CRESCIMENTO, ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E DIAGNÓSTICO DE SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E DE BORO EM *Clitoria ternatea* L.

WLAMIR DO AMARAL

Engenheiro Agrônomo, M. S.

EMBRAPA

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Abril de 1986

A meus avos e meus pais

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag, pela orientação e amizade dispensadas.
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo oferecimento do curso e pela contribuição à formação científica e cultural.
- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade e pelas facilidades oferecidas para a conclusão do curso.
- A Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA), pelo apoio recebido.
- Aos colegas da EMBRAPA, EPABA e CENA pela contribuição no trabalho.
- Aos funcionários do Setor de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Química da ESALQ/USP.
- Aos colegas de Curso, pelo apoio e trocas de idéias.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vi
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	05
3.1. Ensaio em casa de vegetação	05
3.2. Ensaio de Campo - Acúmulo diferencial de nu trientes	06
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4.1. Ensaio em casa de vegetação	10
4.1.1. Crescimento	10
4.1.2. Sintomas de deficiência e concentra ções de nutrientes	14
4.1.2.1. Nitrogênio	15
4.1.2.2. Fósforo	17
4.1.2.3. Potássio	19
4.1.2.4. Cálcio	20
4.1.2.5. Magnésio	21
4.1.2.6. Enxofre	22
4.1.2.7. Boro	23
4.2. Ensaio de campo - Acúmulo diferencial de nu trientes	28
4.2.1. Crescimento	28
4.2.2. Concentração e acúmulo de nutrientes.	40
4.2.2.1. Nitrogênio	40
4.2.2.2. Fósforo	42

4.2.2.3. Potássio	44
4.2.2.4. Cálcio	44
4.2.2.5. Magnésio	47
4.2.2.6. Enxofre	49
4.2.2.7. Boro	49
4.2.2.8. Cobre	52
4.2.2.9. Ferro	52
4.2.2.10. Manganês	55
4.2.2.11. Zinco	55
4.2.3. Observações gerais relacionadas com a nutrição mineral da cunhã	58
5. CONCLUSÕES	63
6. LITERATURA CITADA	65

CRESCIMENTO, ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E DIAGNÓSTICO DE SINTOMAS
DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E DE BORO EM *Clitoria ternatea* L.

Autor: WLAMIR DO AMARAL

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

RESUMO

Com o objetivo de se estudar a sintomatologia de deficiência de macronutrientes e boro, instalou-se um experimento em condições de casa de vegetação, cultivando-se "cunhã" (*Clitoria ternatea* L.) em solução nutritiva.

A sintomatologia observada para as deficiências nutricionais foi idêntica a observada para a maioria das leguminosas forrageiras tropicais. Os níveis foliares para plantas não deficientes e deficientes foram, respectivamente: 3,51% - 1,59% (N); 0,96% - 0,18% (P); 3,42% - 1,58% (K); 1,62% - 0,50% (Ca); 0,89% - 0,38% (Mg); 0,13% - 0,09% (S); 73 ppm - 16 ppm (B).

Em outro experimento, cunhã foi cultivada em condições de campo em Latossolo Vermelho Escuro Orto, com o objetivo de estudar a marcha de absorção de macro e micronutrientes em função da idade da planta. O experimento foi instalado na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba.

ba-SP. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Determinaram-se o crescimento, a concentração e acúmulo de nutrientes na planta em função da idade.

A coleta das amostras para análise foi efetuada de 15 em 15 dias a partir de 41 dias após a semeadura. Após cada amostragem as plantas foram separadas em folhas, caules, flores e vagens. Em cada época e nas diferentes partes da planta determinou-se a quantidade de matéria seca e as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Concluiu-se que:

- *C. ternatea* apresentou um acúmulo de matéria seca segundo um modelo de crescimento determinado para o período estudado;

- assumindo o 86º dia após a semeadura como sendo o período de corte para a cunhã, a concentração na matéria seca e acúmulo de macro e micronutrientes, foi: 3,69% - 321,65 mg (N); 0,32% - 31,23 mg (P); 2,30% - 218,96 mg (K); 0,85% - 70,99 mg (Ca); 0,43% - 38,65 mg (Mg); 0,15% - 16,39 mg (S); 41 ppm - 390,03 µg (B); 8 ppm - 80,74 µg (Cu); 402 ppm - 3404 µg (Fe); 94 ppm - 751,67 µg (Mn); 45 ppm - 402,98 µg (Zn).

GROWTH, ABSORPTION OF NUTRIENTS AND DEFICIENCIES OF THE
MACRONUTRIENTS AND BORON IN *Clitoria ternatea* L.

Author: WLAMIR DO AMARAL

Adviser: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

SUMMARY

The tropical legume butterfly pea is a very promising for Brazil specially in the northeast regions of the country.

In order to obtain:

- . a clear picture of the macronutrients and boron deficiency symptoms;
- . levels of macronutrients and boron for normal and healthy plants;
- . dry matter production in field conditions for plants with 41 to 146 days old;
- . concentrations and extractions of macro and micronutrients.

Two experiments were conducted. The first in a greenhouse where butterfly pea plants were cultivated in pots containing pure quartz and irrigated several times a day with special nutrients solutions manured as: complete, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S and -B. It was observed that the visual symptomatology of the deficiencies were similar to the observed

for other tropical legumes. The levels in the leaves of the elements in normal and deficient plants were: N% - 3.51 - 1.59; P% - 0.96 - 0.18; K% - 3.42 - 1.58; Ca% - 1.62 - 0.50; Mg% - 0.89 - 0.38; S% - 0.13 - 0.09; B ppm - 73.0 - 16.0.

In the second experiment, a field trial, was executed in a soil called Latossolo Vermelho Escuro (Orthox). Plants were sampled every 15 days when the plants were 41 days old. The plants were divided into leaves, stems, flowers and pods. The material was dried at 75°C and analysed for the macro and micronutrient content. The experimental design was a complete randomized experiment with four replications. It was concluded that the dry matter production is very intensive from the beginning to 131 days old plants. At 86 days the plant presented the following concentrations of the elements in the leaves: N% - 3.96; P% - 0.32; K% - 2.30; Ca% - 0.85; Mg% - 0.43; S% - 0.15; B ppm - 41.0. For the same age the plant presents the following amounts of the elements: N mg - 322; P mg - 31; K mg - 219; Ca mg - 71; Mg mg - 39; S mg - 16; B µg - 390; Cu µg - 80; Fe µg - 3404; Mn µg - 752; Zn µg - 403.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de leguminosas na agropecuária vem ocorrendo há longo tempo, porém apenas em épocas recentes, de maneira ajustada aos progressos da agricultura moderna.

Uma das alternativas ao alcance do produtor, tanto para melhorar a nutrição de seu rebanho bovino, bem como para reduzir custos, é a utilização de leguminosas forrageiras que apresentem alto valor nutritivo.

Nas condições do Nordeste, já foi possível obter, com a leguminosa forrageira cunhã (*Clitoria ternatea* L.) rendimentos de 7607 kg/ha de matéria seca (M.S.) quando cortada aos 98 dias após o plantio, apresentando um teor de 24,5% de M.S. e 26% de proteína bruta na matéria seca (ALENCAR e GUSS, 1985).

A cunhã é uma leguminosa perene rasteira, originária dos trópicos, sendo que dentre as espécies que compõem o gênero *Clitoria*, *C. ternatea* é a única espécie que tem-se mostrado promissora, tanto como forrageira ou cobertura vegetal (CROWDER, 1979).

Os nomes comuns dados a espécie incluem: "Butter fly pea", "Kordofan pea" e "Asian pigeon wings", em inglês; "cunã", "deleite", "campanilla" e "clitoria", em espanhol; "cunhã", "espelua", "ismênia" e "clitoria", em português.

A carência de estudos básicos sobre a cultura, assim como suas perspectivas no contexto econômico da pecuária nacional, justificam pois a presente contribuição, em que se pretendeu estudar:

- Os efeitos das omissões de macronutrientes e boro no peso da matéria seca e composição química;
- A obtenção de um quadro sintomatológico de deficiência resultante da omissão de macronutrientes e de boro;
- O crescimento, concentração e quantidade de macro e micronutrientes extraídos pela cunhã nas diferentes épocas de desenvolvimento da cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A cunhã *Clitoria ternatea* L., é nativa da Ásia com o nome específico proveniente da Ilha Ternate nas Moluccas (BAILEY, 1974).

Tendo em vista ser pouco conhecida esta planta, os trabalhos científicos realizados são escassos.

JONES et alii (1970) trabalhando com várias leguminosas, em condições de casa de vegetação, utilizando um Latossolo Vermelho como substrato, observaram em *C. ternatea* que a produção de matéria seca foi inferior àquela obtida com as demais leguminosas. Admitiram os autores que *C. ternatea* não se encontrava em ambiente apropriado por ter apresentado menor produção, entretanto não esclareceram qual seria o ambiente apropriado. Para a cunhã, os tratamentos -P, -K, -Ca e Mg e menos micronutrientes apresentaram produções de matéria seca inferiores às obtidas para o tratamento completo, porém com o tratamento em que foi omitido enxofre ocorreu o contrário. Os autores apresentaram ainda as concentra

ções de N (5,13%) e B (95 ppm) para o tratamento completo e as concentrações de B (48 ppm), Cu (7 ppm), Fe (366 ppm), Mn (22 ppm) e Zn (14 ppm) para o tratamento sem aplicação de micronutrientes, em *C. ternatea*.

