

NUTRIÇÃO MINERAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS.
III. CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES
E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE IN VIVO
DA *Leucaena leucocephala* (LAM.) DE WIT CV. PERU
EM FUNÇÃO DA IDADE *

DENISE HELU SILVA **
HENRIQUE PAULO HAAG ***

RESUMO

As leguminosas tropicais constituem atualmente uma fonte de proteína de alta qualidade além de outras qualidades como produção de madeira no caso das arbustivas e como proteção contra erosão nas demais.

Sendo a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit cv. Peru) uma espécie

* Parte da dissertação apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba, SP.
Entregue para publicação em 13/10/1982.

** Engenheiro Agrônomo.

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

cie bastante promissora para a pecuária brasileira, foi conduzido um ensaio de campo com a finalidade de se conhecer o hábito alimentar dessa leguminosa. O ensaio foi instalado visando obter dados para análise de crescimento, concentração e extração dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S, Mn e Zn) e matéria seca digestível das folhas "in vivo", em bovino, em função da idade da planta.

A partir dos dados obtidos, constatou-se que:

a) a produção de matéria seca total é máxima aos 360 dias de idade e o maior incremento na produção de folhas, expresso em matéria seca, se dá dos 240 aos 360 dias;

b) as concentrações de nitrogênio e potássio diminuem nas folhas e caules com a idade da planta, ao passo que a de cálcio no caule não é afetada pela idade;

c) aos 360 dias, época de produção máxima de matéria seca as folhas contêm em 535,46 g/planta: 16,36 g de nitrogênio, 0,61 g de fósforo, 10,65 g de potássio, 8,08 g de cálcio, 1,58 g de magnésio, 0,51 g de enxofre;

d) aos 360 dias, os caules contêm em 1783 g/planta: 15,82 g de nitrogênio, 0,65 g de fósforo, 20,37 g de potássio, 7,01 g de cálcio, 0,44 g de magnésio, 1,06 g de enxofre;

e) o acúmulo de macronutrientes na planta aos 360 dias obedece a seguinte

te ordem: N > K > Ca > Mg > S > P;

f) aos 360 dias, a matéria seca digestível das folhas é 51,05%.

INTRODUÇÃO

As leguminosas atualmente tem recebido considerável atenção das instituições de pesquisa visando eliminar algumas dificuldades que limitam a produção final como o aumento substancial no preço dos fertilizantes nitrogenados, aliado à deficiência de proteínas, principalmente nos trópicos (OAKES & SKOV, 1967; JONES, 1979).

Grande empenho por parte dessas instituições está voltado a uma leguminosa forrageira - *Leucaena leucocephala* - com grande possibilidade de vir a ser empregada num futuro próximo com êxito no Brasil.

A *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit é uma leguminosa pertencente à subfamília Mimosoideae e à tribo Eumimoseas (ALCANTARA et alii, 1979) e é originária do México (HILL, 1971, Dijkman e Farinas, citados por VILELA, 1976).

A leucena é tolerante a baixos níveis de fertilidade do solo (HILL, 1971; ALCANTARA & BUFARAH, 1979; LIMA et alii, 1981), embora um bom rendimento só seja conseguido em solos férteis (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977).

OAKES & SKOV (1967) consideram a leucena uma das poucas leguminosas adaptadas a solos com alto nível de cálcio. DAMSEAUX (1957) estudou três leguminosas forrageiras no Congo Belga: *Medicago sativa*, *Stylosanthes gracilis* e *Leucaena glauca** , dentre essas a leucena mostrou maior concentração em potássio (TAKAHASHI & RIPPERTON, 1949).

* Denominação da *Leucaena leucocephala* antes de 1960.

HAAG & MITIDIARI (1980), no Brasil, objetivando a obtenção de um quadro sintomatológico da carência de macronutrientes utilizando-se de solução nutritiva, objetivaram para plantas normais os seguintes teores dos elementos nas folhas: N% - 3,51; P% - 0,4; K% - 2,75; Ca% - 1,11; Mg% - 0,42; S% - 0,22, e as com sintomas de deficiência: N% - 2,79; P% - 0,11; K% - 1,33; Ca% - 0,41; Mg% 0,18; S% - 0,11.

ADENEYE (1981), na Nigéria, apresenta a composição mineral da matéria seca de folhas de leucena: Ca% - 2,8% P% - 0,26; Mg% - 0,37; K% - 1,78; Na% - 0,21 e Fe% - 0,12.

A NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977) apresenta os nutrientes presentes em folhas de leucena (incluindo ramos finos) como sendo:

Elemento	%
N	2,2-4,3
P	0,2-0,4
K	1,3-4,0
Ca	0,8-2,0
Mg	0,4-1,0

O presente trabalho visa:

- a) analisar o crescimento da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.
- b) determinar a concentração e extração dos macronutrientes em função da idade;
- c) determinar a digestibilidade da matéria seca **in vivo** em função da idade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental

pertencente ao Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba, São Paulo. A localidade tem as coordenadas geográficas: latitude 22°41'31" Sul e longitude 47°38'01" Oeste; altitude 540 m (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1957).

