

NUTRIÇÃO MINERAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS. I.
ABSORÇÃO DOS MACRONUTRIENTES PELA CENTROSEMA
(*Centrosema pubescens* Benth.), SIRATRO
(*Macroptilium atropurpureum* cv. 'Siratro')
E SOJA PERENE (*Glycine wightii* Willd.)
CULTIVADAS EM CONDIÇÕES DE CAMPO*

G.D. de OLIVEIRA**
H.P. HAAG**
J.R. SARRUGE**
M.L.V. BOSE***

RESUMO

As leguminosas tropicais constituem opção como fonte de alimento para o gado, e como revestimento para proteger taludes e aterros contra a erosão.

Com a finalidade de se conhecer o hábito alimentar das leguminosas tropicais centrosema (*Centrosema pubescens* Benth.), siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'Siratro') e soja perene (*Glycine wightii* Willd.) instalou-se o presente ensaio no campo, em Piracicaba, SP, visando obter dados para estabelecer equações para o crescimento, para a concentração e extração dos macronutrien-

-
- * Parte da dissertação apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz" pelo primeiro autor, para obtenção do grau de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.
Entregue para publicação em 22.12.1978.
- ** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- *** Departamento de Zootecnia, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

tes (N, P, K, Ca, Mg e S), e para a matéria seca digestível das folhas e caules, "in vivo", no bovino, em função da idade da planta.

Da apreciação geral dos resultados obtidos, verificou-se diferenças entre as três espécies quanto aos fatores estudados, tais como:

a. A máxima produção de matéria seca é da soja perene, seguida pela centrosema e siratro, ocorrendo entre 134 e 140 dias. A maior velocidade no crescimento ocorre entre 83 e 91 dias, para as três espécies.

b. O caule apresenta as maiores concentrações de potássio; as folhas, todos os outros macronutrientes. Existem diferenças entre as espécies quanto aos teores de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. O enxofre é absorvido e acumulado continuamente pela centrosema.

c. A maior velocidade de acumulação de nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre pelas folhas ocorre entre 80 e 95 dias para as três espécies; de potássio aos 83 e 90 dias para a centrosema e soja perene, respectivamente; de cálcio, aos 116 e 135 dias para a soja perene e siratro. A quantidade máxima e a idade em que ocorre são:

Nutrientes	Centrosema		Soja Perene		Siratro	
	mg/plan.	dias	mg/plan.	dias	mg/plan.	dias
Nitrogênio	220,88	134	227,57	138	151,57	130
Fósforo	17,20	126	17,19	133	16,26	144
Potássio	157,85	127	218,10	140	>292,19	>147
Cálcio	>56,85	>147	>68,98	>147	>77,51	>147
Magnésio	13,43	125	19,53	134	25,50	131
Enxofre	13,33	123	17,35	116	15,45	118

d. Existem diferenças na digestibilidade da matéria seca das partes entre as leguminosas. Essa digestibilidade aumenta com a idade da centrosema e do siratro; na soja perene, a digestibilidade mínima ocorre aos 74 dias (39,2%) para o caule e 88 dias (30,2%) para a folha. A matéria seca digestível das folhas de centrosema é 29,8% e das do siratro, 20%, aos 42 dias de idade; aos 147 dias, a da soja perene é 58,8%, seguida do siratro, 56,5%, e da centrosema, 44,0%.

INTRODUÇÃO

As leguminosas constituem a segunda maior família das plantas, com cerca de 600 gêneros e 13.000 espécies (DELWICHE, 1978). As leguminosas superam em número as gramíneas que são em conjunto a principal fonte de alimentos para os bovinos. Até o presente momento os estudos de nutrição mineral no Brasil e no exterior estão mais voltados para as gramíneas.

As regiões tropicais do mundo, com mais de 4 meses de estação chuvosa aliada a altas temperaturas, são muito promissoras para um melhoramento das pastagens. As regiões tropicais e sub-tropicais compreendem $4,5 \times 10^9$ hectares, dos quais 23% são representados por pastagens. O número total de bovinos é da ordem de 566×10^6 unidades, com uma produção de $7,7 \times 10^6$ toneladas de carne. Contudo, a produção média de carne é somente 7 toneladas por 1.000 hectares de pastos.

Com a consorciação das leguminosas e gramíneas, aliada ao estudo dos problemas dos solos, geralmente baixa fertilidade, é possível aumentar-se esse rendimento em 25% (MANNETJE, 1978).

Para um bom desenvolvimento e uma satisfatória produção, as pastagens dependem de um adequado e

contínuo suprimento de nitrogênio. Por outro lado, devido ao elevado custo dos fertilizantes, notadamente os nitrogenados, esta necessidade nem sempre se torna viável. O uso de leguminosas para fins agrícolas data de 6.000 A.C.. Entretanto, o início do uso consciente de leguminosas nas pastagens deu-se em 1613, na Inglaterra (MATTOS, 1977).

WITTWER (1978) enfatiza a necessidade de se estender cada vez mais a pesquisa em torno da capacidade de fixação de nitrogênio pelas leguminosas, em vista de um aumento na produtividade, lembrando que os Estados Unidos da América do Norte gastam um terço do total de sua energia de fôssil para a fixação de nitrogênio na indústria de fertilizantes.

A literatura é completamente omissiva no que se refere a absorção de nutrientes por leguminosas tropicais.

O presente trabalho teve como objetivos:

- Obter e analisar o crescimento das leguminosas centrosema, soja pere e siratro;
- Determinar as concentrações dos macronutrientes em função da idade das leguminosas;
- Determinar a extração dos macronutrientes pelas leguminosas em função da idade;
- Verificar a digestibilidade "in vivo" das leguminosas em função da idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no campo experimental pertencente ao Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. O solo utilizado é classificado como Terra Roxa Estrutura-

da, série "Luiz de Queiroz" (RANZANI *et alii*, 1966), e vem sendo cultivado por anos consecutivos com o plantio de hortaliças. Os resultados da análise química encontram-se na Tabela 1. Para interpretação comparou-se com os índices estabelecidos pelo Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, Campinas, SP (WUTKE, 1972).

Tabela 1 - Resultados da análise do solo. Amostras - 20 cm de profundidade.

	pH	CZ	Teor trocável em e.mg/100 g de TFSA					
			PO ₄ ⁻³	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ³⁺	H ⁺
Solo	5,3	3,30	3,13	0,36	12,51	1,44	0,16	8,80
Interpre- tação	Media- namen- te ácido	alto	alto	médio	muito alto	médio	acei- tável	-

O município de Piracicaba situa-se na região Sudeste do Estado de São Paulo e apresenta as coordenadas geográficas, segundo a Enciclopédia dos Municípios Brasileiros (1957): Latitude S: 22°41'31"; Longitude WG: 47°38'01"; Altitude: 540 m.

SETZER (1956) classifica o clima como mesotérmico Cwa sub-tropical úmido, com estiagem no inverno. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C.

Aplicou-se irrigação por aspersão quando necessária.

As leguminosas testadas acham-se descritas segundo MATTOS (1977).

Centrosema - *Centrosema pubescens* Benth., planta

trepadora, folhas compostas, trifolioladas, verde-claro, sendo de forma ovalada onde as extremidades são afiladas, maiores que o da soja. Raiz profunda bastante desenvolvida. Exige solos de média a alta fertilidade, respondendo bem à adubação fosfatada. Pode se desenvolver em solos moderadamente ácidos, desde que não haja excesso de manganês ou alumínio. Recomendada para locais onde a precipitação média anual é maior que 1.270 mm e temperatura média anual está entre 22°C e 30°C (umidade e temperatura altas). Floresce entre abril e junho.

Soja perene - *Glycine wightii* Willd., planta trepadora, trifoliolada, sendo que os folíolos apresentam uma forma ovalada, de cor verde claro a escuro. Produz raiz pivotante desenvolvida, aparecendo também nos internódios. É leguminosa exigente em fertilidade, respondendo bastante à adubação fosfatada. É mais sensível à toxidez que as outras leguminosas. Recomenda-se para locais onde a precipitação pluviométrica anual está entre 760 mm e 1.800 mm e temperatura média em torno de 22°C. Floresce de abril a julho.

Siratiro - *Macroptilium atropurpureum* cv. 'Siratro', planta rasteira, com folíolos bilobados, de cor verde na superfície superior e cobertos por uma pubescência fina de cor verde prateada na face inferior. Os caules quando em contacto com o solo se enraizam nos nós. Apresenta raiz profunda. Pouco exigente em solo, desenvolve-se bem em qualquer tipo, desde que bem drenados. Responde a adubações fosfatadas e tolera solos moderadamente ácidos, sem

quantidades tóxicas de alumínio livre. Vegeta bem em locais onde a precipitação pluviométrica está acima de 630 mm e abaixo de 1.700 mm anuais e a temperatura média anual acima de 21°C.

As sementes foram escarificadas e tratadas com inoculantes específicos fornecidos pela Seção de Microbiologia do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. A peletização consistiu na adição de solução de goma arábica pura a 45% (1 ml/10 g de sementes), tendo-se em seguida adicionado inoculante (em turfa), homogeneizando-se o lote. Posteriormente receberam o fosfato de Araxã e foram misturadas cuidadosamente até se obter perfeita cobertura. Utilizou-se fosfato na quantidade de 60% do peso das sementes. Essa peletização foi feita na véspera do plantio.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos (variedades) e 4 repetições.

A semeadura foi realizada no dia 27.11.75, em sulcos rasos, espaçados de 20 cm, com 20 sementes por metro linear, em canteiros de 30 m x 1,5 m. A germinação se deu 15 dias após o plantio.

Para o combate da vaquinha, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824), pulverizou-se em 16.01.76 todos os canteiros com Endrex.

Aos 21 dias após a germinação, a intervalos de 21 dias até aos 147 dias (florescimento), foram colhidas 10 plantas por parcela, sendo 4 parcelas para cada uma das três espécies, sempre entre plantas competitivas; as plantas foram cortadas rente ao solo e encaminhadas para o laboratório, onde se parou-se os caules das folhas. As amostras foram lavadas com água destilada e desmineralizada, segundo recomendações de SARRUGE & HAAG (1974). Depois de perderem a umidade externa, à temperatura ambiente, foram colocadas em estufa de circulação

forçada de ar a 75°C. Atingindo o peso constante, o material foi moído e analisado para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, segundo os métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974).

Parte da matéria seca foi utilizada para testes de digestibilidade "in vivo" em bovino macho, castrado, de 7 anos, da raça Gir, fistulado no rúmen, do Departamento de Zootecnia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. O material (1 g) foi colocado no rúmen do animal, em sacos de nylon, ali permanecendo por 72 horas. Posteriormente, o material foi retirado, seco a 100°C e novamente pesado. A diferença de peso correspondeu à matéria seca digestível, em termos de matéria seca à 100°C, segundo as recomendações de BOSE (1977)¹.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente segundo o modelo descrito por PIMENTEL GOMES (1973), para o delineamento experimental utilizado. As espécies, partes da planta e idades foram analisadas conjuntamente, colocadas em parcelas, sub-parcelas e sub-sub-parcelas, respectivamente. A análise estatística constou de análise de variância das quantidades acumuladas de matéria seca (g/planta) e de nutrientes (mg/planta), das concentrações de nutrientes (porcentagens) e da matéria seca digestível (porcentagem); de análise de regressão para quantidades acumuladas, concentrações de nutrientes e matéria seca digestível, nos órgãos das variedades em função de épocas e os respectivos pontos de máximo, mínimo e inflexão. A curva escolhida foi aquela de grau mais elevado, significativo. Para o cálculo dos pontos de máximo e de mínimo substituiu-se as raízes da equação diferencial de 1a. ordem na equação principal e para o ponto de inflexão, as raízes da equação diferencial de 2a. ordem na equação principal.