Estudando a composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo, entre elas *C. ternatea*, GALLO et alii (1974) obtiveram as faixas de valores para concentração de macro e micronutrientes (Tabela 1).

Tabela 1. Dispersão e média das concentrações de macro e micronutrientes em *C. ternatea*.

Nutrientes	Dispersão
N (%)	4,14 - 4,58
P (%)	0,39 - 0,40
K (%)	2,21 - 2,39
Ca (%)	0,45 - 0,57
Mg (%)	0,44 - 0,51
S (%)	0,29 - 0,34
B (ppm)	32 - 33
Cu (ppm)	11 - 12
Fe (ppm)	171 - 245
Mn (ppm)	102 - 116
Zn (ppm)	31 - 48

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Ensaio em casa de vegetação

- Deficiências nutricionais

Sementes de cunhã, *Clitoria ternatea* (*Lathyrus spectabilis* Forsk; *Ternatea ternata* Ktze; *T. vulgaris* H.B.K.) pertencente à classe Dicotyledonea, à série Rosiflorae, à família Leguminosae, e à subfamília Papilionoideae, foram semeadas em número de 10 por vaso, tendo estas sementes sido previamente escarificadas. Foi utilizada areia lavada de rio como substrato para germinação, a qual ocorreu após o sexto dia.

Posteriormente foram transplantadas para vasos com capacidade de 2 litros, sendo utilizada sílica finamente moída como substrato.

As plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva completa de SARRUGE (1975) diluída na razão de 1:2 com água destilada.

Decorridos 15 dias, foi efetuado o desbaste,

sendo deixados 4 plantas por vaso. Transcorridos mais 15 dias, irrigou-se abundantemente os vasos com água, a fim de serem iniciados os tratamentos de omissão de nutrientes.

A evolução da sintomatologia para as deficiências foi acompanhada e descrita.

Após a coleta, as plantas foram separadas em folhas, caules e raízes. A seguir foram lavadas e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 75°C.

Após a secagem o material foi pesado, moído e analisado para o elemento em omissão, com exceção do tratamento completo onde os macro e micronutrientes foram analisados.

A análise química de nutrientes seguiu a metodologia descrita em SARRUGE e HAAG (1974).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com 3 repetições. Cada repetição constituiu de um vaso contendo 4 plantas.

Os tratamentos utilizados, seguidos das respectivas soluções estão contidos na Tabela 2.

3.2. Ensaio de Campo - Acúmulo diferencial de nutrientes

A semeadura foi efetuada manualmente com densidade de 10 sementes por metro linear, equivalendo para o experimento a uma população estimada de 200.000 plantas por hectare.

Tabela 2. Tratamentos de omissão de nutrientes.

Tratamentos	Soluções
Completo	Completa (Macro +micronutrientes)
- N + micronutrientes	Com omissão de nitrogênio + micronutrientes
- P + micronutrientes	Com omissão de fósforo + micronutrientes
- K + micronutrientes	Com omissão de potássio + micronutrientes
- Ca + micronutrientes	Com omissão de cálcio + micronutrientes
- Mg + micronutrientes	Com omissão de magnésio + micronutrientes
- S + micronutrientes	Com omissão de enxofre + micronutrientes
- B + micronutrientes*	Com omissão de boro + micronutrientes*

* todos os micronutrientes exceto boro.

As coletas para amostragem foram efetuadas cortando-se cunhã rente ao solo, a partir do 41º dia após a semeadura; e as flores e vagens, apenas após aos 86 dias posteriores a semeadura.

Para cada amostragem, de 15 em 15 dias, foram coletadas 10 plantas, à exceção da primeira amostragem em que foi de 20 o número de plantas.

Após cada coleta, as plantas foram separadas em folhas, caules, flores e vagens. Cada parte foi lavada inicialmente com água comum e posteriormente com água desti-

lada, e colocada para secar em estufa com circulação forçada de ar a 75°C.

Após a secagem o material foi pesado, moído e analisado para macro e micronutrientes, de acordo com a metodologia descrita em SARRUGE e HAAG (1974).

O ensaio foi conduzido em campo experimental pertencente ao Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

O município de Piracicaba localiza-se na região sudeste do Estado de São Paulo e apresenta as coordenadas geográficas, de acordo com o INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (1958): Latitude S: 22°41'31"; Longitude W: 47°38'01"; Altitude: 540 m.

O clima da região é classificado como mesotérmico Cwa subtropical úmido, com estiagem no período de inverno. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C (SETZER, 1946).

O solo da área classificado como Latossolo Vermelho Escuro Orto série "Luiz de Queiroz" (RANZANI et alii, 1956) e vem sendo cultivado por anos com hortaliças. Os resultados das análises químicas efetuadas segundo metodologia descrita por CATANI e JACINTO (1974), encontram-se na Tabela 3.

Para análise estatística adotou-se como critério o delineamento experimental inteiramente ao acaso, tomando as 8 coletas como tratamentos, e 4 repetições constando de 10 plantas, à exceção da primeira com 20 plantas.

Tabela 3. Resultados da análise química da camada arável do solo da área experimental.

pH (H ₂ O) 1:2,5	C%	PO ₄ ³⁻ *	Teor trocável em meq/100g TFSA			
			K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
6,4	1,2	1,30	0,60	5,90	1,20	0,08

* meq/100g TFSA solúveis em H₂SO₄ 0,05 N.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio em casa de vegetação

4.1.1. Crescimento

Avaliou-se o crescimento das plantas através da produção de matéria seca observada nas diversas partes da planta.

Os resultados da produção de matéria seca, em gramas por planta, para raízes, caules, folhas e planta toda, acham-se na Tabela 4 e Figura 1.

O acúmulo de matéria seca conforme pode ser observado pela Figura 1 ocorreu na seguinte ordem decrescente : folha > caule > raiz.

As omissões de K e Ca reduziram a quantidade de matéria seca acumulada nas raízes enquanto que para os caules apenas a omissão de potássio causou o mesmo efeito. Isto vem reforçar a condição de ser o cálcio elemento fundamental para o desenvolvimento do sistema radicular.

Tabela 4. Produção de matéria seca pelas partes da planta (média de 3 repetições).

Tratamentos	PARTES DA PLANTA			
	Raízes g/pl	Caulas g/pl	Folhas g/pl	Total g/pl
Macro + micronutrientes	1,58	2,87	3,96	8,42
Omissão de N	1,33	1,25	2,30	4,88
Omissão de P	1,17	1,36	2,42	4,94
Omissão de K	0,63	1,03	1,94	3,61
Omissão de Ca	0,66	1,96	3,60	6,23
Omissão de Mg	0,88	2,00	3,24	6,12
Omissão de S	1,11	1,35	2,13	4,58
Omissão de B	1,76	2,92	4,32	8,99
d.m.s. (5%)	0,73	1,64	2,16	4,03
C.V. (%)	22,64	31,39	25,52	23,85

FIGURA 1. Acúmulo de matéria seca e concentração de macronutrientes e boro em cunha para os diferentes tratamentos.

Pela análise dos dados contidos na Tabela 4 para planta inteira, tem-se que apenas no tratamento em que se omitiu potássio houve redução, na quantidade de matéria seca acumulada.

Assim, não foi verificado para cunhã e suas partes, diferenças quanto ao acúmulo de matéria seca quando comperando-se a maioria dos tratamentos, com o tratamento completo.

As folhas, muito embora não tenham tido reduções para os acúmulos de matéria seca com os tratamentos (Tabela 4), apresentaram uma relação aproximada de 2:1 (produção de plantas sadias/produção de plantas deficientes) quando se omitiu K da solução nutritiva. Já para as demais partes a relação foi maior, sendo de 2,5:1 para as raízes e de 2,7:1 para os caules. De qualquer maneira, há a sugestão pelo dados obtidos de que a carência de potássio é aquela que mais afetou a produção em *C. ternatea*.

CARVALHO et alii (1971), trabalhando em um Latossolo Vermelho, em condições de casa de vegetação, com *C. pubescens* e *S. gracilis* e CARVALHO et alii (1985) em um Latossolo Vermelho-Amarelo, em condições de casa de vegetação, novamente com *C. pubescens* verificaram que a produção de matéria seca não foi afetada pela omissão de potássio.

WERNER e MATTOS (1972) em estudos com *C. pubescens* utilizando um Latossolo Vermelho Escuro Orto, como substrato, em condições de casa de vegetação, observaram ter sido a deficiência de fósforo o fator mais limitante para o crescimento das plantas.

Pelos resultados obtidos, observados na Tabela 4, nos tratamentos em que se omitiu boro da solução nutritiva, pode-se verificar igual produção de matéria seca que o tratamento completo. Neste sentido, vários trabalhos com leguminosas forrageiras tropicais tem mostrado que a omissão de micronutrientes isoladamente ou em conjunto tem redundado em maiores ou iguais produções que no tratamento completo (JONES et alii, 1970; WERNER e MATTOS, 1972; WERNER e MATTOS, 1975; PAULINO, 1982; MONTEIRO et alii, 1983).

Entretanto, sendo muito pequena a exigência em micronutrientes pelas plantas, e os trabalhos mencionados terem sido efetuados utilizando solo com o substrato, provavelmente já existisse nesses solos um mínimo necessário, ou talvez até mesmo a incorporação de alguma pequena quantidade como impureza contida nos adubos empregados.

4.1.2. Sintomas de deficiência e concentrações de nutrientes

A sintomatologia observada para os tratamentos em que foram omitidos os macronutrientes e boro concordou, em

linhas gerais, com aquela descrita para a maioria das leguminosas forrageiras tropicais.