O solo onde foi instalado o experimento é um Latos solo-Vermelho Escuro-Orto, série "Luiz de Queiroz" (RANZANI et alii, 1966), e em sendo cultivado a muitos anos com plantio de hortaliças. A análise química desse solo apresenta os seguintes parâmetros:

pH (1:2 H ₂ O)	C%	Teor trocável em e.mg/100g TFSA			
		PO ₄ ⁻³ *	K ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	Al ⁺³
5,9	3,7	1,0	0,45	13,60	0,0

* H₂SO₄ 0,05N

Segundo o sistema de Koeppen, o clima da região recebe a classificação de Cwa-tropical úmido com inverno seco. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 18°C (SETZER, 1946).

O tratamento para quebra de dormência foi feito mergulhando a semente em H₂SO₄ concentrado por 3 minutos, de acordo com Akamine, citado por HILL (1971). Em seguida as mesmas foram inoculadas com inoculantes específicos usando as estirpes: TAL-82 + CIAT-1967 + CB-81. Para cada kg de semente foram utilizados 3,6 g de inóculo e 4,0 g de adesivo, sendo em seguida postas em tambor giratório onde permaneceram em rotação por 24 horas (VALARINO, 1982)*. A semeadura foi procedida em 17/02/1981,

* MARIA J. VALARINI, Instituto de Zootecnia, Nova Odessa SP, Comunicação pessoal.

e as sementes foram cedidas pela Seção de Plantas Forrageiras do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa - SP.

Aos 30 dias após a germinação foi feito o primeiro desbaste, deixando uma planta a cada 20 cm, quando foi feita também uma adubação em cobertura. Esta foi feita aos 30, 40 e 60 dias utilizando 40 g de sulfato de amônio por metro linear. Um segundo desbaste foi feito aos 50 dias após a sementeira, deixando uma distância entre plantas de 50 cm.

A irrigação foi feita no sulco, semanalmente, quando necessária.

As coletas foram realizadas a cada 60 dias após a sementeira. As plantas, em número de três, foram cortadas rente ao solo, separadas em folhas e caules, lavadas com água destilada (SARRUGE & HAAG, 1974) e postas a secar em estufa de circulação forçada de ar a 80°C. A matéria seca foi analisada para N, P, K, Ca, Mg e S, segundo recomendações contidas nos autores citados acima.

Cinco gramas de folhas secas e moídas de diferentes idades foram colocadas em sacos de "nylon" de 10 x 15 cm com malha de 100 "mesh" e utilizadas para teste de digestibilidade *in vivo*. Os sacos foram introduzidos no rúme do animal aí permanecendo por 72 horas. Após esse período foram retirados, lavados em água corrente e postos a secar a 105°C durante 24 horas. O peso inicial da amostra foi corrigida para matéria seca a 105°C. Essa diferença seria a matéria seca desaparecida, usada para a estimativa da digestibilidade.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 3 repetições. Análise de variância da concentração e acúmulo de macronutrientes nas folhas e caules, do acúmulo de matéria seca e da concentração de matéria seca digestível nas folhas. Análise de regressão para concentrações de macronutrientes, nas folhas e caules e matéria seca digestível nas folhas em função de épocas, e os respectivos pontos de máximo, mínimo e inflexão. A curva escolhida foi aquela de grau mais elevado, significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

Pelos dados expostos na Tabela 1, verificam-se diferenças significativas para folhas, caules e planta inteira em função da idade da planta. A proporção de matéria seca das folhas foi superior a do saule até 180 dias, a partir daí essa tendência se inverteu o que mostra a variação dessa relação com o envelhecimento da planta. Esses dados são importantes para determinar o tipo de material que será oferecido ao animal em determinada época.

Constatou-se um grande aumento do peso da matéria seca do caule entre 300 e 360 dias. A lignificação do material parece ser a explicação para tal fato. A diminuição da digestibilidade aos 360 dias (51,05%), presente na Tabela 14, parece indicar ter ocorrido o mesmo fenômeno nas folhas. Segundo YEO (1977), o coeficiente de digestibilidade da matéria seca é afetado principalmente pelo aumento de lignina nas paredes celulares com o envelhecimento da planta. CRAMPTON & MAYNARD (1938) afirmam que a lignificação altera o valor nutritivo da planta e é consequência da maturidade.

MENDOZA & JAVIER (1980) obtiveram uma produção média de *L. leucocephala* cv. Peru de 22,27 ton. de matéria seca/ha/ano, enquanto que o presente trabalho apresentou uma produção estimada de 46,37 t/ha/ano. Desse valor em contrado para leucena, as folhas contribuíram com 10,70 t/ha/ano e o caule com 35,66 t/ha/ano. Apesar de se tratar de um arbusto, essa leguminosa é bastante aceita pelo gado, que se alimenta das folhas e talos jovens com diâmetro de 5 a 6 mm. Já os talos mais grossos são menos aceitos e nutritivos que as folhas e talos jovens (JONES, 1979).

Nitrogênio

Os teores de nitrogênio nas folhas e caules acham-

Tabela 1 - Produção de matéria seca em g/planta em função da idade e razão folha/caule.

