

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

RESPOSTAS A DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO, DE FÓSFORO E DE
APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA FOLIAR EM QUATRO LEGUMINOSAS
FORRAGEIRAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS DE CLIMA TROPICAL
(*Leucaena leucocephala* (Lam.) Witt., *Leucaena pallida*, *Sesbania sesban* (L.) Merr., e
Codariocalyx gyroides (L.F. de Hassk)

Parecer

por

Yamilia Barrios Tolon

Orientador : Prof. Dr. Paulo Bardauil Alcântara.

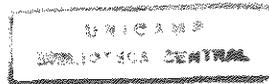
Este exemplar corresponde a
redação final da dissertação de
Mestrado defendida por Yamilia
Barrios Tolon, e aprovada pela
Comissão Julgadora em 04 de
fevereiro de 1997. Campinas, 20
de janeiro de 1998.


Presidente da Banca

Dissertação apresentada à FEAGRI / UNICAMP, como cumprimento parcial dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de
concentração em Planejamento da Produção Agropecuária.

Campinas, SP

Brasil, 1997



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	TJUNICAMP
	32-11R
V.º	34148
PROG.	395/98
	<input checked="" type="checkbox"/>
PERC.	R\$ 11,00
DATA	05/06/98
N.º CPU	

CM-00112706-1
BIB 128969

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

B277r Barrios Tolon, Yamilia
Respostas a diferentes doses de calcário, de fósforo e de aplicação de molibdênio via foliar em quatro leguminosas forrageiras arbóreas e arbustivas de clima tropical (*Leucaena leucocephala*, *Leucaena pallida*, *Sesbania sesban* e *Codariocalyx gyroides*) / Yamilia Barrios Tolon.--Campinas, SP: [s.n.], 1996.

Orientador: Paulo Bardauil Alcântara.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Leguminosa. 2. Calcário. 3. Plantas - Efeito do fósforo. 4. Molibdênio. I. Alcântara, Paulo Bardauil. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Regressão polinomial de níveis de calagem sobre PSPA (1° corte)	46
Gráfico 2: Regressão linear para os níveis de calagem sobre PVPA (2 ° corte)	49
Gráfico 3: Regressão polinomial de níveis de calagem sobre PSPA	52

GLOSSÁRIO

L .L= *Leucaena leucocephala*

S. S= *Sesbania sesban*

L . P= *Leucaena pallida*

C. D= *Codariocalyx gyroides*

Ca= Cálcio

CaO= óxido de cálcio

CO₂ = Dióxido de carbono

CPA=Cumprimento da parte aérea

CR= Comprimento da raíz

H₂ O = Agua

K= Potássio

M . A= Minsterio de agricultura

Mg O= Óxido de magnésio.

M . M= Matéria mineral.

M . O= Matéria orgánica.

M₀= Molibdênio.

M.S= Matéria seca.

P₂ O₅= Fósforo.

P. B= Proteína bruta.

PRNT= Poder de neutralização.

PSC= Peso seco de cotilédones.

PSNod= Peso seco de nódulos.

PSPA= Peso seco da parte aérea.

PSR= Peso seco da raíz.

PVR= Peso verde da raíz.

R. A. S= Regras de análise de sementes.

1. INTRODUÇÃO

O constante aumento da população mundial torna necessário a obtenção de maiores quantidades de alimentos, para satisfazer suas crescentes necessidades. As proteínas vegetais contribuem significativamente para atender às exigências protéicas do homem adulto cujas necessidades diárias são de 0,8g/kg de peso por dia (CROCOMO, 1977).

Nas regiões tropicais existem ótimas condições para a obtenção de aumentos substanciais na produção de proteínas de origem animal, que pode ser alcançada pela manipulação dos sistemas vegetais naturais que inclusive estabelecem boa fixação biológica de nitrogênio. Com a crescente ênfase em sistemas agrícolas autosustentáveis com baixa utilização de insumos, tem-se aumentado a importância do uso das leguminosas em pastagens. Sendo o nitrogênio, um elemento fundamental na constituição das proteínas de origem animal, grandes quantidades deste elemento são exigidos por todos os organismos vivos.

Como é sabido, os pastos constituem a fonte alimentícia de menor custo para os bovinos. Nas condições tropicais, a produção de pastagem apresenta algumas limitações como o baixo fornecimento de energia e de proteína para os animais. Essas limitações são

acentuadas na estação seca do ano, quando ocorre senescência, decréscimo da qualidade e quantidade da forrageira, refletindo-se no teor de nutrientes, palatabilidade, digestibilidade e valor nutritivo.

