CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA AO NÍVEL DO RÚMEN DA *Leucaena leucocephala* (Lam.) DE WIT. CV. PERU EM FUNÇÃO DA IDADE

DENISE HELLÚ SILVA

Orientador: HENRIQUE PAULO HAAG

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro, 1982

A meus pais, RAUL e LEILA
pela ajuda e incentivo

OFEREÇO

A meu marido LAURO, pelo carinho,
compreensão e apoio e à minha
filha LUCIANA

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag pelas sugestões e orientação segura no desenvolvimento do presente trabalho.

Ao Prof. Dr. Keigo Minami pelas facilidades na instalação, condução e coleta do ensaio.

Ao Prof. Dr. José Mitidieri pela ajuda no levantamento bibliográfico.

À Eng^a Agr^a Maria José Valarini pela orientação e facilidades nos testes de digestibilidade.

Ao Instituto de Zootecnia da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Nova Odessa-SP, na pessoa do Dr. Paulo B. Alcântara, pelo fornecimento das sementes e inoculantes.

A meus amigos Alcioneaurea e Humberto pela inestimável ajuda e incentivo.

Aos funcionários do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Lúcia, Lurdes, Mirtes e Francisco.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior - CAPES, pela bolsa concedida.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	v
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. Crescimento	12
4.2. Macronutrientes	14
4.2.1. Nitrogênio	14
4.2.2. Fósforo	21
4.2.3. Potássio	24
4.2.4. Cálcio	28
4.2.5. Magnésio	31
4.2.6. Enxofre	35
4.3. Micronutrientes	38
4.3.1. Boro	38
4.3.2. Cobre	41
4.3.3. Ferro	44
4.3.4. Manganês	47
4.3.5. Zinco	50
4.4. Matéria Seca Digestível	53
5. OBSERVAÇÕES GERAIS	56
6. CONCLUSÕES	64
LITERATURA CITADA	66

LISTA DE TABELAS

Tabela nº		Página
1	Produção de matéria seca em g/planta em função da idade e razão folha/caule	13
2	Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de nitrogênio nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	16
3	Relação do acúmulo de nutrientes pela forlha em diferentes idades (60 dias = 1)	17
4	Relação do acúmulo de nutrientes pelo caule em diferentes idades (60 dias = 1)	18
5	Relação do acúmulo de nutrientes pela planta inteira em diferentes idades (60 dias = 1)	19
6	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) do teor de nitrogênio (%N = Y) em função da idade (X) em partes da planta	20
7	Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de fósforo nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	22
8	Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) e ponto de mínimo (Pm) do teor de fósforo (%P = Y) em função da idade (X) em partes da planta	23

Tabela nº		Página
9	Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de potássio nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	25
10	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) do teor de potássio (%K = Y) em função da idade (X) em partes da planta	26
11	Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de cálcio nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	29
12	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 ,.....	30
13	Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de magnésio nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	32
14	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	33
15	Concentração (%) e acúmulo (g/planta) de enxofre nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	36

16	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	37
17	Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de boro nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	39
18	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de mínimo (Pm) do teor de boro (ppm B = Y) em função da idade (X) em partes da planta	40
19	Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de cobre nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	42
20	Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de cobre (ppm Cu = Y) em função da idade (X) em partes da planta	43
21	Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de ferro nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	45
22	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de mínimo (Pm) do teor de ferro (ppm Fe = Y) em função da idade (X) em partes da planta	46
23	Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de manganês nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	48

Tabela nº

Página

24	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) do teor de manganês (ppm Mn = Y) em função da idade (X) em partes da planta	49
25	Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de zinco nas partes da planta em função de diferentes idades (média de 3 repetições)	51
26	Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de zinco (ppm Zn = Y) em função da idade (X) em partes da planta	52
27	Matéria seca digestível (MSD %) das folhas, em diferentes idades	54
28	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) da matéria seca digestível (MSD % = Y) em função da idade (X) das folhas	54
29	Peso da matéria seca (t/ha)* encontrados nas diferentes partes da planta em diferentes idades	57
30	Macronutrientes (kg/ha)* encontrados nas diferentes partes da planta em diferentes idades	58
31	Micronutrientes (g/ha)* encontrados nas diferentes partes da planta em diferentes idades	61

CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES E DETERMINAÇÃO DO
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA AO
NÍVEL DO RÚMEN DA *Leucaena leucocephala* (Lam.)
DE WIT. CV. PERU EM FUNÇÃO DA IDADE

Denise Hellu Silva

Orientador: Prof. 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 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) e micronutrientes (B, Cu, Fe, 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, potássio e manganês diminuem nas folhas e caules com a idade da planta, ao passo que as concentrações de boro e ferro nas folhas e a de cálcio no caule não são afetadas pela idade.

c) Aos 360 dias, época de produção máxima de matéria seca as folhas contêm em 535,46 g/planta: 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, 0,51 g de enxofre, 22 mg de boro, 7 mg de cobre, 204 mg de ferro, 19 mg de manganês, 11 mg de zinco.

d) Aos 360 dias, os caules contêm em 1783,33 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, 20 mg de boro, 13 mg de cobre, 84 mg de ferro, 10 mg de manganês, 36 mg de zinco.

e) O acúmulo de nutrientes na planta aos 360 dias obedece a seguinte ordem para os macronutrientes: $N > K > Ca > Mg > S > P$, e para os micronutrientes: $Fe > Zn > B > Mn > Cu$.

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

CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF NUTRIENTS AND DRY MATTER
DIGESTIBILITY IN THE RUMEN OF *Leucaena leucocephala* (LAM.)
DE WIT CV. PERU DURING PERIOD OF ONE YEAR

Candidate: Denise Hellu Silva

Adviser: Prof. Henrique Paulo Haag

SUMMARY

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

The leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit cv. Peru) was noticed as a very promissory specie to the brazilian cattle production, what leads to the layout of a field experiment in order to well know its nutrient demands.

The experiment was made attempting to obtain data for analysis of growth, concentration and extraction of macronutrients (N, P, K, Ca, Mg, S) and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn, Zn) and the dry matter digestibility *in vivo* for the leaves related to the plant age.

From the obtained data was possible to verify that:

The whole dry matter production is highest when the plant was 360 days old. The largest increase in the leaves production in dry matter was observed from 240 days up to 360 days.

The N, P and Mn concentrations decrease in leaves and stem along the plant live.

On the other hand, the age of the plant did not affected neither the B and Fe concentrations in the leaves nor the Ca concentration in the stem.

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

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
B	22 mg	20 mg
Cu	7	13
Fe	204	84
Mn	19	10
Zn	11	36

Plants with 360 days also noticed that the nutrient accumulations shown itself in the following order:

N > K > Ca > Mg > S > P (macronutrients)

Fe > Zn > B > Mn > Cu (micronutrients)

The digestibility of the dry matter in leaves is in the level of 51,05%, in 360 days old plant.

1. INTRODUÇÃO

As gramíneas, até cerca de duas décadas atrás, vinham recebendo maior atenção tanto dos pecuaristas como dos pesquisadores, em todas as partes do mundo. Entretanto, com o aumento substancial no preço dos fertilizantes nitrogenados, aliado a deficiência de proteínas, principalmente nos trópicos (OAKES e SKOV, 1967; JONES, 1979), que limitam sobremaneira a produção animal, a tendência atual é uma maior atenção para com as leguminosas.

A utilização de leguminosas que forneçam nitrogênio ao sistema e produzam forragem com elevado teor de proteína, mesmo na estação seca, indica ser uma solução bastante promissora à manutenção do gado.