Os valores das concentrações de macronutrientes (em %) e micronutrientes (em ppm) obtidos para as partes da planta, encontram-se nas Tabelas 5 e 6 e Figura 1.

As concentrações dos macronutrientes para plantas sadias, obedeceram de uma maneira geral, a seguinte ordem:

- folha: $N > K > Ca > P > Mg > S$
- caule: $N > K > P > Ca > Mg > S$
- raiz: $N > K > Ca > P > Mg > S$

Portanto, para folhas e raízes, a ordem decrescente de valores para as concentrações de nutrientes foi a mesma. Os maiores valores para as concentrações foram verificados para N e K, enquanto que Mg e S tiveram os menores valores, para todas as partes da planta (Figura 1).

Através da Tabela 7 tem-se as concentrações para macro e micronutrientes, verificadas por vários autores para a parte aérea de algumas leguminosas forrageiras tropicais, inclusive *C. ternatea*.

4.1.2.1. Nitrogênio

Os sintomas de carência em nitrogênio se mostraram inicialmente nas folhas mais velhas. Estas apresentaram uma coloração verde-pálido. Com a progressão do amarele

Tabela 5. Concentração de macronutrientes nas diversas partes da planta, para plantas saudáveis e deficientes (média de 3 repetições).

Partes da planta	NUTRIENTES				
	N%	P%	K%	Ca %	Mg % S%
Folha					
não deficiente	3,51	0,96	3,42	1,62	0,89 0,13
deficiente	1,59	0,18	1,58	0,50	0,38 0,09
Caule					
não deficiente	2,33	0,71	1,81	0,67	0,24 0,11
deficiente	0,92	0,14	0,77	0,21	0,10 0,08
Raiz					
não deficiente	3,21	0,93	1,84	1,64	0,25 0,22
deficiente	1,63	0,78	0,72	0,46	0,10 0,13
d.m.s. (5%)	0,93	0,78	0,76	0,22	0,10 0,03
C.V. (%)	15,49	17,39	16,45	9,53	10,94 8,96

cimento do limbo foliar, bem como das nervuras, surgiram necroses nos bordos das folhas. O crescimento das plantas também foi afetado; as folhas foram caindo sequencialmente, sendo de início as mais velhas.

A omissão de N levou a uma redução nas concentrações do elemento para todas as partes da planta (Tabela 5).

As concentrações de N obtidas para folhas de plantas sadias foram iguais às aquelas apresentadas por raízes de plantas também sadias. Para plantas deficientes os valores das concentrações foram iguais entre si, para todas as partes da planta. Destas observações depreende-se a condição de serem as raízes um órgão de acúmulo de proteínas, tendo em vista a alta concentração do nutriente, como também a alta mobilidade do elemento (Tabela 5).

WERNER e MATTOS (1972), trabalhando em casa de vegetação com centrosema, em um Latossolo Vermelho Escuro Orto, verificaram ser de 3,59% e 2,77% as concentrações de N em ensaio com e sem a aplicação do nutriente. Os autores encontraram também os valores de 3,20% e 2,77% para a concentração de N em raízes de plantas que receberam e que não receberam N, respectivamente. MATTOS (1975) trabalhando com *P. atropurpureus* cv. Siratro, em casa de vegetação, utilizando Latossolo Vermelho Escuro Orto como substrato, obteve valores de 2,40% de N nas raízes de plantas sadias.

4.1.2.2. Fósforo

As folhas mais velhas, inicialmente, apresenta

ram coloração verde amarelada, com manchas cloróticas de ocorrência irregular no limbo foliar. Com o agravar da deficiência ocorreu o aparecimento de necroses nas áreas cloróticas, de maneira descontínua nos bordos e ápice das folhas. O crescimento das plantas foi menor que aquele verificado para plantas sadias.

O tratamento em que foi omitido o nutriente apresentou menor concentração para o elemento em caules e folhas. As raízes, mesmo de plantas deficientes apresentaram elevados teores do elemento (Tabela 5). O valor obtido para a concentração de P em raízes de plantas deficientes (0,78%), foi elevado quando comparado com 0,08% de P apresentado por MATTOS (1975) trabalhando com *P. atropurpureus* cv. Siratro, em condições de casa de vegetação, utilizando um Latossolo Vermelho Escuro Orto como substrato.

Os valores para as concentrações do elemento encontrados na parte aérea das plantas (0,96%) foi alto quando comparando-se este resultado com os obtidos por outros pesquisadores (Tabela 7). Entretanto, para caules e folhas de plantas deficientes os valores obtidos foram próximos àqueles verificados por STANDLEY (1981), 0,16% de P, em amostragens de *S. guianensis* em condições de campo.

LIMA e MATTOS (1982) trabalhando em condições de casa de vegetação, utilizando Areia Quartzosa como subs-

trato, obtiveram na ausência de P as seguintes concentrações do elemento: 0,14% (*S. humilis*); 0,13% (*S. hamata*), 0,10% (*S. shofield*); e 0,14% (*S. endeavour*).

Através dos resultados obtidos, pelos altos valores encontrados para as concentrações dos elementos depreende-se que a cunhã é exigente em fósforo, acumulando grandes quantidades, inclusive nas raízes.

4.1.2.3. Potássio

A sintomatologia apresentada pelas plantas, foi inicialmente encontrada nas folhas mais velhas, ocorrendo uma clorose uniforme nos bordos. Com a evolução dos sintomas surgiram necroses nas áreas cloróticas, acompanhadas de coloração variando do bronze ao marrom.

As concentrações de potássio encontradas em plantas sadias foram superiores aos respectivos valores obtidos em plantas que se omitiu o elemento, para todas as partes da planta (Tabela 5).

As folhas de plantas sadias apresentaram concentrações de potássio superiores às aquelas apresentadas pelas demais partes. Muito embora a deficiência tenha afetado a produção de matéria seca (Tabela 4), a quantidade de matéria seca encontrada nas folhas foi maior que aquela encontrada nas raízes e caules conjuntamente. Assim, pode ser estimado que as folhas de cunhã, como a exemplo de outras plantas, é o órgão que mais acumula o nutriente.

STANDLEY (1981) trabalhando com amostragens de *S. guianensis* cv. Schofield, em condições de campo, tomou como sendo 1,0% a concentração crítica de potássio na parte aérea, valor inferior ao obtido com cunhã (1,58%) (Tabela 7).

4.1.2.4. Cálcio

As folhas novas apresentaram a parte limbo foliar amarelecida, com pontuações brancas nos bordos. Posteriormente, com o evoluir da deficiência, as folhas assumiram coloração amarelada, concentrando um amarelo mais claro nos bordos. Ocorreram também deformações nas folhas novas, apresentando-se retorcidas.

Os valores obtidos para as concentrações de cálcio, em todas as partes das plantas sadias foram superiores às aquelas encontradas para as respectivas partes em plantas deficientes (Tabela 6).

WERNER e MATTOS (1972) em trabalhos com *C. pubescens*, utilizando como substrato um solo Latossolo Vermelho Escuro Orto, em condições de casa de vegetação, encontraram concentrações de 1,35% e 1,15% para plantas que receberam e não receberam calagem, respectivamente. As concentrações obtidas para a cunhã em plantas deficientes quando comparadas à plantas sadias foram baixas por ter-se trabalhado com solução nutritiva e não com solo (Tabela 5).

4.1.2.5. Magnésio

As folhas mais velhas mostraram-se com coloração amarelada em seu limbo foliar, permanecendo, no entanto, verde as nervuras. Com a evolução dos sintomas as margens e o ápice destas folhas sofreram necroses.

SOUTO e FRANCO (1972), entretanto, relatam que encontraram também como sintomatologia de deficiência o murchamento das folhas em *C. pubescens* e o branqueamento de folhas em *P. atropurpureus*, trabalhando com solução nutritiva.

Os resultados obtidos mostraram que todas as partes de plantas sadias apresentaram concentrações de maior valor que plantas deficientes (Tabela 5 e Figura 1).

Houve semelhanças entre as concentrações encontradas em caules e raízes para plantas sadias e deficientes.

De acordo com LIMA e MATTOS (1982) trabalhando com cinco cultivares de *Stylosanthes* em condições de casa de vegetação, utilizando Areia Quartzosa como substrato foi observado uma média de concentração entre as 5 cultivares de 0,34% de Mg quando as plantas não receberam calcário dolomítico. Este valor foi próximo ao verificado para plantas deficientes em magnésio (Tabela 5).

4.1.2.6. Enxofre

As folhas novas apresentaram coloração verde amarelada, tendo ocorrido também pontos brancos no limbo foliar destas. Com o agravar da sintomatologia, as folhas ficaram totalmente cloróticas, à excessão, no início, das nervuras.

As concentrações obtidas em folhas, raízes e caules de plantas sadias foram superiores àquelas encontradas nas respectivas partes em plantas deficientes (Tabela 5).

As raízes de plantas sadias apresentaram concentrações de enxofre superiores àquela obtidas nas demais partes de plantas também sadias. Este fato sugere haver uma tendência ao acúmulo do elemento nas raízes, mostrando também a baixa mobilidade de enxofre.

A concentração obtida em folhas de plantas sadias de cunhã (0,13%) foi inferior àquela verificada por GALLO et alii (1974), em um ensaio exploratório de amostragens no Estado de São Paulo com leguminosas.

4.1.2.7. Boro

A sintomatologia foi a de menor crescimento das folhas localizadas na extremidade dos ramos. Em estado mais avançado de deficiência, as folhas velhas apresentaram-se coriáceas, ocorrendo um enrolamento nos bordos destas.

