

EFEITOS DE NÍVEIS DE FÓSFORO, POTÁSSIO E MOLIBDÊNIO NA ASSOCIAÇÃO CAPIM-COLONIÃO E SIRATRO ⁽¹⁾

(Effects of phosphorus, potassium and molybdenum in guinea-grass mixed with siratro)

JOSÉ MONTEIRO CARRIEL ⁽²⁾, PEDRO LUÍS GUÁRDIA ABRAMIDES ^(3, 4), MARIA TEREZA COLOZZA ^(2, 4) e JOAQUIM CARLOS WERNER ^(2, 4)

RESUMO: O experimento foi conduzido em parcelas, objetivando estudar o efeito de níveis de P, K e Mo na consorciação do capim-colonião e siratro. O delineamento experimental foi de blocos completos ao acaso, com esquema fatorial incompleto, sendo os tratamentos arranjados segundo o método do ponto central modificado, com duas repetições. Na semeadura utilizou-se adubação diferenciada, aplicando-se 20 kg de P_2O_5 /ha nas linhas de colonião e, nas linhas da leguminosa, adubação fosfatada, potássica e com molibdênio em diferentes níveis conforme o tratamento. Estudou-se também, o efeito de níveis de N na gramínea exclusiva, com vistas a determinar-se a equivalência da leguminosa com esse tipo de adubação. A gramínea, a leguminosa e a mistura, tiveram suas produções de matéria seca aumentadas com a aplicação de até cerca de 120 kg de P_2O_5 /ha, e de 70 kg de K_2O /ha, sendo a resposta ao Mo diferenciada e respectivamente até 196, 274 e 225 de molibdênio por hectare. O nível de K, adequado à produção eficaz do siratro, foi em torno de 60 ppm de K no solo e de 1,40% de K na matéria seca a 65°C da planta, correspondendo a uma aplicação de cerca de 50 kg de K_2O /ha/corte. Considerando-se a média de 4 anos, a produção de matéria seca da mistura correspondeu a uma adubação com cerca de 120 kg de N por hectare na gramínea exclusiva.

Termos para indexação: colonião, siratro, consorciação, níveis de fósforo, potássio e molibdênio.

INTRODUÇÃO

A despeito de serem amplamente conhecidas as vantagens da utilização de pastagens consorciadas na melhoria do desempenho animal, especialmente no período seco, tem sido considerado como fator de insucesso no estabelecimento e manutenção destas, além da

escolha de espécies inadequadas às condições edafoclimáticas e incompatíveis, a adoção de manejo incorreto, e a falta de emprego sistemático de adubação adequada, de modo a corrigir as carências minerais do solo.

⁽¹⁾ Parte do Projeto IZ-004/78, conduzido com recursos parciais do Convênio IZ-FINEP. Recebido para publicação em março de 1989.

⁽²⁾ Da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

⁽³⁾ Do Setor de Ecologia das Pastagens, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

⁽⁴⁾ Bolsista do CNPq.

GARGANTINI et alii (1970), com base em dados de análise química de amostras de solo do Estado de São Paulo, concluíram que 90% da área do Estado apresentavam-se pobres em fósforo disponível e 50% mostravam problemas de acidez elevada (pH abaixo de 5,50), 20% são pobres em cálcio e magnésio e em 20% da área ocorriam graves problemas devido ao alto teor de alumínio livre no solo.

WERNER et alii (1967b) obtiveram aumento de 117% na produção de matéria seca de capim-colonião cultivado em vaso com solo pobre em fósforo, utilizando adubação fosfatada, enquanto GOMIDE (1975), obteve para essa gramínea, um aumento percentual de 35% com este tipo de adubação.

MONTEIRO & WERNER (1977) estudando os efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim-colonião, verificaram que na fase de formação a adubação fosfatada propiciou aumentos altamente significativos ($P < 0,01$) na produção de matéria seca e de proteína, enquanto no capim já estabelecido, apenas a adubação nitrogenada teve efeito significativo ($P < 0,05$).

COSTA et alii (1983) estudando os efeitos de doses de fósforo sobre o crescimento e teor de fósforo do capim-colonião, obtiveram aumentos na produção de matéria seca com a adubação fosfatada. O maior incremento foi obtido com a adição de 50 ppm de fósforo e a produtividade máxima com a adição de 250 ppm de fósforo ao solo. Verificaram, no entanto, que somente com altas doses de fósforo foi possível elevar a concentração desse elemento na matéria seca das gramíneas ao nível das exigências da nutrição de ruminantes.

JONES & FREITAS (1970), estudaram as respostas do siratro, entre outras leguminosas, à aplicação de fósforo e potássio num Latossolo Vermelho-Amarelo de Campo Cerrado do Estado de

São Paulo, constatando aumento na produção da leguminosa com a adição de fósforo e não havendo resposta à aplicação de potássio.

Em ensaios de vasos com capim-colonião, WERNER et alii (1967a), observaram que o potássio produziu efeito no perfilhamento e no aumento da produção de matéria seca, somente quando associado ao nitrogênio e fósforo.

MONTEIRO et alii (1980), verificaram que a adubação potássica aplicada a um Podzólico Vermelho-Amarelo var. Laras, com baixos teores desse elemento na amostra original, proporcionou aumentos na produção de matéria seca e de proteína total do capim-colonião exclusivo, do siratro, bem como da consorciação entre ambos. Quanto ao efeito de micronutrientes, WERNER et alii (1967b), não obtiveram respostas no crescimento do capim-colonião com o emprego de Mo, Cu, Zn, B e Fe em vasos contendo um Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa.

Por outro lado, MONTEIRO et alii (1983), também em ensaio de vasos, obtiveram efeito positivo da aplicação de molibdênio na produção de matéria seca, teor de nitrogênio e peso dos nódulos do siratro na presença de calagem, não obtendo efeito do elemento na omissão de calagem. Resultados similares foram obtidos por MATTOS (1975) com respeito ao siratro.

MATTOS & WERNER (1979), estudando durante três anos, o efeito do nitrogênio mineral e de leguminosas sobre a produção do capim-colonião, concluíram, que a inclusão do siratro em consorciação, equivaleu, em termos de produção de matéria seca, a uma adubação com 81 kg de N por hectare por ano e em termos de quantidade total de proteína ao emprego de 225 kg de N por hectare por ano. Em outro ensaio, PAULINO et alii (1983), obtiveram para essa mesma consorciação, contribuição da leguminosa equivalente a uma adubação do colonião exclusivo com 157 kg de N por hectare por ano, não sendo alterados os teores de proteína da gramínea.

VICENTE-CHANDLER et alii (1962), obtiveram as maiores produções de capim-colonião, quando os teores de potássio na matéria seca se encontravam na faixa de 1,5 a 2%. Resultados semelhantes foram constatados por WERNER & HAAG (1972), que observaram crescimento limitado do capim-colonião quando o teor de potássio era de 1,1%, enquanto quando esse teor foi de 2,3% a gramínea apresentou crescimento normal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em parcelas no Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, de fevereiro de 1980 a março de 1984, num solo Podzólico Vermelho Amarelo var. laras, onde se cultivou o capim-colonião (Panicum maximum Jacq.) consorciado com o siratro (Macroptilium atropurpureum) DC. cv. Siratro).

A análise química das amostras de solo representativas do local do ensaio, antes de sua implantação, apresentou a seguinte composição média: pH (em água) = 4,8; MO(%) = 1,9; e.mg/100 ml de T.F.S.A. Al^{3+} = 0,8; Ca^{2+} = 0,3; Mg^{2+} = 0,1 e em µg/ml de T.F.S.A. K = 20 e P = 2.

O preparo do solo constou de uma aração, seguida de gradagem, aplicação de calcário (1,6 t/ha - neutralização do alumínio livre), e nova gradagem para incorporação do corretivo.

O plantio foi realizado 40 dias após a aplicação do calcário, alternando-se as linhas de colonião e siratro num espaçamento de 40 cm, e empregando-se respectivamente 8 a 6 kg de sementes por hectare.

Na semeadura empregou-se uma adubação diferenciada, entre gramínea e leguminosa, de modo que foram aplicados 20 kg de P_2O_5 por hectare nas linhas do colonião, e nas linhas do siratro adubação fosfatada, potássica e com molibdênio, em diferentes níveis de combinação,

O objetivo do presente trabalho foi de estudar o efeito da aplicação de níveis de fósforo, potássio e molibdênio na consorciação de capim-colonião com siratro e, também, procurar determinar o nível interno e externo de fósforo e potássio para máxima produção com vistas ao conhecimento da necessidade de adubação da leguminosa no solo utilizado.

usando-se como fonte respectivamente superfosfato simples, cloreto de potássio e molibdato de sódio, constituindo os tratamentos enumerados de 1 a 24, apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Níveis de P_2O_5 , K_2O e Mo combinados em diferentes tratamentos

Tratamentos	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	Mo (g/ha)
1	20	0	0
2	20	0	500
3	20	100	0
4	180	0	0
5	20	100	500
6	180	0	500
7	180	100	0
8	180	100	500
9	60	25	125
10	60	25	375
11	60	75	125
12	140	25	125
13	140	75	125
14	140	25	375
15	60	75	375
16	140	75	375
17	100	50	250
18	100	50	250
19	20	50	250
20	180	50	250
21	100	0	250
22	100	100	250
23	100	50	0
24	100	50	500

Foram estudados concomitantemente, como tratamentos adicionais três níveis de nitrogênio (0, 75 e 150 kg de N por hectare), aplicados anualmente ao colônio exclusivo, com o intuito de se avaliar a contribuição da leguminosa relativamente à adubação com N. Estudou-se também o efeito da adição de boro, cobre e zinco à leguminosa. Esses tratamentos adicionais foram aplicados em conjunto com a dose média de fósforo, potássio e molibdênio.