Segundo FEBLES et al (1993) nos países tropicais em vias de desenvolvimento ou mesmo naqueles que se consideram desenvolvidos, a alimentação de ruminantes produtores de leite e carne é sustentada com a utilização de pastagens naturais.

Devido às dificuldades econômicas que enfrentam muitos países em desenvolvimento para importar fertilizantes minerais, o uso do nitrogênio fixado por leguminosas deverá tornar-se cada vez mais importante para satisfazer a demanda de alimentos de forrageiras (FAO, 1985). Neste sentido as leguminosas constituem uma opção que pode vir a solucionar, com eficiência, este problema. O cultivo de pastos exclusivos de leguminosas herbáceas, a baixa produção de matéria seca por área e a formação e manutenção de pastagens mistas de gramíneas de alta produção e essas leguminosas conduz, freqüentemente, ao insucesso após o segundo ano, face à dificuldade de manter a espécie menos produtiva presente na composição botânica da pastagem.

Uma possível solução para esta situação, nos países tropicais, seria a utilização das leguminosas arbóreas / arbustivas, que apresentam as seguintes vantagens, citadas por AZEVEDO (1959):

- menor custo para a formação e conservação da pastagem;
- alimentação de maior número de animais por unidade de área;

- fornecimento de forragem verde durante todo o ano;
- não correm risco de serem totalmente destruídas pelos animais;
- contribuem para o enriquecimento do solo pela queda natural das folhas;
- conservam-se verdes e em franca produção, mesmo nas secas mais severas;
- proporcionam sombra aos animais;
- fornecem lenha para o consumo da propriedade;
- fornecem ótima forragem em solos muito pobres.

Segundo REES (1973), o aumento da disponibilidade de proteína bruta para ruminantes, sobretudo em sistemas de "ramoneio", pode ser obtido pela introdução de forrageiras lenhosas que reconhecidamente têm conteúdo de proteína mais elevado.

O presente trabalho visou cumprir os seguintes objetivos:

- 1- Determinar a distribuição fracionada de energia das sementes das espécies *Leucaena leucocephala*, *Sesbania sesban*, *Leucaena pallida* e *Codariocalyx gyroides* para a produção da parte aérea e raízes, visando identificar os seus potenciais para sobrevivência em condições adversas.
- 2- Identificar germoplasmas mais adaptados a solos ácidos, pobres em fósforo e em molibdênio com vistas a sua utilização em pastagens mistas com uso mínimo de insumos.
- 3- Estudar o efeito do molibdênio nas espécies estudadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Leguminosas forrageiras

A disponibilidade de forragem ao longo de todo o ano é fundamental para a uniformidade sazonal da produção animal. Como as gramíneas forrageiras apresentam estacionalidade de produção, com 80-90% do total produzido concentrado na época chuvosa e quente, existe, por conseguinte, um período de abundância de alimentos e outro de escassez PEDREIRA (1981). Para minimizar este problema, podemos utilizar leguminosas forrageiras, que acarretam aumentos no valor protéico e na capacidade de suporte das áreas de pastejo (PRIMAVESI et al, 1993).

As leguminosas encontram-se entre as culturas mais importantes do mundo pois proporcionam alimentos nutritivos para o homem e os animais; além de serem ricas em proteínas, são também ricas em minerais e vitaminas essenciais (SISTACHS & LOPEZ, 1992).

Essas plantas podem obter a maior parte do nitrogênio de que necessitam, do ar, trabalhando em simbiose com algumas bactérias (*Rhizobium e Bradirhizobium*) que infectam os pelos radiculares, formando nódulos que se desenvolvem e se convertem em pequenas "fábricas" nas raízes. A planta hospedeira provê um lugar e energia para a bactéria

fixar ou obter o nitrogênio do ar, por sua vez, recebe o nitrogênio fixado pelo nódulo e produz o alimento protéico. Havendo a incorporação de restos culturais, no solo, o nitrogênio é passado para as culturas seguintes (FAO, 1985). A fixação biológica do nitrogênio, confere economicidade ao sistema produtivo da pastagem que se beneficia com a incorporação desse nutriente a custo quase zero, pois sabe-se que esse elemento via fertilizante químico é o insumo mais oneroso na transformação da proteína do pasto em carne, leite e peles (ROCHA, 1991).

Segundo LITTLE (1983), para os ruminantes pastadores das áreas tropicais a carência de nitrogênio constitui-se no principal fator limitante ao seu desempenho. A adição da leguminosa adaptada a cada condição constitui o método mais prático, a longo termo, para superar a deficiência de proteínas.