Apenas as folhas apresentaram diferença entre os valores encontrados para as concentrações de boro em plantas sadias e deficientes no nutriente (Tabela 6).

Os valores encontrados para as concentrações de boro em caules e raízes de plantas sadias ou deficientes foram iguais, assim como também iguais às concentrações encontradas em folhas de plantas deficientes.

A concentração de boro para folhas de plantas sadias foi de 95 ppm, valor próximo àquele obtido por JONES et alii (1970), trabalhando com *C. ternatea*, entre outras leguminosas, em condições de casa de vegetação, utilizando um Latossolo Vermelho como substrato.

Tabela 6. Concentração de micronutrientes nas diversas partes das plantas para plantas saudáveis e deficientes (média de 3 repetições).

Partes da planta	NUTRIENTES				
	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
Folha					
não deficiente	73	3	185	13	45
deficiente	16				
Caule					
não deficiente	14	1	72	2	11
deficiente	10				
Raiz					
não deficiente	14	6	694	70	127
deficiente	11				
d.m.s. (5%)	12	2	48	9	7
C.V. (%)	18,37	25,60	6,04	12,73	4,60

TABELA 7 - Teores de macronutrientes e micronutrientes encontrados na parte aérea em várias leguminosas forrageiras tropicais no final do ciclo vegetativo.

Leguminosas	NUTRIENTES											Referência											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn												
													(%)										
(ppm)																							
<i>C. pubescens</i>	2,77	0,19	-	1,35	-	-	-	15	335	78	62	WERNER e MATTOS (1972)											
<i>S. humilis</i>	-	0,17	0,78	1,60	0,59	-	-	7	198	172	39	LIMA e MATTOS (1982)											
<i>S. henata</i>	-	0,15	1,08	1,49	0,51	-	-	7	156	152	32												
<i>S. shofield</i>	-	0,15	1,03	1,41	0,40	-	-	4	136	93	38												
<i>S. enteavour</i>	-	0,18	1,17	1,58	0,59	-	-	5	149	128	49												
<i>S. cook</i>	-	0,19	1,49	1,52	0,50	-	-	4	94	104	42												
<i>P. lathyroides</i>	2,65	0,19	1,14	1,02	0,36	-	-	-	-	-	-	ANDREW e ROBINS (1969)											
<i>P. atropurpureum</i>	3,76	0,23	1,74	1,19	0,78	-	-	-	-	-	-												
<i>S. humilis</i>	3,86	0,17	1,66	1,14	0,39	-	-	-	-	-	-												
<i>G. javanica</i>	2,61	0,22	1,64	0,87	0,32	-	-	-	-	-	-												
<i>L. bainesii</i>	3,85	0,18	2,17	0,82	0,33	-	-	-	-	-	-												
<i>D. uncinatum</i>	3,29	0,24	1,64	1,03	0,30	-	-	-	-	-	-												
<i>D. intortum</i>	3,46	0,24	1,84	1,06	0,35	-	-	-	-	-	-												
<i>V. luteola</i>	3,19	0,25	1,47	1,41	0,28	-	-	-	-	-	-												

Continua

TABELA 7 - Teores de macronutrientes e micronutrientes encontrados na parte aérea em várias leguminosas forrageiras tropicais no final do ciclo vegetativo.

Continuação

Leguminosas	NUTRIENTES											Referência	
	N	P	K	(g)			S	B	(ppm)				
				Ca	Mg				Cu	Fe	Mn		Zn
<i>P. Lathyroides</i>	4,14	0,20	1,67	0,66	0,51	-	-	-	-	-	-	-	ANDREW e ROBINS (1969)
<i>P. atropurpureus</i>	3,89	0,25	2,09	0,68	0,65	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. humilis</i>	3,58	0,16	1,66	0,65	0,39	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. pubescens</i>	3,62	0,16	1,91	0,73	0,26	-	-	-	-	-	-	-	
<i>G. javanica</i>	2,78	0,25	1,02	0,61	0,54	-	-	-	-	-	-	-	
<i>L. bainesii</i>	3,04	0,16	1,88	0,53	0,31	-	-	-	-	-	-	-	
<i>D. uncinatum</i>	3,19	0,22	1,66	0,70	0,27	-	-	-	-	-	-	-	
<i>D. intortum</i>	3,86	0,21	2,09	0,68	0,65	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. tennate</i>	4,36	0,40	2,30	0,51	0,48	0,32	33	12	208	109	39		GALLO et alii (1979)
<i>D. uncinatum</i>	4,34	0,45	4,57	1,10	0,32	-	-	-	-	-	-	-	ANDREW et alii (1973)
<i>M. lathyroides</i>	4,47	0,38	3,81	1,58	0,45	-	-	-	-	-	-	-	
<i>L. bainesii</i>	4,65	0,58	7,15	1,21	0,18	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. humilis</i>	3,86	0,48	3,63	2,04	0,36	-	-	-	-	-	-	-	
<i>G. wightii</i>	3,80	0,31	4,70	1,20	0,36	-	-	-	-	-	-	-	

Continua

Tabela 7 - Teores de macronutrientes e micronutrientes encontrados na parte aérea em várias leguminosas forrageiras tropicais no final do ciclo vegetativo.

Continuação

Leguminosas	NUTRIENTES											Referência
	N	P	K	(%)				(ppm)				
				Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
<i>M. atropurpureum</i>	3,40	0,38	5,84	1,63	0,23	0,22	17	10	462	343	52	MIRANDA (1979)
<i>G. striata</i>	1,89	0,18	4,39	1,84	0,19	0,13	18	6	370	146	37	
<i>G. wightii</i>	3,17	0,34	4,39	1,69	0,19	0,17	25	9	543	255	66	
<i>M. atropurpureum</i>	3,27	0,30	4,88	1,66	0,27	0,23	15	14	546	115	66	MIRANDA (1979)
<i>G. striata</i>	2,46	0,19	4,70	1,69	0,12	0,17	16	11	446	153	37	
<i>G. wightii</i>	2,74	0,20	5,02	1,76	0,23	0,21	14	9	503	129	53	
<i>S. gracilis</i>	3,08	-	-	-	-	-	-	16	714	60	12	JONES e FREITAS (1970)
<i>D. pubulare</i>	4,20	-	-	-	-	-	46	8	276	67	10	
<i>D. discolor</i>	3,27	-	-	-	-	-	45	6	289	44	13	
<i>C. ternatea</i>	5,32	-	-	-	-	-	48	7	366	22	14	
<i>C. pubescens</i>	4,56	-	-	-	-	-	50	22	715	102	17	
<i>G. javanica</i>	3,29	-	-	-	-	-	44	13	844	76	15	
<i>T. wiciniatus</i>	3,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

4.2. Ensaio de campo - Acúmulo diferencial de nutrientes

4.2.1. Crescimento

Para avaliar o crescimento da planta, foram utilizados os resultados da produção de matéria seca em folhas, caules, flores e vagens, em função da idade (Tabelas 8 a 17).

Outros autores, também trabalhando com leguminosas forrageiras tropicais, FRANÇA e CARVALHO (1970), FALADE (1973), OLIVEIRA et alii (1978), têm usado a produção de matéria seca como parâmetro de crescimento.

Através da Figura 2 verifica-se que houve um aumento na quantidade de matéria seca com a idade da planta. Entretanto, em relação à flor, praticamente não ocorreu variação quanto aos incrementos na produção de matéria seca com a idade da planta, o que talvez possa ser explicado pelo hábito de crescimento indeterminado da cultura da cunhã.

Muito embora tenha sido observado incrementos na produção de matéria seca com a idade da planta, houve uma tendência à estabilização nesta produção para as últimas coletas.

OLIVEIRA et alii (1978) cultivando *C. pubescens*, *M. atropurpureum* e *G. wightii* em um Latossolo Vermelho Escuro, verificaram máximas produções de matéria seca para as últimas coletas entre 134 e 140 dias.

TABELA 8 - Acúmulo (mg/pl) e extração (kg/ha) de macronutrientes na planta da cunhã.

Idade das plantas	PESO DE M.S.		NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO		CÁLCIO		MAGNÉSIO		ENXOFRE	
	g/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha*	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha
41	0,49	98,00	22,89	4,58	1,96	0,39	12,63	2,53	2,94	0,59	1,91	0,38	0,82	0,16
56	2,31	462,00	92,31	18,46	8,42	1,68	57,60	11,52	12,68	2,54	8,78	1,76	3,71	0,74
71	6,97	1394,00	242,90	48,58	22,02	4,40	161,99	32,40	43,47	8,69	27,87	5,57	10,15	2,03
86	10,56	2112,00	321,85	64,37	31,23	6,25	218,96	43,79	70,99	14,20	36,85	7,37	16,39	3,28
101	14,03	2806,00	387,56	77,51	37,45	7,49	286,03	57,21	111,84	22,37	56,81	11,36	26,78	5,36
116	16,19	3238,00	408,24	81,65	44,62	8,92	311,47	62,29	124,10	24,82	65,72	13,14	30,45	6,09
131	21,03	4206,00	376,72	75,34	51,33	10,27	380,61	76,12	154,55	30,91	87,27	17,45	45,33	79,07
146	22,22	4444,00	102,63	20,53	53,71	10,74	375,23	75,05	161,68	32,34	86,08	17,22	41,75	8,35
d.m.s.	7,23	-	165,21	-	16,46	-	121,30	-	47,38	-	23,47	-	13,76	-
C.V.	26,38	-	28,79	-	22,45	-	23,00	-	22,75	-	21,49	-	26,83	-

* Admitindo-se uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 9 - Acúmulo (µg/pl) e extração (g/ha) de micronutrientes na planta da cunha.