O delineamento experimental foi blocos completos ao acaso, com esquema fatorial incompleto, arranjado segundo o método do ponto central modificado, e tratamentos adicionais, em 2 repetições, totalizando 64 parcelas de 6 x 2,5m cada, espaçadas 0,4m entre si.

Anualmente, de 1980 à 1984, em Março/Abril, foram coletadas novas amostras de solo, em cada tratamento, visando ao acompanhamento da variação da fertilidade do mesmo.

Foram efetuados treze cortes no período experimental, sendo quatro no primeiro ano e três em cada um dos anos subsequentes. Em cada corte de cada parcela foi retirada uma faixa

central, na largura da máquina ceifadeira (80 cm), após corte da bordadura nessa mesma largura.

O material colhido era ensacado, separado nas frações gramíneas e leguminosas, pesado e amostrado ($\pm 200g$) para secagem em estufa a 65°C visando a determinação da porcentagem de matéria seca. Depois de seco e moído, o material era enviado ao laboratório para determinação da proteína bruta.

Para fins de diagnose foliar, foram coletados, antes de cada corte, amostras ($\pm 300g$) de pontas de ramos de siratro, contendo três folhas totalmente expandidas. Essas amostras eram então pesadas, secadas em estufas a 65°C, moídas e enviadas ao laboratório para as determinações de (N, P, K, Ca e Mg).

Realizou-se, após cada corte, a partir do segundo e à exceção do último, adubação em cobertura com KCl, usando-se os mesmos níveis de K_2O aplicados no plantio.

Os dados da precipitação pluviométrica mensal e das médias mensais das temperaturas máximas e mínimas diárias ocorridas durante o período experimental são mostradas no quadro 2.

Quadro 2. Precipitação pluviométrica mensal e médias mensais das temperaturas máximas e mínimas diárias ocorridas durante o período experimental

Meses	Precipitação pluviométrica					Temperatura máxima					Temperatura mínima				
	ano				Média	ano				Média	ano				Média
	I	II	III	IV		I	II	III	IV		I	II	III	IV	
Março	58,1	142,2	180,0	181,8	140,5	31,9	30,8	28,8	29,1	30,1	19,2	19,0	19,1	18,2	18,8
Abril	143,0	40,3	85,0	151,2	104,8	28,8	28,2	27,5	28,1	28,1	16,6	14,8	14,3	17,2	15,7
Maio	21,6	30,0	80,7	296,7	107,2	28,0	27,7	25,7	26,1	26,8	13,4	12,8	11,4	15,9	13,3
Junho	87,3	73,0	166,0	184,0	127,5	24,6	23,6	25,4	23,7	24,3	9,6	9,3	13,6	13,3	11,4
Julho	2,4	3,6	34,7	34,3	18,7	26,2	23,7	26,1	26,5	25,6	11,2	8,0	11,5	12,7	10,8
Agosto	40,1	4,3	39,6	4,2	22,0	17,2	27,4	27,5	27,5	27,4	13,1	10,6	13,1	11,0	11,9
Setembro	48,2	7,6	42,0	242,4	85,0	26,1	30,7	28,8	24,1	27,4	12,8	13,6	13,8	14,6	13,7
Outubro	57,0	210,0	268,8	125,0	165,2	29,8	27,3	28,8	28,2	28,5	16,0	15,8	16,6	16,9	16,3
Novembro	71,8	175,0	144,3	82,8	118,4	30,5	30,1	30,5	30,0	30,2	17,5	18,6	19,3	17,4	18,2
Dezembro	226,1	171,3	343,2	188,8	232,3	30,1	28,9	27,8	29,0	28,9	19,7	18,9	18,9	19,0	19,1
Janeiro	239,9	*	188,8	170,7	199,8	29,8	*	29,5	32,0	30,4	20,0	*	20,2	19,9	20,0
Fevereiro	49,9	*	193,4	13,8	85,7	31,9	*	31,0	34,6	32,5	19,3	*	19,9	20,7	19,9
Total	1045,4	857,3**	1766,5	1795,7	1366,2										

* Dados não coletados.

** Total parcial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de matéria seca e proporção de leguminosa

As produções de matéria seca a 65°C do capim-colonião e do siratro no primeiro corte e a cada ano, em função dos níveis crescentes dos

elementos químicos aplicados, são apresentados no quadro 3.

Quadro 3. Produção de matéria seca a 65°C, em quilogramas por hectare, do capim-colonião e do siratro, em função dos níveis dos elementos aplicados ao solo

Doses aplicadas	Colonião					Siratro				
	Corte 1	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Corte 1	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
(kg/ha)										
P ₂ O ₅										
20	1000	4561	2817	3514	3512	121	418	575	602	704
60	1310	5161	3101	3910	4303	95	574	799	808	1075
100	1417	5398	3431	4034	4447	110	533	831	1006	1109
140	1618	5056	3006	4100	4320	88	550	1101	1023	1235
180	1585	5133	3285	3838	4043	78	527	827	889	1084
(kg/ha)										
K ₂ O										
0	1127	4845	2996	3442	3455	162	515	494	381	390
25	1466	5103	2999	3786	4178	126	639	874	840	1051
50	1415	5392	3459	3851	4346	112	525	874	1158	1304
75	1461	5113	3108	4224	4445	57	485	1026	991	1259
100	1460	4856	3072	4129	4220	35	439	857	928	1165
(g/ha)										
Mo										
0	1241	4768	3240	3659	3810	70	440	652	640	758
125	1533	5629	3207	4212	4506	89	545	967	990	1264
250	1503	5440	3395	4074	4553	144	567	789	1084	1114
375	1394	4587	2900	3798	4117	94	579	933	841	1047
500	1240	4876	2905	3646	3619	89	465	801	758	1025
F p/PL	21,31**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	11,84**	14,12**	5,34*
F p/PQ	ns	ns	ns	7,01*	7,75**	ns	ns	7,21**	13,65**	4,64*
F p/KL	4,67*	ns	ns	6,29*	5,83*	18,28**	4,60*	15,35**	37,35**	46,95**
F p/KQ	ns	3,97*	ns	ns	4,98*	ns	ns	5,53*	31,03**	35,47**
F p/MoL	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F p/MoQ	3,97*	ns	ns	ns	4,04*	5,46*	4,39*	ns	3,78*	ns
F p/Interações	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Observa-se que, de modo geral, houve resposta quadrática significativa, ou tendência desta, com relação ao efeito dos níveis crescentes de cada um dos elementos,

considerados isoladamente, na produção de matéria seca de ambas as forrageiras, sendo o efeito médio dos quatro anos ilustrado nas figuras 1 a 3.

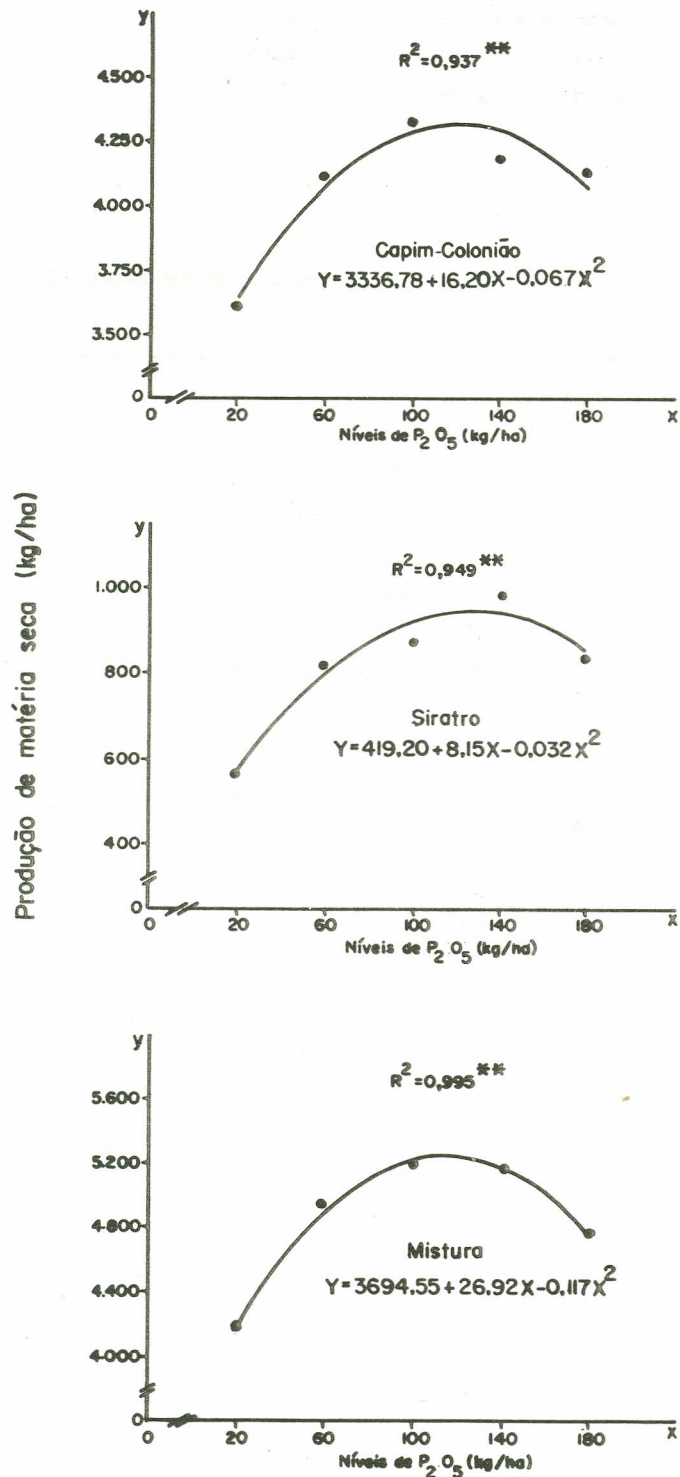


Figura 1. Efeito dos níveis de fósforo aplicados ao solo sobre a produção de matéria seca anual do capim-colonião, do siratro e da mistura (média dos 4 anos).