Celedônio Rodrigues citado por PIMENTEL GOMES (1975) relata que a escassez de forragens em determinadas épocas do ano leva a pensar na importância que poderiam ter, na alimentação do gado, as ramas das árvores. Assim, uma opção para a solução desses problemas presentes nos países tropicais, constitui-se na utilização de pastagens arbóreas e das espécies arbustivas.

PIMENTEL GOMES (1975), cita que a prática da utilização dos pastos arbóreos é muito antiga, mencionando Moderato Columela, o mais célebre agrônomo romano, que já aconselhava o uso dessas plantas. O mesmo autor também refere-se às

A mis queridos hijos Darielito y Adolfo por el sacrificio.

A mi madre Nancy por creer en mi y por la ayuda.

A mi padre Enrique, hermanas Nancy, Marina y Arlene.

A mi abuela Juana por las enseñanzas.

A Adolfo mi esposo.

A mis queridos padrinos Gaspar y Olga.

Agradeço às pessoas que colaboraram na realização do trabalho:

ao Prof. Dr. Paulo Bardauil Alcântara, por sua orientação e apoio;

à Dr^a. Valquiria de Bem Gomes Alcântara, pela sua amizade demonstrada durante todo o convívio;

à Ivaní Potza Otsuk, pela valiosa colaboração na realização das análises estatísticas;

à Prof.Dr^a: Irenilza de Alencar Nããs, pela ajuda oportuna;

ao Prof.Dr. Newton Roberto Boni, pelas recomendações para a interpretação das análises de solos;

aos técnicos do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, que ofereceram ajuda e facilidades na fase experimental do projeto;

à Ana Paula Montagner, grande amiga desde os tempos difíceis do início até os não menos fáceis da conclusão do trabalho;

a CAPES, pelo apoio financeiro.

Um agradecimento muito especial a meus amigos que, cada um a seu modo, colaboraram para a conclusão com êxito deste trabalho, Paulo, Paola, Williams, Rafael, Cecilia, Marcelo, Maria Eugenia e Electo, Lady Bilula, Jaqueline, Sara enfim a todos meus companheiros que nestes anos deram-me amizade e alegria, fundamentais para a superação das dificuldades.

Muito obrigada.

RESUMO

Foram realizados dois ensaios com quatro espécies de leguminosas arbóreas / arbustivas: *Leucaena leucocephala*, *Sesbania sesban*, *Leucaena pallida*, *Codariocalyx gyroides*. O objetivo no primeiro ensaio foi determinar a estratégia de distribuição fracionada de energia das sementes para a produção da parte aérea e raízes, utilizando-se um germinador com controle de umidade, temperatura e luz. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. O segundo ensaio foi feito em casa-de-vegetação, fazendo uso de vasos com 5 kg de terra. Foram utilizados duas doses de fósforo, 3 de calcário e 2 de molibdênio, em blocos ao acaso, em esquema fatorial com 4 repetições. Seu objetivo foi selecionar germoplasmas mais adaptados a solos ácidos e pobres em fósforo e adicionalmente avaliar a nodulação das diferentes espécies sob tais condições. Os resultados obtidos na primeira fase do ensaio revelaram que a leguminosa que alocou maior quantidade de energia das sementes para a produção do sistema radicular, foi o *Codariocalyx gyroides*. Já para o segundo ensaio, os germoplasmas mais adaptados a solos ácidos e pobres em fósforo foram *Codariocalyx gyroides* (2º corte), e *Sesbania sesban* (1º corte), sendo que esta foi também a espécie de melhor nodulação. Por outro lado, as plantas de maior conteúdo de proteína foram a *Leucaena leucocephala* e a *Leucaena pallida*.