Idade das plantas	PESO DE M.S.		BORO		COBRE		FERRO		MANGANÊS		ZINCO	
	g/pl	kg/ha	µg/pl	g/ha*	µg/pl	g/ha	µg/pl	g/ha	µg/pl	g/ha	µg/pl	g/ha
41	0,49	98,00	10,29	2,06	5,99	1,20	184,14	36,83	40,02	8,00	23,13	4,63
56	2,31	462,00	33,80	6,76	23,86	4,77	1057,84	211,57	166,41	33,28	92,79	18,56
71	6,97	1394,00	200,17	40,03	53,59	10,72	2711,13	542,23	478,55	95,71	263,22	52,64
86	10,56	2112,00	390,03	78,01	80,74	16,15	3404,35	680,87	751,67	150,33	402,98	80,60
101	14,03	2806,00	200,10	40,02	144,66	28,93	6014,13	1202,83	1202,31	240,46	534,41	106,88
116	16,19	3238,00	614,86	122,97	186,07	37,21	9867,66	1973,53	1403,81	280,76	827,93	165,59
131	21,03	4206,00	915,62	183,12	187,00	37,40	8069,09	1613,82	1549,75	309,95	857,24	171,45
146	22,22	4444,00	930,15	186,03	215,70	43,14	9705,95	1941,19	1433,85	286,77	908,42	181,68
d.m.s.	7,23	-	333,31	-	78,23	-	389,25	-	550,04	-	503,04	-
C.V.	26,38	-	34,70	-	29,68	-	31,52	-	26,76	-	40,86	-

* Admitindo uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 10 - Concentração (%), acúmulo (mg/pl) e extração (kg/ha) de macronutrientes na folha da cunhã.

Idade das plantas	PESO DE M.S.		NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO		CÁLCIO		MAGNÉSIO		ENXOFRE	
	g/pl	kg/ha*	%	mg/pl	kg/ha*	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha
41	0,39	78,00	5,25	20,37	4,07	0,42	1,63	0,33	2,53	9,89	1,98	0,62	2,41	0,48
56	1,73	346,00	4,30	74,31	14,86	0,38	6,54	1,31	2,52	43,67	8,73	0,59	10,14	2,03
71	4,72	944,00	4,37	205,56	41,11	0,34	16,14	3,23	2,49	117,33	23,47	0,81	38,20	7,64
86	6,92	1384,00	3,69	255,04	51,01	0,32	22,13	4,43	2,30	159,25	31,85	0,85	58,46	11,73
101	6,87	1374,00	3,71	255,78	51,16	0,29	19,49	3,90	2,49	170,49	34,10	1,15	78,97	15,79
116	7,45	1490,00	3,25	244,43	48,89	0,29	21,52	4,30	2,26	168,79	33,76	1,19	88,54	17,71
131	9,10	1820,00	2,84	265,35	53,09	0,27	24,37	4,87	2,16	196,25	39,25	1,15	104,20	20,84
146	8,75	1750,00	0,65	55,95	11,19	0,28	23,18	4,64	1,80	154,13	30,83	1,13	98,50	19,70
d.m.s.	2,82	-	1,70	121,54	-	0,09	6,53	-	0,55	60,28	-	0,20	33,55	-
C.V.	21,01	-	20,72	30,18	-	11,78	16,53	-	10,12	20,21	-	9,30	23,92	-

* Admitindo-se uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 11 - Concentração (ppm), acúmulo (µg/pl) e extração (g/ha) de micronutrientes na folha da cunhã.

Idade das plantas	PESO DE M.S.			BORO			COBRE			FERRO			MANGANÉS			ZINCO		
	g/pl	kg/ha	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha	ppm	µg/pl	g/ha	ppm	µg/pl	g/ha	ppm	µg/pl	g/ha	
41	0,39	78,00	20	7,49	1,50	13	5,14	1,03	387	150,19	30,04	89	34,29	6,86	52	20,10	4,02	
56	1,73	346,00	14	24,22	4,84	11	19,08	3,82	492	852,44	170,49	77	133,35	26,67	43	74,59	14,92	
71	4,72	944,00	28	131,49	26,30	9	43,56	8,71	501	2355,52	471,30	90	424,76	84,95	47	220,76	44,15	
86	6,92	1384,00	41	280,27	56,05	8	53,30	10,66	402	2807,53	561,51	94	645,37	129,10	45	304,56	60,91	
101	6,87	1374,00	13	84,75	16,95	13	86,23	17,25	696	3546,16	709,23	134	912,07	102,41	50	336,62	67,32	
116	7,45	1490,00	45	335,90	67,18	16	111,30	22,26	982	7428,10	1485,62	142	1034,25	206,85	72	514,70	102,94	
131	9,10	1820,00	53	487,61	77,52	11	101,94	30,39	542	4968,89	993,79	122	1098,05	219,61	55	497,88	99,58	
146	8,75	1750,00	66	580,00	116,00	12	101,50	20,30	621	5384,75	1076,95	110	960,00	192,00	52	451,25	90,25	
d.m.s.	2,82	-	25	262,38	-	-	51,25	-	251	3439,74	-	48	418,24	-	-	243,88	-	
C.V.	21,01	-	30,57	46,44	-	29,09	33,50	-	18,56	42,77	-	19,70	27,27	-	27,91	34,45	-	

* Admitindo uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 12- Concentração (%), acúmulo (mg/pl) e extração (kg/ha) de macronutrientes no caule da cunhã.

Idade das plantas	PESO DE M.S.		NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO		CÁLCIO		MAGNÉSIO		ENXOFRE	
	g/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha*	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha
41	0,10	20,00	2,52	2,52	0,50	0,33	0,33	0,07	2,74	0,53	0,53	0,11	0,38	0,08
56	0,58	116,00	3,08	18,00	3,60	0,33	1,88	0,38	2,41	0,44	2,54	0,51	0,33	0,38
71	2,25	450,00	1,65	37,34	7,45	0,26	5,88	1,18	1,99	0,24	5,27	1,05	0,21	0,94
86	3,04	608,00	1,53	46,54	9,31	0,23	6,91	1,38	1,61	0,35	10,50	2,10	0,18	1,10
101	5,26	1052,00	1,34	71,40	14,28	0,20	10,59	2,12	1,53	0,52	26,88	5,38	0,18	9,35
116	4,65	930,00	1,26	58,15	11,63	0,19	8,67	1,73	1,53	0,51	24,02	4,80	0,19	8,75
131	6,05	1210,00	1,35	81,75	16,35	0,15	8,94	1,79	1,34	0,63	36,57	7,31	0,17	9,92
146	6,25	1250,00	0,27	16,88	3,38	0,17	10,50	2,10	1,53	0,67	41,08	8,22	0,17	10,58
d.m.s.	2,24	-	1,36	31,09	-	0,08	4,11	-	0,48	0,26	11,84	-	0,12	3,99
C.V.	27,43	-	35,68	31,96	-	15,13	26,19	-	11,12	23,23	27,47	-	22,02	26,72

* Admitindo-se uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 13. - Concentração (ppm), acúmulo (µg/pl) e extração (h/ha) de micronutrientes no caule da cunhã.

Idade das plantas	BORO			COBRE			FERRO			MANGANÊS			ZINCO		
	g/pl	kg/ha	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha	ppm	µg/pl	g/ha	ppm	µg/pl	g/ha	ppm
41	0,10	20,00	28	2,80	0,56	9	0,85	0,17	330	33,95	6,79	57	5,73	1,15	30
56	0,58	116,00	17	9,58	1,92	8	4,78	0,96	352	205,40	41,08	56	33,05	6,61	31
71	2,25	450,00	30	68,68	13,74	5	10,03	2,01	160	359,61	70,92	24	53,79	10,76	19
86	3,04	608,00	29	87,03	17,41	7	21,06	4,21	152	463,80	92,76	28	85,80	17,16	24
101	5,26	1052,00	9	45,28	9,06	8	38,05	7,61	338	1709,51	341,90	44	218,73	43,75	25
116	4,65	930,00	26	119,28	23,86	9	39,73	7,95	324	1368,28	273,66	49	222,55	44,51	33
131	6,05	1210,00	30	178,03	35,61	8	45,93	9,19	209	1204,80	240,96	52	298,39	59,68	29
146	6,25	1250,00	23	141,00	28,20	11	63,25	12,65	316	1974,50	394,90	47	296,00	59,20	31
d.m.s.	2,24	-	11	53,91	-	5	25,42	-	239	961,30	-	-	144,05	-	-
C.V.	27,43	-	20,44	28,28	-	26,66	38,34	-	37,43	44,94	-	42,63	40,57	-	27,83

* Admitindo uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 14 - Concentração (%), acúmulo (mg/pl) e extração (kg/ha) de macronutrientes na vagem da cunhã.