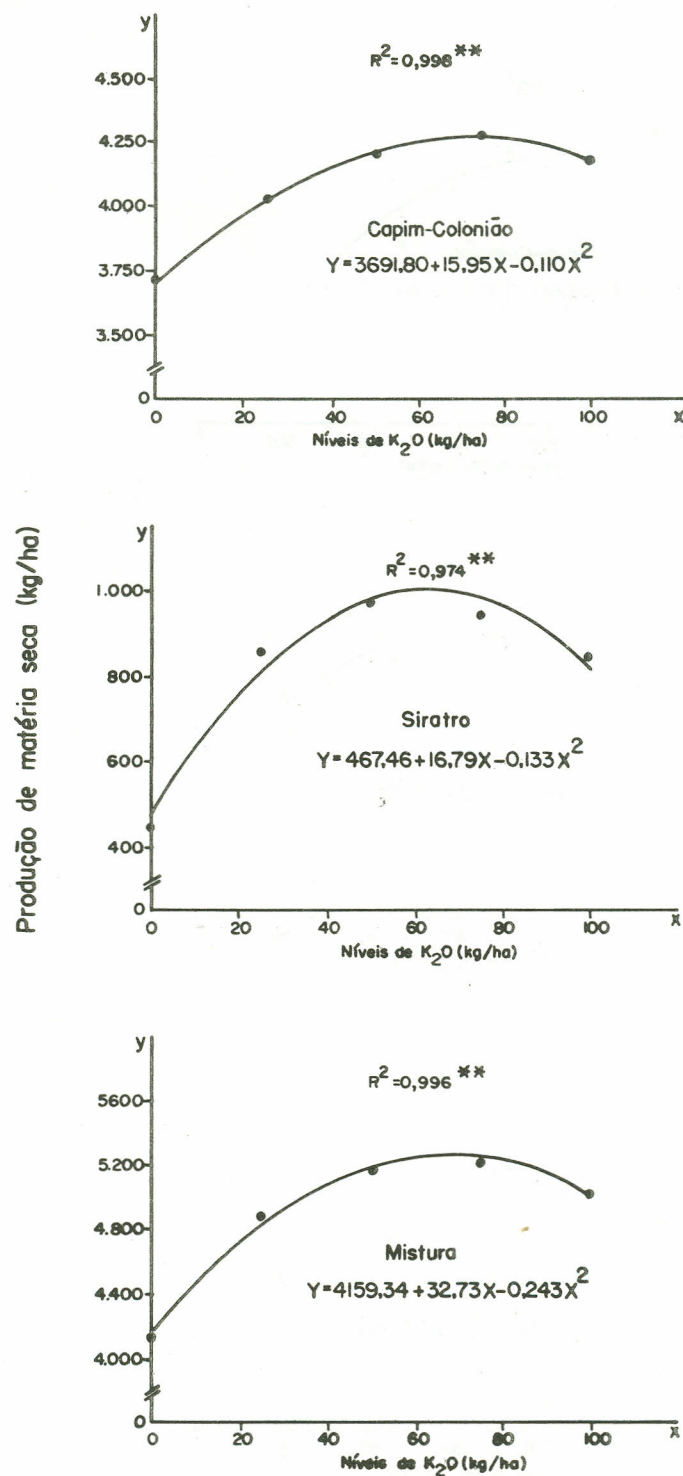


Figura 2. Efeito dos níveis de potássio aplicados ao solo sobre a produção de matéria seca anual do capim-colonião, do siratro e da mistura (média dos 4 anos).

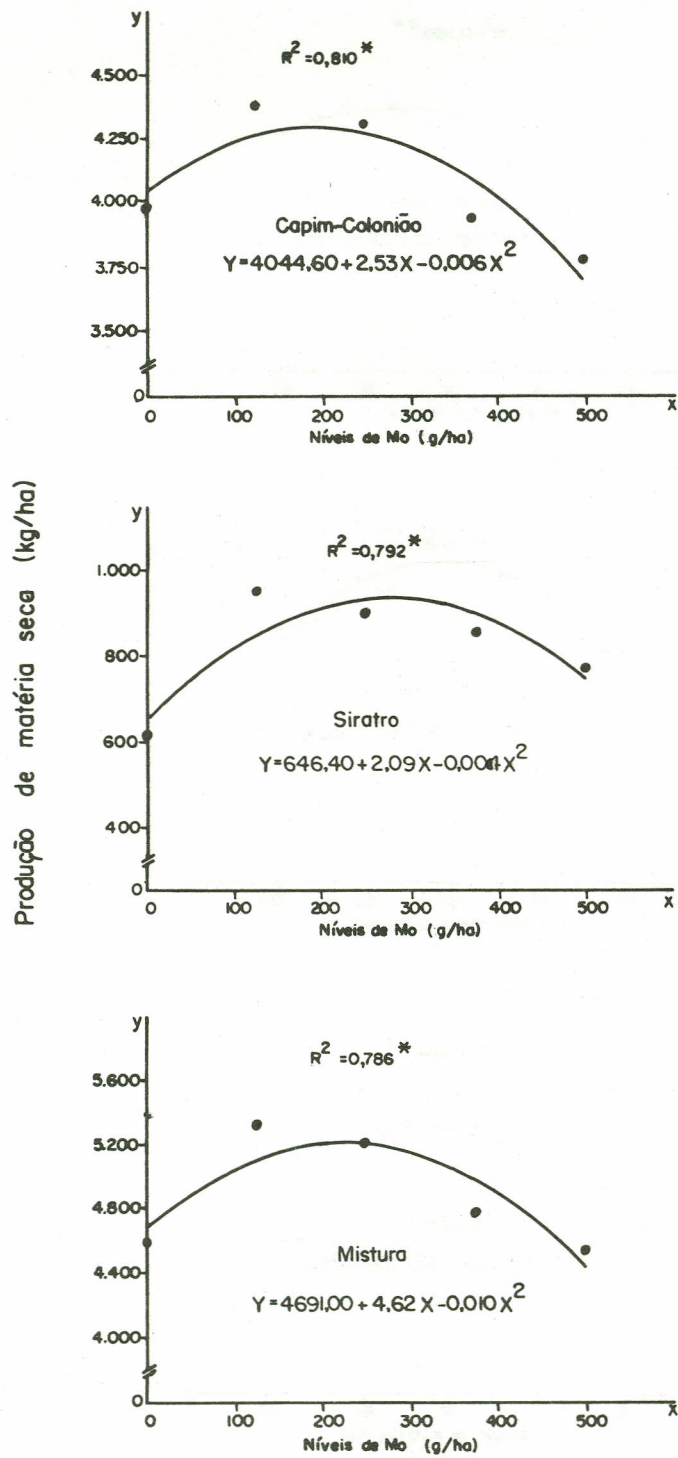


Figura 3. Efeito dos níveis de molibdênio aplicados ao solo sobre a produção de matéria seca anual do capim-colonião, do siratro e da mistura (média dos 4 anos).

O potássio na fase de formação apresentou efeito linear positivo na produção de matéria seca do capim-colonião e negativo na de siratro, provavelmente devido a salinização e consequente aumento na pressão osmótica, com prejuízos ao sistema radicular das plântulas da leguminosa.

A gramínea, a leguminosa e a mistura, responderam, semelhantemente, até a dose de cerca de 120 kg de P_2O_5 por hectare e de 70 kg de K_2O (aplicados após cada corte), sendo a resposta ao molibdênio diferenciada, correspondendo respectivamente a 196, 274 e 225 g de molibdênio por hectare.

O siratro, mostrou-se mais exigente em fósforo, potássio e molibdênio do que o colonião, apresentando 72% (P), 118% (K) e 55% (Mo) da sua produção com a aplicação dos elementos, enquanto a gramínea teve sua produção aumentada até no máximo 20% (P), 16% (K) e 10% (Mo), considerando-se a média dos 4 anos.

Esse efeito dos níveis de fósforo na produção de matéria seca da leguminosa está de acordo com JONES & FREITAS (1970), sendo o percentual de aumento (20%) de produção do capim-colonião inferior ao obtido por WERNER et alii (1967b) e GOMIDE (1975). Quanto ao potássio e molibdênio os resultados corroboram os de MONTEIRO et alii (1980), MONTEIRO et alii (1983) e MATTOS (1975).

Quanto a participação percentual da leguminosa no total de matéria seca da mistura (figura 4), houve também resposta quadrática em função dos níveis de cada um dos elementos aplicados, sendo as máximas proporções de leguminosas alcançadas com as dosagens por hectare de 134 kg de P_2O_5 , 61 kg de K_2O e 310 g de molibdênio.