Partes da planta	Idade em dias após germinação					C.V.
	60	120	180	240	300	
Folhas	9,03	41,63	96,20	102,83	320,33	535,46
Caules	6,53	27,00	62,26	144,39	392,00	1783,33
Planta inteira	15,56	68,63	158,46	247,19	612,33	2318,66
Folha/caule	1,38	1,54	1,54	0,71	0,81	0,30
		F		DMS (Tukey 5%)		
Folhas		58,44**		126,51		25,03
Caules		598,42**		134,45		12,70
Planta inteira		302,73**		240,85		15,40

se presentes na Tabela 2, e mostraram correlação com a idade. Ambos mostraram que os teores diminuíram linearmente com a idade segundo equações de 1º grau expostas na Tabela 3. Os valores limites calculados entre 50 e 360 dias variaram de 5,00% a 2,96% para as folhas e 2,14% a 0,92% para os caules. GOMIDE (1976) atribui esse decréscimo ao efeito de diluição do nitrogênio na matéria seca (decréscimo da concentração de nitrogênio em função do aumento da matéria seca), diminuição da capacidade da planta em absorver os nutrientes do solo e variação na relação caule-folha.

HAAG & MITIDIARI (1980) obtiveram em folhas de plantas sem deficiência 3,51% de N e em folhas de plantas com sintomas de deficiência 2,79%. Entretanto a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977) relata uma ampla gama de valores que vão de 2,2% a 4,3% de N em folhas de leucena.

GOMIDE (1976) cita dados de teores de nitrogênio em centrosema (*Centrosema pubescens*), siratro (*Phaseolus macropitillium*) e soja perene (*Glycine javanica*), consorciados com capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) como sendo 2,50%, 2,24% e 2,45% de N respectivamente na matéria seca.

OLIVEIRA et alii (1978) não encontraram nos caules de soja perene (*Glycine wightii* Willd.) e siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'siratro') correlação do teor de nitrogênio com a idade e no caule de centrosema (*Centrosema pubescens* Benth) os teores do nutriente aumentaram com a idade. As folhas dessas mesmas espécies variaram seus teores de nitrogênio com a idade.

Fósforo

Os teores de fósforo nas folhas e caules encontram-se na Tabela 4 e mostraram correlação com a idade traduzidos por uma equação de regressão quadrática e uma cúbica presentes na Tabela 5.

Nas folhas os valores observados variaram de 0,27% aos 60 dias até 0,11% aos 360 dias. Nos caules essa con

Tabela 2 - Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de nitrogênio nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições).

Partes da planta	Idade em dias após germinação											
	60		120		180		240		300		360	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	4,96	0,44	4,73	1,97	4,22	4,10	3,55	3,58	3,42	10,95	3,02	16,36
Caulas	1,66	0,10	2,48	0,57	1,76	1,09	1,31	1,88	1,07	3,00	0,89	15,82
Planta inteira	-	0,55	-	2,64	-	5,20	-	5,97	-	15,53	-	32,40

	F		DMS (Tukey 5%)		C.V.	
	%	g	%	g	%	g
Folhas	17,54**	30,96**	0,87	5,20	8,04	30,52
Caulas	3,59*	200,89**	1,43	2,01	34,26	19,58
Planta inteira	-	70,79**	-	6,74	-	23,69

Tabela 3 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) do teor de nitrogênio (%N = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2
Folhas	$Y = 5,415 - 0,00681x$	97,28
Caulis	$Y = 2,384 - 0,00406x$	63,09

Tabela 4 - Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de fósforo nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições).

Partes da planta	Idade em dias após germinação																																									
	60		120		180		240		300		360																															
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g																														
Folhas	0,27	0,01	0,22	0,08	0,13	0,13	0,10	0,09	0,17	0,54	0,11	0,61																														
Caulos	0,25	0,01	0,16	0,04	0,06	0,03	0,03	0,04	0,09	0,24	0,03	0,65																														
Planta inteira	-	0,02	-	0,13	-	0,16	-	0,14	-	0,88	-	1,44																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">F</th> <th colspan="2">DMS (Tukey 5%)</th> <th colspan="2">C.V.</th> </tr> <tr> <th>%</th> <th>g</th> <th>%</th> <th>g</th> <th>%</th> <th>g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Folhas</td> <td>34,05**</td> <td>24,72**</td> <td>0,05</td> <td>0,24</td> <td>11,64</td> </tr> <tr> <td>Caulos</td> <td>46,74**</td> <td>117,03**</td> <td>0,05</td> <td>0,10</td> <td>20,47</td> </tr> <tr> <td>Planta inteira</td> <td>-</td> <td>50,70**</td> <td>-</td> <td>0,38</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>													F		DMS (Tukey 5%)		C.V.		%	g	%	g	%	g	Folhas	34,05**	24,72**	0,05	0,24	11,64	Caulos	46,74**	117,03**	0,05	0,10	20,47	Planta inteira	-	50,70**	-	0,38	-
F		DMS (Tukey 5%)		C.V.																																						
%	g	%	g	%	g																																					
Folhas	34,05**	24,72**	0,05	0,24	11,64																																					
Caulos	46,74**	117,03**	0,05	0,10	20,47																																					
Planta inteira	-	50,70**	-	0,38	-																																					