¹ MAX LÁZARO VIEIRA BOSE, Departamento de Zootecnia, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP - Comunicação pessoal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Crescimento

Diversos autores tem se utilizado da produção de matéria seca como indicadora do crescimento e para expressar composição química em função da mesma. É o caso de FRANÇA & CARVALHO (1970), WERNER & MATTOS (1972), FALADE (1973), entre outros, trabalhando com leguminosas forrageiras.

Os dados referentes ao crescimento das plantas, traduzidos pela acumulação da matéria seca nas partes, em função das diferentes idades, estão na Tabela 2.

A análise da variância do peso da matéria seca das partes encontram-se na Tabela 3, e as equações de regressão na Tabela 4.

Houve comportamento diferente entre as leguminosas e, dentro delas, também das partes. Para o estudo do efeito de época, aplicou-se equações de regressão para avaliar o crescimento da planta, com base no acúmulo de matéria seca, em intervalos de 21 dias, a partir da emergência até o início da produção de frutos (147 dias).

As três espécies apresentaram crescimento segundo regressões cúbicas, tanto para caule como para folhas. As idades das plantas onde ocorreram as máximas acumulações (PM) estiveram entre 131 e 151 dias, onde a soja perene e o siratro produziram 6,87 g e 5,75 h por planta, respectivamente. A centrosema produziu 6,02 g por planta. FALADE (1973) encontrou, em experimento de vaso com centrosema em casa de vegetação, produção de 9,11 g de matéria seca por planta, incluindo a raiz.

Tabela 2 - Peso da matéria seca (g/planta) de partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	0,66	0,65	0,68
	Folha	0,96	0,85	1,00
42	Caule	0,83	0,93	1,46
	Folha	0,97	0,81	1,24
63	Caule	1,21	1,28	1,07
	Folha	1,01	1,30	1,20
84	Caule	1,43	1,55	1,08
	Folha	1,41	1,52	1,23
105	Caule	2,07	2,31	1,41
	Folha	2,48	2,29	2,14
126	Caule	3,03	3,59	3,47
	Folha	3,30	4,64	3,96
147	Caule	2,85	2,61	2,20
	Folha	2,75	3,45	2,90

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 0,39

época = 0,49

Tabela 3 - Análise da variância para peso da matéria seca (g/planta) de partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades .

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	1,5692	0,7846	12,5489**
Resíduo (a)	9	0,5627	0,0625	
Parcelas	11	2,1319		
Partes (P)	1	2,1943	2,1943	17,4622**
Variedades x Partes	2	0,2825	0,1412	1,1244
Resíduo (b)	9	1,1309	0,1258	
Sub-Parcelas	23	5,7397		
Épocas (E)	6	159,4335	26,5722	246,1750**
Variedades x Épocas	12	6,7965	0,5663	5,2471**
Partes x Épocas	6	2,2721	0,3786	3,5082**
Variedades x Partes x Épocas	12	2,1206	0,1767	1,6372
Resíduo (c)	108	11,6575	0,1079	
Total	167	188,0202		

C.V. Resíduo (a) = 13,53%
 C.V. Resíduo (b) = 19,18%
 C.V. Resíduo (c) = 17,78%

Tabela 4 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) da quantidade de matéria seca acumulada (g/planta = Y) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Maximo		Inflexão	
			X	Y	X	Y
CENTROSEMA						
Caulo	$Y = 1,1957 - 0,0363X + 0,0007X^2 - 0,000003X^3$	96,2	151	2,98	91	1,83
Folha	$Y = 2,5475 - 0,1000X + 0,0016X^2 - 0,000006X^3$	94,5	134	3,04	88	1,86
SOJA PERENE						
Caulo	$Y = 1,7271 - 0,0699X - 0,0013X^2 - 0,000005X^3$	89,4	131	3,02	83	1,83
Folha	$Y = 2,6686 - 0,1141X + 0,0018X^2 - 0,000007X^3$	85,8	140	3,85	90	2,21
SIRATRO						
Caulo	$Y = 1,5657 - 0,4222X + 0,0007X^2 - 0,000003X^3$	57,3	150	2,61	94	1,72
Folha	$Y = 2,7493 - 0,1029X + 0,0016X^2 - 0,000006X^3$	76,9	136	3,14	89	1,96

- Nitrogênio

- Concentração

Os valores da concentração de nitrogênio nas partes das espécies, em função de diferentes idades da planta acham-se expostos na Tabela 5.

Tabela 5 - Concentração de nitrogênio (%) em partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	1,94	1,80	1,89
	Folha	4,16	4,57	4,21
42	Caule	2,15	1,73	1,76
	Folha	4,67	4,48	4,14
63	Caule	2,42	2,10	2,18
	Folha	4,34	4,46	4,03
84	Caule	2,36	1,70	1,84
	Folha	5,23	4,06	3,93
105	Caule	2,42	1,93	1,99
	Folha	4,93	4,71	4,26
126	Caule	2,29	1,95	1,71
	Folha	4,94	4,33	3,36
147	Caule	2,55	2,09	1,78
	Folha	5,03	4,32	3,39

d.m.s. (Tukey) a 5% : variedade = 0,31
 época = 0,39

A análise da variância das concentrações de N nas partes das espécies em função da idade encontra-se na Tabela 6 e mostra os efeitos das espécies, partes e épocas. Este último foi avaliado por equações de regressão que aparecem na Tabela 7.

Os teores de N nos caules de soja perene e de siratro não mostraram correlação com a idade; o caule de centrosema mostrou teores do nutriente aumentando com a idade, segundo uma equação do 1º grau. Nas concentrações estimadas tais valores cresceram de 2,07% a 2,53%, dos 21 a 147 dias de idade.

As folhas de centrosema e do siratro seguiram uma regressão quadrática quanto ao teor do nutriente, em função da época. Verificou-se que esses teores aumentaram na primeira variedade de 4,19% a 5,02%, aos 21 e 126 dias, respectivamente, quando começaram a diminuir, ao passo que na segunda, houve um ponto máximo aos 38 dias, com 4,17%, diminuindo a seguir até 3,34%, na última idade. Trabalhando com siratro, JOHANSEN (1976) encontrou, em folhas maduras, teores entre 2,3% a 3% de N em plantas com 66 dias de idade. Valores parecidos (2,26% e 2,43% de N) foram encontrados por RAYMENT *et alii* (1977) na Austrália, em plantas com 88 dias. Na Nigéria, FALADE (1973) obteve em centrosema concentrações de 2,23% e 2,58% de N, em plantas com 65 dias de idade.

As folhas de soja perene apresentaram variações na concentração de N, em função da idade da planta, segundo equação de regressão de grau superior a 3.

- Acumulação

As quantidades de nitrogênio acumuladas pelas partes das espécies, em função das idades, e análise de variância, encontram-se nas Tabelas 8 e 9, respectivamente. Pela última, verificaram-se que

Tabela 6 - Análise da variância para concentração de nitrogênio (%) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	11,5299	5,7649	83,8616**
Resíduo (a)	9	0,6186	0,0687	

Parcelas	11	12,1486		

Partes (P)	1	228,1303	228,1303	20.636,9455**
Variedades x Partes	2	2,0507	1,0253	92,7568**
Resíduo (b)	9	0,0994	0,0110	

Sub-Parcelas	23	242,4292		

Épocas (E)	6	1,3605	0,2267	3,4219**
Variedades x Épocas	12	5,8941	0,4911	7,4121**
Partes x Épocas	6	1,4896	0,2482	3,7466**
Variedades x Partes x Épocas	12	1,5377	0,1281	1,9338*
Resíduo (c)	108	7,1568	0,0662	

Total	167	259,8681		

C.V. Resíduo (a) = 8,20%
 C.V. Resíduo (b) = 3,29%
 C.V. Resíduo (c) = 8,05%

Tabela 7 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de máximo (PM) do teor de nitrogênio ($N\% = Y$) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Máximo X	Y
	CENTROSEMA			
Caule	$Y = 2,0032 + 0,0036X$	63,98		
Folha	$Y = 3,8296 + 0,0188X - 0,000007X^2$	65,4	126	5,02
	SOJA PERENE			
Caule	n.s.			
Folha	n.s. até 3º grau			
	SIRATRO			
Caule	n.s.		38	4,17
Folha	$Y = 4,0700 + 0,005449X - 0,00007X^2$	70,3	38	4,17

n.s. = valor de F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

houve efeito de espécies, partes e idades, sendo a este último, ajustadas equações de regressão que aparecem na Tabela 10.

Os caules da centrosema e do siratro mostraram quantidades do nutriente aumentando com a idade, conforme regressão linear. Aos 147 dias encontrou-se 73,28 mg de N no caule da centrosema e 45,91 mg para o siratro. Já a soja perene apresentou no caule acúmulo segundo regressão cúbica, de alto coeficiente de determinação, com máximo de 60,10 mg de nutriente aos 137 dias. A curva de acúmulo de nitrogênio mostrou ponto de inflexão aos 85 dias,

As folhas acumularam nitrogênio obedecendo regressões cúbicas, com valor de R^2 mais elevado na centrosema. As quantidades máximas em mg/planta acumuladas pelo siratro, centrosema e soja perene foram 110,03, 151,96 e 167,52 aos 130, 134 e 137 dias, respectivamente.

A parte aérea da centrosema aos 134 dias apresentou 218,54 mg de N, e 71,24 mg aos 60 dias, ao passo que WERNER & MATTOS (1972) encontraram 28,96 mg¹, também na parte aérea, em idade semelhante.

A parte aérea de soja perene aos 60 dias de idade apresentou 60,91 mg de N, bem superior ao obtido por FRANÇA *et alii* (1973), em solo cerrado, que encontraram no máximo 14,20 mg de N/planta¹.

¹ Valor calculado.