Pesquisas com leguminosas estão sendo feitas com grande intensidade, destacando-se os levantamentos realizados pela Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, as pesquisas conduzidas pela Divisão de Culturas e Pastagens Tropicais do CSIRO* - Austrália e pela CIAT**.

* Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.

** Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

Grande empenho por parte dessas instituições estão voltados à uma leguminosa forrageira - a *Leucaena leucocephala* - com grande possibilidade de vir a ser empregada num futuro próximo com sucesso no Brasil. Recentemente um pesquisador (OAKES, 1982) do laboratório de botânica do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, apresentou um levantamento bibliográfico referente a essa leguminosa contendo 1308 referências das quais somente 9 são referentes especificamente à nutrição mineral.

A *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit é uma leguminosa pertencente a subfamília *Mimosoideae* e à tribo *Eumimoseas* (ALCANTARA *et alii*, 1979), sendo nativa do México, de onde se espalhou para as ilhas do Caribe, Índia, Nova Guiné, Tailândia, Malaia, Indochina Francesa, África e Américas tropicais (Hill, 1971, Dijkman e Farinas, citados por VILELA, 1976).

De acordo com ROCHA *et alii* (1971), a leucena seria uma das leguminosas tropicais de maior potencial para uso em pastagens. Tal afirmação deriva do fato que essa leguminosa parece conter em suas folhas e brotos alguns "fatores de crescimento" (JONES, 1979), que a torna superior em relação à outras leguminosas, proporcionando aos animais produtividades mais altas. Além disso sua tolerância à seca (HUTTON, 1970), atribuído ao fato de ser uma leguminosa arbustiva, e seu alto teor de proteína de boa qualidade mesmo em condições climáticas desfavoráveis, faz com que ela ofereça grandes perspectivas de se estabelecer com sucesso.

HUTTON (1979) afirma estar sendo desenvolvido no Brasil grande interesse por essa leguminosa arbustiva, que vem se desenvolvendo bastante satisfatoriamente em áreas limitadas do cerrado e em algumas do nordeste. Entretanto, JONES (1979) destaca ser necessário ainda estudos suplementares para a real avaliação do potencial da leucena como forrageira, apontando claramente suas vantagens, a fim de que se decida um esforço para sua formação e manutenção.

O uso da leucena tem sido retardado por causa de um aminoácido; a mimosina, que é um composto tóxico aos ruminantes a partir de uma certa proporção na dieta. A fim de eliminar esse inconveniente, estão sendo desenvolvidos cultivares com baixo teor de mimosina (CIAT, 1981).

O presente estudo visa:

- Analisar o crescimento da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.
- Determinar a concentração de macro e micronutrientes, em função da idade.
- Determinar a extração de macronutrientes e micronutrientes (B, Fe, Cu, Mn, Zn) em função da idade.
- Determinar a digestibilidade da matéria seca *in vivo* em função da idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O crescimento normalmente é avaliado pelos pesquisadores através do peso da matéria seca em se tratando de leguminosa forrageira (NEME e LOVADINI, 1967; JONES e QUAGLIATO, 1970; WERNER e MATTOS, 1972). A literatura no que se refere à produção difere consideravelmente de um autor para outro. Isso poderia ser explicado, segundo a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977) pelo fato da produção de forragem ser influenciada pela variedade, condições climáticas e ambientais. Tanto é que FARINAS (1953) no Havaí conseguiu obter 48 t/ha/ano de matéria seca, enquanto que PESSANHA (1956) só obteve 12 t/ha/ano em Angola.

Dos cultivares agrupados por HUTTON e GRAY (1959) e AL-CÂNTARA e BUFARAH (1979), o mais produtivo e o que possui mais proteína é o cultivar Peru (Hutton e Bonner, citados por HUTTON, 1970).

MENDOZA e JAVIER (1980) determinaram a produção de matéria seca de *Leucaena leucocephala* cv. Peru, nas Filipinas, em uma cultura estabelecida por 6 meses, cortada a cada 60 dias, durante 12 meses. Obtiveram uma média de produção de 22,27 t/ha/ano.

Em levantamentos feitos pela NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977), foi constatado que geralmente a produção de matéria seca está entre 2-20 t/ha.

A leucena é tolerante a baixos níveis de fertilidade do solo (HILL, 1971; ALCANTARA e BUFARAH, 1979; LIMA *et alii*, 1981), embora um bom rendimento só seja conseguido em solos férteis (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977). Essa mesma fonte afirma que a fertilização do solo parece ser essencial para a leucena que exige um balanço nutricional adequado.

DAMSEAUX (1957) estudou três leguminosas forrageiras no Congo Belga: *Medicago sativa*, *Stylosanthes gracilis* e *Leucaena glauca**, sendo que as leguminosas mostraram-se ricas em Ca, pobres em P, a leucena mostrou maior concentração em K (TAKAHASHI e RIPPERTON, 1949). Já ROCHA *et alii* (1971) no Brasil afirmaram que o K não seria fator limitante da introdução de uma leguminosa em nossas pastagens, podendo ser aplicado depois que outras deficiências fossem corrigidas.

A maioria dos solos brasileiros são pobres em P, assim como os da Austrália (RUSSELL, 1978). Desse modo se pode prever sua importância para a formação e adequado desenvolvimento das leguminosas forrageiras, a tal ponto de ROCHA *et alii* (1971) e WERNER (1977) afirmarem ser esse elemento o principal nutriente às plantas dessa família.

NORRIS (1965), NORRIS (1967) e ISWARAN *et alii* (1970) afirmam que leguminosas tropicais toleram melhor solos deficientes em Ca que

* Denominação da *Leucaena leucocephala* antes de 1960.

leguminosas temperadas, e são mais sensíveis a deficiência de nutrientes que as gramíneas (HUTTON, 1970; RUSSELL, 1978). A primeira afirmação vem a ser confirmada por ANDREW e NORRIS (1961) que obtiveram dados onde calcularam que as leguminosas tropicais extraem em média 24 vezes mais Ca que as temperadas.

OAKES e SKOV (1967) consideram a leucena uma das poucas leguminosas tropicais adaptada a solos com alto nível de Ca.

Em um estudo da composição do farelo de folhas de leucena D'MELLO e THOMAS (1978) no Malawi encontraram teores da ordem dos citados abaixo:

Elemento	Teor (mat. seca)	
	g/Kg	%
Nitrogênio	38,4	3,84
Fósforo	2,3	0,23
Cálcio	24,7	2,47
Sódio	0,1	0,01
Potássio	15,3	1,53
Magnésio	3,6	0,36

Outros pesquisadores, HAAG e MITIDIARI (1980) no Brasil, objetivando a obtenção de um quadro sintomatológico da carência de macronutrientes e de B, utilizando-se de solução nutritiva obtiveram 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 Bppm - 127, e as com sintomas: N% - 2,79; P% - 0,11; K% - 1,33; Ca% - 0,41; Mg% - 0,18; S% - 0,11 e Bppm - 25.

ROSAS, QUINTERO e GOMES (1980) no Panamá, em amostras obtidas de plantas com diferentes alturas encontraram:

		Altura (m)				
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Ca (%)	:	2,49	2,15	2,02	2,44	2,00
P (%)	:	0,09	0,13	0,10	0,09	0,07
Cu (mg/Kg)	:	5,0	8,0	4,0	6,0	4,0
Fe (mg/Kg)	:	123	135	138	153	168

A concentração de Ca na leucena parece variar consideravelmente em função do local (JONES, 1979). Em diversos tipos de solos australianos a concentração de Ca raramente excede 1% da matéria seca, enquanto que no material produzido na Índia e no Malawi são relatados valores de mais de 2% de Ca nas folhas de leucena.

