

Limitações nutricionais para gramíneas forrageiras em Cambissolo álico da microrregião Campos da Mantiqueira-MG, Brasil. 2. Nutrição em macro e micronutrientes

V. Faquin*, N. Curi*, J. J. G. S. M. Marques*, W. G. Teixeira**, A. R. Evangelista*, D. Santos*** e M. M. Carvalho**

Introdução

A microrregião Campos da Mantiqueira-MG é de importância significativa para a economia estadual. Isso advém não só por ela fazer parte da quinta bacia leiteira do Estado de Minas Gerais (Costa Jr., 1985), como também por sua posição geográfica favorecida, situando-se entre São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

No entanto, a baixa produtividade dos rebanhos leiteiros é uma constante, devido, principalmente, a serem as pastagens predominantemente nativas, e dominadas por capim-flexinha (*Echinolaena inflexa*) (EMBRAPA, 1987; Oliveira, 1993).

Os solos que dominam a região (Cambissolos e Latossolos) possuem severas limitações de fertilidade natural, sendo estas agravadas por problemas de ordem física nos Cambissolos, o que os tornam sistemas susceptíveis à erosão e de manejo complexo (Curi et al., 1994).

Os resultados obtidos por Marques et al. (1995) em experimento com Cambissolo desta microrregião,

* Respectivamente: Professores do Departamento de Ciência do Solo, Estudante de Pós-graduação, e Professor do Departamento de Zootecnia Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, 37200-000 Lavras-MG, Brasil.

** Respectivamente: Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Ocidental, e pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasil.

*** Professor do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

mostraram que as principais limitações de fertilidade ao crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina foram, em ordem decrescente, P e N, sendo que para o primeiro o K, Ca, e S também mostraram-se deficientes, particularmente no segundo corte. Assim, como continuidade do trabalho citado, este estudo teve como objetivos avaliar os efeitos da omissão e da aplicação de macro e micronutrientes sobre a nutrição mineral destas gramíneas cultivadas em Cambissolo.

Materiais e métodos

O experimento, cujos detalhes se encontram no trabalho de Marques et al. (1995) foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, usando braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) e andropogon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina) como plantas-teste.

Os tratamentos foram os seguintes:

1. Testemunha (T) = solo natural
2. Completo (C1) = calagem + N, P, K, S, B, Cu e Zn
3. Completo (C2) = C1 - calagem + Ca e Mg na forma de sulfato
4. C1 - calagem (-cal)
5. C1 - N (-N)
6. C1 - P (-P)
7. C1 - K (-K)
8. C1 - S (-S)
9. C1 - B, Cu e Zn (-micro)

10. C2 - Ca (-Ca)

11. C2 - Mg (-Mg)

Quando pertinente, as doses dos nutrientes (mg/kg), aplicadas no plantio, foram N = 80, P = 200, K = 150, Ca = 75, Mg = 15, S = 50, B = 0.5, Cu = 1.5, Zn = 5. Durante o período experimental fizeram-se três adubações de N de 30 mg/kg e uma de K de 20 mg/kg. O cálculo da calagem foi feito pelo método da saturação por bases para elevar V a 60%, usando calcário dolomítico calcinado. Após a emergência foram mantidas três plântulas por vaso de 3 dm³, e a umidade do solo foi mantida a 60% do volume total de poros, aferida através de pesagem dos vasos e o peso completado com água desmineralizada.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 11 tratamentos e três repetições, fundamentados na técnica do elemento faltante.

Foram realizados dois cortes na parte aérea das forrageiras quando as mesmas atingiram o estágio de pré-florescimento. No braquiário, o primeiro corte foi feito aos 118 dias após a semeadura, e no andropogon aos 138 dias. O segundo corte foi efetuado, em ambas gramíneas, aos 208 dias após a semeadura.

Os teores de macro e micronutrientes foram analisados na MS da parte aérea: N pelo método de Kjeldahl; P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn através da digestão nitroperclórica. A determinação no extrato foi feita como se segue: P = colorimetria, K = fotometria de chama, S = turbidimetria, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn = espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1989) e o B de acordo com o método da curcumina de Dible et al., conforme Jackson (1970). A quantidade de nutriente acumulada na parte aérea das forrageiras foi calculada com base no teor dos mesmos no tecido vegetal e na produção de MS.

Foram feitas análises de variância para os teores no segundo corte e acumulação total (soma dos dois cortes) dos macro e micronutrientes na parte aérea das forrageiras, e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey.

