhas novas e espigas, são bem superiores àquelas determinados por HAAG et alii (1967), em se tratando de planta inteira, aos 56 dias, para o capim napier. Tomando-se a média ponderada dos teores das diferentes partes do milho forrageiro, de acordo com a Tabela 2, constatou-se um valor igual a 0,26%, para o tratamento completo, superior aos 0,24%, citado por HAAG et alii (1967).

Os teores de potássio no tratamento completo não diferiu dentre as diversas partes da planta. As folhas velhas e secas apresentaram valores de 3,16%, vindo em ordem decrescente os colmos com 2,70%, as folhas novas com 2,19%, enquanto as espigas apresentaram 1,56%. Para a planta inteira, aos 56 dias, HAAG et alii (1967), determinaram uma concentração de 3,10%, que é superior à determinada neste tratamento (Tabela 2), que foi de 2,55%. No tratamento de omissão, os valores foram bem inferiores, já que os teores nas folhas novas e colmos foi de apenas 0,54%, que por sua vez, diferiram das folhas velhas e secas, que encontraram 0,26% e 0,16%, respectivamente.

Tabela 2. Valores de macronutrientes (%) determinados nos órgãos da planta, em função da aplicação dos tratamentos completo (+) e de omissão (-). Média de três repetições com três plantas por vaso.

Órgãos	+N	-N	+P	-P	+K	-K	+Ca	-Ca	+Mg	-Mg	+S	-S
Caule	1,87c	1,13b	0,14c	0,05a	2,70a	0,54a	0,53bc	0,05c	0,79b	0,03ab	0,24a	0,05d
F. novas	3,21a	2,07a	0,38b	0,09a	2,19a	0,54a	0,52bc	0,16b	0,48c	0,04a	0,24a	0,12b
F. velhas	2,66b	1,19b	0,15c	0,06a	3,16a	0,26b	0,92b	0,33a	0,80b	0,01b	0,22a	0,22a
F. secas	1,63c	0,42b	0,07c	0,05a	3,16a	0,16b	1,51a	-	1,11a	-	0,24a	-
Espigas	2,51b	-	0,58a	-	1,56a	-	0,27c	0,03c	0,35c	-	0,23a	0,09c

Verifica-se na Tabela 2, que os teores de cálcio no tratamento completo, variou de 1,51% nas folhas secas, que deferiu das folhas velhas, folhas novas e colmos, cujos teores foram de 0,92%, 0,52% e 0,53%, enquanto as espigas apresentaram 0,27%. Tomando-se o valor ponderado determinado para planta inteira do milho forrageiro, encontra-se um valor médio de 0,68% para o tratamento completo, que deferiu do tratamento de omissão, com apenas 0,16%. Para planta inteira, aos 56 dias, HAAG *et alii* (1967), determinaram 0,24%, para o capim napier, sendo portanto, inferior à concentração do milho em igual idade, em termos de média ponderada.

Comparando-se os teores do tratamento de omissão, verifica-se que as maiores concentrações foram determinadas nas folhas velhas, com 0,33%, que deferiu em relação às folhas novas, com 0,16%, sendo que para os colmos e as espigas, as concentrações foram de 0,05% e 0,03%. Os resultados encontrados por HAAG *et alii* (1965) para plantas normais de capim napier, 0,38% é inferior à média ponderada determinada para o milho forrageiro, enquanto as plantas deficientes de napier apresentou 0,37%, sendo muito superior ao milho, que foi de 0,16%.

Observa-se que as concentrações de magnésio do tratamento completo foram relativamente altas, sendo que as folhas secas apresentaram o mais elevado conteúdo, 1,11%, que diferiu das folhas velhas, com 0,80% e dos colmos, 0,79%, os quais apresentaram uma diferença para as folhas novas e espigas, cujos teores foram de 0,48% e 0,35%, respectivamente. Com relação ao tratamento de omissão, verifica-se que os teores determinados nos colmos, folhas novas e velhas, foram muito inferiores às do tratamento completo, o que proporcionou uma diferença entre ambos. A exemplo dos resultados obtidos por WERNER & HAAG (1972), quando trabalharam com capim napier, observou-se o mesmo para o milho, uma vez que, o teor de magnésio também aumentou das folhas mais novas para as mais velhas e colmos.

Finalmente, os teores de enxofre para o tratamento completo não apresentou diferença entre as diferentes partes da planta do milho, uma vez que, a variação foi de 0,22% para as folhas velhas, 0,23% para as espigas, enquanto as folhas secas, novas e colmos apresentaram 0,24%. No tratamento de omissão, as folhas velhas com 0,22%, diferiu das folhas novas com 0,12%, sendo também diferente das espigas e colmos, com 0,09% e 0,05%, respectivamente.