Tabela 8 - Quantidade de nitrogênio acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	12,87	11,61	12,93
	Folha	40,02	38,84	41,85
42	Caule	17,82	16,11	25,91
	Folha	45,24	36,20	51,48
63	Caule	29,20	26,76	22,90
	Folha	44,30	57,78	47,75
84	Caule	34,09	26,13	19,90
	Folha	73,15	61,80	48,03
105	Caule	50,68	44,65	27,90
	Folha	122,78	108,28	89,91
126	Caule	69,19	69,77	58,96
	Folha	163,24	220,70	132,96
147	Caule	72,28	54,44	39,57
	Folha	138,25	149,29	91,16

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 11,54
 época = 14,58

Tabela 9 - Análise da variância para quantidade de nitrogênio acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	7.374,2348	3.687,1174	26,0673**
Resíduo (a)	9	1.273,0107	141,4458	

Parcelas	11	8.647,2458		

Partes (P)	1	102.888,2378	102.888,2378	649,2089**
Variedades x Partes	2	1.691,3027	845,6513	5,3359*
Resíduo (b)	9	1.426,3422	158,4824	

Sub-Parcelas	23	114.653,1285		

Épocas (E)	6	165.837,0010	27.639,5001	294,0395**
Variedades x Épocas	12	12.205,7099	1.017,1424	10,8207**
Partes x Épocas	6	31.454,5927	5.242,4321	55,7709**
Variedades x Partes x Épocas	12	4.148,4331	345,7027	3,6777**
Resíduo (c)	108	10.151,9213		

Total	167	338.450,7868		

C.V. Resíduo (a) = 19,76%
 C.V. Resíduo (b) = 20,92%
 C.V. Resíduo (c) = 16,11%

Tabela 10 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) de quantidade de nitrogênio acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Máximo		Inflexão	
			X	Y	X	Y
CENTROSEMA						
Caulo	$Y = -2,3289 + 0,5143X$	96,6				
Folha	$Y = 114,7210 - 2,7342X + 0,0769X^2 - 0,0003X^3$	95,7	134	151,96	87	90,74
SOJA PERENE						
Caulo	$Y = 29,7473 - 1,1775X + 0,0220X^2 - 0,00009X^3$	89,3	137	60,10	85	35,93
Folha	$Y = 124,1755 - 5,3468X + 0,0843X^2 - 0,0003X^3$	86,9	138	167,52	90	96,28
SIRATRO						
Caulo	$Y = 8,468 + 0,2569X$	58,4				
Folha	$Y = 104,3259 - 3,7021X + 0,0578X^2 - 0,0002X^3$	78,5	130	110,03	86	72,15

- Fósforo

- *Concentração*

Os valores da concentração de fósforo nas partes das espécies em função de diferentes idades da planta acham-se expostos na Tabela 11.

A análise da variância das concentrações de P nas partes das espécies em função da idade encontra-se na Tabela 12 e mostra efeitos de partes e épocas. Não houve efeito das espécies como um todo, quanto à concentração de fósforo. No entanto, os desdobramentos mostraram efeitos que podem ser observados nas diferentes equações da Tabela 13, que traz os efeitos de épocas nas concentrações das partes das espécies.

As concentrações de P nos caules da centrosema e siratro foram ajustadas equações de regressão cúbica, apresentando concentrações máximas de 0,27% e 0,26% aos 118 e 113 dias, respectivamente. Os teores mínimos são encontrados aos 48 e 62 dias com 0,20% e 0,22%, respectivamente para centrosema e siratro. Para os teores de P nos caules da soja perene, ajustou-se uma regressão linear, na qual a concentração diminui com a idade; os valores limites entre 21 e 147 dias variaram de 0,24% a 0,18% de P, respectivamente.

As folhas de centrosema e siratro apresentaram teores de P ajustados a uma regressão cúbica, com concentrações máximas iguais a 0,35% e 0,38% aos 116 e 160 dias, respectivamente.

Tabela 11 - Concentração de fósforo (%) em partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	0,25	0,27	0,35
	Folha	0,30	0,32	0,32
42	Caule	0,19	0,19	0,22
	Folha	0,26	0,31	0,23
63	Caule	0,22	0,26	0,23
	Folha	0,25	0,42	0,26
84	Caule	0,25	0,19	0,25
	Folha	0,32	0,29	0,30
105	Caule	0,24	0,22	0,25
	Folha	0,33	0,39	0,31
126	Caule	0,29	0,20	0,25
	Folha	0,35	0,29	0,32
147	Caule	0,23	0,19	0,18
	Folha	0,27	0,29	0,39

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 0,03

época = 0,04

Tabela 12 - Análise da variância para concentração de fósforo (%) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	0,0020	0,0010	1,4780
Resíduo (a)	9	0,0062	0,0006	

Parcelas	11	0,0083		

Partes (P)	1	0,2514	0,2514	241,0636**
Variedades x Partes	2	0,0320	0,0160	15,3474**
Resíduo (b)	9	0,0093	0,0010	

Sub-Parcelas	23	0,3012		

Épocas (E)	6	0,0733	0,0122	18,4306**
Variedades x Épocas	12	0,1167	0,0097	14,6676**
Partes x Épocas	6	0,0331	0,0055	8,3305**
Variedades x Partes x Épocas	12	0,0564	0,0047	7,0966**
Resíduo (c)	108	0,0716	0,0006	

Total	167	0,6526		

C.V. Resíduo (a) = 9,74%
 C.V. Resíduo (b) = 11,92%
 C.V. Resíduo (c) = 9,50%

Tabela 13 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de fósforo ($P\% = Y$) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
CENTROSEMA								
Caulo	$Y=0,3486-0,0069X+0,0001X^2-0,0000004X^3$	66,8	118	0,27	48	0,20	83	0,24
Folha	$Y=0,4529-0,0100X+0,0001X^2-0,0000006X^3$	92,7	116	0,35	47	0,25	82	0,30
SOJA PERENE								
Caulo	$Y=0,2550-0,00048X$	41,7						
Folha	$Y=0,2829+0,0020X-0,000014X^2$	23,0	73	0,36				
SIRATRO								
Caulo	$Y=0,5507-0,0132X+0,00016X^2-0,0000006X^3$	91,2	113	0,26	62	0,22	87	0,24
Folha	$Y=0,3975-0,0059X+0,00007X^2-0,0000002X^3$	82,7	160	0,38	55	0,25	108	0,32

A faixa de variação na concentração de P na parte aérea de centrosema (0,25% a 0,35%) não conteve o nível encontrado por WERNER & MATTOS (1972), que foi de 0,19%, no tratamento completo, em vasos, cuja produção (0,65 g) foi bem inferior ao do presente trabalho (2,86 g, aos 60 dias). FALADE (1973) recomenda o teor de 0,29% de P para o máximo crescimento.

A centrosema apresentou um mínimo de concentração, 0,25%, aos 47 dias, acima do nível crítico (0,16% de P) definido por ANDREW & ROBBINS (1969a). RAYMENT *et alii* (1977) elevaram o teor de P em centrosema na Austrália, de 0,15% para 0,19%, adubando com 60 kg de P por hectare. Em outros solos, com a mesma adubação, elevou de 0,22% até 0,32%.

Equação quadrática se ajustou à soja perene, com um máximo de 0,36% de P aos 73 dias.

- Acumulação

As quantidades de fósforo acumuladas pelas partes das espécies, em função das idades, e a análise da variância, encontram-se nas Tabelas 14 e 15, respectivamente. Pela última, verifica-se que houve efeito de espécies, partes e idades, sendo a este último ajustadas equações de regressão que aparecem na Tabela 16.

Para as quantidades de fósforo nos caules das três espécies ajustou-se equações de regressão cúbicas, que apresentaram acumulações máximas ao redor de 130 dias, com quantidade de P por planta, variando entre 5,78 mg (siratro) e 7,34 mg (centrosema).

Aos valores de acumulação de P nas folhas também se ajustam regressões cúbicas, com altos coeficientes de determinação. Os dados indicam que na época de acúmulo máximo as quantidades de P nas folhas são maiores que as dos caules, nas três espé-

cies, devido principalmente aos maiores teores do nutriente nas folhas e à maior produção de matéria seca. A relação quantidade de P nas folhas/quantidade de P nos caules parece ser maior na soja perene e no siratro (maior que 1,90 mg) do que na centrosema (1,36 mg).

Tabela 14 - Quantidade de fósforo acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	1,64	1,73	2,39
	Folha	2,90	2,79	3,13
42	Caule	1,60	1,82	3,26
	Folha	2,47	2,50	2,83
63	Caule	2,66	3,23	2,44
	Folha	2,53	5,45	3,10
84	Caule	3,73	2,85	2,72
	Folha	4,53	4,34	3,73
105	Caule	4,97	5,02	3,52
	Folha	8,24	8,97	6,60
126	Caule	8,68	6,98	8,44
	Folha	11,39	13,41	12,89
147	Caule	6,48	4,83	4,06
	Folha	7,43	10,01	10,31

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedades = 1,29
épocas = 1,63

Tabela 15 - Análise da variância para quantidade de fósforo acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	4,0321	2,0160	7,5324*
Resíduo (a)	9	2,4088	0,2676	
Parcelas	11	6,4409		
Partes (P)	1	205,8711	205,8711	77,5739**
Variedades x Partes	2	18,1502	9,0751	3,4195
Resíduo (b)	9	23,8848	2,6538	
Sub-Parcelas	23	254,3471		
Épocas (E)	6	1.261,7360	210,2893	179,7592**
Variedades x Épocas	12	39,6767	3,3063	2,8263**
Partes x Épocas	6	109,5688	18,2614	15,6102**
Variedades x Partes x Épocas	12	36,2750	3,0229	2,5840**
Resíduo (c)	108	126,3425	1,1698	
Total	167	1.827,9464		

C.V. Resíduo (a) = 10,21%
 C.V. Resíduo (b) = 32,17%
 C.V. Resíduo (c) = 21,36%

Tabela 16 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) da quantidade de fósforo acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2		Inflexão	
		X	Y	X	Y
	CENTROSEMA				
Caule	$Y = 4,7630 - 0,2061X + 0,0035X^2 - 0,00001X^3$	90,6	134 7,34	86	4,29
Folha	$Y = 10,6054 - 0,4899X + 0,0077X^2 - 0,00003X^3$	92,6	126 9,98	84	5,64
	SOJA PERENE				
Caule	$Y = 4,0790 - 0,1566X + 0,0028X^2 - 0,00001X^3$	85,8	127 5,95	81	3,75
Folha	$Y = 7,7652 - 0,3266X + 0,0055X^2 - 0,00002X^3$	86,6	133 11,48	85	6,83
	SIRATRO				
Caule	$Y = 6,5705 - 0,2369X + 0,0036X^2 - 0,00001X^3$	49,3	128 5,78	86	3,83
Folha	$Y = 9,3195 - 0,3740X + 0,0054X^2 - 0,00002X^3$	87,5	144 11,26	95	6,51

A quantidade de fósforo contida na parte aérea de centrosema, aos 60 dias de idade, foi 4,61 mg por planta, bem superior à encontrada por WERNER & MATTOS (1972), 1,25 mg/planta¹. Na mesma idade, o presente trabalho mostrou 6,25 mg de P/planta, contrastando com 0,44 mg/planta¹ obtido por FRANÇA *et alii* (1973), obtido em solo de cerrado.

- Potássio

- Concentração

Os valores da concentração de potássio nas partes das espécies em diferentes idades da planta acham-se expostos na Tabela 17. A análise da variância das concentrações de K nas partes das espécies em função da idade encontram-se na Tabela 18 e mostra efeitos de espécies, partes e épocas. Este último foi avaliado por equações de regressão, que aparecem na Tabela 19.