Resultados e discussão

São apresentados e discutidos os teores dos nutrientes na parte aérea no segundo corte, visto que os mesmos expressam a capacidade do solo em supri-los às plantas, quando em cortes sucessivos. Como mostrado por Marques et al. (1995) as limitações de fertilidade do solo sobre o crescimento e perfilhamento do braquiário e do andropogon, como era de esperar, foram mais severas no segundo corte, o que corrobora a afirmativa anterior.

De maneira geral, os teores dos macronutrientes na parte aérea das forrageiras (Tabelas 1 e 2), à exceção dos tratamentos nos quais eles foram omitidos, foram maiores naqueles tratamentos que mais limitaram o crescimento das plantas (-N, -P e -K). Este fato pode ser explicado pelo efeito de concentração dos elementos nos tecidos (Jarrell e Beverly, 1981), devido à pequena produção de MS nestes tratamentos e às suas aplicações na adubação básica. A interação entre K, Ca e Mg no processo de absorção (Malavolta, 1980) também ficou evidente, pois a omissão do K (-K) promoveu aumento nos teores de Ca e Mg.

Os baixos teores dos macronutrientes observados na MS das plantas, nos tratamentos nos quais eles foram omitidos (Tabelas 1 e 2), em relação ao tratamento completo (C1) e àqueles citados como adequados para estas forrageiras (CIAT, 1981; Corrêa, 1991; Fonseca, 1987; Gonçalves, 1987; Guss, 1988; Howeler, 1983; Marun, 1990; Orellana e Haag, 1982; Rodrigues, 1992; Silva, 1992) indicam a baixa fertilidade deste solo nestes elementos, embora, no período estudado (dois cortes) o P e o N tenham sido

Tabela 1. Teores de nutrientes na parte aérea da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (segundo corte).

Tratamento	N						Zn		
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn
	(%)						(ppm)		
C1	0.72 c*	0.11 c	0.67 c	0.62 bc	0.55 b	0.08 e	31 a	73 a	54 c
C2	0.83 c	0.09 c	0.82 c	0.64 bc	0.14 e	0.09 e	30 a	66 a	91 bc
-Cal	0.90 c	0.08 c	0.59 c	0.36 cd	0.08 e	0.06 e	27 a	71 a	158 a
-N	0.65 c	0.66 a	1.64 ab	0.60 bc	0.45 bc	0.20 b	21 abc	38 b	144 ab
-P	3.11 a	0.06 c	1.97 a	0.67 c	0.32 cd	0.12 d	14 bc	3 c	197 a
-K	1.80 b	0.32 b	0.07 d	1.74 a	1.18 a	0.26 a	30 a	4 c	180 a
-Ca	0.78 c	0.07 c	0.73 c	0.40 bcd	0.17 de	0.07 e	22 abc	67 a	73 bc
-Mg	0.74 c	0.11 c	0.68 c	0.55 bcd	0.07 e	0.06 ef	19 abc	73 a	69 c
-S	0.82 c	0.09 c	0.66 c	0.52 bcd	0.51 b	0.03 f	19 abc	45 b	40 c
-Micro	0.76 c	0.08 c	0.66 c	0.59 bc	0.50 b	0.07 e	24 ab	40 b	39 c
Testemunha	3.44 a	0.05 c	1.53 b	0.26 d	0.14 e	0.16 c	9 c	64 a	171 a

* Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

Tabela 2. Teores de nutrientes na parte aérea do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina (segundo corte).

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn
	(%)						(ppm)		
C1	0.93 b*	0.11 b	1.19 b	0.35 c	0.15 c	0.05 c	18 a	75 abc	63 e
C2	0.70 b	0.09 b	0.93 b	0.35 c	0.11 b	0.05 c	19 a	85 abc	127 de
-Ca1	0.81 b	0.08 b	1.35 b	0.26 c	0.07 b	0.05 c	31 a	124 a	175 cd
-N	0.57 b	0.28 a	1.21 b	0.51 bc	0.21 b	0.07 bc	23 a	45 abc	268 abc
-P	—	0.07 b	1.29 b	0.69 ab	0.23 b	0.14 a	13 a	3 e	328 a
-K	1.66 a	0.22 ab	0.14 c	0.95 a	0.73 a	0.13 a	25 a	103 ab	134 de
-Ca	0.81 b	0.07 b	1.24 b	0.21 c	0.14 b	0.04 c	18 a	79 abc	122 de
-Mg	1.02 b	0.09 b	1.28 b	0.42 b	0.07 b	0.07 b	17 a	86 abc	125 de
-S	0.96 b	0.11 b	1.48 a	0.36 c	0.18 b	0.06 c	15 a	40 abc	67 a
-Micro	1.33 b	0.11 b	1.33 b	0.38 bc	0.19 b	0.09 abc	80 a	20 bc	59 e
Testemunha	1.54 a	0.05 b	1.97 a	0.22 c	0.16 b	0.12 ab	7 a	52 abc	247 bc

* Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

aqueles nutrientes que afetaram mais severamente o crescimento das plantas (Marques et al., 1995). Apesar do andropogon não ter apresentado redução na produção de MS, quando das omissões de K, Ca e Mg, como mostrado pelos autores citados, os sintomas visuais de deficiência deste nutrientes foram evidentes no segundo corte. Ressalta-se, também, que a deficiência de S pode-se tornar crítica ao crescimento das forrageiras com o uso contínuo da queima das pastagens, prática adotada pelo agricultores da região (Morikawa, 1993).

Embora a calagem não tenha apresentado um efeito significativo no crescimento e no perfilhamento das forrageiras no período estudado (Marques et al., 1995), os baixos teores de Ca e Mg nas plantas, quando da sua omissão (Tabelas 1 e 2) indicam a necessidade de sua aplicação, pelo menos em dose suficiente para o fornecimento de Ca e Mg como nutrientes. Reposta positiva à calagem, como prática isolada, é muito rara em gramíneas forrageiras tropicais e, quando esta ocorre, está mais relacionada com o atendimento das necessidades de Ca e de Mg, do que pelo efeito da elevação do pH (Pereira, 1986).

Os teores de micronutrientes na parte aérea das forrageiras (Tabelas 1 e 2) não apresentaram uma tendência definida em função dos tratamentos, cujos valores pudessem ser explicados pelo efeito de diluição ou concentração das interações iônicas, ou pela maior ou menor disponibilidade devido à variação do pH, quando na presença ou ausência da calagem. Os teores dos micronutrientes observados no tratamento -micro, mostram que no período estudado, os mesmos não foram limitantes, pois como mostrado por Marques et al. (1995), as suas omissões na adubação não reduziram o crescimento das espécies e, os seus valores foram semelhantes ou superiores aos considerados suficientes para o adequado

desenvolvimento das forrageiras estudadas (Gallo et al., 1974; Howeler, 1983; Orellana e Haag, 1982).

O melhor método para avaliar-se a eficiência de um solo em fornecer determinado nutriente às plantas é determinar a quantidade do mesmo absorvida por cultivos ou cortes sucessivos, estando os demais em disponibilidade adequada, metodologia usada neste trabalho. Como a acumulação de um nutriente é dependente do teor deste no tecido e, principalmente, da produção de MS, a acumulação total (soma dos dois cortes) de nutrientes na parte aérea das forrageiras (Tabelas 3 e 4) seguiu a mesma tendência da produção de MS mostrada por Marques et al. (1995). As baixas quantidades de macronutrientes acumuladas na parte aérea das forrageiras nos dois cortes, nos tratamentos nos quais eles foram omitidos, indicam claramente a pequena capacidade deste solo em suprir estes nutrientes, principalmente N, P e K. Portanto, apresentam-se como fatores altamente limitantes à nutrição e, conseqüentemente, ao crescimento das espécies, como mostrado no trabalho de Marques et al. (1995). Estes dados reforçam a necessidade de aplicação destes nutrientes quando se pretende obter boa produtividade das forrageiras cultivadas neste solo. Como discutido para os teores (Tabelas 1 e 2), a interação entre K, Ca e Mg foi confirmada, visto a grande acumulação de Ca e Mg no tratamento onde o K foi omitido (-K).

Para os micronutrientes Cu, Zn e Mn, embora as quantidades acumuladas no tratamento -micro sejam menores que aquelas do tratamento completo (C1), que os recebeu na adubação básica, os mesmos não se apresentaram limitantes, visto que os teores foram adequados (Tabelas 1 e 2) e o crescimento apresentado pelas forrageiras foi normal, como mostrado por Marques et al. (1995).