Tabela 5 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R²) e ponto de mínimo (Pm) do teor de fósforo (%P = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R ²	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$Y = 0,368 - 0,00172x + 0,00000300x^2$	79,61			286,74	0,12		
Caulis	$Y = 0,484 - 0,00464x + 0,0000168x^2 - 0,000000202x^3$	92,78						

centração variou de 0,25% a 0,03% no mesmo período. OLIVEIRA et alii (1978) encontraram valores da concentração de P na parte aérea da centrosema (*Centrosema pubescens* Benth) variando de 0,25% a 0,35%.

Os dados relatados para as folhas estão abaixo dos apresentados pela NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977), que apresenta teores de P em folhas secas de leucena variando de 0,2% a 0,4%, que coincidem com HAAG & MITIDIERTI (1980), que encontraram 0,40% de P em folhas provenientes de plantas sem deficiência. Esses mesmos autores encontraram 0,11 de P nas folhas de plantas com sintomas de deficiência, valor igual ao encontrado no presente trabalho em folhas de plantas com 360 dias de idade. Valores concordantes encontraram D'MELLO & THOMAS (1978) e ADENEYE (1981) de 0,23% e 0,26% de P respectivamente em folhas de leucena.

GOMIDE (1976) cita dados de teores de fósforo em centrosema (*Centrosema pubescens*), siratro (*Phaseolus macroptilium*) e soja perene (*Glycine javanica*) consorciados com capim-gordura (*Hyparrhenia rufa*) como sendo 0,10%, 0,09% e 0,10% de P respectivamente na matéria seca.

A NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1976) afirma que a exigência de P para o crescimento de bovinos varia de 0,18% a 0,70%, valores bem acima dos encontrados para folhas de leucena. Isso leva a crer que seria possível o animal sofrer carência desse elemento caso fosse alimentado somente com folhas dessa leguminosa.

Potássio

Os teores de potássio nas folhas e caules encontram-se na Tabela 6 e mostraram correlação com a idade diminuindo segundo equações de regressão lineares presentes na Tabela 7. Os teores foram bastante variáveis com o aumento da idade da planta provavelmente devido ao fato dessa leguminosa apresentar dois florescimentos ao ano. Os teores nas folhas foram em média mais altos que nos caules.

Tabela 6 - Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de potássio nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições).

Partes da planta	Idade em dias após germinação											
	60		120		180		240		300		360	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	2,54	0,22	2,96	1,23	2,45	2,35	1,99	2,08	3,21	10,40	1,99	10,65
Caulés	2,29	0,14	2,55	0,68	1,63	1,02	1,53	2,18	2,40	6,69	1,14	20,37
Planta inteira	-	0,37	-	1,96	-	3,37	-	4,56	-	18,81	-	31,10
----- F ----- DMS (Tukey 5%) ----- C.V. -----												
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	25,46**	26,76**	0,46	4,34	6,77	35,27						
Caulés	8,24**	50,48**	0,93	5,22	17,72	36,73						
Planta inteira	-	49,11**	-	8,32	-	30,24						

Tabela 7 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) do teor de potássio (%K = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2
Folhas	$Y = 2,775 - 0,00119x$	37,19
Caules	$Y = 2,556 - 0,00300x$	35,44

O teor mínimo observado nas folhas foi de 1,99% aos 240 e 360 dias e o máximo de 3,21% aos 300 dias, dentro dessa variação está o valor de 2,75% de K obtido por HAAG & MITIDIERI (1980) em folhas de leucena obtidas de plantas sem deficiência. Entretanto a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977) relata que folhas secas de leucena podem apresentar teores que variam de 1,3% a 4,0%.

GOMIDE (1976) apresenta teores de potássio presentes em centrosema (*Centrosema pubescens*), siratro (*Phaseolus macroptilium*) e soja perene (*Glycine javanica*) consorciados com capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) como sendo 1,34%, 1,66% e 2,06% respectivamente na matéria seca.

OLIVEIRA et alii (1978) encontraram em folhas de siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'siratro') teores do nutriente sempre crescente de 1,49% a 5,09% no período de 21 a 147 dias.

A NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1976) afirma que a exigência de potássio para o crescimento de bovinos varia de 0,60% a 0,80%, valores plenamente satisfeitos pelas folhas da planta em estudo. GALLO et alii (1974), estudando a composição de 14 gramíneas e 23 leguminosas forrageiras, coletadas no Estado de São Paulo, num total de 249 amostras, observaram que não houve uma só amostra dentre todas as analisadas com teor de K abaixo de 0,60%, mínimo adequado para bovinos. No pasto, o teor desse elemento em todas as forrageiras esteve acima de 0,80%.

Cálcio

Os teores de cálcio nas folhas e caules encontram-se na Tabela 8, sendo que somente as folhas mostraram correlação com a idade traduzido por uma equação de regressão cúbica presente na Tabela 9.