ABSTRACT

Two experiments were carried out with four different fodder tree legumes *Leucaena leucocephala*, *Leucaena pallida*, *Sesbania sesban* and *Codariocalyx gyroides*. The main objective of the first experiment was to determinate the energy fragment distribution from the seed, to produce shoot and root system using seed laboratory facilities. The second experiment was carried out in a greenhouse using 5 kg soil containers two levels of phosphorus, three levels of lime, as well as two levels of molybdenium, in a factorial scheme arranged in a complete randomized blocks design with four replications. The objective was to select the most adequate germoplasms adapted to acids soils and to poor phosphorus content. The results obtained in the first experiment indicated that *Codariocalyx gyroides* has allocated more energy to produce root system. In the second experiment the species that showed better adaptation to the acid soils and poor in phosphorus, were *Codaricalyx gyroides* (2nd harvest), and *Sesbania sesban* (1st harvest), being at one best species nodulation. On the other hand, the plants with the highest protein content were *Leucaena leucocephala* and *Leucaena pallida*.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
SUMÁRIO	vi
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	xi
GLOSSÁRIO	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Leguminosas forrageiras	4
2.2. Formas de utilização das leguminosas arbóreas e arbustivas.	6
2.2.1. Sombreamento de pastagens	6
2.2.2. Conservação de solos.	6
2.2.3. Bancos de proteína.	6
2.2.4. Cercas vivas.	7
2.3. Generalidade das espécies em estudo.	7
2.3.1. <i>Leucaena leucocephala</i>.	7
2.3.2. <i>Sesbania sesban</i>.	8
2.3.3. <i>Leucaena pallida</i>.	9
2.3.4. <i>Codariocalyx gyroides</i>.	10
2.4. Exigências nutricionais das leguminosas.	10
2.4.1. Nitrogênio.	10
2.4.2. Fósforo.	12
2.4.3. Potássio.	15
2.4.4. Cálcio e magnésio.	18

2.5. Micronutrientes em leguminosas.	21
2.5.1. Fatores que afetam a disponibilidade de micronutrientes.	22
2.5.2. Molibdênio.	22
2.6. Nodulação.	23
2.6.1. Tipos e distribuição de nódulos.	24
2.6.2. Cor de nódulos.	24
2.7. Fixação de nitrogênio.	25
2.8. Distribuição de energia.	26
2.9. Métodos de determinação de energia.	28
3. MATERIAL E MÉTODOS.	30
3.1. Material.	30
3.2. Local experimental.	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	42
4.1. Germinação (Fase I).	42
4.2. Crescimento em casa-de-vegetação (Fase II).	44
4.3. Avaliação da nodulação.	53
5. CONCLUSÕES	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	59
7. APÊNDICE.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição bromatológica da folha fresca e seca de <i>Sesbania spp.</i> Segundo diversos autores.	9
Tabela 2: Quantidade de nitrogênio fixado por algumas leguminosas.	26
Tabela 3: Identificação e hábito de crescimento das espécies estudadas.	30
Tabela 4: Tratamentos recebidos pelas espécies em estudo para realização dos testes de germinação segundo as R.A.S. (M.A.A.R.A., 1992)	31
Tabela 5: Resultados da segunda amostra de solo utilizada no experimento.	33
Tabela 6: Valores de fertilidade para flores de acordo com resultados das análises de solo. (TRANI & DRUGOVICH, 1989)	37
Tabela 7: Altura do corte das diferentes plantas.	40
Tabela 8: Parâmetros determinados para as espécies em estudo.	42
Tabela 9: Resultados da análise estatística para comprimento da parte aérea (CPA), peso verde da parte aérea (PVPA), comprimento da raiz (CR), peso verde da raiz (PVR), peso verde de cotilédones (PVC), peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco da raiz (PSR) e peso seco de cotilédones (PSC).	43
Tabela 10: Valores médios de PVPA e PSPA, para as leguminosas estudadas (1º corte)	45
Tabela 11: Valores médios PVPA, PVR e PSR para as leguminosas estudadas (2º corte) médias de 3 repetições	47
Tabela 12: Resposta do PSPA e PSNod, das espécies estudadas aplicação de fósforo, molibdênio e a elevação do nível de saturação de bases, 2º corte. (médias de 3 repetições)	50
Tabela 13: Valores médios de peso seco da parte aérea das quatro leguminosas e doses de calcário estudados (2º corte) (médias de 3 repetições)	52
Tabela 14: Valores médios de PSNod das 4 leguminosas e sua resposta as doses de calcário estudados (2º corte) médias de 3 repetições)	53

Tabela 15: Análise variância para teor de proteína das leguminosas estudadas (1º corte)	56
Tabela 16: Teste Tukey para médias de leguminosas (1º corte)	56
Tabela 17: Teste Tukey para médias de fósforo (1º corte)	56
Tabela 18: Análise de variância do teor de proteína das leguminosas estudadas (2º corte)	57
Tabela 19: Teste Tukey para médias de leguminosas (2º corte)	57
Tabela 20: Teste Tukey para médias de fósforo (2º corte)	57

características que deveriam ter os pastos arbóreos: boa palatabilidade, bom valor nutritivo, resistência a longa estiagem, manutenção das folhas no verão, grande massa de folhagens e desenvolvimento rápido.