Aos teores de potássio nos caules foram ajustadas regressões quadráticas. A centrosema acusou concentração máxima de 3,26% aos 106 dias. Os caules da soja perene e do siratro apresentaram comportamento diferente, apresentando valores mínimos iguais a 2,99% e 3,77% aos 92 e 81 dias, respectivamente. Observação parecida foi verificada por JOHANSEN (1976), trabalhando com siratro na Austrália, cujos teores nos caules variaram de 1,9%, 1,9%, 1,8% e 1,4%, aos 34, 45, 55 e 66 dias, respectivamente.

As folhas de centrosema apresentaram teores de K em função da idade segundo uma regressão quadrática, com teor máximo de 2,25% de K aos 111 dias. Não foi possível ajustar-se equações de regressão até 3º grau para as folhas de soja perene. Para as de siratro ajustou-se uma regressão cúbica, sem má

¹ Valor calculado.

ximo e mínimo, com ponto de inflexão aos 69 dias, com teor de 2,30% de K. Nas folhas desta planta, os teores do nutriente estão sempre aumentando, de 1,49% a 5,09%, no período estudado, contrariamente ao observado por JOHANSEN (1976), em qualquer folha estudada, entre 34 e 66 dias.

Tabela 17 - Concentração de potássio (%) em partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	2,54	3,87	5,69
	Folha	1,37	3,06	1,80
42	Caule	2,27	2,51	3,08
	Folha	1,15	2,38	1,21
63	Caule	2,95	4,10	4,31
	Folha	2,06	4,08	2,68
84	Caule	3,93	2,97	4,52
	Folha	2,35	3,22	3,09
105	Caule	2,60	2,66	3,32
	Folha	1,95	2,80	2,06
126	Caule	3,50	3,00	4,78
	Folha	2,56	3,37	3,54
147	Caule	2,97	3,60	5,26
	Folha	1,91	3,15	5,18

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 0,57
época = 0,72

Tabela 18 - Análise da variância para concentração de potássio (%) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	39,6599	19,8299	143,7307**
Resíduo (a)	9	1,2163	0,1351	

Parcelas	11	40,8763		

Partes (P)	1	36,1679	36,1679	396,9718**
Variedades x Partes	2	16,8997	8,4498	92,7442**
Resíduo (b)	9	0,8199	0,0911	

Sub-Parcelas	23	94,7639		

Épocas (E)	6	45,1179	7,5196	33,1920**
Variedades x Épocas	12	29,3297	2,4441	10,7885**
Partes x Épocas	6	8,6866	1,4477	6,3905**
Variedades x Partes x Épocas	12	10,0993	0,8416	3,7149**
Resíduo (c)	108	24,4674	0,2285	

Total	167	212,4650		

C.V. Resíduo (a) = 11,93%

C.V. Resíduo (b) = 9,80%

C.V. Resíduo (c) = 15,45%

Tabela 19 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de potássio ($K\% = Y$) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Mínimo		Máximo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
CENTROSEMA								
Caulo	$Y = 1,7825 + 0,0276X - 0,0001X^2$	34,5	106	3,26				
Folha	$Y = 0,5643 + 0,0303X - 0,0001X^2$	64,6	111	2,25				
SOJA PERENE								
Caulo	$Y = 4,1679 - 0,0257X + 0,0001X^2$	16,6			92	2,99		
Folha	$Y = \text{n.s. até } 30 \text{ grau}$							
SIRATRO								
Caulo	$Y = 6,2321 - 0,0606X + 0,0004X^2$	42,2			81	3,77		
Folha	$Y = 0,3039 + 0,0761X - 0,0010X^2 + 0,0005X^3$	81,4					69	2,30

Aos 84 dias de idade, as folhas de centrosema apresentaram concentração de potássio estimada em 2,15% e o caule 3,19%, bem superiores aos encontrados por JONES & FREITAS (1970), que obtiveram valores entre 1,01% e 1,46% de K, na parte aérea de plantas que foram adubadas com Ca e Mg.

Aos 63 dias, as folhas da centrosema estavam com 1,75% de K e o caule com 3,02%, superiores aos teores encontrados por FALADE (1973), que obteve 1,17% como concentração máxima na parte aérea.

As folhas de soja perene apresentaram aos 63 dias de idade teor observado de 4,08% e o caulo o teor estimado de 3,10%, também superiores ao encontrado por FRANÇA *et alii* (1973), que cita valores entre 1,75% e 2,82%, na parte aérea, conforme a adubação.

Aos 42 dias, o teor de K nas folhas de siratro foi estimado em 2,06% e no caule, 4,34%; MATTOS (1977) relata teores na parte aérea entre 2,90% a 3,17%, em diferentes níveis de calagem.

- Acumulação

As quantidades de potássio acumuladas pelas partes das espécies, em função das idades, e a análise da variância, encontram-se nas Tabelas 20 e 21, respectivamente. Pela última, verifica-se que houve efeito de espécies, partes e idades, sendo a este último, ajustadas equações de regressão que aparecem na Tabela 22.

Aos acúmulos de potássio nos caules de centrosema e soja perene ajustou-se equações de regressão linear; pelos dados estimados nota-se que acumularam K até 96,77 mg e 99,70 mg, respectivamente na última época (147 dias). Já o caule de siratro apresentou quantidade acumulada segundo equação do 2º grau.

As folhas de centrosema e soja perene foram de finidas curvas de 3º grau, apresentando máxima acumulação aos 127 e 140 dias, com 69,11 mg e 122,98 mg de K, respectivamente. Da mesma forma que o caule, as folhas do siratro apresentaram quantidades segundo uma regressão quadrática.

Tabela 20 - Quantidade de potássio acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	16,76	24,79	38,87
	Folha	13,04	26,10	17,94
42	Caule	18,81	23,31	48,41
	Folha	11,18	19,21	15,14
63	Caule	35,53	52,40	46,11
	Folha	20,88	53,11	32,47
84	Caule	59,91	45,39	48,80
	Folha	33,09	48,94	38,15
105	Caule	54,51	61,46	46,71
	Folha	48,99	63,94	44,18
126	Caule	106,22	108,16	164,14
	Folha	84,62	156,37	140,99
147	Caule	85,53	93,58	115,42
	Folha	52,57	108,67	139,21

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 20,04
 época = 25,31

Tabela 21 - Análise da variância para quantidade de potássio acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	14.190,6181	7.095,3090	79,7809**
Resíduo (a)	9	800,4135	88,9348	
Parcelas	11	14.991,0317		
Partes (P)	1	1.512,6591	1.512,6591	9,4650*
Variedades x Partes	2	5.267,3642	2.633,6821	16,4794**
Resíduo (b)	9	1.438,3432	159,8159	
Sub-Parcelas	23	23.209,3984		
Épocas (E)	6	225.370,2897	37.561,7149	132,5928**
Variedades x Épocas	12	18.520,5717	1.543,3809	5,4481**
Partes x Épocas	6	1.526,4101	254,4016	0,8980
Variedades x Partes x Épocas	12	7.956,1513	663,0126	2,3404
Resíduo (c)	108	30.594,9052	283,2861	
Total	167	307.177,7268		

C.V. Resíduo (a) = 16,07%
 C.V. Resíduo (b) = 21,55%
 C.V. Resíduo (c) = 28,69%

Tabela 22 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) da quantidade de potássio acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2		Inflexão	
		X	Y	X	Y
CENTROSEMA					
Caulo	$Y = -3,2597 + 0,6804X$	85,0			
Folha	$Y = 55,8588 - 2,8012X + 0,0465X^2 - 0,0002X^3$	89,2	127	69,11	83 37,70
SOJA PERENE					
Caulo	$Y = 3,4235 + 0,6550X$	84,2			
Folha	$Y = 75,4767 - 3,2172X + 0,0529X^2 - 0,0002X^3$	77,7	140	122,98	90 70,88
SIRATRO					
Caulo	$Y = 49,2195 - 0,5653X + 0,0080X^2$	62,4			
Folha	$Y = 29,1495 - 0,7617X + 0,0109X^2$	88,3			

Aos 63 dias de idade a soja perene apresentou 93,70 mg de K na parte aérea, concordando com FRANÇA *et alii* (1973) que encontraram até 110,0 mg¹, em solo adubado com boro.

- Cálcio

- Concentração

Os valores da concentração de cálcio nas partes das espécies em diferentes idades da planta acham-se expostos na Tabela 23.

A análise da variância das concentrações de Ca nas partes das espécies em função da idade encontra-se na Tabela 24 e mostra efeitos de espécies, partes e épocas. Este último foi avaliado por equações de regressão, que aparecem na Tabela 25.

Aos teores de cálcio nos caules foram ajustadas regressões quadráticas, sendo que as três espécies apresentaram concentrações mínimas que ocorreram entre 90 e 104 dias, variando entre 0,43% e 0,53% de Ca.

Também as folhas de soja perene apresentaram teores ajustados à regressão de 2º grau, com teor mínimo aos 78 dias, correspondendo a 1,00% de Ca. Aos teores de Ca da centrosema e do siratro ajustaram-se regressões cúbicas, com máximos e mínimos de 1,60% e 0,88%, para a primeira espécie, e 1,41% e 1,26% para a segunda, respectivamente. Para a produção máxima da centrosema, os dados de ANDREW & NORRIS (1961) sugerem 1,35% de Ca e os de FALADE (1973) 0,41%¹ de Ca, este aos 63 dias.

Aos 63 dias de idade, as folhas de soja perene apresentaram teor de 1,02% de Ca, teor mais baixo que o dado por FRANÇA *et alii* (1973), ou seja,

¹ Valor calculado.

1,71%, em solo que recebeu calagem.