ADENEYE (1981) na Nigéria, apresentou 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) relatou que no Havai, um hectare de folhas de leucena obtidas de arbustos com um ano de idade continham 44 Kg de P e 187 Kg de K. Essa mesma fonte apresenta os nutrientes presentes em folhas secas 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

Analisando pontas de brotos que tinham aproximadamente 1 m de comprimento (JONES, 1979), na Austrália, obteve as seguintes concentrações de nutrientes em *Leucaena leucocephala* cv. Peru: N% - 4,8; P% - 0,38; S% - 0,33; Ca% - 1,18; Mg% - 0,41; Na% - 0,07; K% - 1,7; Cu ppm - 9; Zn ppm - 44.

LEE (1981) em Taiwan determinou a composição de nutrientes na planta inteira de *L. leucocephala* cv. Hawaii obtendo os seguintes dados: Ca% - 0,46; P% - 0,07; Mg% - 0,19; Mn ppm - 23,00; Fe ppm - 150,00; Zn ppm - 20,00.

3. 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 $22^{\circ}41'31''$ Sul e Longitude $47^{\circ}38'01''$ Oeste; altitude 540 m (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1957).

O solo onde foi instalado o experimento é um Latossolo-Vermelho Escuro-Orto, série "Luiz de Queiroz" (RANZANI *et alii*, 1966), e vem 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 Köppen 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-se as sementes 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 3,6g de inóculo e 4,0g de adesivo, sendo em seguida postas em tambor giratório onde permaneceram em rotação por 24 horas (VALARINI, 1982)*. A semeadura procedeu-se em 17/02/1981**.

Aos 30 dias após a germinação foi feito o primeiro desbaste, deixando uma planta a cada 20cm, e espaçamento entre linhas de 1m, quando foi feita também uma adubação em cobertura. Esta foi feita aos 30, 40 e 60 dias utilizando 40g de sulfato de amônio por metro linear. Um segundo desbaste foi feito aos 50 dias após a semeadura, deixando uma distância entre plantas de 50cm.

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

As coletas foram realizadas a cada 60 dias após a semeadura. As plantas, em número de três, foram cortadas rente ao solo,

* MARIA J. VALARINI. Instituto de Zootecnia da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Nova Odessa-SP, Comunicação pessoal.

**Sementes cedidas pela Seção de Plantas Forrageiras do Instituto de Zootecnia da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Nova Odessa - SP.

separadas em folhas e caules, lavadas com água destilada (SARRUGE e 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, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo recomendações contidas nos autores citados acima.

Cinco gramas de folhas secas e moidas de diferentes idades foram colocadas em sacos de "nylon" de 10×15 cm com malha de 100 "mesh" e utilizadas para teste de digestibilidade *in vivo*. Os sacos foram introduzidos no rúmen do animal ai 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 corrigido 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 nutrientes nas folhas e caules, do acúmulo de matéria seca e da concentração de matéria seca digestível nas folhas. Análise de regressão para concentrações de nutrientes, 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.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. 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 caule 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 27 parece indicar ser 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 e MAYNARD(1938)

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					
	60	120	180	240	300	360
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	712,33	2318,66
Folha/caule	1,38	1,54	1,54	0,71	0,81	0,30
	F		DMS(Tukey 5%)		C.V.	
Folhas	58,44**		126,51		25,03	
Caules	598,42**		134,45		12,70	
Planta inteira	302,73**		240,85		15,40	

afirmam que a lignificação altera o valor nutritivo da planta e é consequência da maturidade.

MENDOZA e 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 (tabela 29). Desse valor encontrado para leucena, as folhas contribuíram com 10,70 t/ha/ano e o caule com 35,66 t/ha/ano (tabela 29). 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).

4.2. Macronutrientes

4.2.1. Nitrogênio

Os teores de nitrogênio nas folhas e caules acham-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 6. Os valores limites calculados entre 60 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 e MITIDIERI (1980) obtiveram em folhas de plantas sem deficiência 3,51% de N e em 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.

O acúmulo de nitrogênio pela folha, caule e planta inteira encontra-se respectivamente nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi 36,9 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 158,2 vezes e na planta inteira 58,9 vezes.

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	16,26
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	%	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. Relação do acúmulo de nutrientes pela folha em diferentes idades (60 dias = 1)

Nutriente	Idade em dias após germinação					
	60	120	180	240	300	360
N	1	4,4	9,3	8,1	24,8	36,9
P	1	8,0	13,0	9,0	54,0	61,0
K	1	5,5	10,6	9,4	47,2	48,4
Ca	1	6,1	16,1	10,0	44,2	73,4
Mg	1	5,5	13,0	13,5	49,5	79,0
S	1	5,0	15,0	9,0	32,0	25,5
B	1	6,1	13,0	6,5	50,5	86,4
Cu	1	3,3	9,7	6,0	28,2	63,4
Fe	1	1,9	7,9	6,3	36,6	35,7
Mn	1	4,4	1,0	10,4	23,7	43,0
Zn	1	5,8	7,8	6,9	24,9	51,0

Tabela 4. Relação do acúmulo de nutrientes pelo caule em diferentes idades (60 dias = 1)

Nutriente	Idade em dias após germinação					
	60	120	180	240	300	360
N	1	5,7	11,0	18,8	30,0	158,2
P	1	4,0	3,0	4,0	24,0	65,0
K	1	4,9	7,3	15,6	47,8	145,5
Ca	1	5,3	12,0	26,0	33,0	233,6
Mg	1	5,0	14,0	25,0	25,0	44,0
S	1	5,7	12,8	24,3	54,3	151,4
B	1	3,4	5,0	10,5	12,7	139,2
Cu	1	3,5	13,0	6,0	39,2	326,5
Fe	1	1,0	2,6	3,3	3,9	20,5
Mn	1	3,0	5,2	13,2	6,5	66,4
Zn	1	3,8	4,3	6,3	18,3	181,0

Tabela 5. Relação do acúmulo de nutrientes pela planta inteira em diferentes idades
(60 dias = 1)

Nutriente	Idade em dias após germinação					
	60	120	180	240	300	360
N	1	4,8	9,4	10,8	28,2	58,9
P	1	6,5	8,0	7,0	44,0	72,0
K	1	5,3	9,1	12,3	50,8	84,0
Ca	1	6,1	15,3	13,7	42,8	108,5
Mg	1	5,6	13,6	18,0	50,6	162,3
S	1	7,0	19,0	18,5	57,5	79,5
B	1	5,3	10,0	8,4	40,0	106,4
Cu	1	3,4	10,6	6,6	36,0	134,2
Fe	1	1,6	5,4	5,7	23,2	29,5
Mn	1	4,1	8,6	11,3	20,2	48,5
Zn	1	5,0	6,1	7,2	25,4	113,5

Tabela 6. 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
Caules	$Y=2,384 - 0,00406x$	63,09

4.2.2. Fósforo

Os teores de fósforo nas folhas e caules encontram-se na tabela 7 e mostraram correlação com a idade traduzidos por uma equação de regressão quadrática e uma cúbica presentes na tabela 8.