AZEVEDO (1959) é de opinião que o pasto arbóreo é o meio mais lógico de se fomentar uma pecuária em bom estado nas zonas de baixa precipitação pluviométrica onde as gramíneas e leguminosas herbáceas não podem garantir alimento em abundância no período de estiagem.

2.2. Formas de utilização das leguminosas arbóreas e arbustivas:

2.2.1- Sombreamento de pastagens: desta forma as árvores complementam a alimentação dos animais e contrabalançam as situações climatológicas adversas, tais como grandes variações de temperatura, ventos excessivos etc (ENCARNAÇÃO & KOLLER, 1985).

2.2.2- Conservação de solos: o impacto das chuvas torrenciais sobre o solo é amenizado pela copa das árvores, diminuindo o escoamento superficial e aumentando a infiltração, provendo o ambiente de mais umidade (BAGGIO & HEUVELDOP, 1982).

2.2.3- Bancos de proteína: São constituídos por plantios densos, com espécies de reconhecido valor forrageiro, alta produção de biomassa e de proteína, além de outros subprodutos utilizáveis na propriedade. Segundo MARTINEZ (1989), as espécies utilizadas

devem ser boas fixadoras de nitrogênio e permitirem o cultivo intercalar de outras forrageiras como as gramíneas.

2.2.4- Cercas vivas: apresentam vantagens em relação as cercas convencionais, tais como custos de implantação mais baixos, longa duração, benefícios ecológicos e produção econômica (BUDOWSKI, 1981).

2.3. Generalidades das espécies em estudo:

2.3.1 *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.: é uma árvore de 3 a 4 metros de altura, oriunda da América Central e das Ilhas do Pacífico. Seu sistema radicular é muito profundo e propicia tanto reciclagem dos nutrientes do subsolo como também absorção da água das camadas mais profundas, fazendo com que a planta cresça e produza massa verde durante todo o ano. Apresenta nodulação média, caule lenhoso com abundantes ramificações e requer cortes altos e podas constantes para manter sua produção de folhas (KLUTHCOUSKI, 1982).

As flores da leucena são pequenas, de cor branca, com cinco pétalas iguais (actinomorfas) soldadas entre si. O fruto é uma vagem longa com estrangulamento entre as sementes, apresentando, geralmente de sete a doze sementes por vagem.

ROJAS et al. (1991) comentam que a leucena é uma fonte promissora de proteínas tendo apresentado até 1,15 toneladas de proteína bruta por hectare, com rendimentos de forragens entre 7,2 e 19,2 toneladas de matéria seca por hectare ao ano.

Outras vantagens da *L. Leucocephala*(Lam.) de wit., tais como desenvolvimento em solos pobres e ácidos, rápida dispersão, ciclo longo, alto valor alimentício e boa palatabilidade fazem com que esta seja uma das leguminosas mais indicadas para os solos pobres e/ou sujeitos à deficiência hídrica.

Faz-se necessário destacar que a *L. leucocephala*, em sua composição química, apresenta como desvantagem o alto conteúdo de mimosina, que se encontra em suas folhas e sementes em proporções de 3 a 5 %, isto faz com que os animais se intoxiquem quando a leguminosa representa mais de 50% da sua dieta. Por este motivo o uso da leucena deve fazer-se de forma restrita (TERGAS et al, 1989).

2.3.2. *Sesbania sesban* (L.) Merr.: No mundo existem 70 espécies no gênero desses arbustos anuais ou perenes, árvores altas ou médias, de rápido cultivo e produção, e ciclo curto. As plantas são perenifolias, com flores atrativas, de cor amarela ou vermelha. Essas plantas podem crescer tanto silvestres como cultivadas. Na família Leguminosae ela é uma espécie com muitos atributos e múltiplos propósitos. Há pouco tempo a *Sesbania* era exclusivamente utilizada no Sul e Sudoeste da Ásia.

Na Índia esta leguminosa tem uma longa história de uso na agricultura, principalmente como adubo verde e como forragem para alimentação bovina. Possui folhagem rica em nutrientes e especialmente em proteínas e vitamina A (WHYTE et al, 1953). HOLMES (1980) destaca seu uso no Norte da Tailândia como excelente suplemento para os bovinos, predominando seu fornecimento sob a forma de feno. Para *S. sesban* o manejo exerce uma grande influência na produtividade, sendo muito suscetível a cortes repetidos a alturas menores que 1,0 - 1,5 metros. As sementes têm demonstrado ter boa germinação em solos salinos da Índia (ANONYMO, 1924). DUTT & PATLHANIA (1983) citam que a vantagem da *Sesbania sesban* é a maior produção de forragem que outras arbustivas em menor tempo. GORE (1976) comenta que os galhos novos da *Sesbania* são consumidos por vacas e cabras.