As folhas apresentaram um teor calculado máximo de 1,76% aos 139 dias e um teor mínimo de 1,27% aos 297 dias, valores próximos aos observados aos 120 e 300 dias. Os dados acham-se na faixa de variação de 0,80% a 2,00%

Tabela 8 - Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de cálcio nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições).

Partes da planta	Idade em dias após germinação											
	60		120		180		240		300		360	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	1,25	0,11	1,69	0,68	1,90	1,78	1,08	1,11	1,50	4,87	1,50	8,08
Caulos	0,63	0,03	0,60	0,16	0,59	0,36	0,55	0,78	0,37	0,99	0,39	7,01
Planta inteira	-	0,14	-	0,86	-	2,15	-	1,92	-	6,00	-	15,19
F												
	%		g		%		g		%		g	
Folhas	5,06**	31,68**	0,62	2,60	15,27	34,26						
Caulos	2,54	627,29**	0,34	0,51	23,54	11,94						
Planta inteira	-	103,36**	-	2,64	-	22,04						
DMS (Tukey 5%)												
	%		g		%		g		%		g	
Folhas	5,06**	31,68**	0,62	2,60	15,27	34,26						
Caulos	2,54	627,29**	0,34	0,51	23,54	11,94						
Planta inteira	-	103,36**	-	2,64	-	22,04						
C.V.												

apresentados pela NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977). Entretanto HAAG & MITIDIERI (1980) encontraram 1,11% de cálcio em folhas provenientes de plantas sem deficiência.

OLIVEIRA et alii (1978) encontraram aos 63 dias de idade para folhas de soja perene (*Glycine wightii* Willd.) um teor de 1,02% de Ca e em folhas de siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'siratro') 1,36% de Ca na mesma época. No presente estudo o valor observado aos 60 dias foi de 1,25% de Ca.

Para Norris, citado por GOMIDE (1976), as leguminosas tropicais são capazes de absorver cálcio do solo com grande facilidade. Tanto que o mesmo autor apresenta teores de cálcio para capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) de 0,43% aos 140 dias de idade e de 0,66% para o capim-pangola (*Digitaria decumbens*) da mesma idade. Esse mesmo autor apresenta dados de concentração de cálcio em centrosema (*Centrosema pubescens*), siratro (*Phaseolus macroptilium*) e soja perene (*Glycine javanica*), consorciados com capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) como sendo 1,36%, 1,13% e 1,29% respectivamente na matéria seca.

GALLO et alii (1974), estudando a composição de 23 leguminosas e 14 gramíneas forrageiras, num total de 249 amostras, observaram que de todas as amostras analisadas 84% continham um teor de cálcio acima de 0,80%.

A NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1976) afirma que a exigência de cálcio para o crescimento de bovinos varia de 0,18% a 1,04%, teores amplamente satisfeitos nas folhas de leucena.

Magnésio

Os teores de magnésio nas folhas e caules encontram-se na Tabela 10 e mostraram correlação com a idade traduzidos por equações de regressão cúbica presentes na Tabela 11.

As folhas apresentaram um teor máximo calculado de

Tabela 9 - Equação 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 da planta.

Partes da planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$Y=0,0866+0,0314x-0,000165x^2+$ $+0,00000251x^3$	43,71	139,82	1,76	297,82	1,27	218,82	1,51
Caules	n.s. até 3º grau							

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

Tabela 10 - Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de magnésio nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições).

Partes da planta	Idade em dias após germinação											
	60		120		180		240		300		360	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	0,26	0,02	0,28	0,11	0,28	0,26	0,27	0,27	0,27	0,99	0,29	1,58
Caulos	0,22	0,01	0,24	0,05	0,24	0,14	0,18	0,25	0,16	0,25	0,18	0,44
Planta inteira	-	0,03	-	0,17	-	0,41	-	0,54	-	1,52	-	1,87

	F		DMS (Tukey 5%)		C.V.	
	%	g	%	g	%	g
Folhas	36,76**	71,78**	0,22	0,34	20,82	23,27
Caulos	7,90**	38,21**	0,05	0,12	10,36	22,73
Planta inteira	-	291,60**	-	0,51	-	14,85

Tabela 11 - Equações de regressão, coeficientes 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 da planta.

Partes da planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$Y = 1,173 - 0,0208x + 0,000125x^2 - 0,000000204x^3$	47,32	293,05	0,69	115,86	0,12	204,45	0,40
Caulis	$Y = 0,108 + 0,00282x - 0,0000164x^2 + 0,000000254x^3$	95,41	118,48	0,25	311,91	0,16	215,30	0,20

0,69% aos 293 dias e um teor mínimo de 0,12% aos 115 dias. Os caules apresentaram um teor máximo de 0,25% aos 118 dias e um teor mínimo de 0,16% aos 312 dias.

Observa-se que a concentração nas folhas variou muito pouco com a idade com exceção do valor observado aos 300 dias (0,99%). O mesmo foi observado por JOHANSEN (1976) em siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'siratro') ao passo que em alfafa (*Medicago sativa*) e trevo (*Trifolium repens*) a concentração tende a aumentar com a idade da folha.