Nas folhas os valores observados variaram de 0,27% aos 60 dias até 0,11% aos 360 dias. Nos caules essa concentração 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 e MITIDIERI (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 e 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-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) como sendo 0,10%, 0,09% e 0,10% de P respectivamente na matéria seca.

Tabela 7. 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
Caules	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
	F		DMS (Tukey 5%)				C.V.					
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	34,05**	24,72**	0,05	0,24	0,05	0,10	11,64	36,52	20,47	23,45	-	29,79
Caules	46,74**	117,03**	0,05	0,10	0,05	0,10	20,47	23,45	-	29,79	-	29,79
Planta inteira	-	50,70**	-	0,38	-	0,38	-	29,79	-	29,79	-	29,79

Tabela 8. Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) 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	Mínimo	
			X	Y
Folhas	$Y=0,368-0,00172x+0,000000300x^2$	79,61	286,74	0,12
Caulres	$Y=0,484-0,00464x+0,0000168x^2-0,0000000202x^3$	92,78		

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.

O acúmulo de fósforo pela folha, caule e planta inteira encontra-se respectivamente nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi 61,0 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 65,0 vezes e na planta inteira 72,0 vezes.

4.2.3. Potássio

Os teores de potássio nas folhas e caules encontram-se na tabela 9 e mostraram correlação com a idade diminuindo segundo equações de regressão lineares presentes na tabela 10. 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.

O teor mínimo observado 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 e 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%.

Tabela 9. 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		
	%	g	%	%	g	%	%	g	%	%	g	%
Folhas	2,54	0,22	2,96	2,96	1,23	2,45	2,45	2,35	1,99	2,08	3,21	10,40
Caulos	2,29	0,14	2,55	2,55	0,68	1,63	1,63	1,02	1,53	2,18	2,40	6,69
Planta inteira	-	0,37	-	-	1,96	-	-	3,37	-	4,56	-	18,81
												31,10

	F		DMS (Tukey 5%)				C.V.	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	25,46**	26,76**	0,46	4,34	6,77	35,27		
Caulos	8,24**	50,48**	0,93	5,22	17,72	36,73		
Planta inteira	-	49,11**	-	8,32	-	30,24		

Tabela 10. 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

GOMIDE (1976) apresenta teores de potássio presentes em centrosema (*Centrosema pubescens*), siratro (*Phaseollus macroptilium*) e soja perene (*Glycine javanica*) consorciados com capim-jaraguã (*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%.

O acúmulo de potássio pela folha, caule e planta inteira encontra-se respectivamente nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi 48,4 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 145,5 vezes e na planta inteira 84,0 vezes.

4.2.4. Cálcio

Os teores de cálcio nas folhas e caules encontram-se na tabela 11, sendo que somente as folhas mostraram correlação com a idade traduzido por uma equação de regressão cúbica presente na tabela 12.

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% apresentados pela NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977). Entretanto HAAG e 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 (*Phaseollus macroptilium*) e soja perene (*Glycine javanica*), consorciados com capim-jaraguá (*Hyparhenia rufa*) como sendo 1,36%, 1,13% e 1,29% respectivamente na matéria seca.

Tabela 11. 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	1,07	1,11	1,50	4,87	1,50	8,08
Caulres	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		DMS(Tukey 5%)				C.V.	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Folhas	5,06**	31,68**	0,62	2,60	15,27	34,26		
Caulres	2,54	627,29**	0,34	0,51	23,54	11,94		
Planta inteira	-	103,36**	-	2,64	-	22,04		

Tabela 12. 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	$Y=0,0866+0,0314x-0,000165x^2+0,000000251x^3$	43,71	139,82	1,76	297,82	1,27	218,82	1,51
Caulas	n.s. até 39 grau							

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

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.

O acúmulo de cálcio pela folha, caule e planta inteira encontra-se nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi de 73,4 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 233,6 vezes e na planta inteira 108,5 vezes.

4.2.5. Magnésio

Os teores de magnésio nas folhas e caules encontram-se na tabela 13 e mostraram correlação com a idade traduzidos por equações de regressão cúbica presentes na tabela 14.

As folhas apresentaram um teor máximo calculado de 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*

Tabela 13. 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	0,99	0,99	0,29	1,58
Caules	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	%	g
Folhas	36,76**	71,78**	0,22	0,34	20,82	23,27		
Caules	7,90**	38,21**	0,05	0,12	10,36	22,73		
Planta inteira	-	291,60**	-	0,51	-	14,85		

Tabela 14. 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	$Y=0,108+0,00282x-0,0000164x^2+0,0000000254x^3$	95,41	118,48	0,25	311,91	0,16	215,30	0,20

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 e MITIDIERI (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).

O acúmulo de magnésio pela folha, caule e planta inteira encontra-se nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi 79,0 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 44,0 vezes e na planta inteira 162,3 vezes.

4.2.6. Enxofre

Os teores de enxofre nas folhas e caules encontram-se na tabela 15 e mostraram correlação com a idade segundo equações de regressão quadrática presentes na tabela 16. Os teores nas folhas foram em média maiores que os dos caules.

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 e MITIDIERI (1980) obtiveram 0,22% de 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.

O acúmulo de enxofre pela folha, caule e planta inteira encontra-se respectivamente nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi de 25,5 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 151,4 vezes e na planta inteira 79,5 vezes.

Tabela 15. 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										
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		

Tabela 16. 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	$Y = 0,103 + 0,000751x - 0,00000239x^2$	75,23	156,70	0,16

4.3. Micronutrientes

4.3.1. Boro

Os teores de boro nas folhas e caules encontram-se na tabela 17 e mostraram correlação com a idade, traduzido para o caule segundo uma equação de regressão quadrática apresentada na tabela 18. Os teores nas folhas foram em média mais altos que nos caules.

A brusca diminuição na concentração de boro aos 240 dias provavelmente seja devido ao processo de formação da semente que se verificou nesse período. O teor observado, nas folhas, mais elevado foi de 41,66 ppm aos 360 dias, bem abaixo daquele obtido por HAAG e MITIDIERI (1980) em solução nutritiva de 127 ppm em folhas provenientes de plantas sem deficiência.

Apesar desse elemento estar presente nos tecidos animais, não há evidência de sua essencialidade na dieta animal (UNDERWOOD, 1977). Há evidências que leguminosas são mais ricas desse elemento que gramíneas (Benoy *et alii*, citado por UNDERWOOD, 1977).

O acúmulo de boro pela folha, caule e planta inteira encontra-se respectivamente nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi 86,4 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 139,2 vezes e na planta inteira 106,4 vezes.

Tabela 17. Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de boro 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	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	30,33	0,26	40,66	1,60	32,66	3,38	16,66	1,70	41,00	13,15	41,66	22,48
Caulas	24,00	0,15	20,00	0,51	12,33	0,75	11,00	1,58	6,66	1,91	11,66	20,88
Planta inteira	-	0,41	-	2,18	-	4,13	-	3,45	-	16,41	-	43,63

	F		DMS(Tukey 5%)				C.V.	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	5,36**	28,43**	19,82	7,89	21,37	40,56		
Caulas	6,24**	8,03**	12,21	13,66	31,19	115,82		
Planta inteira	-	56,77**	-	10,49	-	32,68		

Tabela 18. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de mínimo (P_m) do teor de boro (ppm $B = Y$) em função da idade (X) em partes da planta

Partes da planta	Equação	R^2	Mínimo	
			X	Y
Folhas	n.s.	-		
Caulis	$Y = 34,300 - 0,170x + 0,000289x^2$	92,99	294,75	9,16

4.3.2. Cobre

Os teores de cobre nas folhas e caules encontram-se na tabela 19 e mostraram correlação com a idade traduzidos segundo uma equação de regressão quadrática e uma cúbica respectivamente, apresentadas na tabela 20. Os teores nas folhas foram consideravelmente superiores aos dos caules possivelmente devido à baixa redistribuição desse elemento.