Tabela 1: Composição bromatológica da folha fresca e seca de *Sesbania spp.* segundo diversos autores:

parte da planta	PB	FB	MM	P	Ca	Fonte
folha(3)	19.0	32.9	7.4	0.09	1.42	SINGH & REKID, 1980
folha(3)	26,0	14.4	7.6	0.27	1.11	GOLH, 1981
folha(3)	25.3	-----	8.4	-----	-----	AKKASAENG & GUTTERIDGE, 1989
folha (1)	21.3	15.3	8.0	0.25	-----	ROBERTSON, 1988
folha(2)	26.4	16.3	7.7	0.24	-----	ROBERTSON, 1988

Onde:

P= fósforo

PB= proteína bruta

FB= fibra bruta

(1)folha fresca

MM= matéria mineral

(2)folha seca

Ca= cálcio

(3)Não foi citado o tipo de material utilizado pelos autores.

2.3.3. *Leucaena pallida*: Escolhida para este trabalho por seu elevado conteúdo de proteína, a mesma foi reconhecida muito recentemente e é provavelmente um híbrido entre *Leucaena diversifolia* e *Leucaena esculenta*. Tem leve tolerância ao frio e resistência relativa ao

ataque produzido por um afídeo (*Heteropsilla cubana*) que ocasiona grandes perdas na produção de forragem desta espécie.

Produz bem sob sistema de cortes, mas seu valor real como forrageira é ainda desconhecido. É uma espécie de polinização cruzada e, assim, as áreas para a produção de sementes têm que ser razoavelmente grandes para garantir o isolamento da cultura (mais de 30 plantas) (BRAY, 1991)

2.3.4. *Codariocalyx gyroides* (L. F.) Hassk.: é um arbusto nativo do sul e sudeste da Ásia (Malásia e Filipinas) onde é muito usada para sombreamento de culturas de cacau e café já que atinge até 4m de altura. Seu crescimento por sementes é rápido e vigoroso mesmo em solos muito pobres, ácidos ou alcalinos. Sua aparência sugere uma boa tolerância à seca (folhas carnosas e sistema radicular muito desenvolvido). Tem resistido a até 3 meses sem água nas regiões australianas, por outro lado tolera o alagamento estacional em solos de baixa drenagem. Até o momento não se tem notícias de toxidez da espécie, sendo que apresenta grande potencial para solos fracos e úmidos (ALCÂNTARA, 1993).

2.4. Exigências nutricionais das leguminosas

2.4.1. Nitrogênio

O nitrogênio é o elemento mais limitante para a produção de alimentos e um dos mais caros como fertilizante. A habilidade das leguminosas para trabalhar

simbioticamente com *Rhizobia* para produzir proteínas vem constantemente incrementando sua importância na agricultura mundial.

O nitrogênio é o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura vegetal. As leguminosas têm a propriedade de fixar o nitrogênio diretamente do ar, desde que haja uma simbiose eficiente com as bactérias do gênero *Rhizobium* / *Bradyrhizobium* presentes nos nódulos das suas raízes. Desta forma, o crescimento das plantas não fica em dependência do nitrogênio do solo ou da adubação mineral (WERNER, 1977). Este elemento é bastante móvel na planta e no solo, translocando-se dos órgãos mais velhos para os mais jovens.

O nitrogênio é encontrado no solo sob a forma mineral (nítrica e/ou amoniacal) e orgânica (AMARAL SOBRINHO et al, 1983). As plantas superiores adquirem o nitrogênio de que necessitam, basicamente como nitrato ou amônio. Embora as formas orgânicas de nitrogênio possam ser absorvidas, os vegetais não completam normalmente seu ciclo de desenvolvimento quando submetidos somente a fontes orgânicas de nitrogênio (FERNANDES, 1978).

O nitrogênio pode ser fornecido por:

- a. Contínua mineralização da matéria orgânica do solo.
- b. Fixação biológica do nitrogênio por bactérias.
- c. Adubação nitrogenada.

O custo energético de fixar o nitrogênio atmosférico industrialmente acrescido do transporte e da aplicação é muito maior que aquele associado à fixação biológica do nitrogênio (FAO, 1985)

Sintomas de deficiência

Segundo WERNER & HAAG (1972) estudando várias espécies de forrageiras os sintomas de deficiência deste elemento na solução nutritiva são:

- Menor desenvolvimento das plantas;
- Redução do perfilhamento;
- Amarelamento progressivo das folhas iniciando-se pelas mais velhas, com posterior clorose, secamento e morte;
- Redução da produção de matéria seca e desenvolvimento das raízes;
- Ausência de inflorescência;
- Redução do teor do elemento nas folhas com conseqüente redução no teor de proteína.