OLIVEIRA et alii (1978) encontraram aos 60 dias de idade um valor de 0,23% de magnésio em folhas de soja perene (*Glycine wightii* Willd.) e no caule 0,20%. No presente estudo os valores observados para as folhas foram 0,26% e para o caule 0,22% de Mg na mesma idade, abaixo do valor encontrado por HAAG & MITIDIARI (1980) de 0,42% em folhas obtidas de plantas sem deficiência.

GALLO et alii (1974), estudando a composição de 23 leguminosas e 14 gramíneas forrageiras, num total de 249 amostras, observaram que em 86% das leguminosas os teores de magnésio estiveram acima de 0,26%.

Segundo Nelson, citado por VIANA (1976) e GOMIDE (1976), as leguminosas geralmente são mais ricas em magnésio que as gramíneas.

A NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1976) afirma que a exigência de magnésio para o crescimento de bovinos varia de 0,04% a 0,10%. Portanto é pouco provável que o animal sofra de deficiência desse elemento visto que quase não existe forragem com menos de 0,1% (ALBA, 1971).

Enxofre

Os teores de enxofre nas folhas e caules encontram-se na Tabela 12 e mostraram correlação com a idade segundo equações de regressão quadrática presentes na Tabela 13. Os teores nas folhas foram em média maiores que os dos caules.

Tabela 12 - Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de enxofre nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições).

Partes da planta	Idade em dias após germinação											
	60		120		180		240		300		360	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	0,27	0,02	0,25	0,10	0,32	0,30	0,18	0,18	0,20	0,64	0,09	0,51
Caulos	0,12	0,007	0,19	0,04	0,15	0,09	0,11	0,17	0,13	0,38	0,06	1,06
Planta inteira	-	0,02	-	0,14	-	0,38	-	0,37	-	1,15	-	1,59
F												
	%		g		%		g		%		g	
Folhas	24,38**	9,47**	0,07	0,37	12,55	46,81						
Caulos	4,17*	80,43**	0,09	0,21	27,79	26,40						
Planta inteira	-	22,64**	-	0,61	-	36,62						
DMS (Tukey 5%)												
	%		g		%		g		%		g	
Folhas	24,38**	9,47**	0,07	0,37	12,55	46,81						
Caulos	4,17*	80,43**	0,09	0,21	27,79	26,40						
Planta inteira	-	22,64**	-	0,61	-	36,62						
C.V.												
	%		g		%		g		%		g	
Folhas	24,38**	9,47**	0,07	0,37	12,55	46,81						
Caulos	4,17*	80,43**	0,09	0,21	27,79	26,40						
Planta inteira	-	22,64**	-	0,61	-	36,62						

O teor máximo calculado de enxofre nas folhas foi 0,27% aos 115 dias, valor bem próximo do observado aos 120 dias de idade da planta, e para o caule foi de 0,16% aos 156 dias. HAAG & MITIDIERI (1980) obtiveram 0,22% e S em folhas provenientes de plantas sem deficiência.

OLIVEIRA *et alii* (1978) obtiveram uma concentração de enxofre nas folhas de siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'siratro') aos 66 dias de 0,23% e no caule 0,24% na mesma idade. O valor calculado para folhas de leucena em plantas da mesma idade foi de 0,28% e para os caules 0,15%.

A exata quantidade de enxofre necessária aos bovinos não é conhecida, mas tem sido estimada ser menor que 0,10% na matéria seca, assim sendo folhas de leucena poderiam supri-la satisfatoriamente.

Matéria seca digestível

Os valores da porcentagem da matéria seca digestível das folhas em diferentes idades da planta acham-se expostos na Tabela 14 e mostram que houve diferença significativa das épocas nos teores digestíveis das folhas, que se adaptaram à uma equação de regressão cúbica presente na Tabela 15. A digestibilidade em função da idade apresenta um valor mínimo de 61,83% aos 175 dias de idade e um máximo de 65,39% aos 275 dias, valor este próximo daquele obtido por LIMA & SOUTO (1972) de 69,39% em feno de soja perene (*Glycine max* Willd.) obtido de plantas de mesma idade.

A tendência decrescente que apresentam as folhas até os 240 dias sofreu um acréscimo aos 300 dias. O fenômeno é explicado pelo aparecimento de material vegetal novo logo antes do segundo florescimento aos 360 dias.

OLIVEIRA *et alii* (1978) encontraram para folhas de centrosema (*Centrosema pubescens* Benth) e siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'siratro') teores digestíveis crescentes com a idade. Obtiveram 34% de matéria

Tabela 13 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) e ponto de máximo (PM) do teor de enxofre (%S = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2	Máximo	
			X	Y
Folhas	$Y = 0,238 + 0,000693x - 0,00000299x^2$	78,08	115,85	0,27
Caulis	$Y = 0,103 + 0,000751x - 0,00000299x^2$	75,23	156,70	0,16

Tabela 14 - Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de enxofre nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições).