Idade das plantas	PESO DE M.S.		NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO		CÁLCIO		MAGNÉSIO		BORO	
	g/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha
86	0,35	70,00	2,96	10,15	2,03	0,32	1,08	0,22	1,55	5,27	1,05	0,22	0,71	0,14
101	1,45	290,00	2,87	41,84	8,37	0,37	5,41	1,08	1,84	26,68	5,34	0,24	3,44	0,69
116	3,71	742,00	2,43	91,52	18,30	0,33	12,70	2,54	1,68	62,25	12,45	0,24	9,12	1,82
131	5,56	1112,00	0,48	25,67	5,13	0,30	16,44	3,29	1,76	97,13	19,43	0,23	12,19	2,44
146	6,75	1350,00	0,38	25,78	5,16	0,27	17,88	3,58	1,68	112,83	22,57	0,29	19,28	3,86
d.m.s.	3,02	-	0,46	55,47	-	0,07	10,39	-	0,23	47,75	-	-	-	-
C.V.	38,75	-	11,48	65,11	-	10,30	44,43	-	6,28	35,93	-	14,59	-	-

* Admitindo-se uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 15 - Concentração (ppm), acúmulo ($\mu\text{g/pl}$) e extração (g/ha) de micronutrientes na vagem da cunhã.

Idade das plantas	PESO DE M.S.			BORO			COBRE			FERRO			MANGANÊS			ZINCO		
	g/pl	kg/ha	ppm	$\mu\text{g/pl}$	g/ha*	ppm	$\mu\text{g/pl}$	g/ha	ppm	$\mu\text{g/pl}$	g/ha	ppm	$\mu\text{g/pl}$	g/ha	ppm	$\mu\text{g/pl}$	g/ha	ppm
86	0,35	70,00	22	7,20	1,44	8	2,63	0,53	152	52,27	10,45	22	7,12	1,42	31	10,34	2,07	
101	1,45	290,00	42	59,64	11,73	9	13,55	2,71	310	448,08	89,62	26	38,41	7,68	34	50,67	10,13	
116	3,71	742,00	34	125,03	25,01	8	28,43	5,69	234	754,05	150,81	30	115,38	23,08	38	140,30	28,06	
131	5,56	1112,00	29	214,85	42,97	6	34,70	6,94	308	1681,90	336,38	25	136,58	27,32	32	171,95	34,39	
146	6,75	1350,00	26	172,50	34,50	6	42,25	8,45	290	1924,25	384,85	22	151,00	30,20	35	233,75	46,75	
d.m.s.	3,02	-	19	121,59	-	2	19,70	-	88	993,67	-	-	90,78	-	-	109,82	-	
C.V.	38,75	-	27,50	48,12	-	15,01	37,09	-	15,61	46,68	-	15,43	46,32	-	13,55	41,40	-	

* Admitindo uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 16 - Concentração (%), acúmulo (mg/pl) e extração (kg/ha) de macronutrientes na flor da cunhã.

Idade das plantas	PESO DE M.S.		NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO		CÁLCIO		MAGNÉSIO		ENXOFRE						
	g/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha*	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha					
86	0,25	50,00	3,96	9,86	1,97	0,45	1,11	0,22	2,26	5,65	1,13	1,32	0,26	0,38	0,94	0,19	0,22	0,56	0,11
101	0,45	90,00	4,12	18,54	3,71	0,44	1,96	0,39	2,07	9,30	1,86	0,57	2,55	0,51	0,44	1,98	0,40	0,25	1,11
116	0,38	76,00	3,78	14,14	2,83	0,47	1,73	0,35	2,37	8,88	1,78	0,65	2,42	0,48	0,49	1,83	0,37	0,28	1,06
131	0,32	64,00	1,28	3,95	0,79	0,50	1,58	0,32	2,37	7,55	1,51	0,51	1,59	0,32	0,51	1,61	0,32	0,28	0,91
146	0,47	94,00	0,85	4,02	0,80	0,46	2,15	0,43	2,22	12,64	2,53	0,61	2,82	0,56	0,47	2,17	0,43	0,31	1,44
d.m.s.	0,17	-	0,80	5,94	-	-	-	-	-	4,35	-	0,11	1,00	-	0,06	0,79	-	0,03	0,52
C.V.	21,30	-	13,07	26,89	-	18,78	30,45	-	18,93	22,61	-	8,66	21,42	-	6,01	21,14	-	5,95	23,33

* Admitindo-se uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

TABELA 17 - Concentração (ppm), acúmulo (µg/pl) e extração (g/ha) de micronutrientes na flor da cunhã.

Idade das plantas	PESO DE M.S.			BORO			COBRE			FERRO			MANGANÊS			ZINCO		
	g/pl	kg/ha	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha	ppm	µg/pl	g/ha	ppm	µg/pl	g/ha	ppm	µg/pl	g/ha	ppm
86	0,25	50,00	63	15,53	3,11	15	3,75	0,75	326	80,75	16,15	53	13,25	2,65	54	13,40	2,68	
101	0,45	90,00	26	11,43	2,29	15	6,83	1,37	690	310,38	62,08	74	33,10	6,62	48	21,48	4,30	
116	0,38	76,00	96	34,65	6,93	17	6,61	1,32	864	317,23	63,45	87	31,67	6,33	64	23,30	4,66	
131	0,32	64,00	112	35,13	7,03	14	4,43	0,89	673	213,50	42,70	53	16,73	3,35	58	18,19	3,64	
146	0,47	94,00	79	36,65	7,33	19	8,70	1,74	900	422,45	84,49	57	26,85	5,37	71	33,17	6,63	
d.m.s.	0,17	-	40	17,25	-	-	2,61	-	325	182,17	-	18	11,75	-	17	10,29	-	
C.V.	21,30	-	24,26	29,59	-	14,34	20,02	-	21,55	31,01	-	12,50	22,12	-	13,15	21,49	-	

* Admitindo uma estimativa de 200.000 plantas/ha.

FIGURA 2 - Acúmulo de matéria seca nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

4.2.2. Concentração e acúmulo de nutrientes

Através das Tabelas 10 a 17 tem-se os resultados estatísticos para as concentrações de macro e micronutrientes encontrados nas folhas, caules, flores e vagens. Estão também incluídos nas tabelas os respectivos valores para o acúmulo e extração dos nutrientes.

4.2.2.1. Nitrogênio

Os resultados para a concentração e acúmulo encontrados nas partes da planta em função de diferentes idades, acham-se representados no histograma contido na Figura 3 e Tabelas 10, 12, 14 e 16.

As concentrações de N em todas as partes da planta, apresentaram tendência a diminuir seus valores com o aumento da idade da planta. As flores e vagens tiveram os valores para suas concentrações diminuídos bruscamente a partir do 131º dia, enquanto que para as folhas e caules isto ocorreu a partir do 146º dia. Desta forma, há a sugestão de que, pretendendo-se utilizar a cunhã como cobertura verde, em termos de N, deve-se cortar a cultura anteriormente a esse período.

McIVOR (1979) cultivando estilosantes, em um solo Solódico, obteve também decréscimos na concentração de N em função do tempo. Entretanto, OLIVEIRA et alii (1978) trabalhando em Latossolo Vermelho Escuro, não obtiveram correla-

FIGURA 3 - Acúmulo e concentração de nitrogênio nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

ção entre as concentrações de N no caule de soja perene e si-
ratro em função da idade das plantas.

Os acúmulos do elemento foram crescentes para todas as partes da planta, havendo no entanto decréscimo nestes valores a partir do 131º dia. Isto reforça a sugestão de que para fins de cobertura vegetal, em termos de N, deve ser utilizada anteriormente a esse período.

4.2.2.2. Fósforo

Pode ser observado pela Figura 4 o histograma para as concentrações e acúmulos em função da idade da planta, para folhas, caules, flores e vagens (Tabelas 10, 12, 14 e 16).

As concentrações de fósforo diminuíram com a idade da planta, tendo no entanto apresentado uma tendência a maior estabilização a partir do 86º dia. Para os acúmulos do nutrientes ocorreu um aumento nestes valores com a idade da planta tendo também apresentado tendência a se estabilizar a partir do 86º dia.

Entretanto, as flores, não apresentaram, de uma maneira geral, alterações em seus valores para concentração e acúmulo em função da idade da planta. As flores apresentaram os maiores valores para concentração de fósforo do que aquelas encontradas nas demais partes da planta.

JOHANSEN (1976) trabalhando em condições de casa de vegetação cultivando *M. atropurpureum* em um solo Podzólico e McIVOR (1979) em um solo Solódico, cultivando algumas

FIGURA 4 - Acúmulo e concentração de fósforo nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

cultivares de estilosantes, observaram menores concentrações de fósforo em função da idade da planta.

4.2.2.3. Potássio

As concentrações e o acúmulo do nutriente nas partes da planta em função da idade estão apresentadas no histograma contido na Figura 5 e Tabelas 10, 12, 14 e 16.

Os valores para as concentrações do nutriente no caule diminuíram com a idade da planta, muito embora tenha ocorrido uma tendência de estabilização a partir do 86º dia. As demais partes da planta apresentaram pequena variação quanto aos resultados encontrados. Os valores para as concentrações de K na folha foram próximos àqueles encontrados por GALLO et alii (1974).

O acúmulo de potássio na planta toda ocorreu de maneira crescente até o 86º dia quando iniciou sua estabilização. Para as vagens ocorreu também aumentos nos valores para o acúmulo, entretanto para as demais partes, permaneceram próximos os acúmulos encontrados em função da idade para cada parte da planta.

OLIVEIRA et alii (1978) relataram ter obtido, em Latossolo Vermelho Escuro, acúmulos de 96 mg/planta para os caules, valor próximo ao obtido com *C. ternatea*.

4.2.2.4. Cálcio

Através da Figura 6 têm-se as concentrações e

FIGURA 5 - Acúmulo e concentração de potássio nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

FIGURA 6 - Acúmulo e concentração de cálcio nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

acúmulos de cálcio nas diversas partes da planta, em função dos períodos de coleta (Tabelas 10, 12, 14 e 16).