2.4.2.Fósforo

Segundo SANCHES (1976) existem vários fatores que determinam a baixa produtividade animal nos trópicos. Entre eles está a baixa fertilidade natural dessas regiões,

cuja maior parte dos solos apresenta baixos teores de fósforo disponível, embora possua boas condições físicas.

O fósforo é o elemento mais importante para as pastagens após o nitrogênio, principalmente nos períodos iniciais da vida da planta, quando esta o absorve em grandes quantidades. Exerce grande influência no perfilhamento e crescimento das raízes e, assim, a falta de fósforo determina, no campo, o aparecimento de espaços vazios que vão ser ocupados pelas invasoras, menos exigentes.

Além de reduzir o desenvolvimento das plantas, a falta de fósforo no solo reduz sua concentração na matéria seca, causando danos aos animais que delas se alimentam, como a redução da fertilidade e do desenvolvimento dos animais jovens (MALAVOLTA et al, 1974).

LOPES CAVALHEIRO & TRINIDADE (1990) destacam que o fósforo, além de ser componente estrutural de ossos e dentes, desempenha importantes funções bioquímicas e fisiológicas no organismo animal. Sua deficiência resulta numa diminuição do ganho de peso e piora na conversão alimentar dos animais, reduz a resistência orgânica, e nessa situação os ossos tornam-se frágeis e os animais apresentam problema de locomoção.

O fósforo constitui um dos principais fatores limitantes à produção de pastos nos trópicos. As pastagens à base de leguminosas respondem bem a aplicações de fósforo, e tais respostas variam de acordo com o estado inicial do fósforo no solo, as espécies de plantas utilizadas e as precipitações (JONES, 1990).

Não são muitos os trabalhos existentes a respeito do estudo de diferentes fontes de fósforo para as leguminosas forrageiras tropicais. Existem evidências de que as fontes que apresentam rápida solubilidade são mais eficientes que os fosfatos naturais no fornecimento de fósforo às leguminosas.

O fósforo desempenha um papel importante na respiração vegetal, tendo influência no armazenamento, transporte e utilização da energia no processo fotossintético. Tem também ação na síntese das proteínas e no metabolismo de algumas enzimas. É o principal nutriente para as leguminosas, que quando cultivadas em solos deficientes deste elemento têm seu crescimento limitado, apresentando pouca nodulação (WERNER, 1977).

JONES & FREITAS (1970) conduziram um experimento em casa de vegetação utilizando um Latossolo Vermelho-Amarelo muito ácido e deficiente em fósforo, objetivando comparar a resposta a quatro leguminosas tropicais (*Stylosanthes gracilis*, *Centrosema pubescens*, *Glycine javanica* e *Phaseolus atropurpureus* (var. Siratro) à aplicações crescentes e, em várias combinações de fósforo, calcário e potássio.

A aplicação de fósforo resultou em um aumento de produção das quatro leguminosas tropicais, aumentos marcantes e expressivos quando a aplicação de fósforo foi elevada até 100 kg/ha e graduais, porém ainda significativos, quando passou de 200 para 400 kg de fósforo/ha. A *Stylosanthes gracilis* não respondeu tanto quanto as outras 3 leguminosas, mas a curva de resposta a este nutriente era bastante similar para as quatro espécies.

PONS (1976) em estudo conduzido em Latossolo Bruno distrófico, no Rio grande do Sul, com o objetivo de avaliar o efeito residual (2 anos após aplicação) de vários níveis de calcário e fósforo sobre a produção de alfalfa “crioula,” concluiu que nas parcelas que receberam calcário o solo proporcionou um adequado suprimento de fósforo para as plantas; entretanto verificou-se aumento significativo de produção apenas para a dose mais alta de fósforo aplicado (600kg de fósforo/ha).

FENSTER & LEÓN (1982) concluíram em seu trabalho, que é necessário dar prioridade à seleção de espécies forrageiras que utilizam quantidades limitadas de fósforo de maneira mais eficiente. Para solos pobres com alta capacidade de fixação de fósforo, aliado ao elevado custo dos fertilizantes fosfatados, esta é uma estratégia interessante.