Teor e quantidade de proteína bruta por área

Os teores de proteína bruta na matéria seca a 65°C e as quantidades de proteína bruta produzidas por ha/ano, no capim-colonião e no

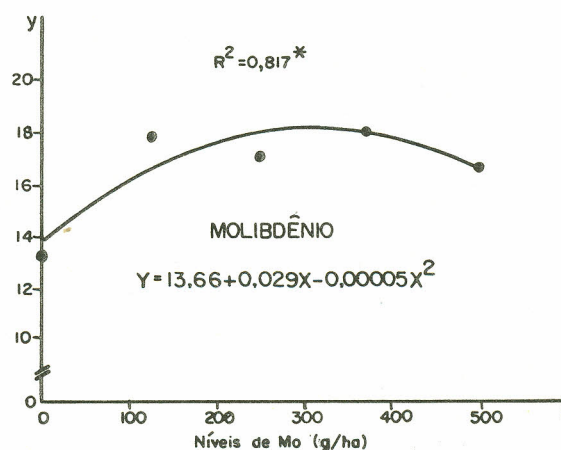
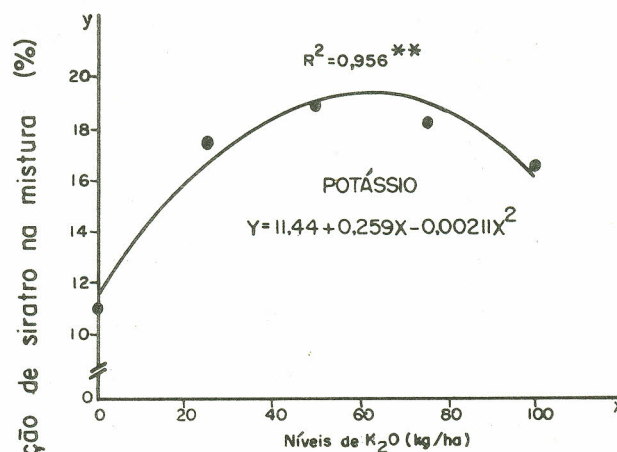
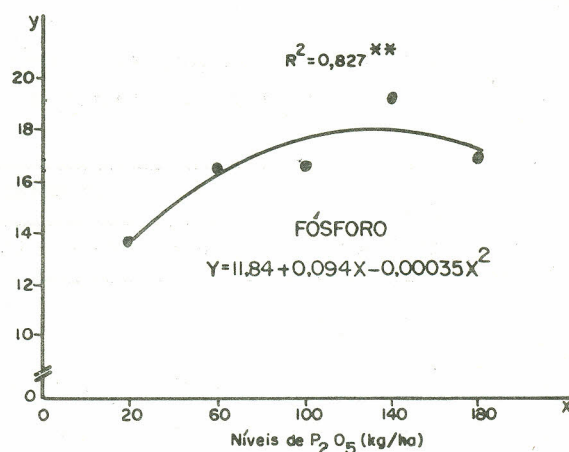


Figura 4. Efeito dos níveis de fósforo, potássio e molibdênio aplicados ao solo, na participação percentual em peso da leguminosa na mistura (média dos 4 anos).

siratro, em função dos níveis dos elementos aplicados, são apresentados respectivamente nos quadros 4 e 5.

Os níveis de fósforo aplicados ao solo, resultaram em decréscimo significativo no teor de proteína bruta no colônião no primeiro (P <

Quadro 4. Porcentagens de proteína bruta na matéria seca a 65°C do capim-colônião e do siratro, em função dos níveis dos elementos aplicados ao solo

Doses aplicadas	Colônião				Siratro			
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
P ₂ O ₅ (Kg/ha)	%							
20	9,36	7,45	6,97	6,32	17,20	17,22	15,48	14,93
60	9,12	7,45	7,06	6,31	17,19	17,55	15,95	15,49
100	8,89	7,60	6,84	6,05	17,38	17,74	15,96	14,86
140	8,92	7,50	6,66	6,36	17,90	17,96	16,30	15,28
180	8,86	7,68	6,49	6,21	17,43	17,51	16,07	14,90
K ₂ O (Kg/ha)								
0	9,42	7,59	7,09	6,70	17,34	18,18	15,93	15,09
25	9,01	7,45	7,00	6,42	17,50	17,87	16,08	15,21
50	8,78	7,52	6,69	5,99	17,42	17,58	15,98	15,14
75	9,04	7,50	6,72	6,25	17,59	17,64	16,18	15,55
100	8,94	7,63	6,55	5,90	17,28	16,75	15,59	14,40
Mo (g/ha)								
0	8,85	7,48	6,76	6,21	16,96	16,96	15,60	14,33
125	9,11	7,48	7,00	6,36	17,48	18,02	15,94	15,45
250	9,00	7,53	6,81	5,98	17,41	17,50	15,98	15,08
375	8,94	7,48	6,72	6,31	17,61	17,49	16,31	15,31
500	9,24	7,73	6,74	6,40	17,68	18,06	15,93	15,23
F p/PL	5,51*	ns	9,18**	ns	ns	ns	10,62**	ns
F p/PQ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F p/KL	ns	ns	9,47**	17,56**	ns	12,57**	ns	ns
F p/KG	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	4,67*
F p/MoL	ns	ns	ns	ns	4,96*	4,23*	4,59*	5,20*
F p/MoQ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F p/Interações	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Quadro 5. Quantidade de proteína bruta produzida, em quilograma por hectare, do capim-colonião e do siratro, em função dos níveis dos elementos aplicados ao solo

Doses Aplicadas	Colonião				Siratro			
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
P_2O_5 (kg/ha)	kg/ha							
20	427	210	245	222	72	99	93	105
60	471	231	276	272	99	140	129	166
100	480	261	276	269	93	147	160	165
140	451	225	273	275	98	198	167	189
180	455	252	249	251	92	145	143	161
K_2O (kg/ha)								
0	456	227	244	231	89	85	61	59
25	460	223	265	268	112	156	127	160
50	473	260	258	263	91	154	185	197
75	462	233	284	278	85	181	160	196
100	434	234	270	249	76	143	145	179
Mo (g/ha)								
0	422	242	247	237	75	111	100	109
125	513	240	295	286	95	174	158	195
250	490	256	277	272	99	138	173	168
375	410	217	255	260	102	163	137	160
500	450	224	246	244	82	145	121	156
F p/PL	ns	ns	ns	ns	ns	10,78**	6,55*	5,40*
F p/PQ	ns	ns	ns	ns	ns	7,75**	5,75*	ns
F p/KL	ns	ns	ns	ns	ns	10,85**	8,19**	8,91**
F p/KQ	ns	ns	ns	ns	ns	5,28*	9,68**	7,65*
F p/MoL	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F P/MoQ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interações	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

0,05), e no terceiro ($P < 0,01$) ano experimental (quadro 4), provavelmente devido ao efeito de diluições, não afetando a quantidade total de proteína por área (quadro 5).

Ao mesmo tempo incrementou significativamente o teor protéico no siratro no terceiro ano e de forma quadrática significativa ou com tendências à significância a sua produção de proteína bruta por área, em todos os anos (efeito médio dos quatro anos ilustrados na figura 5).

O potássio teve efeito inversamente proporcional as suas dosagens, no teor de proteína bruta do colônio nos dois últimos anos ($P < 0,01$) forte tendência no primeiro ano e com relação ao siratro, no segundo ano (quadro 4), provavelmente devido ao efeito de diluição (resultado do aumento da produção de matéria seca).

A quantidade de proteína bruta por área do colônio não foi afetada pelos tratamentos (quadro 5), enquanto para o siratro houve resposta quadrática significativa a partir do segundo ano e forte tendência no primeiro (efeito médio dos quatro anos ilustrados na figura 5).

Quanto ao molibdênio, houve incremento significativo ($P < 0,05$) no teor protéico do siratro com o aumento de suas doses, em todos os anos (quadro 4) e na média dos quatro anos (figura 5), não sendo alterada significativamente ($P > 0,05$), no entanto, a quantidade de proteína bruta por área na leguminosa.

Os resultados aqui obtidos são concordantes com os de MONTEIRO et alii (1980, 1983), exceto quanto ao não aumento da quantidade de proteína do capim-colônio com a adubação potássica.

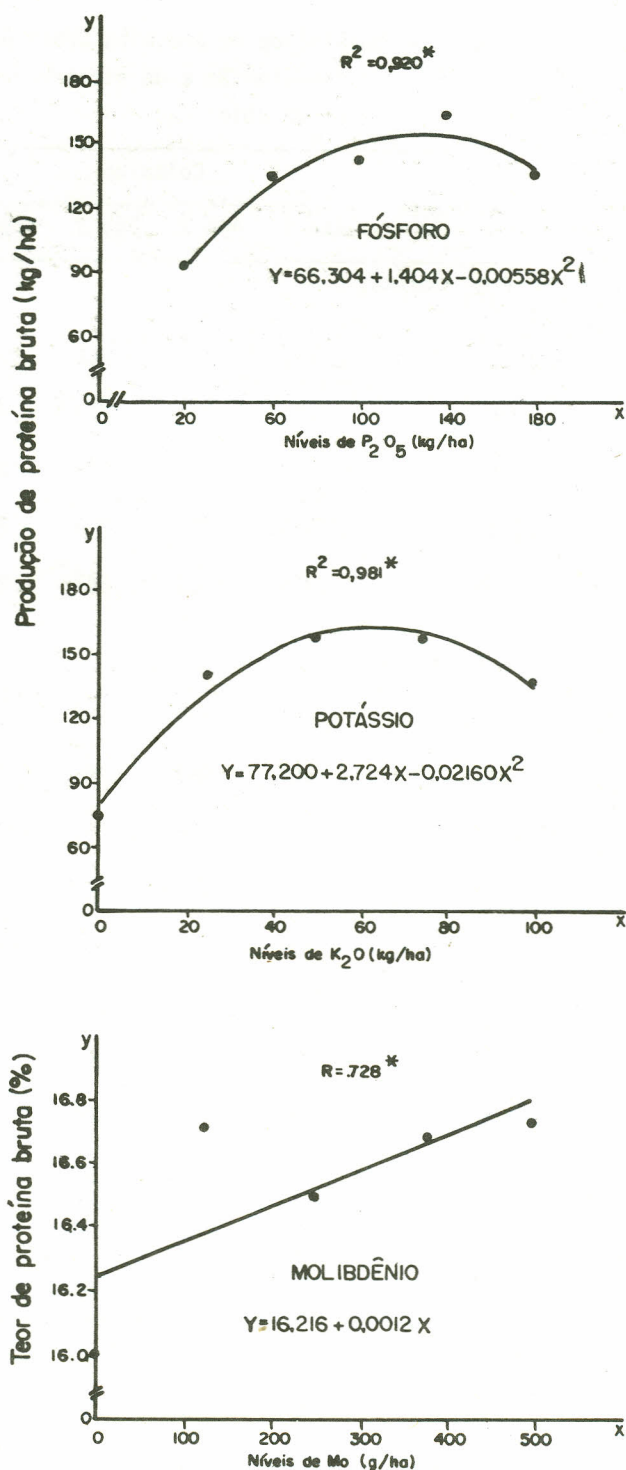


Figura 5. Efeito dos níveis de fósforo, potássio e molibdênio aplicados ao solo, no teor (Mo) e produção (P e K) de proteína bruta do siratro (média dos 4 anos).