Tabela 23 - Concentração de cálcio (%) em partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratiro
21	Caule	0,99	0,94	0,73
	Folha	1,58	1,20	1,32
42	Caule	0,74	0,70	0,57
	Folha	1,52	1,11	1,38
63	Caule	0,54	0,61	0,50
	Folha	1,43	0,85	1,34
84	Caule	0,46	0,59	0,51
	Folha	1,06	1,25	1,33
105	Caule	0,46	0,59	0,53
	Folha	0,96	1,03	1,33
126	Caule	0,41	0,47	0,50
	Folha	0,87	0,96	1,41
147	Caule	0,65	0,66	0,66
	Folha	1,32	1,40	2,07

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 0,13

época = 0,16

Tabela 24 - Análise da variância para concentração de cálcio (%) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	0,4860	0,2430	22,3193**
Resíduo (a)	9	0,0979	0,0108	

Parcelas	11	0,5840		

Partes (P)	1	18,3678	18,3678	2.014,0297**
Variedades x Partes	2	1,2150	0,6075	69,5915**
Resíduo (b)	9	0,0785	0,0087	

Sub-Parcelas	23	20,2455		

Épocas	6	3,0385	0,5064	40,7087**
Variedades x Épocas	12	1,7434	0,1452	12,2531**
Partes x Épocas	6	0,7241	0,1206	10,1778**
Variedades x Partes x Épocas	12	0,7493	0,0624	5,2664**
Resíduo (c)	108	1,2806	0,0118	

Total	167	27,7815		

C.V. Resíduo (a) = 11,07%
 C.V. Resíduo (b) = 9,92%
 C.V. Resíduo (c) = 11,56%

Tabela 25 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de cálcio ($Ca\% = Y$) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2		Máximo		Mínimo		Inflexão	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
CENTROSEMA									
Caule	$Y = 1,3336 - 0,0180X + 0,00009X^2$			101	0,43				
Folha	$Y = 1,1886 + 0,0284X - 0,0006X^2 + 0,000003X^3$	96,7	32	1,60	115	0,88	73	1,24	
SOJA PERENE									
Caule	$Y = 1,1246 - 0,0114X + 0,00005X^2$	87,1			104	0,53			
Folha	$Y = 1,3861 - 0,0099X + 0,00006X^2$	35,6			78	1,00			
SIRATRO									
Caule	$Y = 0,8853 - 0,0089X + 0,00005X^2$	88,9			90	0,48			
Folha	$Y = 0,9150 + 0,0272X - 0,00005X^2 + 0,000002X^3$	96,5	43	1,41	95	1,26	69	1,34	

O siratro apresentou, nas folhas, aos 63 dias de idade, 1,36% de Ca, concordante com o teor de 1,4%, nas folhas maduras, descritos por JOHNSON (1976).

- *Acumulação*

As quantidades de cálcio acumuladas pelas partes das espécies em função das idades, e a análise da variância, encontram-se nas Tabelas 26 e 27, respectivamente. Pela última, verifica-se que houve efeito de espécies, partes e idades, sendo a este último ajustadas equações de regressão, que aparecem na Tabela 28.

As quantidades de cálcio dos caules de centrosema e siratro ajustaram-se equações de regressão quadrática e para as da soja perene, regressão linear.

Aos acúmulos de cálcio nas folhas da centrosema foi definida uma equação do 2º grau e para as da soja perene e siratro, regressão cúbica.

A quantidade de Ca acumulada nas partes de centrosema aos 63 dias foi de 23,32 mg, superior a 12,45 mg¹ encontrado por FALADE (1973).

Na soja perene, aos 63 dias, a quantidade foi 21,34 mg, superior a 12,00 mg¹, sugerido por FRANÇA *et alii* (1973) em solos de cerrado que receberam calcário.

No siratro, encontrou-se 20,53 mg de Ca, na parte aérea, semelhante ao encontrado por JOHNSON (1976), que foi 21,84 mg¹, aos 68 dias.

¹ Valor calculado.

Tabela 26 - Quantidade de cálcio acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras com diferentes idades (média de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratiro
21	Caule	6,53	6,05	5,03
	Folha	15,13	10,29	13,13
42	Caule	6,18	6,51	8,55
	Folha	14,68	9,05	16,97
63	Caule	6,59	7,78	5,33
	Folha	14,41	11,10	15,88
84	Caule	6,65	9,08	5,58
	Folha	14,85	19,31	16,20
105	Caule	9,44	13,56	7,54
	Folha	23,68	23,68	28,44
126	Caule	12,50	16,96	17,63
	Folha	28,55	44,55	55,76
147	Caule	18,57	17,18	14,38
	Folha	36,27	48,27	55,84

d.m.s. (Tuley) a 5%: variedade = 3,77

época = 4,76

Tabela 27 - Análise da variância para quantidade de cálcio acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	391,7427	195,8713	12,7774**
Resíduo (a)	9	137,9651	15,3294	

Parcelas	11	529,7078		

Partes (P)	1	9.060,4260	9.060,4260	451,4150**
Variedades x Partes	2	546,0151	273,0075	13,6019**
Resíduo (b)	9	180,6405	20,0711	

Sub-Parcelas	23	10.316,7895		

Épocas (E)	6	13.069,5342	2.178,2557	217,7391**
Variedades x Épocas	12	1.140,6576	95,0548	9,5017**
Partes x Épocas	6	3.614,7317	602,4552	60,2216**
Variedades x Partes x Épocas	12	757,7979	63,1498	
Resíduo (c)	108	1.080,4284		

Total	167	29.979,9396		

C.V. Resíduo (a) = 22,72%
 C.V. Resíduo (b) = 26,00%
 C.V. Resíduo (c) = 18,35%

Tabela 28 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) da quantidade de cálcio acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Máximo		Inflexão	
			X	Y	X	Y
CENTROSEMA						
Caulo	$Y = 9,3750 - 0,1125X + 0,0014X^2$	98,5				
Folha	$Y = 18,6410 - 0,2072X + 0,0022X^2$	97,7				
SOJA PERENE						
Caulo	$Y = 0,2438 + 0,1121X$	92,7				
Folha	$Y = 21,5337 - 0,7068X + 0,0106X^2 - 0,00003X^3$	96,6	193	61,66	116	34,80
SIRATRO						
Caulo	$Y = 7,3848 - 0,0803X + 0,0010X^2$	67,7				
Folha	$Y = 27,3711 - 0,7048X + 0,0105X^2 - 0,00003X^3$	90,8	226	91,77	135	51,81

- Magnésio

- Concentração

Os valores da concentração de magnésio nas partes das espécies em diferentes idades da planta acham-se expostos na Tabela 29.

A análise da variância das concentrações de Mg nas partes das espécies em função da idade encontra-se na Tabela 30 e mostra efeitos de espécies, partes e épocas. Este último foi avaliado por equações de regressão, que aparecem na Tabela 31.

Ajustou-se regressões cúbicas aos teores de magnésio no caule e nas folhas. Os teores máximos foram encontrados na faixa de idade entre 113 e 127 dias, tanto para caules como para folhas. Os mínimos, entre 44 e 59 dias. Os pontos de inflexão, onde as concentrações passaram de acréscimos crescentes para decrescentes, entre 81 e 88 dias.

Os dados mostraram teor maior de Mg na concentração máxima dos caules do siratro, com 0,32%, contra 0,23% e 0,17% na soja perene e centrosema, respectivamente; o mesmo se verifica nas folhas, com 0,57% contra 0,34% e 0,31%, respectivamente.

A análise das concentrações mínimas e idades correspondentes, juntamente com as máximas e pontos de inflexão, permitem deduzir sobre a semelhança de comportamento na absorção e acumulação percentual de Mg nas folhas e caules, das três espécies.

O teor de Mg nas folhas de centrosema aos 65 dias de idade é de 0,25% e no caule, 0,15%. JONES & FREITAS (1970) encontraram 0,21% e 0,50% de Mg em plantas sem e com adubação magnésiana, respectivamente. Parece ser muito baixo o teor máximo de 0,07%¹ encontrado por FALADE (1973) em plantas da Nigéria.

¹ Valor calculado.

Tabela 29 - Concentração de magnésio (%) em partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	0,21	0,21	0,30
	Folha	0,24	0,27	0,47
42	Caule	0,17	0,20	0,24
	Folha	0,23	0,26	0,51
63	Caule	0,13	0,19	0,23
	Folha	0,22	0,24	0,46
84	Caule	0,17	0,17	0,21
	Folha	0,24	0,22	0,44
105	Caule	0,18	0,24	0,31
	Folha	0,32	0,34	0,57
126	Caule	0,16	0,25	0,35
	Folha	0,31	0,36	0,61
147	Caule	0,13	0,21	0,23
	Folha	0,24	0,31	0,52

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 0,04

época = 0,05

Tabela 30 - Análise da variância para concentração de magnésio (%) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedade (V)	2	0,9915	0,4957	1.079,7640**
Resíduo (a)	9	0,0041	0,0004	
Parcelas	11	0,9956		
Partes (P)	1	0,7899	0,7899	2.931,8558**
Variedades x Partes	2	0,2317	0,1158	430,0869**
Resíduo (b)	9	0,0024	0,0002	
Sub-Parcelas	23	2,0197		
Épocas (E)	6	0,1986	0,0331	27,5347**
Variedades x Épocas	12	0,0394	0,0032	2,7325**
Partes x Épocas	6	0,0370	0,0061	5,1328**
Variedades x Partes x Épocas	12	0,0113	0,0009	0,7851
Resíduo (c)	108	0,1298	0,0012	
Total	167	2,4361		
C.V. Resíduo (a) =				7,61%
C.V. Resíduo (b) =				5,83%
C.V. Resíduo (c) =				12,32%

Tabela 31 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de magnésio (Mg% = Y) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
CENTROSEMA								
Caulo	$Y = 0,3161 - 0,0069X + 0,00008X^2 - 0,0000003X^3$	88,1	59	0,17	59	0,15	86	0,16
Folha	$Y = 0,3686 - 0,0083X + 0,0001X^2 - 0,0000005X^3$	84,1	117	0,31	44	0,21	81	0,26
SOJA PERENE								
Caulo	$Y = 0,2864 - 0,0048X + 0,00007X^2 - 0,0000003X^3$	47,8	123	0,23	50	0,18	87	0,21
Folha	$Y = 0,4182 - 0,0090X + 0,0001X^2 - 0,0000005X^3$	70,0	127	0,34	49	0,23	88	0,28
SIRATRO								
Caulo	$Y = 0,5329 - 0,0145X - 0,0002X^2 - 0,0000008X^3$	75,0	119	0,32	53	0,21	86	0,26
Folha	$Y = 0,6095 - 0,0080X - 0,0001X^2 - 0,0000005X^3$	52,0	126	0,57	46	0,45	86	0,51

Aos 60 dias a soja perene apresentou nas folhas 0,23% de Mg e no caule, 0,20%. FRANÇA *et alii* (1973) encontraram na parte aérea da planta teores variando entre 0,24% e 0,30%, em solo que recebeu calagem.

JOANES (1976) relata diminuição no teor de Mg em função da idade do caule do siratro, 0,29% e 0,26%, aos 45 e 66 dias, respectivamente. Observou também diminuição do teor em todas as folhas, variando nas maduras de concentração maior que 1% para 0,43%, nas mesmas idades. Os teores do presente trabalho (0,45% e 0,47%) parecem discordar quanto ao teor do nutriente aos 45 dias. Em época semelhante a esta, MATTOS (1972) encontrou 0,62% e 0,89% de magnésio na parte aérea de planta em solo que não recebeu calagem e com 4.000 kg de calcário por hectare, respectivamente. Aos 90 dias, encontrou-se 0,52% de Mg, concordante com MATTOS (1972), que cita teores de 0,48% e 0,58% de Mg, nos mesmos tratamentos citados anteriormente.

- *Acumulação*

As quantidades de magnério acumuladas pelas partes das espécies em função das idades, e a análise da variância, encontram-se nas Tabelas 32 e 33, respectivamente. Pela última verifica-se que houve efeito de espécies, partes e épocas, sendo a este último, ajustadas equações de regressão que aparecem na Tabela 34.