Os teores observados nas folhas variaram de 6,33 ppm aos 240 dias a 13,00 ppm aos 360 dias. Essa diminuição brusca da concentração de cobre aos 240 dias também pode ser atribuída à formação da semente que ocorreu nessa época. Os teores observados nos caules variaram de 1,66 ppm aos 240 dias a 7,66 ppm aos 60 dias. Pode-se dizer que as folhas de leucena são aptas à nutrição animal que exige, segundo a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1976), cerca de 4 ppm de Cu na matéria seca para o crescimento de bovinos.

ROSAS, QUINTERO e GOMES (1980) em amostras obtidas de plantas com 2,5 m de altura encontraram 4 ppm de Cu.

O acúmulo de cobre pela folha, caule e planta inteira encontra-se respectivamente nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi 63,4 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 362,5 vezes e na planta inteira 134,2 vezes.

Tabela 19. Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de cobre 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	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	12,66	0,11	9,00	0,37	11,00	1,07	6,33	0,67	10,00	3,10	13,00	6,98
Caules	7,66	0,04	5,33	0,14	8,33	0,52	1,66	0,24	5,66	1,57	7,33	13,06
Planta inteira	-	0,15	-	0,52	-	1,59	-	1,00	-	5,40	-	20,14

	F		DMS (Tukey 5%)				C.V.	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	12,83**	69,08**	3,29	1,50	11,63	26,82		
Caules	21,12**	527,98**	2,50	1,06	15,21	14,95		
Planta inteira	-	176,15**	-	2,77	-	21,05		

Tabela 20. Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), ponto de Máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de cobre (ppm Cu = 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	$Y = 17,000 - 0,0833x + 0,000198x^2$	61,66			210,00	8,25		
Caulres	$Y = 5,444 + 0,0573x - 0,000493x^2 + 0,000000971x^3$	34,95	74,68	7,38	263,63	4,10	169,15	5,74

4.3.3. Ferro

Os teores de ferro nas folhas e caules encontram-se na tabela 21, sendo que somente os caules mostraram correlação com a idade que foram traduzidos por uma equação de regressão quadrática presente na tabela 22.

Os teores nas folhas foram em média superiores aos dos caules.

A brusca diminuição na concentração de ferro aos 120 dias de idade da planta se deve provavelmente ao primeiro florescimento ocorrido nessa época, ocorrendo fato semelhante aos 360, época do segundo florescimento. Aos 240 dias a formação da semente deve ter sido a responsável pela queda no teor de ferro.

Segundo a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1976) a exigência de ferro para o crescimento de bovinos é de 10 ppm, valor esse plenamente satisfeito pelas folhas de leucena que apresentam um valor observado de 382 ppm aos 360 dias, época de maior produção de matéria seca. GALLO *et alii* (1974) constataram que 96% das 23 leguminosas estudadas no Estado de São Paulo apresentaram teores de ferro superiores a 100 ppm.

ROSAS, QUINTERO e GOMES (1980) em amostras obtidas de plantas com 2,5 m de altura encontraram 168 ppm de Fe.

O acúmulo de ferro pela folha, caule e planta inteira encontra-se respectivamente nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo

Tabela 21. Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de ferro 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	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	692,33	5,73	262,66	10,91	485,00	45,32	336,66	36,43	688,00	210,09	382,33	204,83
Caules	588,33	4,11	161,33	4,71	174,33	10,94	93,00	13,55	61,00	16,04	47,33	84,13
Planta inteira	-	9,83	-	15,95	-	53,12	-	56,26	-	228,71	-	290,31

	F		DMS (Tukey 5%)		C.V.	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	1,64	67,23**	672,85	55,38	51,70	23,60
Caules	9,92**	42,29**	306,10	22,41	59,51	36,73
Planta inteira	-	144,20**	-	47,33	-	15,82

Tabela 22. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de mínimo (Pm) do teor de ferro (ppm Fe = Y) em função da idade (X) em partes da planta

Partes da planta	Equação	R^2	Mínimo	
			X	Y
Folhas	n. s.	-		
Caules	$Y = 810,733 - 5,400x + 0,00935x^2$	86,62	288,54	31,55

pela folha foi 35,7 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 20,5 vezes e na planta inteira 29,5 vezes.

4.3.4. Manganês

Os teores de manganês nas folhas e caules encontram-se na tabela 23 e mostraram correlação com a idade, diminuindo segundo equações de regressão lineares apresentadas na tabela 24.

As concentrações observadas nas folhas foram consideravelmente superiores às dos caules e apresentaram pouca oscilação com o avançar da idade.

As folhas apresentaram teores calculados de 53,49 ppm aos 60 dias a 35,75 ppm aos 360 dias e os caules 23,35 ppm e 3,88 ppm respectivamente nas mesmas épocas. Portanto as folhas são suficientemente ricas em manganês para suprir a exigência dos bovinos que segundo a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1976) varia de 1 a 10 ppm na matéria seca.

O acúmulo de manganês pela folha, caule e planta inteira encontra-se respectivamente nas tabelas 3, 4 e 5. Observa-se que o acúmulo pela folha foi 43,0 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 66,4 vezes e na planta inteira 48,5 vezes.

Tabela 23. Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de manganês 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	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	52,00	0,46	49,33	2,05	49,00	4,62	47,66	4,81	35,66	10,89	37,00	19,79
Caulas	25,33	0,16	18,00	0,49	13,33	0,83	14,66	2,12	4,33	1,04	6,00	10,63
Planta inteira	-	0,63	-	2,60	-	5,46	-	7,16	-	12,75	-	30,60

	F		DMS (Tukey 5%)				C.V.	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	4,75*	114,16**	15,14	3,18	12,24	16,33		
Caulas	10,94**	14,06**	11,15	5,08	29,89	72,75		
Planta inteira	-	111,94**	-	4,93	-	18,21		

Tabela 24. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) do teor de manganês (ppm Mn = Y) em função da idade (X) em partes da planta

Partes da planta	Equação	R^2
Folhas	$Y = 56,844 - 0,0558x$	81,29
Caulis	$Y = 27,244 - 0,0649x$	87,96

4.3.5. Zinco

Os teores de zinco nas folhas e caules encontram-se na tabela 25 e mostraram correlação com a idade traduzidos segundo uma equação de regressão cúbica e uma quadrática apresentadas na tabela 26.

Os teores de zinco para as folhas mostraram um teor máximo calculado de 27,53 ppm aos 92 dias e um mínimo calculado de 14,35 ppm aos 284 dias, valores próximos dos observados.

A baixa concentração de zinco observada nas folhas aos 240 dias (15,33 ppm) provavelmente seja devido à formação da semente que ocorreu nessa época. É provável que o gado sofreria uma inadequação em zinco se se alimentasse exclusivamente de folhas de leucena nessa época, pois a exigência dos bovinos varia de 20 a 30 ppm na matéria seca (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1976).

GALLO *et alii* (1974) estudando a composição de 14 gramíneas e 23 leguminosas, num total de 249 amostras observaram que o zinco foi o elemento que mais comumente apresentou teores abaixo das necessidades admitidas para os bovinos.