Os valores obtidos para as concentrações de cálcio nas folhas cresceram até o 86º dia, apresentando pouca variação após este período. Para as demais partes da planta severa variação ocorreu com estes valores em função da idade das plantas. Entretanto, pode ser observado pelos resultados, que apesar da pequena variação houve uma tendência ao aumento dos valores com a idade da planta em função da baixa mobilidade do elemento. Os resultados obtidos concordam com JOHANSEN (1976) trabalhando com *M. atropurpureum* utilizando um solo Podzólico, em condições de casa de vegetação.

Os acúmulos foram crescentes para todas as partes da planta exceto flores, com uma tendência a estabilização nos valores para as últimas coletas.

4.2.2.5. Magnésio

Os valores para as concentrações e acúmulos de magnésio em folhas, caules, vagens, flores e planta toda em função da idade das plantas encontram-se na Figura 7 e Tabelas 10,12,14,16).

De uma maneira geral, os valores para as concentrações de Mg para folhas e flores aumentaram com a idade da planta, porém para o caule ocorreu diminuição com a idade da planta, havendo tendência a estabilização a partir do 86º dia. Entretanto, JOHANSEN (1976) em experimento de casa de vegetação cultivando *M. atropurpureum* em um Podzólico, ob-

FIGURA 7 - Acúmulo e concentração de magnésio nas diferentes partes da cunhã em função da idade da planta.

servou que a concentração de Mg sofreu pequena alteração com a idade da planta.

O acúmulo do nutriente foi crescente para todas as partes da planta, tendendo a estabilizar-se a partir do 101º dia, sendo também a partir desta época, próximos aos valores para o acúmulo encontrados em caules e vagem.

4.2.2.6. Enxofre

Encontram-se na Figura 8 as concentrações e acúmulos de enxofre nas partes da planta em função da idade (Tabelas 10, 12, 14, 16).

Os valores para a concentração de enxofre foram próximos para todas as partes da planta.

JONES e QUAGLIATO (1970) cultivando algumas leguminosas forrageiras tropicais em um Latossolo Vermelho Escuro, em condições de casa de vegetação encontraram concentrações decrescentes para *S. gracilis* com a idade da planta. JOHANSEN (1976) trabalhando em um solo Podzólico, encontrou também para *M. atropurpureum* decréscimos nas concentrações de enxofre.

Os acúmulos do nutriente foram crescentes para todas as partes da planta.

4.2.2.7. Boro

Através da Figura 9 é possível ser observado os valores para as concentrações e acúmulos de boro em todas as partes da planta em função da idade (Tabelas 11, 13, 15 e 17).

FIGURA 8 - Acúmulo e concentração de enxofre nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

FIGURA 9 - Acúmulo e concentração de boro nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

As folhas apresentaram valores crescentes para as concentrações de boro em função da idade, o que é concorde com JOHANSEN (1976), em trabalhos com *M. atropurpureum*. Entretanto, aos 101 dias tanto para folhas como caules houve um decréscimo neste valor.

Os acúmulos de boro foram crescentes para todas as partes da planta, tendo estabilizado a partir do 116º dia para as flores.

4.2.2.8. Cobre

A Figura 10 apresenta os valores para as concentrações e acúmulos de cobre nas diversas partes da planta em função da idade (Tabelas 11, 13, 15 e 17).

As concentrações de cobre foram iguais entre si dentro de cada parte da planta, em função da idade, o que é concordante com JOHANSEN (1976) quando o autor observou pequeno efeito na concentração do nutriente em função do tempo em *M. atropurpureum* cultivado em um solo Podzólico, em condições de casa de vegetação.

Os acúmulos de cobre foram crescentes para todas as partes da planta, com uma tendência à estabilização nos valores a partir do 116º dia para as folhas.

4.2.2.9. Ferro

Através da Figura 11 tem-se as concentrações e acúmulos de ferro para todas as partes da planta em função da idade (Tabelas 11, 13, 15 e 17).

FIGURA 10 - Acúmulo e concentração de cobre nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

FIGURA 11 - Acúmulo e concentração de ferro nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

Os valores para a concentração de ferro nas diversas partes da planta foram de uma maneira geral iguais entre si dentro de cada parte, tendo ocorrido entretanto uma tendência ao crescimento destes valores com a idade da planta.

JOHANSEN (1976) trabalhando com *M. atropurpureum* em um solo Podzólico em condições de casa de vegetação também encontrou pequeno efeito da idade da planta em relação à concentração de ferro.

O acúmulo do nutriente se deu de maneira crescente em função da idade para todas as partes da planta.

4.2.2.10. Manganês

Pode-se observar pela Figura 12 os valores para as concentrações e acúmulos de manganês em função da idade para todas as partes da planta (Tabelas 11, 13, 15 e 17).

Os valores para as concentrações do nutriente encontradas na vagem das plantas são iguais entre si, para as diferentes idades da planta.

Os acúmulos foram crescentes para todas as partes da planta, com tendência à estabilização a partir do 131º dia.

4.2.2.11. Zinco

Através da Figura 13 tem-se os valores para as concentrações e acúmulos de zinco em função da idade para todas as partes da planta (Tabelas 11, 13, 15 e 17).

FIGURA 12 - Acúmulo e concentração de manganês nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

FIGURA 13 - Acúmulo e concentração de zinco nas diferentes partes da cunhã, em função da idade da planta.

Como o que ocorreu com a concentração de manganes, os valores para as concentrações de zinco foram iguais entre si nas vagens, para as diferentes idades da planta.

Os acúmulos foram também crescentes para todas as partes da planta, com um pequeno decréscimo para as folhas a partir do 131º dia.

4.2.3. Observações gerais relacionadas com a nutrição mineral da cunhã (*Clitoria ternatea* L.)

A densidade populacional utilizada para o ensaio de campo, acúmulo de nutrientes em função da idade da planta foi, teoricamente, de 200.000 plantas/ha. Entretanto, em condições de plantio com o objetivo de utilizar-se *C. ternatea* como forrageira a densidade populacional seria de 825.000 plantas/ha. Assim, com a ressalva dessas considerações e de que o crescimento individual de uma planta é reduzido em função do aumento na densidade populacional, serão feitos a seguir alguns exercícios para uma população estimada de 825.000 plantas usando como base os resultados obtidos com 200.000 plantas.

O período escolhido, em função dos resultados obtidos com o trabalho de campo, para as considerações sobre a potencialidade de *C. ternatea* como forrageira é aquele relativo à quarta coleta aos 86 dias após a semeadura. Neste período grande parte dos nutrientes foi acumulada com maiores

taxas de incremento, ocorrendo a partir daí, de uma maneira geral, tendência a estabilizar ou diminuir estes valores.

Através da Tabela 18 têm-se os valores para produção de matéria seca, concentração, acúmulo e extração de nutrientes para cunhã aos 86 dias de idade.

Tabela 18 - Produção de matéria seca, concentração, acúmulo e extração de nutrientes em *C. ternatea* aos 86 dias*.

Nutrientes	Concentração		Acúmulo (planta)	Extração
	Caules	Folhas		
Matéria seca	-	-	10,56 g	8712,00 kg/ha
N	1,53%	3,69%	321,65 mg	265,36 kg/ha
P	0,23%	0,32%	31,23 mg	25,76 kg/ha
K	1,61%	2,30%	218,96 mg	180,64 kg/ha
Ca	0,35%	0,85%	70,99 mg	58,57 kg/ha
Mg	0,18%	0,43%	38,65 mg	30,40 kg/ha
S	0,16%	0,15%	16,39 mg	13,52 kg/ha
B	29 ppm	41 ppm	390,03 µg	321,77 g/ha
Cu	7 ppm	8 ppm	80,74 µg	66,61 g/ha
Fe	152 ppm	402 ppm	3404,35 µg	2808,59 g/ha
Mn	28 ppm	94 ppm	751,67 µg	620,13 g/ha
Zn	24 ppm	45 ppm	402,98 µg	332,46 g/ha

* população estimada em 825.000 plantas/ha.

De acordo com NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (1976) e NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (1978), as exigências quanto às concentrações de nutrientes na forragem para manutenção de gado de corte e gado de leite são aquelas apresentadas pela Tabela 19. Assim, é possível se observar que para manutenção de gado de corte a cunhã apresenta bom potencial, e para manutenção de gado de leite seriam necessárias pequenas suplementações de P, S, Cu e Zn. Através da produção teórica de matéria seca apresentada na Tabela 18 e considerando uma média de quatro cortes por ano, seria possível manter 16 animais/ha/ano, lotação animal muito acima da média do Estado de São Paulo (0,5 animal/ha/ano).

Tabela 19 - Concentração de nutrientes na forragem para manutenção de gado de corte (300 kg) e gado de leite (450 kg).

Nutrientes	Gado de corte	Gado de leite
N (PB %)	9,00	10,00
P (%)	0,18	0,34
K (%)	0,70	0,80
Ca (%)	0,18	0,48
Mg (%)	0,04	0,20
S (%)	0,10	0,20
Cu (ppm)	4	10
Fe (ppm)	10	50
Mn (ppm)	1-10	40
Zn (ppm)	20-30	40

FONTE: N.A.S.(1976, 1978).

A cunhã por apresentar bons indícios para sua potencialidade como forrageira, e o fato de também ser tolerante a seca, abre perspectivas para maiores estudos com esta leguminosa em condições do nordeste brasileiro para seu aproveitamento na bovinocultura e caprinocultura principalmente, podendo também ser considerado que entre as leguminosas que estão sendo estudadas na Universidade Federal do Ceará tem-se destacado *C. ternatea*.