Foram ajustadas curvas de regressão cúbica para as quantidades de Mg nas folhas e caules das três espécies. Todas elas apresentaram quantidades máximas de magnésio em torno de 130 dias. Observa-se que, da mesma forma que na concentração de magnésio, o siratro apresentou maior quantidade do elemento que a soja perene, que por sua vez também suplantou a centrosema, tanto para os caules como para as folhas. Verificou-se também que houve semelhança entre espécies, quanto à época onde

ocorreu o ponto de inflexão das curvas.

Tabela 32 - Quantidade de magnésio acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	1,35	1,32	2,03
	Folha	2,27	2,29	4,62
42	Caule	1,40	1,89	3,66
	Folha	2,26	2,08	6,37
63	Caule	1,60	2,48	2,40
	Folha	2,21	3,17	5,49
84	Caule	2,60	2,67	2,32
	Folha	3,37	3,37	5,36
105	Caule	3,68	5,42	4,39
	Folha	7,85	7,71	12,09
126	Caule	4,93	8,86	12,07
	Folha	10,25	16,82	24,21
147	Caule	3,71	5,31	5,03
	Folha	6,53	10,51	13,93

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 1,54
 época = 1,94

Tabela 33 - Análise da variância para quantidade de magnésio acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	361,2537	180,6268	193,7188**
Resíduo (a)	9	8,3917	0,9324	
Parcelas	11	369,6455		
Partes (P)	1	516,5040	516,5040	230,7682**
Variedades x Partes	2	105,5131	52,7565	23,5710**
Resíduo (b)	9	20,1437	2,2381	
Sub-Parcelas	23	1.011,8064		
Épocas (E)	6	2.120,9580	353,4930	211,3784**
Variedades x Épocas	12	271,2477	22,6039	13,5165**
Partes x Épocas	6	287,9633	47,9938	28,6989**
Variedades x Partes x Épocas	12	34,9868	2,9155	1,7434
Resíduo	108	180,6108	1,6723	
Total	167	3.907,5733		

C.V. Resíduo (a) = 17,48%
 C.V. Resíduo (b) = 27,09%
 C.V. Resíduo (c) = 23,42%

Tabela 34 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) da quantidade de magnésio acumulada (Mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equações	R^2	Máximo		Inflexão	
			X	Y	X	Y
	CENTROSEMA					
Caulo	$Y = 3,5544 - 0,1445X + 0,0024X^2 - 0,00001X^3$	95,5	127	4,46	83	2,75
Folha	$Y = 9,4735 - 0,4516X + 0,0071X^2 - 0,00003X^3$	89,7	125	8,99	84	4,96
	SOJA PERENE					
Caulo	$Y = 5,6318 - 0,2673X + 0,0045X^2 - 0,00002X^3$	82,6	127	7,05	83	3,99
Folha	$Y = 11,7950 - 0,4812X + 0,0088X^2 - 0,00003X^3$	80,8	134	12,88	88	6,70
	SIRATRO					
Caulo	$Y = 8,7895 - 0,3796X + 0,0057X^2 - 0,00002X^3$	50,4	128	7,79	86	4,55
Folha	$Y = 18,0500 - 0,7854X + 0,0119X^2 - 0,00004X^3$	71,5	131	18,00	88	10,37

Aos 65 dias de idade a centrosema continha 1,67 mg de Mg nos caules e 2,17 mg nas folhas, que se o dobro da quantidade obtida por FALADE (1973) na parte aérea (2,09 mg¹). JONES & FREITAS (1970) encontraram menor quantidade, 1,70 mg¹, em plantas adubadas com magnésio, com e sem calcário.

A soja perene aos 60 dias contém 1,80 mg de Mg nos caules e 1,80 mg nas folhas, quantidade superior à máxima estabelecida por FRANÇA *et alii* (1973) para solo de cerrado que recebeu calagem, ou seja, 2,34 mg¹ na parte aérea.

As folhas de siratro com 66 dias de idade apresentaram 4,80 mg de Mg, um pouco inferior a 6,71 mg¹, que foi a quantidade estabelecida por JOHANSEN (1976) para folhas maduras.

- Enxofre

- Concentração

Os valores da concentração de enxofre nas partes das espécies em diferentes idades da planta são apresentados na Tabela 35.

A análise da variância das concentrações de S nas partes das espécies em função da idade encontra-se na Tabela 36 e mostra efeitos de espécies, partes e épocas. Este último foi avaliado por equações de regressão, que aparecem na Tabela 37.

Ajustou-se regressões cúbicas às partes da soja perene e do siratro. Para a centrosema, regressões lineares, onde os valores decrescem à medida que a planta envelhece.

¹ Valor calculado.

Tabela 35 - Concentração de enxofre (%) em partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	0,25	0,25	0,32
	Folha	0,32	0,29	0,27
42	Caule	0,24	0,27	0,27
	Folha	0,37	0,27	0,29
63	Caule	0,22	0,23	0,24
	Folha	0,26	0,26	0,20
84	Caule	0,12	0,16	0,20
	Folha	0,25	0,11	0,21
105	Caule	0,25	0,36	0,36
	Folha	0,34	0,42	0,41
126	Caule	0,15	0,22	0,25
	Folha	0,32	0,29	0,31
147	Caule	0,15	0,03	0,09
	Folha	0,22	0,07	0,12

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 0,07

época = 0,09

Tabela 36 - Análise da variância para concentração de enxofre (%) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	0,0135	0,0067	8,4946**
Resíduo (a)	9	0,0071	0,0007	
Parcelas	11	0,0207		
Partes (P)	1	0,0886	0,0886	14,0642**
Variedades x Partes	2	0,0638	0,0319	5,0633*
Resíduo (b)	9	0,0567	0,0063	
Sub-Parcelas	23	0,2300		
Épocas (E)	6	0,9178	0,1529	39,5728**
Variedades x Épocas	12	0,1540	0,0128	3,3220**
Partes x Épocas	6	0,0275	0,0045	1,1858
Variedades x Partes x Épocas	12	0,0321	0,0026	0,6931
Resíduo (c)	108	0,4174		
Total	167	1,7790		

C.V. Resíduo (a) = 11,57%

C.V. Resíduo (b) = 32,54%

C.V. Resíduo (c) = 25,48%

Tabela 37 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de enxofre ($S\% = Y$), em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
CENTROSEMA								
Caulo	$Y = 0,2626 - 0,0008X$	41,5						
Folha	$Y = 0,3439 - 0,0006X$	22,2						
SOJA PERENE								
Caulo	$Y = 0,4709 - 0,0137X + 0,0002X^2 - 0,0000003X^3$	65,8	102	0,28	47	0,21	74	0,25
Folha	$Y = 0,5936 - 0,0183X + 0,0003X^2 - 0,000001X^3$	47,2	107	0,32	49	0,21	78	0,27
SIRATRO								
Caulo	$Y = 0,5825 - 0,0164X - 0,0002X^2 - 0,000001X^3$	77,3	105	0,31	52	0,23	79	0,27
Folha	$Y = 0,5714 - 0,0180X - 0,0003X^2 - 0,000001X^3$	61,8	109	0,34	48	0,20	78	0,27

As concentrações de S nas folhas da centrosema variaram de 0,33% a 0,26% no período observado. Na soja perene, de 0,21% a 0,32% semelhante ao siratro, de 0,20% a 0,34%. Nos caules, variaram de 0,25% a 0,15% de S na centrosema, de 0,21% a 0,28% na soja pere e 0,23% a 0,31% no siratro.

Raros são os trabalhos que dizem respeito ao teor de S nas leguminosas em estudo. Para a centrosema vegetando em solo que dá respostas positivas às aplicações de S quanto à produção de leguminosas, JONES & QUAGLIATO (1970) encontraram na dose máxima de enxofre aplicada, teores de 0,16% , 0,22% e 0,20% nas folhas maduras nas idades de 50, 75 e 125 dias, respectivamente. No trabalho presente, os teores foram de 0,31%, 0,30% e 0,27%, respectivamente, nas mesmas idades.

A concentração de S nas folhas do siratro, aos 45 e 66 dias, foi de 0,21% e 0,23%, respectivamente e nos caules, 0,24% para ambas as idades. JOHANSEN (1976) encontrou 0,39% e 0,19%, respectivamente nas mesmas idades, em folhas maduras e velhas. Encontrou ainda 0,18% e 0,10% de S nos caules de plantas daquelas idades, valores, portanto, inferiores aos teores encontrados no presente trabalho.

- *Acumulação*

As quantidades de enxofre acumuladas pelas partes das espécies em função das idades, e a análise da variância, encontram-se nas Tabelas 38 e 39, respectivamente. Pela análise dessa última, verifica-se que houve efeitos de partes e épocas. Não houve efeito das espécies como um todo quanto à quantidade de enxofre. No entanto, os desdobramentos mostraram efeitos significativos, que podem ser observados nas diferentes equações da Tabela 40, que traz os efeitos de épocas nas quantidades das partes das espécies.

As quantidades de enxofre nas folhas e caules

de soja perene e do siratro, ajustou-se equações de regressão de 3º grau. Acusam quantidade máxima de enxofre acumulada ao redor de 115 dias. A centrosema apresenta comportamento diferente quanto à acumulação de enxofre: ao caule ajustou-se equação de regressão linear e à folha, equação de regressão cúbica, com máximo de acumulação aos 123 dias.

Tabela 38 - Quantidade de enxofre acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras com diferentes idades (médias de 4 repetições).

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
21	Caule	1,66	1,63	2,16
	Folha	3,06	2,46	2,70
42	Caule	1,98	2,48	3,87
	Folha	3,59	2,16	3,52
63	Caule	2,76	3,04	2,63
	Folha	2,70	3,52	2,49
84	Caule	1,66	2,41	2,19
	Folha	3,49	1,72	2,54
105	Caule	5,17	8,39	5,12
	Folha	8,34	9,77	8,63
126	Caule	4,56	7,91	8,92
	Folha	10,54	12,93	12,09
147	Caule	4,51	0,77	1,86
	Folha	6,03	2,32	3,15

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 2,02
época = 2,55

Tabela 39 - Análise da variância para quantidade de enxofre acumulada (mg/planta) por partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	0,5066	0,2544	0,5166
Resíduo (a)	9	14,5518	1,6168	
Parcelas	11	15,0585		
Partes (P)	1	97,9434	97,9434	25,9005**
Variedades x Partes	2	9,8110	4,9055	1,2972
Resíduo (b)	9	34,0337	3,7815	
Sub-Parcelas	23	156,8466		
Épocas (E)	6	1.223,9166	203,9861	71,1369**
Variedades x Épocas	12	143,6927	11,9743	4,1758**
Partes x Épocas	6	99,1995	16,5332	5,7657**
Variedades x Partes x Épocas	12	16,4180	1,3681	0,4771
Resíduo (c)	108	309,6913	3,8675	

C.V. Resíduo (a) = 29,11%
 C.V. Resíduo (b) = 44,52%
 C.V. Resíduo (c) = 38,77%

Tabela 40 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) da quantidade de enxofre acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes de três leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equações	R^2	Máximo		Inflexão	
			X	Y	X	Y
CENTROSEMA						
Caulo	$Y = 0,8794 + 0,0275X$	67,0				
Folha	$Y = 10,7460 - 0,4678X + 0,0073X^2 - 0,00003X^3$	80,4	123	9,07	83	5,40
SOJA PERENE						
Caulo	$Y = 8,9258 - 0,4630X + 0,0079X^2 - 0,00003X^3$	73,6	112	7,55	76	4,21
Folha	$Y = 14,9717 - 0,7807X + 0,0124X^2 - 0,00005X^3$	68,2	116	10,33	80	5,24
SIRATRO						
Caulo	$Y = 8,2972 - 0,3516X + 0,0056X^2 - 0,00002X^3$	43,4	115	6,24	79	3,96
Folha	$Y = 13,7221 - 0,6669X + 0,0104X^2 - 0,00004X^3$	68,8	118	9,48	81	5,17

Encontrou-se 2,15 mg, 4,15 mg e 9,04 mg de S aos 50, 75 e 125 dias, respectivamente, nas folhas de centrosema. Em folhas maduras, JONES & QUAGLIA TO (1970) encontraram 3,79 mg¹, 5,23 mg¹ e 4,68 mg¹, respectivamente, em solo deficiente no elemento, quando adubado com 60 kg de S por hectare. Aos 65 dias, FALADE (1973) relata como sendo de 13,51 mg¹ de S na parte aérea superior a 5,44 mg, encontrado no presente trabalho.