Teores de minerais no siratro

Nitrogênio

Os teores de fósforo aplicados ao solo, resultaram em aumento quadrático ($P < 0,01$) no teor nitrogênio do siratro nos dois primeiros anos (figura 6), deixando de influir significativamente nos anos subsequentes. Os demais elementos aplicados não influenciaram significativamente ($P < 0,05$) nos teores de nitrogênio da leguminosa.

Fósforo

Os teores de fósforo na planta, nas análises químicas do segundo e quarto ano, foram diretamente proporcionais ($P < 0,01$) aos níveis do elemento aplicado ao solo (figura 6), não havendo correspondência significativa entre eles nos demais anos, bem como em relação aos demais nutrientes aplicados.

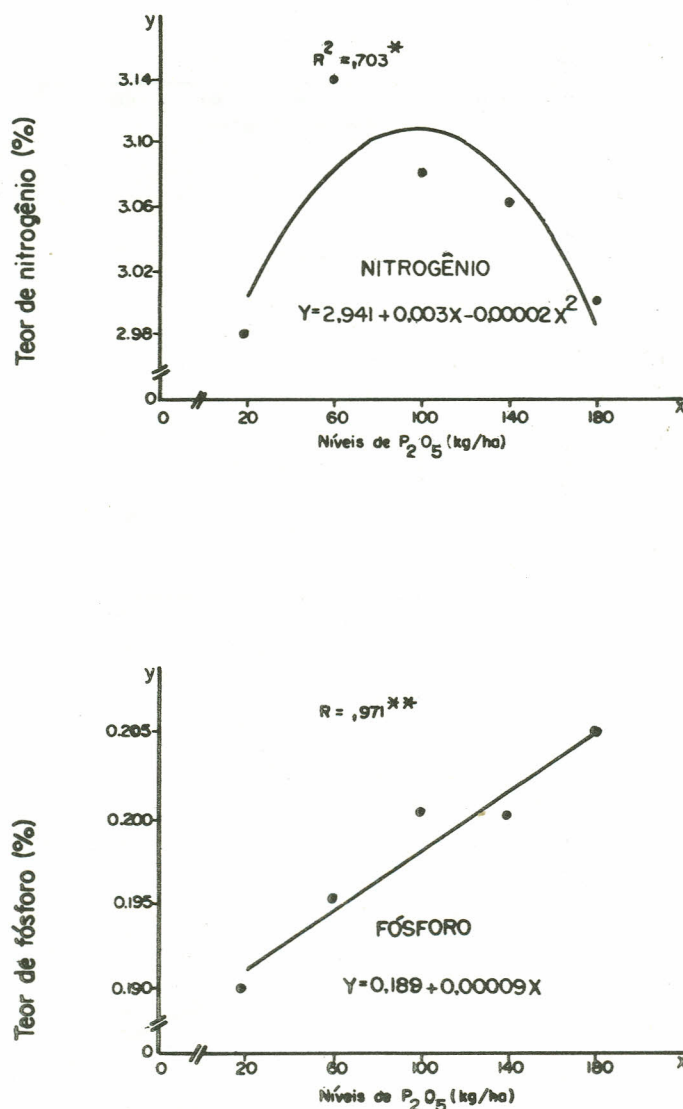


Figura 6. Efeito dos níveis de fósforo aplicados ao solo no teor de nitrogênio (média do 1º e 2º ano) e de fósforo (média do 2º e 4º ano) do siratro.

Potássio, Cálcio e Magnésio

Houve incremento linear ($P < 0,01$) dos teores de potássio no siratro em todos os anos (figura 7) com o aumento das doses do elemento

aplicadas ao solo, ocorrendo simultaneamente a partir do segundo ano decréscimo linear no teor de cálcio e de magnésio da leguminosa (figura

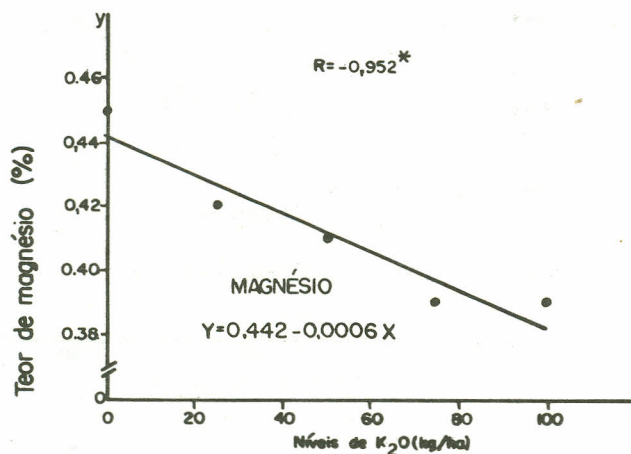
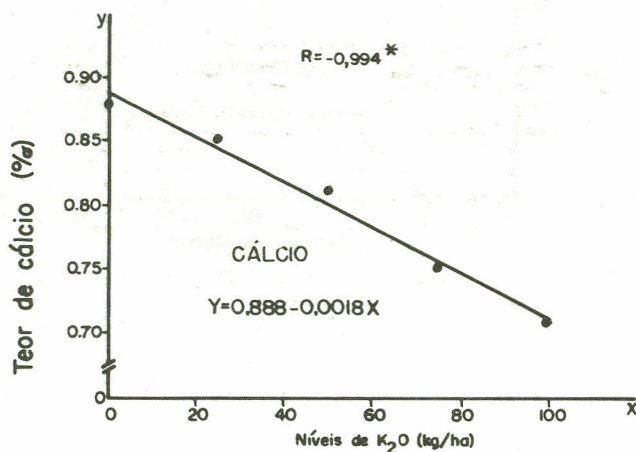
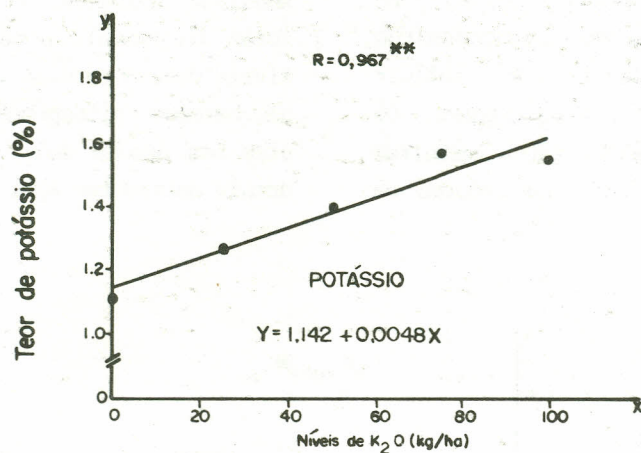


Figure 7. Efeito dos níveis de potássio nos teores de potássio (média do 2º ao 4º ano) do siratro.

7), devido, provavelmente, em parte ao efeito de diluição e em parte a um antagonismo do cálcio e do magnésio com relação ao potássio.

Os demais elementos aplicados não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) nos teores desses minerais na planta.

Teores de fósforo e potássio no solo

Os teores médios de fósforo e potássio no solo no primeiro e no último corte, em função dos níveis aplicados desses elementos são mostrados no quadro 6.

Quadro 6. Teor de fósforo e potássio no solo, expressos em microgramas por mililitro de terra fina seca ao ar, no início e no final do experimento, em função dos níveis aplicados desses elementos

	1 corte		último corte	
	P	K	P resina	K
$P_{25}O_5$ (kg/ha)				
20	23	84	3	82
60	88	83	3	56
100	76	66	4	59
140	89	74	6	66
180	84	65	5	58
K_2O (kg/ha)				
0	50	33	4	24
25	86	62	4	30
50	64	67	5	64
75	91	94	6	90
100	73	116	6	110
F p/PL	ns	8,87**	ns	12,95**
F p/PQ	10,43**	ns	ns	ns
F p/KL	ns	13,88**	ns	19,09**
F p/KQ	ns	ns	ns	ns

Verificou-se que as doses de fósforo aplicadas no plantio, a partir de 60 kg de $P_{25}O_5$ por hectare, elevaram significativamente ($P < 0,01$) o teor do elemento no solo na primeira amostragem em relação à dose menor, enquanto na última amostragem esse fato já não era mais verificado. As doses de fósforo interagiram

também com o potássio do solo, possibilitando, provavelmente através de maior produção da planta, uma maior remoção de potássio do solo, ocasionando redução desse elemento, a partir de 60 kg de $P_{25}O_5$ /ha em relação a dose menor, no primeiro e no último corte.

As doses de potássio aplicadas após cada corte, elevaram linearmente o teor do elemento no solo ($P < 0,01$), mostrando-se o efeito constante da primeira à última amostragem.

Nível externo e interno para máxima produção

Tendo em vista a ocorrência de efeito quadrático dos níveis de potássio aplicados, com relação à produção de matéria seca do siratro, a partir do segundo ano e de efeito linear positivo desses níveis nos teores do elemento no solo e na planta em todos os anos, foi possível se estimar os níveis externos e internos desse elemento na leguminosa para máxima produção do segundo ao quarto ano. Já, com relação ao fósforo, o mesmo não foi possível, dado a última dose empregada no ensaio não ser suficientemente alta para alterar significativamente ($P > 0,05$) os teores do elemento na planta.

A figura 8 ilustra a inter-relação entre os níveis de potássio aplicados, os teores do elemento no solo e a produção de MS, mostrando que a faixa ótima no solo, em $\mu\text{g/ml}$, variou de 64 a 100 no segundo ano, de 50 a 67 no terceiro e de 57 a 79 no quarto.

Considerou-se como faixa ótima o intervalo entre o índice de referência (90% da produção máxima) até o nível de produção máxima.