MONTEIRO (1977) em trabalho de revisão bibliográfica, encontrou que *C. pubescens* apresentava maiores equivalentes em kg N/ha em comparação com os respectivos valores para outras leguminosas (Tabela 20). Os valores obtidos para cunhã, 265,36 kg N/ha, foram próximos aos de *C. pubescens*, sugerindo assim o potencial de *C. ternatea* inclusive para cobertura vegetal.

Tabela 20 - Equivalência em kg N/ha para a extração de N por algumas leguminosas

Espécie	Equivalente em kg N/ha	Autores
<i>G. wightii</i>	73	SONGS (1942)
<i>S. guyanensis</i>	84	HAGGAR (1971)
<i>L. brianesii</i>	62	CLATWORTHY (1970)
<i>T. semipilosum</i>	80	CLATWORTHY (1970)
<i>C. pubescens</i>	280	MOORE (1962)

FONTE: MONTEIRO (1977).

Com o objetivo de se analisar o provável potencial de *C. ternatea* em relação à gramíneas e leguminosas forrageiras, tem-se através da Tabela 21 os valores para as concentrações de macro e micronutrientes encontrados nestas plantas, incluindo *C. ternatea*, em ensaio exploratório feito por GALLO et alii (1974), assim como os valores para as concentrações de macro e micronutrientes em condições de campo para a cunhã.

Tabela 21 - Valores médios para as concentrações de macro e micronutrientes em forrageiras do Estado de São Paulo.

Nutrientes	Gramíneas*	Leguminosas*	<i>C. ternatea</i> *	<i>C. ternatea</i> (campo)
N (%)	1,70	3,21	4,36	3,69
P (%)	0,21	0,27	0,40	0,32
K (%)	2,10	2,07	2,30	2,30
Ca (%)	0,46	1,26	0,51	0,85
Mg (%)	0,27	0,42	0,48	0,43
S (%)	0,10	0,17	0,32	0,15
B (ppm)	17	44	33	41
Cu (ppm)	7	9	12	8
Fe (ppm)	154	288	208	402
Mn (ppm)	142	157	109	94
Zn (ppm)	26	30	39	45

* FONTE: GALLO et alii (1974).

5. CONCLUSÕES

Ensaio de casa de vegetação

- A sintomatologia de deficiência para macronutrientes e boro em cunhã (*C. ternatea*) é idêntica a observada para a maioria das leguminosas forrageiras tropicais.

- As concentrações de nutrientes na matéria seca para plantas não deficientes e deficientes são:

Nutrientes	Plantas	
	Não deficientes	Deficientes
N (%)	3,51	1,59
P (%)	0,96	0,18
K (%)	3,42	1,58
Ca (%)	1,62	0,50
Mg (%)	0,89	0,38
S (%)	0,13	0,08
B (ppm)	73	16

Ensaio de campo

- *C. ternatea* apresentou um acúmulo de matéria seca na parte aérea segundo um modelo de crescimento determinado ($y = 0,1875 + 0,2196x$) para o período estudado;

- Aos 86 dias após a germinação, a concentração para macro e micronutrientes na folha, é: 3,69% N, 0,32% P; 2,30% K; 0,85% Ca; 0,43% Mg; 0,15% S, 41 ppm B; 8 ppm Cu; 402 ppm Fe; 94 ppm Mn; 45 ppm Zn;

- Aos 86 dias após a germinação o acúmulo de macro e micronutrientes por planta, é: 321,65 mg N; 31,23 mg P; 218,96 mg K; 70,99 mg Ca; 38,65 mg Mg; 16,39 mg S, 390,03 µg B; 80,74 µg Cu; 3404 µg Fe; 751,67 µg Mn; 402,98 µg Zn.

6. LITERATURA CITADA

- ALENCAR, J.A. de e A. GUSS, 1985. Efeito do intervalo de corte sobre a produção de matéria seca (M.S.) e proteína bruta (P.B.) em cunhã (*Clitoria ternatea* L.). Pesquisa em Anadamento - EMCAPA. Cariacica, 26: 1-3.
- ANDREW, C.S. e M.F. ROBINS, 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical: pasture legumes. I. Growth and critical percentage of phosphorus. Australian Journal of Agricultural Research. Melbourne, 20: 665-74.
- ANDREW, C.S.; A.D. JOHNSON e R.L. SANDLAND, 1973. Effect of aluminium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. Australian Journal of Agricultural Research. Melbourne, 24: 325-39.
- BAILEY, L.H., 1949. Manual of cultivated plants: most commonly grown in the Continental United States and Canada. New York, Macmillan, 1116p.

- CARVALHO, M.M. de; G.E. de FRANÇA; A.F.C. BAHIA FILHO e O.L. MOZZER, 1971. Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um Latossolo Vermelho Escuro, fase mata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agrônômica. Brasília, 6: 285-90.
- CARVALHO, M.M. de; F.T.T. de OLIVEIRA; O.F. SARAIVA e C.E. MARTINS, 1985. Fatores nutricionais limitantes ao crescimento de forrageiras tropicais em dois solos da zona da mata, MG. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 20(5):519-28.
- CATANI, R.A. e JACINTO, A.O., 1974. Avaliação da fertilidade do solo; métodos de análises. Piracicaba, ESALQ/USP. 61p.
- CROWDER, L.V., 1979. *Clitoria ternatea* (L.) due as a forage and cover crop a review. Agricultural Journal. Nigeria, 11(1): 61-5.
- FALADE, J.A., 1973. Effect of phosphorus on the growth and mineral composition of four tropical forage legumes. Journal Science of Food and Agriculture. London, 24: 795-802.
- FRANÇA, G.E. de e M.M. de CARVALHO, 1970. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 5: 147-153.
- 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. Boletim da Indústria Animal. Nova Odessa, 31(1): 115-37.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1958. Enciclopédia dos municípios brasileiros, v.20.

JOHANSEN, C., 1976. Concentrations of nutrient elements in parts of siratro as affected by phosphorus supply and plant age. Communications in Soil Science and Plant Analysis. New York, 7(6): 527-45.

JONES, M.B. e J.L. QUAGLIATO, 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais e da alfafa a vários níveis de enxofre. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 5: 359-63.

JONES, M.B.; J. QUAGLIATO e L.M.M. de FREITAS, 1970. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais a aplicações de nutrientes minerais, em três solos de campo cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 5: 209-14.

LIMA, S.A.A. de e B.H. de MATTOS, 1982. Nutrição mineral em cinco estilosantes cultivados em um solo do cerrado paulista. II. Teores de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, cobre, ferro, zinco e manganês. Boletim da Indústria Animal. Nova Odessa, 39(2): 93-105.

McIVOR, J.G., 1979. Seasonal changes in nitrogen and phosphorus concentration on "in vitro" digestibility of *Stylosanthes* species and *Centrosema pubescens*. Tropical Grasslands. Brisbane, 13(2): 92-7.

MATTOS, H.B. de, 1975. Efeitos da aplicação de calcário e micronutrientes sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química de *Phaseolus atropurpureus* cv. Siratro. Boletim da Indústria Animal. Nova Odessa, 32(1): 137-80.

- MIRANDA, M.T. de, 1979. Contribuição ao estudo da nutrição mineral e da adubação do siratro (*Macroptilium atropurpureum* D.C. cv. Siratro), Galactia (*Galactia striata* (Jacq.) Urb) e soja perene comum (*Glycine wightii* Wild.) em dois solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 132p. (Dissertação de Mestrado).
- MONTEIRO, F.A., 1977. Nutrição mineral da Centrosema, *Centrosema pubescens* Benth. Zootecnia. Nova Odessa, 15(1): 37-56.
- MONTEIRO, F.A.; J.C. WERNER; A.L. FANCELLI e M.A. DOS SANTOS, 1983. Efeitos da aplicação de quatro macronutrientes em centrosema cultivada em solos de Andradina e São José do Rio Preto. Zootecnia. Nova Odessa, 21(3): 227-49.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, 56p. (Nutrient requirements of domestic animal, 4).
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, 54p. (Nutrient requirements of domestic animal, 3).
- OLIVEIRA, G.D. de; H.P. HAAG; J.R. SARRUGE e M.L.V. BOOSE, 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 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 35: 341-416.

- PAULINO, V.T., 1982. O boro na nutrição de leguminosas forrageiras. Zootecnia. Nova Odessa, 20(4): 261-69.
- RANZANI, G.; FREIRE, O. e KINJO, T., 1956. Carta de Solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos, 85p.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 1: 231-33.
- SARRUGE, J.R. e HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP. 56p.
- SETZER, J., 1946. Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo. São Paulo, Escolas Profissionais Salesianos, 239p.
- SOUTO, S.M. e A.A. FRANCO, 1972. Sintomatologia de deficiência de macronutrientes em *Centrosema pubescens* e *Phaseolus atropurpureus*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Série Zootecnia. Brasília, 7: 23-7.
- STANDLEY, J., 1981. Technical note - Critical phosphorus and potassium concentration for *Stylosanthes guianensis* cv. Schofield in North Queensland. Tropical Grasslands. Brisbane, 15(1).
- WERNER, J.C. e H.B. de MATTOS, 1972. Estudos de nutrição da centrosema, *Centrosema pubescens* Benth. Boletim da Indústria Animal. Nova Odessa, 29(2): 357-91.
- WERNER, J.C. e H.B. de MATTOS, 1975. Ensaio de fertilização com quatro micronutrientes em *Centrosema pubescens* Benth. Boletim da Indústria Animal. Nova Odessa, 32(1): 123-35.