Tabela 3. Total de nutrientes acumulados (mg/vaso) em dois cortes pela parte aérea da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn
C1	242 ef*	29 a	253 bc	175 b	151 a	29 a	0.69 a	1.69 a	1.54 d
C2	275 d	23 ab	178 ab	166 b	43 c	32 a	0.70 a	1.54 a	2.71 a
-Cal	271 de	21 ab	242 c	87 ef	21 cd	28 ab	0.49 ab	1.50 ab	2.77 a
-N	41 g	30 a	105 e	34 g	24 cd	11 abc	0.09 d	0.20 de	0.70 f
-P	45 g	1 b	29 f	109 de	5 d	2 bc	0.02 d	0.01 e	0.29 g
-K	343 b	33 a	13 f	221 a	139 ab	34 a	0.02 d	0.35 d	2.13 b
-Ca	433 a	18 ab	239 c	75 f	41 c	22 abc	0.32 cd	1.25 b	1.66 cd
-Mg	310 c	27 a	283 a	135 cd	21 cd	25 abc	0.42 bc	1.47 ab	1.84 bc
-S	224 f	21 ab	228 cd	130 cd	122 b	13 abc	0.39 bc	0.93 c	1.08 e
-Micro	225 f	22 ab	208 d	151 bc	128 ab	23 abc	0.52 ab	0.83 c	0.77 f
Testemunha	22 g	1 b	10 f	2 h	1 d	1 c	0.01 d	0.04 e	0.11 g

* Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

Tabela 4. Total de nutrientes acumulados (mg/vaso) em dois cortes pela parte aérea do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn
C1	183 b*	19 a	214 b	62 bcd	27 bc	11 a	0.35 ab	1.23 c	1.20 d
C2	196 b	20 ab	224 b	71 b	23 bc	15 a	0.50 a	1.89 a	2.84 a
-Cal	171 b	15 ab	240 ab	42 cde	13 bc	12 a	0.51 a	1.98 a	2.86 a
-N	35 c	11 ab	60 c	25 ef	11 bc	4 b	0.09 ab	0.20 de	1.07 d
-P	—	1 b	3 e	2 f	1 c	1 b	0.01 b	0.01 e	0.07 e
-K	242 a	29 a	30 d	136 a	98 a	19 a	0.33 ab	1.37 bc	2.02 c
-Ca	176 b	14 ab	223 b	36 de	24 bc	11 a	0.30 ab	1.38 bc	2.21 bc
-Mg	236 a	19 ab	251 a	73 b	14 bc	17 a	0.33 ab	1.58 b	2.43 b
-S	175 b	17 ab	236 ab	61 bcd	30 b	12 a	0.16 ab	0.39 d	1.20 d
-Micro	236 a	18 ab	228 ab	79 b	33 b	18 a	0.16 ab	0.39 d	1.20 d
Testemunha	5 c	1 b	7 de	1 f	1 c	1 b	0.01 b	0.02 e	0.09 e

* Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

O total de nutrientes absorvidos pelas plantas e acumulado na parte aérea no primeiro e segundo cortes, (mg/vaso) para o tratamento completo (C1) seguiu a seguinte sequência decrescente (Tabelas 3 e 4): *Brachiaria brizantha* cv. Marandú = K (253) > N (242) > Ca (175) > Mg (151) > P e S (29) > Zn (1.69) > Mn (1.54) > Cu (0.69). *Andropogon gayanus* cv. Planaltina = K (214) > N (183) > Ca (62) > Mg (27) > P (19) > S (11) > Zn (1.23) > Mn (1.20) > Cu (0.35).

Como ambas as forrageiras, considerando os dois cortes foram cultivadas pelo mesmo período de tempo, a comparação dos valores acima é válida onde observa-se que o braquiarião extraiu quantidades maiores de nutrientes que o andropogon. É interessante destacar também que a exigência de K foi maior que a de N, ao contrário do que acontece para a maioria das espécies vegetais.

Conclusões

O Cambissolo estudado não supriu adequadamente as exigências nutricionais do braquiarião e do andropogon em macronutrientes e

as suas aplicações devem ser consideradas quando se objetiva alta produção e melhor qualidade de forragem em pastagem das espécies estudadas. Para dois cortes o solo supriu adequadamente as exigências em Cu, Zn e Mn. A calagem mostrou-se importante no fornecimento de Ca e Mg.

Agradecimentos

Os autores desejam expressar seus agradecimentos ao Professor Geraldo Aparecido de Aquino Guedes, do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, pela revisão das primeiras aproximações do trabalho.