Sintomas de Deficiências

O conteúdo dos macronutrientes em função dos tratamentos é apresentado na Tabela 3. Observa-se que na presença de N e dos demais nutrientes foi o elemento extraído em maior quantidade. Chama atenção de quantidade relativamente alta de P contida no tratamento +P quando comparada com o tratamento -P. Como era de se esperar, em todos os tratamentos (-) com omissão dos nutrientes a extração do elemento foi bem menor do que no tratamento (+) completo.

Nitrogênio

A deficiência de nitrogênio se fez notar a partir da primeira semana de tratamento. As folhas apresentaram uma coloração verde-amarelada, principalmente as mais novas, enquanto as mais velhas davam início a um processo contínuo de secamento, de acordo com o avançar da maturidade fisiológica da planta. O crescimento das plantas foi totalmente prejudicado. Ausência de perfilhamento e reduzido sistema radicular.

Tabela 3. Valores de macronutrientes (mg) determinados nos diferentes órgãos da planta, em função da aplicação dos tratamentos completo (+) e de omissão (-) Média de três repetições, com três plantas por vaso.

Órgãos	+N	-N	+P	-P	+K	-K	+Ca	-Ca	+Mg	-Mg	+S	-S
Caule	459,60	8,58	34,53	0,35	681,43	11,26	134,33	8,70	200,63	3,83	61,70	14,42
F novas	435,03	18,33	52,93	0,71	292,13	11,37	69,97	12,13	65,53	1,76	34,31	9,93
F velhas	209,90	3,73	11,26	0,60	254,10	10,92	74,93	24,00	64,30	3,83	27,40	17,43
F secas	45,76	1,46	2,00	0,33	87,23	1,70	40,66	-	30,78	-	6,97	-
Espigas	164,80	-	22,90	-	105,10	-	21,26	1,63	25,50	-	14,20	2,56
Total	1315,09	32,10	123,65	1,99	1419,99	35,25	341,15	46,46	386,74	9,42	144,58	44,34

Fósforo

A exemplo do tratamento com omissão de nitrogênio, a deficiência de fósforo também se fez notar na primeira semana experimental. Inicialmente, as folhas mais novas apresentaram uma coloração verde amarelada. Com o avanço da maturidade, as folhas mais velhas também apresentaram um intenso processo de secamento, colmos finos, internódios curtos, nos dando uma impressão de que, dificilmente as plantas chegariam ao final do experimento. Sistema radicular reduzidíssimo e ausência de perflhos.

Potássio

Desenvolvimento inicial muito bom. Entretanto, a partir da terceira semana experimental, observou-se uma queda no ritmo de crescimento em relação ao período anterior.

Começaram então, a surgir os sinais típicos da deficiência. As plantas começaram a apresentar um secamento das folhas, de um modo geral. Observou-se também a presença de manchas cloróticas, principalmente ao longo da barinha. Os caules extremamente finos, internódios curtos, ocasionando o tombamento das plantas.

Magnésio

A deficiência de magnésio, somente se fez notar aos 35 dias, aproximadamente, uma vez que, até neste período, as plantas apresentaram um interno ritmo de crescimento. Os sintomas de deficiência foram caracterizados pela presença de manchas cloróticas ao longo das folhas, acompanhado do secamento de determinadas regiões das folhas, algumas vezes.

Cálcio

Inicialmente, o desenvolvimento das plantas muito bom, apresentando uma coloração verde normal. A exemplo do magnésio, os sinais de deficiência se notaram, aproximadamente aos 35 dias, através do entramento marginal de algumas folhas já expandidas, enquanto outras mais novas se apresentavam deformadas, ou até mesmo não conseguindo se expandir. Observou-se também a presença de estrias longitudinais em algumas folhas.

Enxofre

A omissão do enxofre não teve influência significativa no ritmo de crescimento e consequentemente na produção de matéria seca do milheto. Em relação ao tratamento completo, apenas a coloração das folhas, apresentavam uma tonalidade verde, um pouco mais clara. Desenvolvimento e aspecto geral muito bom.

Completo

Aspecto geral muito bom. As plantas apresentaram uma coloração verde normal. Ótimo desenvolvimento, já que as plantas apresentaram uma resposta muito rápida ao tratamento aplicado.

CONCLUSÕES

A omissão de nitrogênio, fósforo e potássio reduz a produção de matéria seca, inibindo a produção de espigas.