Com relação ao nível interno (figura 9), verificou-se que as faixas ótimas na planta, em percentagem, variaram de 1,19 a 1,34 no segundo ano, de 1,46 a 1,62 no terceiro e de 1,41 a 1,57 no quarto, para o siratro.

Observa-se ainda por essas figuras que a produção máxima foi atingida, em todos os anos, com dose semelhante de potássio, cerca de 70 kg de K_2O por hectare, aplicado após cada corte.

O índice de referência foi obtido, tanto em relação ao nível externo quanto ao interno, em todos os anos, com uma aplicação próxima de 50 kg de K_2O por hectare por corte.

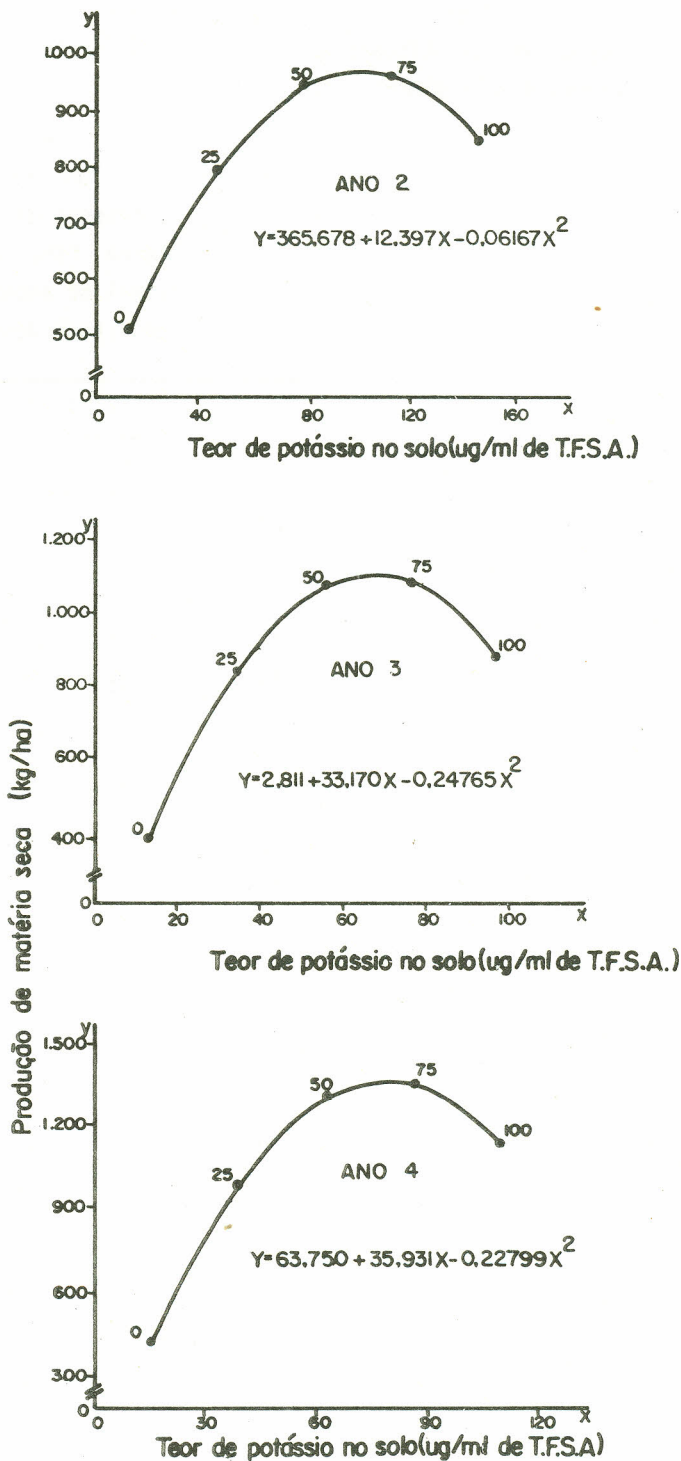


Figura 8. Nível crítico externo de potássio no siratro do 2º ao 4º ano (inter-relação entre níveis de potássio aplicado, após cada corte, teor do elemento no solo e produção de matéria seca do siratro).

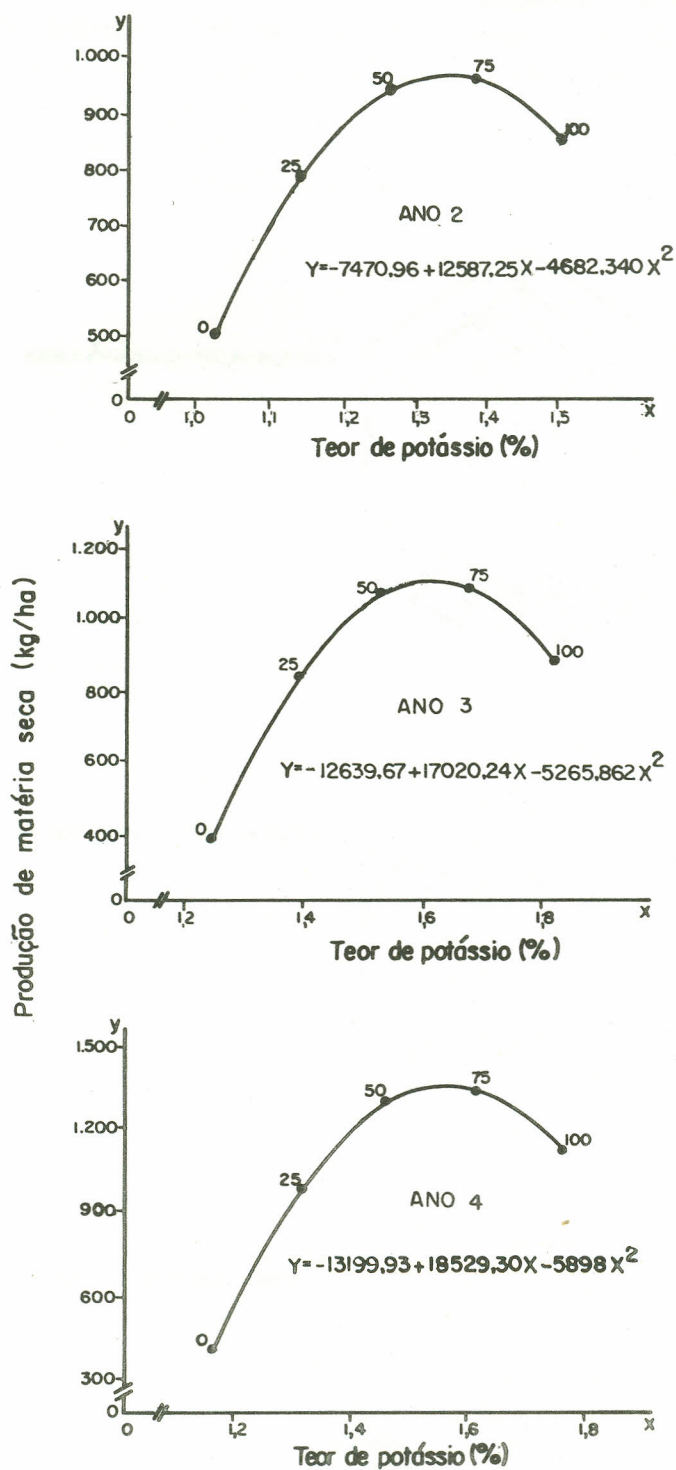


Figura 9. Nível crítico interno de potássio no siratro do 2º ao 4º ano (inter-relação entre níveis de potássio aplicado após cada corte, teor do elemento no siratro e produção de matéria seca da leguminosa).

Superfície de resposta

Selecionou-se a partir dos componentes significativos dos efeitos das adubações fosfatada, potássica, com molibdênio e suas interações através de processo passo a passo, os modelos de máxima eficácia na estimativa dos diferentes parâmetros avaliados em relação à gramínea, à leguminosa e à mistura.

Desta forma a produção de matéria seca do capim-colonião, pode ser representada pelo modelo $Y = 3270,46 + 14,931P - 0,06035P^2 + 4,898K - 0,00146Mo^2$ ($P < 0,01$), que por envolver os três elementos aplicados (P, K e Mo) é de difícil visualização gráfica, sendo com esse objetivo estudados os efeitos das combinações duas a duas dos três tipos de adubação (figura 10).