Nas folhas do siratro aos 45 e 66 dias, encontrou-se 1,08 mg e 2,76 mg, respectivamente. Valores concordantes com os de JOHANSEN (1976) que encontrou 0,93 mg¹ e 2,96 mg¹ de S, nas mesmas idades.

Os caules do siratro apresentaram teores discordantes do estabelecido por JOHANSEN (1976); 1,87 mg e 2,92 mg de S contra 0,88 mg¹ e 1,56 mg¹ de S obtidos por ele, aos 45 e 66 dias, respectivamente.

- Matéria seca digestível

Os valores da porcentagem da matéria seca digestível nas partes das espécies em diferentes idades da planta acham-se expostos na Tabela 41. A análise da variância respectiva encontra-se na Tabela 42 e mostra efeitos de partes e épocas. Não houve efeito das espécies como um todo quanto ao teor de matéria seca digestível. No entanto, os desdobramentos estatísticos mostraram efeitos significativos, que podem ser observados nas diferentes equações da Tabela 43, que traz os efeitos das épocas nos teores digestíveis das partes das espécies.

Nos teores digestíveis das folhas de centrosema, apenas uma equação de regressão linear pode

¹ Valor calculado.

ser adaptada, com baixo coeficiente de determinação. A digestibilidade do caule não mostrou correlação alguma com a idade da planta.

Na soja perene, tanto caule como folha apresentaram digestibilidade em função da idade que pode ser traduzida por uma equação de regressão quadrática, com um mínimo de 39,23% aos 74 dias e 39,17% aos 88 dias de idade, respectivamente.

Tabela 41 - Matéria seca digestível (MSD%) de partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades (médias de 4 repetições)

Idade (dias)	Partes da Planta	Centrosema	Soja Perene	Siratro
42	Caule	44,93	39,49	38,82
	Folha	32,06	50,27	24,27
63	Caule	45,42	46,82	49,11
	Folha	34,00	44,55	32,64
84	Caule	49,07	41,07	30,48
	Folha	35,33	34,22	42,29
105	Caule	38,25	35,19	52,35
	Folha	37,71	52,36	44,35
126	Caule	59,92	51,34	48,79
	Folha	52,66	35,68	46,04
147	Caule	44,82	60,28	56,44
	Folha	36,88	62,84	58,32

d.m.s. (Tukey) a 5%: variedade = 16,64

época = 14,22

Tabela 42 - Análise da variância para matéria seca digestível (MDS%) de partes de três espécies leguminosas forrageiras, com diferentes idades.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	2	223,8466	111,9233	1,4252
Resíduo (a)	9	706,7390	78,5265	
Parcelas	11	930,5856		
Partes (P)	1	822,5961	822,5961	29,1613**
Variedades x Partes	2	805,7585	402,8792	14,2822**
Resíduo (b)	9	253,8757	28,2084	
Sub-Parcelas	23	2.812,8161		
Épocas (E)	5	4.206,6696	841,3339	8,8714**
Variedades x Épocas	10	3.536,4858	353,6485	3,7290**
Partes x Épocas	5	467,5378	93,5075	0,9859
Variedades x Partes x Épocas	10	2.150,6389	215,0638	2,2677*
Resíduo (c)	90	8.535,2854	94,8365	
Total	143	21.709,4338		

C.V. Resíduo (a) = 19,95%
 C.V. Resíduo (b) = 11,96%
 C.V. Resíduo (c) = 21,92%

Tabela 43 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de mínimo (Pm) da matéria seca digestível (MSD% = Y) em função da idade (X) em partes de três espécies leguminosas forrageiras.

Partes da Planta	Equação	R^2	Mínimo X	Y
CENTROSEMA				
Caulo	n.s.			
Folha	$Y = 27,5010 + 0,1122X$	35,22		
SOJA PERENE				
Caulo	$Y = 60,9342 - 0,5798X + 0,0039X^2$	68,9	74	39,23
Folha	$Y = 82,6892 - 0,9898X + 0,0056X^2$	46,3	88	30,17
SIRATRO				
Caulo	$Y = 31,9840 + 0,1483X$	37,0		
Folha	$Y = 13,9922 + 0,2892X$	93,8		

n.s. = valor de F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No siratro, toda a planta mostra teores digestíveis em função da idade da planta segundo uma equação de regressão linear crescente.

Aos 147 dias de idade, caule e folhas de siratro apresentaram 53,78% e 56,50% de matéria seca digestível, respectivamente. Esses resultados estão concordantes com o obtido por PEIXOTO *et alii* (1967) que encontraram 54,36% de matéria seca digestível em feno de siratro. MILFORD & MINSON (1965), citados por PEIXOTO *et alii* (1967) estudaram na Austrália a ingestão de algumas leguminosas tropicais e constataram que em algumas espécies o consumo pelos animais caiu rapidamente com o decorrer do ciclo vegetativo; em outras, porém, como aconteceu com o siratro, o consumo se manteve em alto nível até 260 dias, quando a folhagem já se mostrava completamente seca. STOBBS (1977) verificou que na primavera e começo do verão, o gado consome de 2 a 10% de siratro, quando outras espécies também são oferecidas. Já no outono o siratro constitui a maior parte da dieta (62 a 73%). A quantidade ingerida está relacionada com a palatabilidade relativa a épocas diferentes do ano.

O caule da soja perene apresenta 43,41% de matéria seca digestível aos 21 dias. Esse valor diminuiu até um mínimo de 39,23% aos 74 dias e tornou a crescer, alcançando 59,36% aos 147 dias. As folhas apresentaram 51,05% aos 21 dias, diminuindo para 39,17% aos 88 dias, aumentando a seguir para 58,81%, aos 147 dias. Segundo MATTOS (1977), essa planta é pouco palatável, mas apresenta boa digestibilidade.

Já o caule da centrosema mostra aos 21 dias teor observado de matéria seca digestível como 44,93% e aos 147 dias, 44,82%. As folhas apresentam 32,21% aos 21 dias e 44,00% aos 147 dias.

- Quantidades Máximas Extraídas

Encontram-se na Tabela 44 as quantidades de nutrientes acumulados por partes de centrosema nas idades de máxima acumulação pela planta e maior velocidade de absorção. As quantidades para soja perene e siratro encontram-se nas Tabelas 45 e 46.

A quantidade de nitrogênio por planta de siratro revelou-se ser menor que as encontradas na centrosema e soja perene. No entanto, a quantidade total acumulada por hectare mostrou ser superior à da centrosema, porém, cerca de um quarto à da soja perene.

As quantidades de fósforo por planta nas três espécies mostraram-se semelhantes. Com respeito à exigência do nutriente por hectare, o maior valor foi o da soja perene, seguido pelo do siratro e por último, da centrosema.

A acumulação de potássio mostrou-se diferente, entre as espécies: o siratro é a mais exigente, seguido da soja perene e no fim, da centrosema. Quanto à quantidade máxima extraída por hectare, a soja mostrou-se maior acumuladora, e a centrosema, menor.

Nota-se a alta acumulação de cálcio pela planta de siratro e a baixa necessidade desse elemento por hectare de centrosema. Esse dado é de real valor quando se pretende instalar pasto de leguminosa em solo com baixo teor de Ca.

Novamente foi a centrosema a menos exigente quanto à acumulação do magnésio por planta e extração por hectare.

Tabela 44 - Quantidades de nutrientes acumuladas e matéria seca produzida pelas partes de centrosema nas idades (dias entre parênteses) de máxima acumulação pela planta (PM) e maior velocidade de absorção ou de crescimento (PI).

NUTRIENTES	Caulo (mg/planta)		Folhas (mg/planta)		Caulo + Folhas (mg/planta)		TOTAL (kg/ha) ⁺
	PM	PI	PM	PI	PM	PM	
Nitrogênio	68,92 (134,	-	151,96 (134)	90,74 (87)	220,88 (134)		21,20
Fósforo	7,22 (126)	4,29 (83)	9,98 (126)	5,64 (84)	17,20 (126)		1,65
Potássio	88,74 (127)	-	69,11 (127)	37,70 (83)	157,85 (127)		15,15
Cálcio	18,05 (147)	-	38,80 (147)	-	56,85 (147)		5,46
Magnésio	4,44 (125)	2,75 (83)	8,99 (125)	4,96 (84)	13,43 (125)		1,29
Enxofre	4,26 (123)	-	9,07 (123)	5,40 (83)	13,33 (123)		1,28
Matéria seca	2.780 (134)	1.830 (91)	3.040 (134)	1.860 (88)	5.820 (134)		558,72

(+) 96.000 plantas - calculado a partir de AGRO CERES - YATES (s.d.).

Tabela 45 - Quantidades de nutrientes acumuladas e matéria seca produzida pelas partes de soja perene nas idades (dias entre parênteses) de máxima acumulação pela planta (PM) e maior velocidade de absorção ou de crescimento (PI).

NUTRIENTES	Caulo (mg/planta)		Folhas (mg/planta)		Caulo + Folhas (mg/planta)		TOTAL (kg/ha) ⁺
	PM	PI	PM	PI	PM	PM	
Nitrogênio	60,05 (138)	35,93 (85)	168,52 (138)	96,28 (90)	227,57 (138)	135,40	
Fósforo	5,71 (133)	3,75 (81)	11,48 (133)	6,83 (85)	17,19 (133)	10,23	
Potássio	95,12 (140)	-	122,98 (140)	70,88 (90)	218,10 (140)	129,77	
Cálcio	9,95 (193)	-	61,66 (193)	34,80 (116)	81,61 (193)	48,56	
Magnésio	6,65 (134)	3,99 (83)	12,88 (134)	6,70 (88)	19,53 (134)	11,62	
Enxofre	7,02 (116)	4,21 (76)	10,33 (116)	5,24 (80)	17,35 (116)	10,32	
Matéria seca	2.890 (140)	1.830 (83)	3.850 (140)	2.210 (90)	6.740 (140)	4.010,30	

(+) 595.000 plantas - calculado a partir de AGROCERES - YATES (s.d.).