Resumen

En la casa de vegetación del Departamento de Ciencia del Suelo de la Universidad Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil, se estudiaron las limitaciones de un Cambisol álico, recolectado en la región de Campos da Mantiqueira, para el crecimiento y producción de materia seca (MS) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú y *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. El suelo tiene 4% de M.O., un pH de 4.9, 1 ppm de P, 25 ppm de K y 0.3, 0.1, 0.7 y 5.6 meq/100 cm³ de Ca, Mg, Al y H + Al, respectivamente.

Los tratamientos fueron: (1) Testigo (T) = suelo natural. (2) Completo (C1) = encalado + N, P, K, S, B, Cu y Zn. (3) Completo (C2) = C1 - encalado + Ca y Mg en forma de sulfato. (4) C1 - calagem (-cal). (5) C1 - N (-N). (6) C1 - P (-P). (7) C1 - K (-K). (8) C1 - S (-S). (9) C1 - B, Cu e Zn (-micro). (10) C2 - Ca (-Ca). (11) C2 - Mg (-Mg).

Las dosis de los nutrientes (mg/kg) aplicadas a la siembra fueron N = 80, P = 200, K = 150, Ca = 75, Mg = 15, S = 50, B = 0.5, Cu = 1.5, Zn = 5. Durante el período de crecimiento de las gramíneas se hicieron tres aplicaciones de N a razón de 30 mg/kg y una de K de 20 mg/kg. Después de la germinación se dejaron tres plantas por cada maceta y se mantuvo la humedad a 60% de saturación. Los cortes se hicieron a los 118 y 138 días para *B. brizantha* y *Andropogon*, respectivamente, y a los 208 días para ambas especies después de la siembra. Se utilizó un diseño experimental totalmente al azar con 11 tratamientos y tres repeticiones.

Los resultados mostraron que *B. brizantha* tiene mayor capacidad de extracción de nutrientes que *A. gayanus*. El suelo (Cambisol) no llenó los requerimientos nutricionales de las especies evaluadas. Las cantidades de nutrientes extraídos por las gramíneas, entre paréntesis, siguió la secuencia: *Brachiaria brizantha* cv. Marandú = K (253) > N (242) > Ca (175) > Mg (151) > P e S (29) > Zn (1.69) > Mn (1.54) > Cu (0.69). *Andropogon gayanus* cv. Planaltina = K (214) > N (183) > Ca (62) > Mg (27) > P (19) > S (11) > Zn (1.23) > Mn (1.20) > Cu (0.35).

Summary

The effects of an allic Cambisol on the growth and dry matter (DM) production of *Brachiaria brizantha* cv. Marandú and *Andropogon gayanus* cv. Planaltina were studied in greenhouse conditions at the Soil Science Department of the Federal University of Lavras. The soil, collected in the region of Campos da Mantiqueira in Minas Gerais, Brazil, had a pH of 4.9 and contained 4% OM, 1 ppm P, 25 ppm K, and 0.3, 0.1, 0.7, and 5.6 meq/100 cm³ of Ca, Mg, Al, and H + Al, respectively.

Treatments were: (1) check (T) = natural soil; (2) complete (C1) = liming + N, P, K, S, B, Cu, and Zn; (3) complete (C2) = C1 - liming + Ca and Mg in form of sulfate; (4) C1 - liming (-lime); (5) C1 - N (-N); (6) C1 - P (-P); (7) C1 - K (-K); (8) C1 - S (-S); (9) C1 - B, Cu, and Zn (-micro); (10) C2 - Ca (-Ca); (11) C2 - Mg (-Mg).

Application rates of nutrients (mg/kg) applied at planting were N = 80, P = 200, K = 150, Ca = 75,

S = 50, B = 0.5, Cu = 1.5, and Zn = 5. During the growth period of the grasses, N was applied three times at a rate of 30 mg/kg and K at 20 mg/kg. After germination, three plants were left per pot, and moisture was maintained at 60% saturation. Grasses were cut at 118 (*brachiaria*), 138 (*andropogon*) and 208 days (both) after planting. A completely randomized experiment design, with 11 treatments and three replicates, was used.

Results indicated that *B. brizantha* has a greater capacity to extract nutrients than *A. gayanus*. The soil (Cambisol) did not satisfy the nutritional requirements of the evaluated species. The amount of nutrients extracted by the grasses (mg/pot, in parentheses) followed the sequence: *Brachiaria brizantha* cv. Marandú = K (253) > N (242) > Ca (175) > Mg (151) > P and S (29) > Zn (1.69) > Mn (1.54) > Cu (0.69); *Andropogon gayanus* cv. Planaltina = K (214) > N (183) > Ca (62) > Mg (27) > P (19) > S (11) > Zn (1.23) > Mn (1.20) > Cu (0.35).