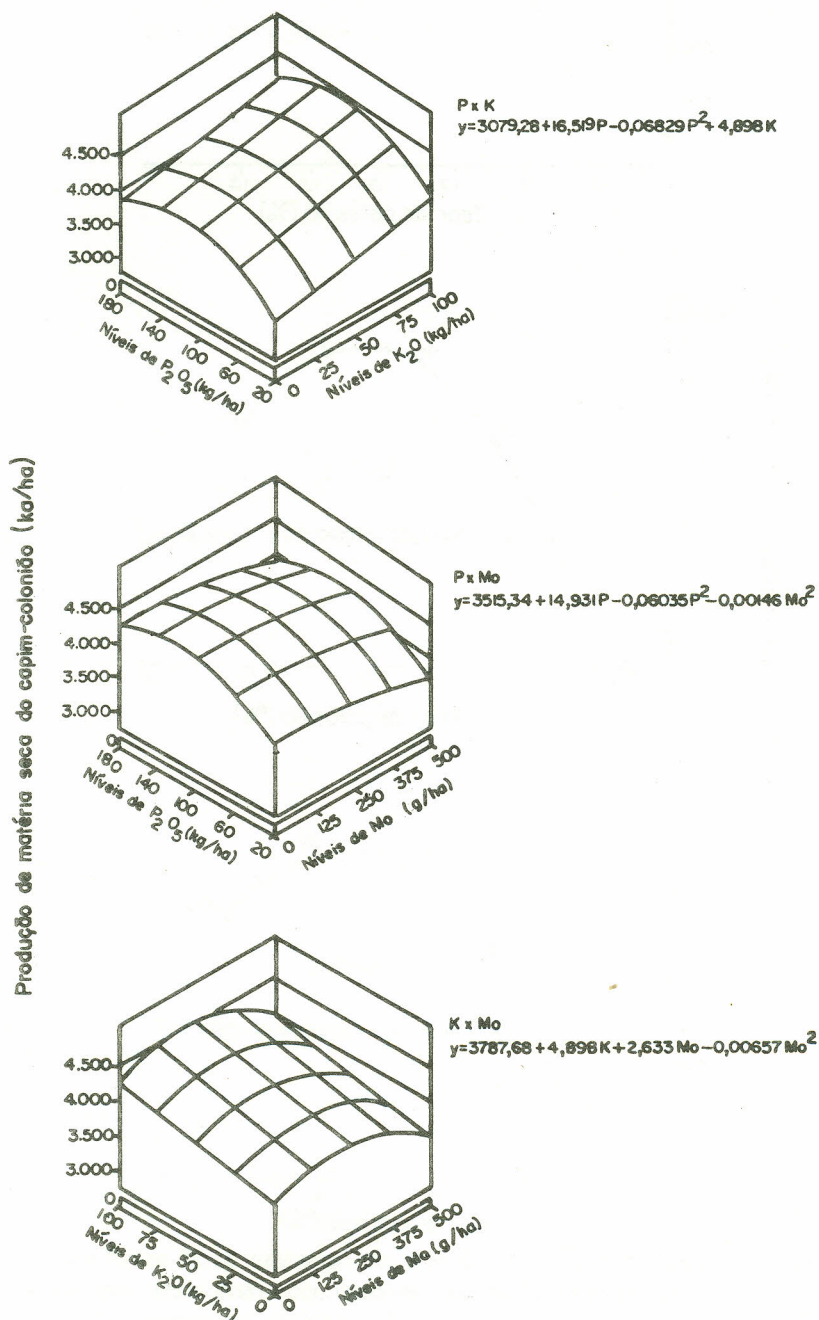


Figura 10. Efeito das aplicações das adubações fosfatada, potássica e com molibdênio, combinadas duas a duas na produção de matéria seca a 65°C do capim-colonião (média dos 4 anos).

O modelo de maior eficácia na estimativa da produção de matéria seca do siratro foi $Y = 236,61 + 1,756P + 16,813K + 0,13237K^2 + 0,207Mo$ ($P < 0,01$), sendo que na combinação duas a

duas, fósforo vs, molibdênio, só entraram no modelo as componentes linear e quadrática do fósforo. As demais combinações são ilustradas na figura 11.

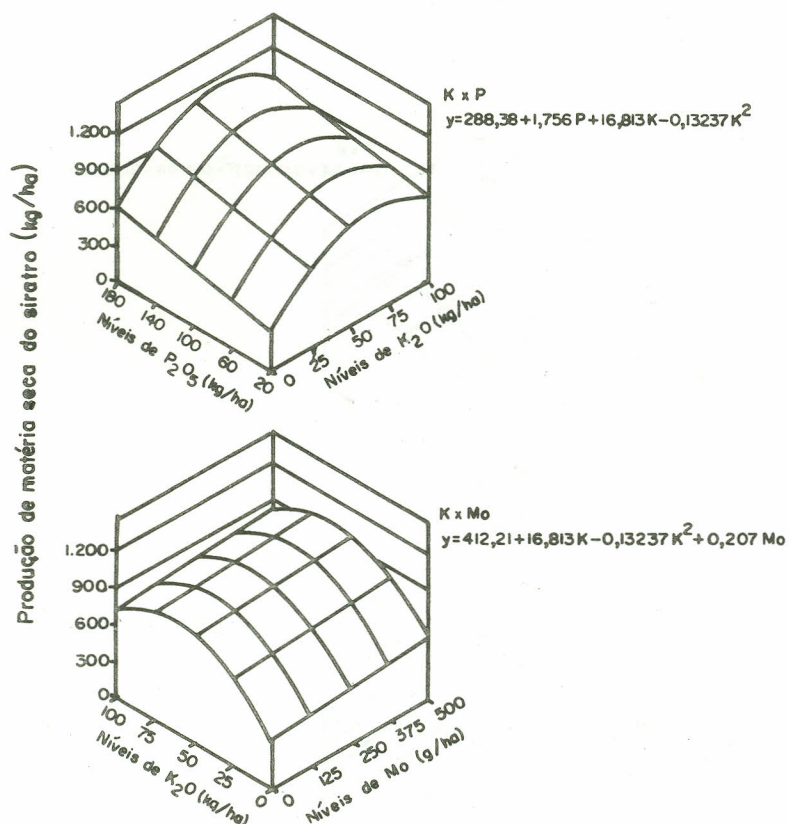


Figura 11. Efeito de combinações duas a duas, das adubações fosfatada, potássica e com molibdênio, na produção de matéria seca do siratro (média dos 4 anos).

Para a mistura, foi suficiente para o modelo a inclusão das componentes linear e

quadrática das adubações fosfatada e potássica (figura 12).

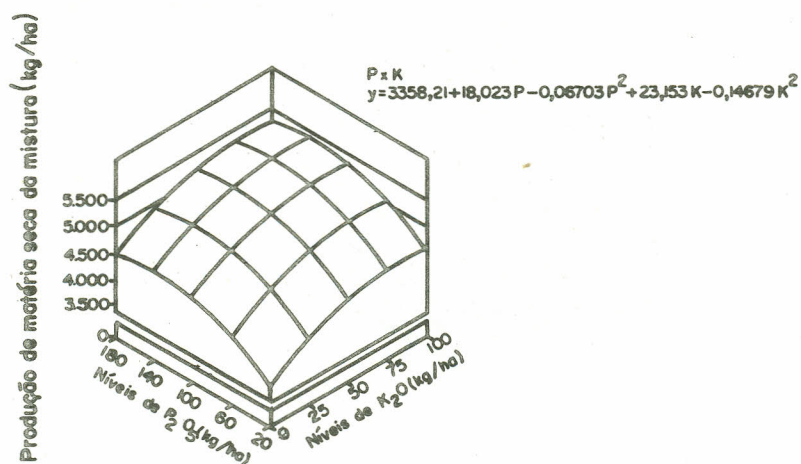


Figura 12. Efeito da combinação das adubações fosfatada e potássica na produção de matéria seca da consorciação capim-colonião e siratro (média dos 4 anos).

Quanto à proporção em peso de leguminosa, na mistura, o modelo mais representativo foi $Y = 8,24 + 0,00012P^2 + 0,274K - 0,00226K^2 +$

$0,006Mo$ ($P < 0,01$), sendo as combinações duas a duas apresentadas na figura 13.

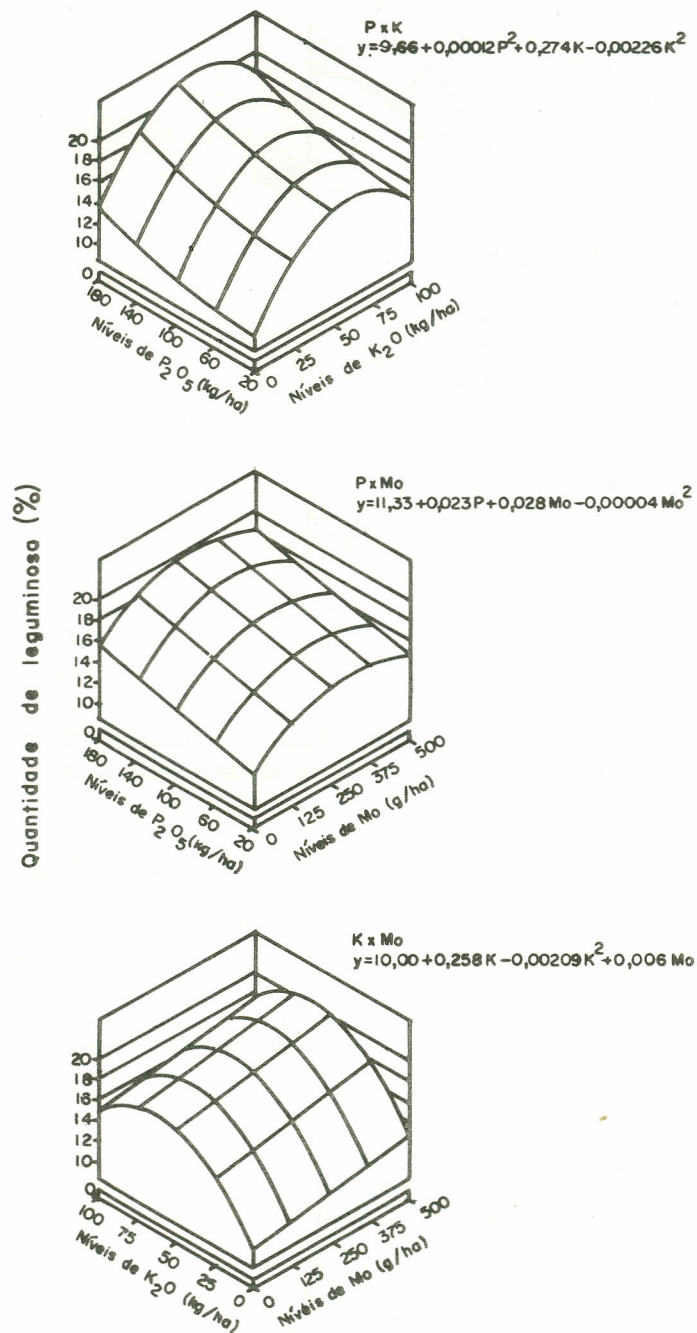


Figura 13. Efeito das adubações fosfatada, potássica e com molibdênio, combinados duas a duas, na proporção em peso da leguminosa na mistura (média dos 4 anos).