GOMIDE (1976) relata teores de zinco de centrosema (*Centrosema pubescens*), siratro (*Phaseolus macropetillum*) e soja perene (*Glycine javanica*) da ordem de 40 ppm, 41 ppm e 52 ppm respectivamente na matéria seca, valores bem acima do valor máximo calculado em folhas de leucena.

Tabela 25. Concentração (ppm) e acúmulo (mg/planta) de zinco 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	
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	25,00	0,22	31,00	1,28	18,00	1,72	15,33	1,53	17,33	5,48	21,00	11,23
Caules	31,66	0,20	27,33	0,77	13,66	0,86	8,00	1,26	13,66	3,67	20,33	36,21
Planta inteira	-	0,42	-	2,12	-	2,59	-	3,05	-	10,70	-	47,70
	F		DMS (Tukey 5%)						C.V.			
	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Folhas	70,65**	80,04**			3,29	2,20			5,64	22,46		
Caules	9,46**	17,07**			13,60	1,32			25,73	6,74		
Planta inteira	-	473,79**			-	3,98			-	13,10		

Tabela 26. Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de zinco (ppm Zn = Y) em função da idade de (X) em partes da planta

Partes da Planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$Y=15,555+0,291x-0,00209x^2+0,00000370x^3$	74,74	92,19	27,53	284,61	14,35	188,40	20,94
Caulis	$Y=50,900-0,316x+0,000636x^2$	89,06			248,27	11,66		

O acúmulo de zinco pela folha, caule e planta inteira em contra-se respectivamente nas tabelas 2, 3 e 4. Observa-se que o acúmulo pela folha foi 51,0 vezes maior no último corte em relação ao primeiro, no caule o aumento foi de 181,0 vezes e na planta inteira 113,5 vezes.

4.4. Matéria Seca Digestível

Os valores da porcentagem da matéria seca digestível das folhas em diferentes idades da planta acham-se expostos na tabela 27 e mostram que houve diferença significativa das épocas nos teores digestíveis das folhas, que se adaptaram a uma equação de regressão cúbica presente na tabela 28. 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 e SOUTO (1972) de 69,39% em feno de soja perene (*Glycine wightii* Willd) obtido de plantas de mesma idade.

A tendência decrescente que apresentavam 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.

Tabela 27. Matéria seca digestível (MSD %) das folhas, em diferentes idades

Parte da Planta	Idade em dias após germinação				
	60	120	180	240	300
Folhas	85,82	70,46	61,67	56,65	72,43
					51,05
F		DMS (Tukey 5%)			C.V.
Folhas	36,94**	9,26			6,20

Tabela 28. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) da matéria seca digestível (MSD % = Y) em função da idade (X) das folhas

Parte da Planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$Y=134,110-1,044x+0,00486x^2-0,00000718x^3$	81,55	275,53	65,39	175,84	61,83	225,68	63,61

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 44% de matéria seca digestível aos 147 dias para a primeira e 55,50% para a segunda. Também encontraram para soja perene (*Glycine wightii* Willd) um valor de 58,81% na mesma idade. Para a leucena 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. Também Upadhyay *et alii*, citados por JONES (1979) estudando a digestibilidade de folhas de leucena, em caprinos, observaram que a digestibilidade "in vivo" da matéria seca foi 71,4%.

5. OBSERVAÇÕES GERAIS

Os dados de produção de matéria seca correspondente a um hectare estão presentes na tabela 29 e foram calculados com base em 20.000 plantas por hectare. Observa-se que a produção de matéria seca é sempre crescente, salientando-se aos 360 dias um aumento substancial atribuído a lignificação do vegetal. As folhas tiveram participação maior no peso da matéria seca até os 180 dias de idade, a partir daí até os 360 dias as posições se inverteram passando o caule a sobrepujar a folha.

Os dados de extração de macronutrientes por hectare no período de 360 dias estão na tabela 30. Observa-se que a leucena é capaz de acumular uma quantidade de nitrogênio máxima aos 360 dias no valor de 648,0 kg por hectare, que corresponde a 4050 kg por hectare de proteína bruta ($N \times 6,25$). A NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977) destaca que a leucena pode produzir 800 a 4.300 kg de proteína por hectare.

Tabela 29. Peso da matéria seca (t/ha)* encontrados nas diferentes partes da planta em idades diferentes

Partes da Planta	Idade em dias após germinação				
	60	120	180	240	300
Folhas	0,18	0,83	1,92	2,05	6,40
Caules	0,13	0,54	1,24	2,88	5,84
Planta Inteira	0,31	1,37	3,16	4,94	12,24
					46,37

* Correspondente a 20.000 plantas/ha.

Tabela 30. Macronutrientes (Kg/ha)* encontrados nas diferentes partes da planta em idades diferentes

Idade	Partes da Planta	Macronutrientes (Kg/ha)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
60	Folhas	8,8	0,2	4,4	2,2	0,4	0,4
	Caules	2,0	0,2	2,8	0,6	0,2	0,1
	Pl.Int.	11,0	0,4	7,4	2,8	0,6	0,4
120	Folhas	39,4	1,6	24,6	13,6	2,2	2,0
	Caules	11,4	0,8	13,6	3,2	1,0	0,8
	Pl.Int.	52,8	2,6	39,2	17,2	3,4	2,8
180	Folhas	82,0	2,6	47,0	35,6	5,2	6,0
	Caules	21,8	0,6	20,4	7,2	2,8	1,8
	Pl.Int.	104,0	3,2	67,4	43,0	8,2	7,6
240	Folhas	71,6	1,8	41,6	22,2	5,4	3,6
	Caules	37,6	0,8	43,6	15,6	5,0	3,4
	Pl.Int.	119,4	2,8	91,2	38,4	10,8	7,4
300	Folhas	219,0	10,8	208,0	97,4	19,8	12,8
	Caules	60,0	4,8	133,8	19,8	5,0	7,6
	Pl.Int.	310,6	17,6	376,2	120,0	30,4	23,0
360	Folhas	325,2	12,2	213,0	161,6	31,6	10,2
	Caules	316,4	13,0	407,4	140,2	8,8	21,2
	Pl.Int.	648,0	28,8	622,0	303,8	37,4	31,8

* Correspondente a 20.000 plantas/ha.

O P é acumulado em quantidades pequenas, portanto animais que se alimentam exclusivamente de forrageiras naturais ou cultivadas podem sofrer falta desse elemento. Por teor baixo de P entende-se um conteúdo menor que 0,15 de P por 100 partes de matéria seca da forragem. A máxima quantidade de P acumulada foi de 28,8 kg/ha aos 360 dias para a planta inteira, valor baixo em se considerando que no Havai plantas de mesma idade continham 44 kg P/ha (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977). A maior parte das forragens que consomem os ruminantes é deficiente em fósforo, sendo portanto esse elemento usualmente um dos mais limitantes, entre os nutrientes minerais, para os ruminantes na maioria das situações.

Embora a exigência pelos bovinos de Ca e P sejam semelhantes, alguns textos recomendam que a ração deve ter uma quantidade maior de Cálcio, que pode ser até uma relação Ca:P de 2:1, baseado no fato que em ossos de bovinos se encontre um coeficiente de cálcio quase constante de 2:1 em relação ao fósforo. Na leucena a extração de cálcio é elevada chegando a 303,8 kg por hectare dos quais 161,6 acham-se nas folhas.