Referências

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Fertilidad del suelo y nutrición de plantas: En: Informe Anual 1980. Programa de Pastos Tropicales, Cali, Colombia. p. 57-68.
- Corrêa, L. A. 1991. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de *Brachiaria decumbens* Stapf, *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandú e *Panicum maximum* Jacq., em Latossolo Vermelho Amarelo álico. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, Brasil. 83 p.
- Costa Júnior, M. 1985. A pecuária leiteira no Brasil e em Minas Gerais, Belo Horizonte. 52 p.
- Curi, N.; Chagas, C. S.; e Giarola, N. F. B. 1994. Distinção de ambientes agrícolas e relação solo-pastagens nos Campos da Mantiqueira-MG. En: Carvalho, M. M.; Evangelista, A. R.; e Curi, N. (eds.). Desenvolvimento de pastagens na Zona Fisiográfica Campos das Vertentes, MG. Universidade Federal de Lavras, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (UFLA/CNPGL/EMBRAPA), Lavras. Brasil. p. 21-43.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1987. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. Programa de pesquisa em pastagem para a região dos Campos das Vertentes. 5 p.
- Fonseca, D. M. 1987. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Viçosa, Viçosa, Brasil. 146 p.

- Gallo, J. R.; Hiroce, R.; Bataglia, O. C.; Furlani, P. R.; Furlani, A. M.; Mattos, H. B.; Sartani, H. J.; e Fonseca, M. P. 1974. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. Bol. Ind. Anim. 31:115-137.
- Gonçalves, C. A. 1987. Produtividade e composição química de gramíneas forrageiras em Rondônia. En: 21 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Resumos. p. 427.
- Guss, A. 1988. Exigência de fósforo para estabelecimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais em solos com diferentes características físicas e químicas. Tese de Doutorado. Universidade de Viçosa, Viçosa, Brasil. 74 p.
- Howeler, R. H. 1983. Análisis del tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales en algunos cultivos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 28 p.
- Jackson, M. L. 1970. Análisis químico de suelos. Omega, Barcelona. 662 p.
- Jarrell, W. M. e Beverly, R. B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. Adv. Agron. 34:197-224.
- Malavolta, E. 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. Ceres, São Paulo. 251 p.
- _____; Vitti, G. C.; e Oliveira, S. A. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Potafos, Piracicaba, Brasil. 201 p.
- Marques, J. J. G. S. M.; Curi, N.; Faquin, V.; Teixeira, W. G.; Evangelista, A. R.; Santos, D.; e Carvalho, M. M. 1995. Limitações nutricionais para gramíneas forrageiras em Cambissolo álico da microrregião Campos da Mantiqueira-MG, Brasil; 1: Produção de matéria seca e perfilhamento. Pasturas Tropicales 17(3):12-16.
- Marun, F. 1990. Produção da matéria seca e nutrição de gramíneas forrageiras em função da relação Ca/Mg do corretivo. Dissertação de Maestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Brasil. 81 p.
- Morikawa, C. K. 1993. Limitações nutricionais para o andropogon (*Andropogon gayanus*) e braquiarião (*Brachiaria brizantha*) em Latossolo da região dos Campos das Vertentes-MG. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Brasil. 136 p.
- Oliveira, G. C. 1993. Cambissolos da microrregião Campos da Mantiqueira, MG: Caracterização físico-hídrica e interpretação para manejo. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Brasil. 62 p.
- Orellana, A. P. e Haag, H. P. 1982. Nutrição mineral de *Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* (Hochst) Hack. 3: Nível crítico de fósforo. An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz (ESALQ) 35:77-87.
- Pereira, J. P. 1986. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. En: Encontro para discussão sobre capins do gênero *Brachiaria*. Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária-Instituto de Zootecnia, Nova Odessa. Capítulo 5, p. 1-91.
- Rodrigues, J. F. 1992. Crescimento de espécies forrageiras e alterações químicas de um Latossolo variação una em diferentes combinações calcário-gesso agrícola. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Brasil. 113 p.
- Silva, N. M. 1992. Produtividade e composição mineral das gramíneas *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Panicum maximum* a níveis de K, Ca e Na. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Brasil. 92 p.