Tratamentos adicionais

O efeito dos níveis de nitrogênio aplicados anualmente à gramínea exclusiva, conjuntamente com as doses médias de P_2O_5 e de K_2O , sobre a produção de matéria seca e o teor e a quantidade total de proteína bruta é mostrada no quadro 7.

Quadro 7. Equivalência entre adubação nitrogenada e consorciação (gramínea exclusiva Vs. gramíneas consorciada e mistura), em cada ano

	Matéria seca (kg/ha)				Proteína bruta (%)				Proteína bruta (kg/ha)			
	ano				ano				ano			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
(kg/ha)	Capim-colonião exclusivo											
0	3827	2510	3652	3920	8,87	7,28	6,16	6,34	399	183	225	248
75	5397	3944	5160	6158	8,90	6,86	6,56	5,58	480	271	338	344
150	5609	4044	6202	6520	9,03	7,17	6,45	6,24	506	290	400	407
F p/RL	16,5*	12,7*	184,3**	21,3**	24,7**	ns	ns	ns	21,4**	23,0**	112**	226**
	Conсорciação											
Colonião	6625	4101	4837	4988	8,93	7,59	6,85	6,05	556	311	331	302
Siratro	604	998	1234	1203	17,68	17,42	16,04	15,49	107	174	198	186
Mistura	6829	5099	6071	6191	9,86	10,34	9,55	8,61	663	485	529	488
Eq. c/gram.	183	164	65	44	75	-	-	-	178	164	74	46
Eq. c/mist.	234	231	138	113	944	-	-	-	274	407	253	221

Verificou-se que a proporção de matéria seca e a quantidade total de proteína foram diretamente proporcionais às doses de N aplicadas, em todos os anos, enquanto o teor de proteína só se elevou correspondentemente no primeiro ano.

Nesse mesmo quadro são apresentados os dados relativos à gramínea, à leguminosa e ao total da mistura, correspondentes à dose média de P_2O_5 , de K_2O e Mo, e a equivalência ano a ano, entre a adubação nitrogenada aplicada na gramínea exclusiva e o efeito da leguminosa na gramínea consorciada e no total da mistura. Observa-se que o efeito relativo foi decrescente com o tempo, embora a produção da mistura e a participação da leguminosa tenham respectivamente se mantido e aumentado gradualmente.

Considerando-se a média dos quatro anos, a produção de matéria seca da mistura

correspondeu a uma adubação com cerca de 180 kg de N por hectare no capim exclusivo, porém de melhor qualidade, equivalendo em termos de quantidade total de proteína por área à aplicação de 288 kg de N por hectare, evidenciando dessa maneira a importância do uso de leguminosa em consorciação.

Por outro lado, se considerar o efeito apenas na gramínea, esses valores seriam respectivamente 114 e 115 kg de N por hectare por ano, situando-se numa faixa intermediária ao obtido por PAULINO et alii (1983) e MATTOS & WERNER (1979).

Com relação ao emprego de boro, cobre e zinco, em adição aos níveis médios de P_2O_5 , K_2O e Mo (quadro 8) não se verificou benefícios das forrageiras ou da consorciação, pelo contrário, reduziram ou tenderam a reduzir as produções de matéria seca e quantidade total de proteína, especialmente nos dois primeiros anos.

Quadro 8. Comparação entre o tratamento básico (P, K e Mo - nível médio) e o tratamento básico mais B, Zn e Cu

Ano Tratamento	Matéria seca		Proteína bruta				
	colonião	siratro	colonião	siratro	colonião	siratro	
	kg/ha		%		Kg/ha		
I	básico	6625	604	8,93	17,68	556	107
	adicional	4391	372	8,62	17,72	378	66
	t	2,93%	3,03%	ns	ns	2,45%	ns
II	básico	4101	998	7,59	17,42	311	174
	adicional	3112	769	7,42	17,08	231	131
	t	2,71%	ns	ns	ns	ns	ns
III	básico	4837	1234	6,85	16,04	331	198
	adicional	3835	866	6,52	15,57	250	135
	t	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV	básico	4988	1203	6,05	15,49	302	186
	adicional	4630	962	5,80	15,31	268	147
	t	ns	ns	ns	ns	ns	ns
méd.	básico	5038	1010	7,36	16,66	375	166
	adicional	3992	742	7,09	16,42	282	120
	t	3,62%	3,05%	ns	ns	ns	ns

CONCLUSÕES

1. Para formação e manutenção da consorciação de capim-colonião com siratro à aplicação das adubações fosfatadas, potássica e com molibdênio, mostrou-se imprescindível.

2. O molibdênio, além de melhorar a produtividade da consorciação, aumentou sua qualidade, elevando o teor proteico do siratro.

3. A proporção mais adequada de leguminosa na mistura foi obtida com a aplicação por hectare de 134 kg de P_2O_5 , 61 kg de K_2O e 310 g de molibdênio.

4. O nível de potássio para produção mais eficaz foi em média em torno de 60 ppm de K no solo e 1,40% de K na matéria seca do siratro,

correspondendo a uma aplicação próxima aos 50 kg de K_2O , por hectare por corte.

5. A leguminosa equivaleu, em média, a uma adubação com cerca de 114 kg de N por hectare por ano, em termos de produção de matéria seca do colonião e de 115 kg de N por hectare por ano em termos de quantidade total de proteína dessa gramínea. Ao se considerar o total da mistura esses valores seriam respectivamente 180 e 288 kg de N por hectare por ano.

6. A aplicação de boro, cobre e zinco conjuntamente com a dose média de P, K e Mo, não demonstrou ser vantajosa para a consorciação de capim-colonião com siratro.

SUMMARY: This field experiment studied the effect of levels of P, K, and Mo in a mixed guineagrass plus siratro pasture. The experimental design was in Complete Randomized Block with two replications and the treatments were combined in a incomplete factorial using a modified central composite design. At seeding time it was used a differential fertilization, applying only 20 kg of P_2O_5 /ha in the rows of the grass and, in the rows of the legume the P, K and Mo fertilizations were according to the level combinations. The grass was also studied as single culture, fertilized with levels of N. In the mixture, the grass, the legume and the grass + legume yields were increased with the application of about 120 kg of P_2O_5 /ha and 70 kg K/ha, being the response to Mo different for each component and equal to the application of 196, 274, and 225 g of molybdenum per ha. No limiting siratro productions occurred when the soil K was around 60 ppm and the forrage K concentrations were 1,40% in the dry matter (65°C) which corresponded to an application of 50 kg K_2O /ha harvest. Considering a four year mean the dry matter yield of the mixture was equivalent to a fertilization of 120 kg N/ha in the grass alone.

Index terms: guinea-grass, siratro, mixed pasture, levels of phosphorus, potassium and molydenum.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, G. G.; MONERAT, P. H. & GOMIDE, J. A. Efeito de dose de fósforo sobre o crescimento e o teor de fósforo de capim-jaraguá e capim-colonião. R. Soc. bras. Zoot., Viçosa, MG, 12(1):1-10, 1983.

GARGANTINI, H.; COELHO, F. A. S.; VELENCIA, A. P. & SOARES, E. Levantamento da fertilidade dos solos do Estado de São Paulo. Campinas, SP, Instituto Agrônomo, 1970. 32 p.

- COMIDE, J. A. Adubação fosfatada e potássica de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., Piracicaba, SP, 1975. Anais... Piracicaba, SP. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1975. p. 143-50.
- JONES, M. B. & FREITAS, L. M. M. Respostas de quatro leguminosas tropicais à fósforo, potássio e calcário, num Latossolo Vermelho Amarelo de campo cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5:91-5, 1970.
- MATTOS, H. B. Efeitos da aplicação de calcário e micronutrientes sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química de Phaseolus atropurpurens DC. cv. Siratro. B. Indústr. anim., São Paulo, 32(1):137-80, jan./jun. 1975.
- MATTOS, H. B. & WERNER, J. C. Efeitos do nitrogênio mineral e de leguminosas sobre a produção do capim-colonião (Panicum maximum Jacq.). B. Indústr. anim., Nova Odessa, SP, 35(1):147-56, jan./jun. 1979.
- MONTEIRO, F. A. & WERNER, J. C. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim-colonião na formação e em pasto estabelecido. B. Indústr. anim., Nova Odessa, SP, 34(1):91-101, jan./jun. 1977.
- ; MALAVOLTA, E. & WERNER, J. C. Efeitos da aplicação de micronutrientes e de níveis de calagem em leguminosas forrageiras. I. Soja-perene tinaroo e siratro cultivado em vasos. B. Indústr. anim., Nova Odessa, SP, 40(1):97-126, jan./jun. 1983.
- ; LIMA, S. A. A.; WERNER, J. C. & MATTOS, H. B. Adubação potássica em leguminosas e em capim-colonião (Panicum maximum Jacq.) adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosa. B. Indústr. anim., Nova Odessa, SP, 37(1):127-48, jan./jun. 1980.
- PAULINO, V. T.; CUNHA, P. G.; MATTOS, H. B. & BUFARAH, G. Estimativas do potencial de fornecimento de nitrogênio para a dieta animal através de leguminosas forrageiras. I. São José do Rio Preto. Zootecnia, Nova Odessa, SP, 21(2):135-50, abr./jun. 1983.
- VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R. W.; ABRUNA, F. & SILVA, F. Potássium fertilization of intensively managed grasses under humid conditions. Agron. J., Madison, Wis., 54(5):405-3, 1962.
- WERNER, J. C. & HAAG, H. P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. B. Indústr. anim., São Paulo, 29(1):191-245, jan./jun. 1972.
- ; PEDREIRA, J. V. S. & QUAGLIATO, J. L. Ensaio exploratório de fertilização de capim-colonião com solo de Sertãozinho. B. Indústr. anim., São Paulo, 24(nº único):155-8, 1967a.
- ; QUAGLIATO, J. L. & MARTINELLI, D. Ensaio de fertilização do coloniã com solo da noroeste. B. Indústr. anim., São Paulo, 24(nº único):159-67, 1967b.