Partes da planta	Idade em dias após germinação											
	60		120		180		240		300		360	
	%%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	0,27	0,02	0,25	0,10	0,32	0,30	0,18	0,18	0,20	0,64	0,09	0,51
Caulos	0,12	0,007	0,19	0,04	0,15	0,09	0,11	0,17	0,13	0,38	0,06	1,06
Planta inteira	-	0,02	-	0,14	-	0,38	-	0,37	-	1,15	-	1,59

	F		DMS (Tukey 5%)		C.V.	
	%	g	%	g	%	g
Folhas	24,38**	9,47**	0,07	0,37	12,55	46,81
Caulos	4,17*	80,43**	0,09	0,21	27,79	26,40
Planta inteira	-	22,64**	-	0,61	-	36,62

seca digestível aos 147 dias para a primeira e 55,50% para a segunda. Também ocorreram para soja perene (*Glycine wightii* Willd.) um valor de 58,81% na mesma idade. Para o valor calculado aos 147 dias foi de 63,10%.

PEIXOTO et alii (1965), pesquisando o feno de soja perene (*Glycine wightii* Willd.) em plantas cortadas aos 90 dias de crescimento vegetativo encontraram coeficiente de digestibilidade de 75,38% na fração matéria seca. PEIXOTO et alii (1967) encontraram 54,36% em feno de siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'siratro').

O alto teor de digestibilidade mantido até o final do experimento comprova o que foi afirmado por Siewerdt, citado por GRIPP (1970), que diz manterem as leguminosas tropicais alto teor de digestibilidade da matéria seca com o avanço da maturidade da planta. Tanto que KHARAT et alii (1980), trabalhando com plantas de leucena com um ano de idade, encontraram coeficientes de digestibilidade da matéria seca variando de 56,60% a 61,20%, valores acima do observado no presente trabalho (51,05%) em folhas com a mesma idade.

CONCLUSÕES

- a) A produção de matéria seca é máxima aos 360 dias de idade da planta;
- b) o maior incremento na produção de folhas, expresso em matéria seca, se dá aos 240 aos 360 dias de idade da planta;
- c) As concentrações de nitrogênio e potássio diminuem nas folhas e caules com a idade da planta;
- d) A concentração de cálcio no caule não é afetada com a idade;
- e) As folhas aos 360 dias, época de produção máxi-

ma de matéria seca (535,46 g/planta) contém: 16,26 g de nitrogênio; 0,61 g de fósforo; 10,65 g de potássio; 8,08 g de cálcio; 1,58 g de magnésio e 0,51 g de enxofre;

g) O acúmulo de macronutrientes na planta aos 360 dias obedece a seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > S > P.

h) Aos 360 dias a matéria seca digestível das folhas é 51,05%.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF TROPICAL LEGUMES. III. CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF MACRONUTRIENTS AND DRY MATTER DIGESTIBILITY "IN VIVO" OF *Leucaena leucocephala* (LAM.) DE WIT CV. PERU DURING A ONE YEAR PERIOD.

The tropical leguminous plants are known as a high quality protein source and in some cases even as wood producers when dealing with the arbustive types.

The leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit cv. Peru) was noticed as a very promising species to the Brazilian cattle production, and this fact leads to the setting of a field experiment in order to know its nutrient demands.

The experiment was carried out to obtain data for analysis of growth, concentration and extraction of macronutrients (N, P, K, Ca, Mg, S and the dry matter digestibility in vivo for the leaves related to the plant age.

From the obtained data it was possible to verify that:

The whole dry matter production is the highest when the plant was 360 days old. The largest increase in the

leaf production in dry matter was observed from 240 days up to 360 days.

The N and P concentrations decreased in leaves and stem along the plant life.

On the other hand, the age of the plant did not affect the Ca concentration in the stem leaves nor the Ca concentration in the stem.

When the plants were 360 days old corresponding to the highest dry matter production period, the following contents in the leaves and stem were observed:

Element	Leaves (535.46 g/plant)	Stem (1,783.33 g/plant)
N	16.26 g	15.82 g
P	0.61	0.65
K	10.65	20.37
Ca	8.08	7.01
Mg	1.58	0.44
S	0.51	1.06

Plants with 360 days also showed the macronutrients accumulations in the following order: N > K > Ca > Mg > S > P.

The digestibility of the dry matter in leaves is in the level of 51.05%, in 360 day old plants.

LITERATURA CITADA

ADENEYE, J.A., 1981. A note on the nutrient and mineral composition of *Leucaena leucocephala* in Western Nigeria. Herb. Abstr., Hurley 51(11): 588.