A produção de matéria seca em omissão de magnésio não difere do tratamento completo mas inibe a produção de espigas.

Os valores analíticos obtidos em folhas novas são: N% - 3,21-2,07; P% - 0,38 - 0,09; K% - 2,19-0,54; Ca% - 0,52-0,16; Mg% - 0,48-0,04 e S% - 0,24-0,12.

Foi obtido o quadro sintomatológico completo das carências dos macronutrientes.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF TROPICAL FORRAGE GRASSES III. MACRONUTRIENTS DEFICIENCIES IN MILLET PLANTS

Seeds of *Pennisetum purpurascens* cv. BULK 1 were sowed in pots containing fine quartz as substrate and moist with water several times a day. Two days after germination the young plants were irrigated twice a day with complete nutrient solution diluted (1:5) during 22 days.

After these period the pots containing each 3 plants were percolated with distill water several times. After these period the treatments began and consisted of: complete solution, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S. The nutrient solution was changed every 10 days. With the appearance of the bad nutrition symptoms the plants were harvested with 52 days old, died, weighed and analyzed for the elements by the conventional methods.

The authors concluded:

The omission of N, P, and K from the nutrient solutions reduce the dry weight of the plants.

The omission of N, P, K and Mg from the nutrient solutions prevent the formation of ears by the plants.

The range in dry matter from normal and showing deficiency symptoms are: N% - 3.21-2.07; 0.38-0.09; K% - 2.19-0.54; Ca% - 0.52-0.16; Mg% - 0.04; S% - 0.24-0.12.

Leaves
P%

A clear picture of the visual symptoms of the deficiencies was obtained.

LITERATURA CITADA

- BRUYLES, K.R. & FRIBOURG, H.A., 1958. Nitrogen fertilization and cutting management of sudaugrasses and mullets. Agron.J., 277-279.
- FRANÇA, G.E.; CARVALHO, M.M. & FERREIRA, J.G., 1974. Efeito de níveis de fósforo e calagem sobre o estabelecimento e produção de *Hyparrhenia rufa* (ness) Stapf. Projeto bovinos - EPAMIG - Relatório Anual 73/74, B. H., 144-148.
- FRIBOURG, H.A., 1965. The effect of morphology and defoliation intensity on the tillering, regrowth and leafiness of pearl millet (*Pennisetum typhoides* Burm. Stapf & Hubb). In: Congresso Internacional de Pastagens, IX, São Paulo. Anais, p. 489-491.
- GOMIDE, J.A., 1975. Adubação fosfatada e potássica das plantas forrageiras. Anais do II Simposio sobre Manejo de Pastagem. ESALQ, CATI, AEASP, ORC, Piracicaba, 143-145.
- HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C., COBRANEIRO, A.; ANDRADE, R.G. de & COELHO, R.G., 1965. Estudos sobre a nutrição do *Pennisetum purpureum* Schum, var. napier, cultivado em solução nutritiva. IX Congresso Internacional de Pastagens. Depto. de Prod. Animal e Sec. da Agric. do ESP, São Paulo, 691-695.
- HAAG, H.P.; BOSE, M.L.V. e ANDRADE, R.G., 1967. Absorção de macronutrientes pelos capins colônião, gordura, jaraguã, napier e pangola. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, XXIV: 177-188.
- LIRA, M.A.; FARIS, M.A. e REIS, O.V., 1977. Competição de variedades forrageiras de milho em relação ao milho, sorgo e capim elefante. Pesq. Agropecuária Pernambucana, Recife, 1(1):23-32.
- LIRA, M.A.; FARIS, M.A. e AZEVEDO, A.A., 1977a. Competição de variedades forrageiras de milho no Estado de Paraíba. Pesq. Agropecuária Pernambucana, Recife, 1(1):105-110.
- MEDEIROS, R.B., 1972. Efeito do nitrogênio e da população de plantas sobre o rendimento de matéria seca e produção de proteína bruta de sorgo e milho forrageiro. Porto Alegre, Fac. de Agron. da UFRS, 91 p., (D.M.).
- SAIBRO, J.C.; MARASCHIN, G.E. & BARRETO, I.L., 1972. Avaliação do comportamento produtivo de cultivares de sorgo, milho e milhetos forrageiros no Rio Grande do Sul. In: Simposio Interamericano do Sorgo, 1º
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. Summa Phytologia, 1:231-233.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 56 p.
- SEIFFERT, N.F. & PRAIES, E.R., 1978. Forrageiras para ensilagem de cultivares de milho, (*Zea mays*), sorgo