A exigência de potássio para os ruminantes varia de 0,6 a 0,8%, entretanto raramente se encontram forrageiras com menos de 1% na matéria seca. Dessa maneira a ocorrência de deficiência desse elemento para ruminantes é rara, a não ser em dietas purificadas ricas em amido, motivo pelo qual sua exigência não preocupa. A leucena é rica em potássio, apresentando aos 360 dias 622,0 kg por hectare. A proporção N:P:K aos 360 dias é de 1:0,04:1.

O magnésio está amplamente distribuído nos tecidos vegetais e animais. Aproximadamente 70% do magnésio orgânico total está presente no esqueleto dos ruminantes em um cociente Ca:Mg de aproximadamente 55:1. Esse elemento não constitui problema para o animal em pastoreio já que as forrageiras são ricas desse elemento. A leucena apresenta aos 360 dias 37,4 kg por hectare com uma grande predominância de 31,6 kg nas folhas.

A quantidade exata de enxofre necessária aos bovinos não é conhecida, mas estima-se ser menor que 0,1% na matéria seca. Portanto é difícil encontrar animais com carência, visto que praticamente todos os alimentos apresentam teores iguais ou superiores. A leucena apresenta 31,8 kg por hectare aos 360 dias. Dentre os macronutrientes esse é o elemento extraído em menor quantidade depois do fósforo.

A tabela 31 apresenta as quantidades de micronutrientes extraídos por hectare pela leucena no período de 360 dias. A extração de boro (872,6 g por hectare) é elevada aos 360 dias, entretanto esse elemento não é essencial aos animais.

A utilização de cobre pelos ruminantes depende em parte dos níveis de Mo e $\text{SO}_4^{=}$. A necessidade de cobre pode aumentar até 3 vezes quando a ração contém níveis elevados desses elementos. A leucena possui quantidades elevadas de cobre cerca de 402,8 g por hectare aos 360 dias.

Tabela 31. Micronutrientes (g/ha)* encontrados nas diferentes partes da planta em diferentes idades

Idade	Partes da Planta	Micronutrientes (g/ha)				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
60	Folhas	5,2	2,2	114,6	9,2	4,4
	Caulres	3,0	0,8	82,2	3,2	4,0
	Pl.Int.	8,2	3,0	196,6	12,6	8,4
120	Folhas	32,0	7,4	218,2	41,0	25,6
	Caulres	10,2	2,8	94,2	9,8	15,4
	Pl.Int.	43,6	10,4	319,0	52,0	42,4
180	Folhas	67,6	21,4	906,4	92,4	34,4
	Caulres	15,0	10,4	218,8	16,6	17,2
	Pl.Int.	82,6	31,8	1062,4	109,2	51,8
240	Folhas	34,0	13,4	728,6	96,2	30,6
	Caulres	31,6	4,8	271,0	42,4	25,2
	Pl.Int.	69,0	20,0	1125,2	143,2	61,0
300	Folhas	263,0	62,0	4201,8	217,8	109,6
	Caulres	38,2	31,4	320,8	20,8	73,4
	Pl.Int.	328,2	108,0	4574,2	255,0	214,0
360	Folhas	449,6	139,6	4096,6	395,8	224,6
	Caulres	417,6	261,2	1682,6	212,6	724,2
	Pl.Int.	872,6	402,8	5806,2	612,0	954,0

* Correspondente a 20.000 plantas/ha.

Como o ferro faz parte da hemoglobina, animais deficientes desse elemento podem apresentar anemia e retardamento do crescimento. Na prática, com raras exceções, as deficiências de ferro não parecem ser um problema para os ruminantes que consomem alimentos que não o leite. Um nível de 10 ppm na matéria seca parece ser adequado. A leucena mostrou ser capaz de extrair grandes quantidades de ferro, chegando a 5.806,2 g por hectare aos 360 dias, estando a grande maioria (4096,6 g) presente nas folhas.

A exigência de manganês para os bovinos varia de 1 a 10 ppm na matéria seca, entretanto a maior parte das forrageiras contém valores acima de 30 ppm. A leucena conseguiu extrair aos 360 dias 612,0 g por hectare, contendo as folhas 395,8 g.

A deficiência de zinco provoca uma doença de nome paraqueratose, que é caracterizada por lesões na pele, atraso de crescimento e outros sintomas. O distúrbio agrava-se por excesso de cálcio na alimentação. Sua exigência ainda não está claramente estabelecida para os bovinos, porém há evidências experimentais que indicam ser necessários 20 a 30 ppm na matéria seca. A leucena acumula aos 360 dias 954,0 g de zinco por hectare.

Observou-se que o acúmulo de nutrientes pela leucena obedece a seguinte ordem para os macronutrientes: $N > K > Ca > Mg > S > P$, e para os micronutrientes $Fe > Zn > B > Mn > Cu$.

Essa leguminosa poderia ser oferecida aos animais aos 300 dias de idade, época em que apresenta boa digestibilidade (72,43%) e alta produção (12,24 t/ha) sendo a produção somente de folhas de 6,40 t/ha.

6. CONCLUSÕES

- A produção de matéria seca total é máxima aos 360 dias de idade da planta.

- O maior incremento na produção de folhas, expresso em matéria seca, se dá dos 240 aos 360 dias de idade da planta.

- As concentrações de nitrogênio, potássio e manganês diminuem nas folhas e caules com a idade da planta.

- As concentrações de boro e ferro nas folhas não são afetadas com a idade da planta.

- A concentração de cálcio no caule não é afetada com a idade da planta.

- As folhas aos 360 dias, época de produção máxima de matéria seca (535,46 g/planta) contêm: 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; 0,51 g de enxofre; 22 mg de boro; 7 mg de cobre; 204 mg de ferro; 19 mg de manganês e 11 mg de zinco.

- Os caules aos 360 dias, época de produção máxima de matéria seca (1.783,33 g/planta) contêm: 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; 20 mg de boro; 13 mg de cobre; 84 mg de ferro; 10 mg de manganês e 36 mg de zinco.

- O acúmulo de nutrientes na planta aos 360 dias obedece a seguinte ordem para os macronutrientes: $N > K > Ca > Mg > S > P$, e para os micronutrientes: $Fe > Zn > B > Mn > Cu$.

- Aos 360 dias, a matéria seca digestível das folhas é de 51,05%

LITERATURA CITADA

- ADENEYE, J.A. 1981. A note on the nutrient and mineral composition of *Leucaena leucocephala* in Western Nigéria. *Herb. Abstr.*, Hurley 51 (11):588.
- ALBA, J.de. 1971. *Alimentacion del ganado en American Latina*, 2^a ed. Talleres Gráficos de Editorial Fournier S.A., Mexico, 475 p.
- ALCÂNTARA, P.B.; V.B.G: ALCÂNTARA e O.M.A.A.GHISI. 1979. Nutrição e adubação da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Zootecnia* 17(1):27-42.
- ALCÂNTARA, P.B. e G.BUFARAH. 1979. *Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas*. São Paulo, Editora Nobel, 150 p.
- ANDREW, C.S. e D.O.NORRIS. 1961. Comparative responses to calcium of five tropical and five temperate pasture legume species. *Aust. J. Agríc. Res.* 12:40-55.

- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1981. *Informe CIAT 1981*. Cali, Colombia. 101 p.
- CRAMPTON, E.W. e L.A.MAYNARD. 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. e D.THOMAS. 1978. The nutritive value of dried leucaena leaf meal from Malawi: studies with young chicks. *Trop. Agr.* 55(1):45-50.
- FARINAS, E.C. 1953. Ipil-Ipil, the "alfafa" of the tropics - Its establishment, culture and utilization as a fodder and pasture crop. *Phillip. J. Anim. Ind.*, Manila 12(1-4):65-84.
- GALLO, J.R.; R.HIROCE; O.C.BATAGLIA; P.R.FURLANI; A.M.C.FURLANI; H.B. de MATTOS, H.J.SARTINI e M.P.FONSECA. 1974. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. *B.Industr. Anim.*, São Paulo 31(1):115-137.
- GOMIDE, J.S. 1976. 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.20-33.

- 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. e J.MITIDIERI. 1980. Nutrição mineral de leguminosas tropicais. II. Carências nutricionais em *Leucaena leucocephala* (Lamb.) de Wit. Anais da E.S.A."Luiz de Queiroz", Piracicaba, 37:71-80.
- HILL, G.D. 1971. *Leucaena leucocephala* for pastures in the tropics. Review article. *Herb. Abstr.*, Hurley, 41(2):111.
- HUTTON, E.M. 1970. Tropical Pastures. In: *Advances in Agronomy*. New York. Academic Press 22:2-66.
- HUTTON, E.M. 1979. Problems and sucess of legume-grass pastures especially in tropical latin america. In: SANCHEZ, P.A. e L.E.TERGAS(ed.) *Pasture production in acid soils of the tropics*. Cali, Colombia, p. 81-93.
- HUTTON, E.M. e S.G.GRAY. 1959. Problems in adapting *Leucaena glauca* as a forage for the Australian tropics. *Emp. J. Exp. Agric.* 27(107): 187-196.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1957. *Enciclopédia dos Municípios Brasileiros*. Rio de Janeiro. 29:297.

- ISWARAN, V.; K.S.B.SARMA e M.CONHAIRE. 1970. Soil fertility, legumes and Rhizobium efficiency. First part: introduction, effect of organic matter and soil reaction. *Agric. Digest.*, Brussels, 19:1-19.
- JOHANSEN, C. 1976. Concentrations of nutrient elements in parts of siratro as affected by phosphorus supply and plant age. *Commun. in Soil Science and Plant Analysis* 7(6):527-545.
- JONES, M.B. e J.L.QUAGLIATO. 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais e da alfafa a vários níveis de enxofre. *Pesq. agropec. bras., Sér.Agron.*, Rio de Janeiro 5:359-363.
- JONES, R.J. 1979. El valor da *Leucaena leucocephala* como pienso para rumiantes en los trópicos. *Revista Mundial de Zootecnia*. Roma 31: 13-23.
- KHARAT, S.T.; V.L.PRASAD; B.N.SOBALÉ; A.L.JOSHI e D.V.RANGNEKAR. 1980. Note on comparative evaluation of *Leucaena leucocephala*, *Desmanthus virgatus* and *Medicago sativa* for cattle. *Indian J. Anim. Sci.* 50(8): 638-639.
- LEE, B.P.K. 1981. Nutrient composition of leucaena in Taiwan. *Leucaena Research Reports* 2:52.

- LIMA, C.R. e S.M.SOUTO. 1972. Valor nutritivo do feno proveniente de diferentes estádios de crescimento da cultura de soja perene (*Glycine javanica*). *Pesq. agropec. bras.*, Série Zootec., Rio de Janeiro, 7: 59-62.
- LIMA, M.M.V.; L.G.da PAZ; N.P.STAMFORD; A.G.ANDRADÉ; M.A.LIMA e O.V.REIS, 1981. Nodulação e fixação de nitrogênio molecular em *Leucaena leucocephala* cultivada em solução nutritiva. In: Anais da 18^a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia. p.18.
- MENDOZA, R.C. e E.Q.JAVIER. 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*. 15^a ed. Washington, D.C. 4:56 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1977. *Leucaena promising forage and tree crop for the tropics*. Washington, D.C., 115 p.
- NEME, N.A. e L.A.C.LOVADINI. 1967. Efeito de adubos fosfatados e calcário na produção de forragem de soja perene (*Glycine javanica* L.) em "Terra de Cerrado". *Bragantia*. 26(28):365-379.
- NORRIS, D.O. 1965. Acid production by *Rhizobium*: a unifying concept. *Plant and Soil*. 22:143-166.

- NORRIS, D.O. 1967. The intelligent use of inoculants and lime pelleting for tropical legumes. *Tropical Grasslands*, 1:107-121.
- OAKES, A.J. 1982. *Leucaena bibliography*. Beltsville, Md., USDA, 1v.
- OAKES, A.J. e O.SKOV. 1967. Yield trials of *Leucaena* in the U.S. Virgin Islands. *J. Agric. Univ. P. Rico*. 51:176-181.
- OLIVEIRA, G.D.de; H.P.HAAG; J.R.SARRUGE e M.L.V.BOSE. 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. *Anais da E.S.A."Luiz de Queiroz"*. 35: 341-416.
- PEIXOTO, A.M.; C.L.MORAES e A.D.PRÓSPERO. 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.; C.L.MORAES e M.L.V.BOSE. 1967. Contribuição ao estudo da composição química e digestibilidade do feno de siratro. *Anais da E.S.A."Luiz de Queiroz"*. 24:229-237.
- PESSANHA, M. 1956. Subsídio para o estudo do problema forrageiro no cacimbo no Planalto de Malange. *Agronomia Angolana*. 10:29-38.

- RANZANI, G.; O.FREIRE e T.KINJO. 1966. *Carta de Solos do Município de Piracicaba*. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos. 85 p.
- ROCHA, G.L. da; J.C.WERNER; H.B.de MATTOS e J.V.S.PEDREIRA, 1971. As leguminosas e as pastagens tropicais. In: DÖBEREINER, J.; P.A.da EIRA; A.A.FRANCO e A.B.CAMPELO (ed.). *As leguminosas na agricultura tropical*. In: *Anais do Seminário sobre Metodologia e Planejamento de Pesquisa com Leguminosas Tropicais*, p.1-27.
- ROSAS, H.; S.O.QUINTERO e J.GOMEZ. 1980. Nutrient evaluation of the arboreous legume leucaena in Panamá, *Leucaena Newsletter* 1:18.
- RUSSELL, J.S. 1978. Soil factors affecting the growth of legumes on low fertility soils in the tropics and sub-tropic. In: ANDEREW, C.S. e E. J.KAMPRATH (ed.). *Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils*. CSIRO - Brisbane, Australia, p.75-92.
- SARRUGE, J.R. e H.P.HAAG. 1974. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 56 p.
- * SETZER, J. 1946. *Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo*. São Paulo, Escolas Professores Salesianos. 239 p.
- TAKAHASHI, M. e J.C.RIPPERTON. 1949. Koa haole (*Leucaena glauca*). Its establishment, culture and utilization as a forage crop. *Herb.Abstr.*, Hurley, 20(2):68.

UNDERWOOD, E.J. 1977. *Trace elements in human and animal nutrition*. 4^a ed. New York. Academic Press. 545 p.

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).

WERNER, J.C. 1977. Adubação em pastagens. In: Assistência Nestlé aos Produtores de Leite. 1º Encontro de Atualização em Pastagens. São Paulo, p. 43-63.

WERNER, J.C. e H.B.MATTOS. 1972. Estudos de nutrição da centrosema, *Centrosema pubescens* Benth. *B. Industr. Anim.*, São Paulo, 29(2):375-391.

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).