Tabela 46 - Quantidades de nutrientes acumuladas e matéria seca produzida pelas partes de sira e tro nas idades (dias entre parênteses) de máxima acumulação pela planta (PM) e maior velocidade de absorção ou de crescimento (PI).

NUTRIENTES	Caulo (mg/planta)		Folhas (mg/planta)		Caulo + Folhas (mg/planta)		TOTAL (kg/ha) ⁺
	PM	PI	PM	PI	PM	PI	
Nitrogênio	41,54 (130)	-	110,03 (130)	72,15 (86)	151,57 (130)		29,10
Fósforo	5,00 (144)	3,83 (86)	11,26 (144)	6,51 (95)	16,26 (144)		3,12
Potássio	139,83 (147)	-	152,36 (147)	-	292,19 (147)		56,10
Cálcio	40,09 (226)	-	91,77 (226)	51,81(135)	131,86 (226)		25,32
Magnésio	7,50 (131)	4,55 (86)	18,00 (131)	10,37 (88)	25,50 (131)		4,90
Enxofre	5,97 (118)	3,96 (79)	9,48 (118)	5,17 (81)	15,45 (118)		2,97
Matéria seca	2.500 (136)	1.720 (94)	3.140 (136)	1.960 (89)	5.640 (136)		1.082,88

(+) 190.000 plantas - calculado a partir de AGROCERES - YATES (s.d.).

Quanto ao enxofre, a maior retirada por planta foi da soja perene, seguida do siratro e da centrosema. A quantidade máxima extraída por hectare foi observada na soja perene.

Os dias dos pontos de inflexão (PI) dão idéia da idade máxima onde poderá ser adicionado o nutriente; depois desta, os incrementos na absorção tornam-se cada vez menores, até se anularem.

CONCLUSÕES

- Crescimento

- A maior velocidade de crescimento das espécies ocorre entre 83 e 91 dias de idade.

- A máxima produção de matéria seca por planta ocorre entre 134 e 140 dias e é maior na soja perene do que na centrosema e no siratro.

- A produção máxima de matéria seca nas folhas por planta varia entre 3,04 g e 3,85 g, de 134 a 140 dias, nas três leguminosas.

- Concentração de nutrientes

- As maiores concentrações de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre são encontradas nas folhas; as de potássio, no caule.

- Existe diferença entre as três espécies quanto aos teores de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

- O enxofre é absorvido e acumulado continuamente pela centrosema.

- Extração de nutrientes

- O período de maior velocidade de acumulação de nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre pelas folhas é de 80 a 95 dias de idade, nas três espécies; de potássio, aos 83 e 90 dias para a centrosema e soja perene, respectivamente; de cálcio, aos 116 e 135 dias para a soja perene e siratro.

- As plantas atingem a máxima extração de nutrientes nas seguintes idades, em dias:

Nutriente	Centrosema	Soja Perene	Siratro
Nitrogênio	134	138	130
Fósforo	126	133	144
Potássio	127	140	> 147
Cálcio	> 147	> 147	> 147
Magnésio	125	134	131
Enxofre	123	116	118

- As quantidades máximas extraídas em mg por planta, são:

Nutriente	Centrosema	Soja Perene	Siratro
Nitrogênio	220,88	227,57	151,57
Fósforo	17,20	17,19	16,26
Potássio	157,85	218,10	>292,19
Cálcio	>56,85	>68,98	>77,51
Magnésio	13,43	19,53	25,50
Enxofre	13,33	17,35	15,45

- A centrosema é a leguminosa menos exigente em macronutrientes, seguida pelo siratro.

- A soja perene é a leguminosa mais exigente em macronutrientes.

- Digestibilidade

- Existem diferenças na digestibilidade da matéria seca das partes entre as leguminosas.

- A matéria seca digestível da centrosema e do siratro aumentam com a idade da planta.

- A matéria seca digestível da soja perene só aumenta após a idade de 74 dias para o caule e 88 dias para a folha.

- A soja perene apresenta matéria seca digestível sempre acima de 39,2% para o caule e 30,2% para a folha.

- As folhas da centrosema apresentam matéria seca digestível sempre acima de 29,8%, após 42 dias de idade.

- O siratro apresenta matéria seca digestível sempre acima de 35% para o caule e 20,0% para a folha, após 42 dias de idade.

- O teor de matéria seca digestível da soja perene aos 147 dias é maior que o do siratro e da centrosema.

SUMMARY

ABSORPTION OF MACRONUTRIENTS BY CENTROSEMA
(*Centrosema pubescens* Benth.), SIRATRO
(*Macroptilium atropurpureum* cv. 'Siratro')
AND PERENNIAL SOYBEAN (*Glycine wightii* Willd.)
GROWN UNDER FIELD CONDITIONS

Seeds of the legumes where sowed in an Alfisol (Terra Roxa Estruturada) well supplied in nutrients.

In order to find out the concentrations of the macronutrients as well the total amounts of nutrients absorbed by the legumes, plants were harvested from 21 days after

germinated up to 147 days.

The plants were divided into leaves and stems and analysed for N, P, K, Ca, Mg and S by conventional methods.

Digestibility test "in vivo" was carried out for the different stages of development of the legumes.

The authors concluded:

- Maximum dry matter production was obtained by perennial soybean plants, followed by centro and siratro, between 134 and 140 days.

- The maximum velocity of growth happen at 83 and 91 days for the three species.

- The highest concentration of potassium was found in the legumes.

- The maximum amounts of macronutrients extracted by the legumes are:

Nutrient	CENTRO		PERENNIAL SOYBEAN		SIRATRO	
	mg/plant	days	mg/plant	days	mg/plant	days
N	220.88	134	227.57	138	151.67	130
P	17.20	128	17.19	133	16.26	144
K	157.85	127	218.10	140	>292.19	>147
Ca	>56.85	>147	>68.98	>147	>77.51	>147
Mg	13.43	125	19.53	134	25.50	131
S	13.33	123	17.35	116	15.45	118

- The digestibility test by the nylon bag techniques (dry matter) showed differences between the stems and leaves.

- The digestibility increased with the age for centro and siratro.

- For perennial soybean the minimum of digestibility at 74 days (33.2%) for the stems and at 88 days (30.2%) for the leaves.

- After 42 days the digestibility increased up to the 147 days for centro and stratro.

- At 147 days the digestibility of dry matter for perennial soybean was 58.9%, for siratro 56.5% and for centro 44%.

LITERATURA CITADA

AGROCERES-YATES, s.d., Comercial de gramíneas e leguminosas para melhorar as pastagens brasileiras. Boletim de Sementes Agroceres, São Paulo, SP.

ANDREW, C.S.; NORRIS, D.O., 1961. Comparative response to calcium of five tropical and four temperate pasture legume species. Aust. J. Agric. Res. 12:40-55.

ANDREW, C.S.; ROBINS, M.F., 1969a. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. I. Growth and critical percentages of phosphorus. Aust. J. Agric. Res. 20:665-74.

ANDREW, C.S.; ROBINS, M.F., 1969b. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. II. Nitrogen, calcium, magnesium, potassium and sodium contents. Aust. J. Agric. Res. 20:675-85.

CASTRO, J.B. de, 1978. Proteção dos taludes contra a erosão. In: *Suplemento Agrícola D' O Estado de São Paulo*, São Paulo, nº 1215 (20/9/78), p. 3.

DELWICHE, C.C., 1978. Legumes-past, present, and future. Bioscience 28(9):565-70.

FALADE, J.A., 1973. Effect of phosphorus on the growth and mineral composition of four tropical forage legumes. J. Sci. Fd. Agric. 24:795-802.

- FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C.; CARVALHO, M. M. de, 1973. Influência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio na soja perene var. Tirano (*Glycine wightii*) em solo de cerrado. *Pesq. Agropec. bras. Sér. Agron.* Rio de Janeiro, RJ, 8:197-202.
- FRANÇA, G.E.; CARVALHO, M.M., 1970. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. *Pesq. Agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, RJ, 147-53.
- JOHANSEN, C., 1978. Concentrations of nutrient elements in parts of siratro as affected by phosphorus supply and plantage. *Commun. in Soil Sci. and Plant. Anal.* 7(6): 527-45.
- JONES, M.B.; QUAGLIATO, J.L., 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais e da alfafa e vários níveis de enxofre. *Pesq. Agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, RJ, 5:359-63.
- JONES, M.M.; FREITAS, L.M.M., 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais e fósforo, potássio e calcário num Latossolo Vermelho Amarelo de campo cerrado. *Pesq. Agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, 5:91-9.
- LOVADINI, L.A.C.; MYASAKA, S., 1969. Adubação de leguminosas forrageiras tropicais. In: 1º Encontro Técnico Regional Centro-Sul. Nova Odessa, SP. 7 p. (mimeografado).
- MANNTJE, L.T., 1978. The role of improved pasture of beeg production in the tropics. *Tropical Grasslands*, 12(1): 1-9.
- MATTOS, H.B. de, 1972. Efeitos da aplicação de calcário e micronutrientes sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química de *Phaseolus atropurpurens* DC. cv. siratro. Piracicaba, ESALQ/USP (Tese de Doutorado).

- MATTOS, H.B. de, 1977. Leguminosas forrageiras. In: Iº Encontro de Atualização em Pastagens, Nova Odessa, SP. Companhia Industrial e Comercial Brasileira de Produtos Alimentares, p. 87-85.
- PEIXOTO, A.M., MORAES, C.L.; BOSE, M.L.V., 1967. Contribuição ao estudo da composição química e digestibilidade do ferro de siratro, Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 24:229-37.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental. 7a. ed., São Paulo, Livraria Nobel S.A., 430 p.
- RANZANI, G., FREIRE, O.; KINJO, T., 1966. Carta de Solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos, 85 p.
- RAYMENT, G.E.; BRUCE, R.C.; ROBBINS, G.B., 1977. Response of established siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. siratro) pastures in South East Queensland to phosphorus fertilizer. Tropical Grasslands 11(1):67-77.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises Químicas em Plantas, Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP. 56 p.
- SETZER, J., 1946. Contribuição para o Estudo do Clima do Estado de São Paulo. São Paulo, Escolas Profissionais Salesianos, 239 p.
- STOBBS, T.H., 1977. Seasonal Changes in the preference by cattle for *Macroptilium atropurpureum* cv. siratro. Tropical Grasslands 11(1):87-91.
- WERNER, J.C.; MATTOS, H.B., 1972. Estudos de nutrição da Centrosema, *Centrosema pubescens* Benth. B. Indústria Animal, São Paulo, 29(2):375-91.
- WITTWER, S.H., 1978. Nitrogen fixation and agricultural productivity. Bioscience 28(9):555.
- WUTKE, A.C.P., 1972. Análises químicas na avaliação da fertilidade. In: MONIZ, A.C. (Coord.), Elementos de Pedologia, Ed. Polígono, Ed. USP, São Paulo, p. 223-29.