- ALBA, J. de, 1971. **Alimentación del ganado en America Latina**, 2a. ed., Talleres Gráficos de Editorial Fournier S.A., México, 475p.
- ALCANTARA, P.B.; ALCANTARA, V.B.G.; GHISI, O.M.A.A., 1979. Nutrição e adubação da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wilt. *Zootecnia* 17(1): 27-42.
- CRAMPTON, E.W.; MAYNARD, L.A., 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. *J. Nutr.* 15: 383-395.
- DAMSEAUX, J., 1957. Study of 3 leguminous forages introduced into the Belgian Congo for livestock feeding. *Herb. Abstr.*, Hurley 27(1): 50.
- D'MELLO, J.P.F.; THOMAS, D., 1978. The nutritive value of dried leucaena leaf meal from Malawi: studies with young chicks. *Trop. Agr.* 55(1): 45-50.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; MATTOS, H.B. de; SARTINI, H.J.; FONSECA, M.P., 1974. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. *B. Industr. Anim. São Paulo* 31(1): 115-137.
- GOMIDE, J.S., 1975. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais: In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens, Belo Horizonte, MG, p.20-23.
- GRIPP, A., 1979. Efeito da altura e intervalo de corte na produção, teor de proteína bruta e digestibilidade "in vitro" da *Galactia striata* (Jacq.) Urb em solo de cerrado, Piracicaba, ESALQ/USP, (Dissertação de Mestrado).
- HAAG, H.P.; MITIDIARI, J., 1980. Nutrição mineral de leguminosas tropicais. II. Carências nutricionais em *Leucaena leucocephala* (Lamb.) de Wit. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 37: 71-80.

- HILL, G.D., 1971. *Leucaena leucocephala* for pastures in the tropics. Review article. Herb. Abstr., Hurley, 41(2): 111.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1957. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**, Rio de Janeiro, 29: 297.
- JOHANSEN, C., 1976. Concentrations of nutrient elements in parts of siratro as affected by phosphorus supply and plant age. Commum. in Soil Science and Plant Analysis 7(6): 527-545.
- JONES, R.J., 1970. El valor da *Leucaena leucocephala* como pienso para rumiantes en los tropicos. Revista Mundial de Zootecnia 31: 13-23.
- KHARAT, S.T.; PRASAD, V.L.; SOBALE, B.N.; HOSHI, A.L.; RANGNEKAR, D.V., 1980. Note on comparative evaluation of *Leucaena leucocephala*, *Desmanthus virgatus* and *Medicago sativa* for cattle. Indian J. Anim. J. Anim. Sci. 50(8): 638-639.
- LIMA, C.R.; SOUTO, S.M., 1972. Valor nutritivo do feno proveniente de diferentes estádios de crescimento da cultura de soja perene (*Glycine javanica*). Pesq. Agropec. bras., Série Zootc., 7: 59-62.
- LIMA, M.M.V.; PAZ, L.G. da; STAMFORD, N.P.; ANDRADE, A.G. LIMA, M.A.; REIS, O.V., 1981. Nodulação e fixação de nitrogênio molecular em *Leucaena leucocephala* cultivada em solução nutritiva. In: Anais da 18a. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia, p.18.
- MENDOZA, R.C.; JAVIER, E.Q., 1980. Herbage yield determination from four recommended ipil-ipil (*L. leucocephala*) cultivars. Leucaena Newsletter 1: 26.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1976. **Nutrient requirements of beef cattle**, 15a. ed., Washington, D.C. 4: 56p.

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977. **Leucaena promising forage and tree crop for the tropics**, Washington, DC, 115p.
- OAKES, A.J.; SKOV, O., 1967. Yield trials of *Leucaena* in the U.S. Virgin Islands. J. Agric. Univ. P. Rico 51: 176-181.
- OLIVEIRA, G.D. de; HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; BOSE, M.L.V., 1978. Nutrição mineral de leguminosas tropicais. I. Absorção de macronutrientes pela centrosema (*Centrosema pubescens* Benth.), siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. 'siratro') e soja perene (*Glycine wightii* Willd.) cultivadas em condições de campo. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 35: 341-416.
- PEIXOTO, A.M.; MORAES, C.L.; PRÓPSERO, A.D., 1965. Contribuição ao estudo da composição química e digestibilidade do feno de soja perene (*Glycine javanica* L.). In: Anais do 9º Congresso Internacional de Pastagens, São Paulo, 1: 791-795.
- PEIXOTO, A.M.; MORAES, C.L.; BOSE, M.L.V., 1967. Contribuição ao estudo da composição química e digestibilidade do feno de siratro. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 24: 229-237.
- RANZANI, G.; FREIRE, O, KINJO, T., 1966. **Carta de Solos do Município de Piracicaba**, Piracicaba, Centro de Estudos de Solos, 85p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. **Análises químicas em plantas**, Piracicaba, Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 56p.
- SETZER, J., 1946. **Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo**, São Paulo, Escolas Professores Salesianos, 239p.
- TAKAHASHI, M.; RIPPERTON, J.C., 1949. Koa haole (*Leucaena glauca*). Its establishment, culture and utilization as a forage crop. Herb. Abstr- Hurley, 20(2): 68.

- VIANA, J.A.C., 1976. Minerais em nutrição de ruminantes: magnésio. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens, Belo Horizonte, p.51-65.
- VILELA, E., 1976. Efeitos de densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada no estabelecimento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., Piracicaba, ESALQ/USP (Dissertação de Mestrado).
- YEO, Y., 1977. Efeito da maturidade do capim - elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), variedade napier, sobre a sua produção e o seu valor nutritivo, Piracicaba, ESALQ/USP (Dissertação de Mestrado).