2.4.3. Potássio

O potássio pode chegar a ser um fator limitante do crescimento das forrageiras sobretudo quando existe abundância de nitrogênio e uso intensivo da área, como no caso de

capineiras e áreas para fenação e silagem, em que não há retorno do elemento pelas fezes e urina.

De maneira geral a reposta ao potássio só ocorre após a correção das deficiências de nitrogênio e fósforo; para o potássio sozinho geralmente não há reposta, porém há limitação na reposta da adubação nitrogenada quando em deficiência de potássio.

O potássio proveniente da interperização dos minerais é a mais importante fonte para as plantas em condições naturais. Minerais como feldspatos ácidos, feldspatos de cálcio e sódio, moscovita, biotita, vermiculita, ilita, e montmorilonita são importantes fontes de potássio (MENGEL & KIRBY, 1982).

Em condições de solos intemperizados é necessária a adubação potássica. De forma geral a reposta ao potássio ocorre após a correção das deficiências de nitrogênio e fósforo.

Esse macronutriente é de vital importância para as plantas, uma vez que atua como ativador enzimático, na translocação dos carboidratos, na síntese de proteínas e na neutralização de ácidos orgânicos.

O potássio pode chegar a ser um fator limitante do crescimento das forrageiras sobretudo quando existe abundância de nitrogênio e uso intensivo da área, como no caso de

capineiras, áreas para silagem e feno, em que não há retorno de potássio pelas fezes e urina. Ele interfere na qualidade da forragem, visto que teores mais elevados de carboidratos solúveis, aumentam a sua palatabilidade.

Em caso de deficiência, as leguminosas terão um crescimento menor. Nessa condição ocorre diminuição do número de nódulos e, portanto, a fixação de nitrogênio é afetada.

GAVAZONI et al (1979) trabalhando com ensaios de Siratro para testar a resposta à adubação potássica, usando como fonte de potássio o KCl, (200kg/ha) por corte, tendo sido efectuados 5 cortes, observaram que houve aumento no teor de K na parte aérea bem como o rendimento forrageiro, embora a produção de vagens tenha-se reduzido.

MONTEIRO et al (1980) estudaram em Centrosema, Siratro, Soja perene e Galaxia, o efeito da adubação potássica, observando que houve efeito altamente significativo na produção de matéria seca e proteína total das quatro leguminosas estudadas. Os teores de K não variaram significativamente nas 4 espécies estudadas com a aplicação de potássio, em relação às parcelas que não receberam o elemento.

Estudando o efeito do potássio na produção e composição química, do *Stylosanthes guyanensis* em um Latossolo Vermelho Escuro de cerrado, SANZONOWICZ & VARGAS (1980) verificaram que o K teve efeito positivo na produção de matéria seca,

no teor de K e na quantidade de N, P e K, contudo, no tecido das plantas houve uma redução nos teores de N, P, Ca e Mg.

LIMA & COLOZZA (1980) baseados em resultados obtidos por grande número de pesquisadores, concluíram que a adubação potássica atua de forma dinâmica em relação à produção e manutenção do stand, tanto para leguminosas exclusivas como para consorciadas e que a resposta à adubação potássica implica em adotar critérios e metodologia adequadas quanto ao tipo de solo para às leguminosas em questão, para que a planta responda de maneira significativamente positiva ao seu emprego.

2.4.4. Cálcio e Magnésio

O cálcio e o magnésio são dois nutrientes que desempenham importantes papéis nas plantas. O primeiro é muito importante no desenvolvimento das raízes, no metabolismo do nitrogênio, bem como faz parte da estrutura da planta. ANDREWS (1962) afirma que na ausência de cálcio ocorre grande diminuição do desenvolvimento das raízes. O magnésio têm uma importância muito grande no crescimento das plantas, uma vez que é componente da clorofila, responsável pela fotossíntese.

WERNER (1977) cita que, no caso específico das leguminosas, o cálcio têm ação efetiva no processo de fixação de nitrogênio pelas bactérias alojadas nos nódulos dessas plantas.

Para França et al, 1973 citado por HAAG (1984), a relação ideal de cálcio e magnésio para o máximo crescimento do *Rhizobium* é de 4:1.

O calcário influencia no desenvolvimento das plantas pois melhora o suprimento de cálcio e magnésio para os nódulos. Maiores quantidades de cálcio são requeridos durante o início do processo de infecção radicular.

CARVALHO et al (1981) afirmam que a aplicação de doses crescentes de calcário proporcionaram incrementos na produção de matéria seca, que parecem estar associados à maior fixação de nitrogênio, conforme indicados pelos teores de este elemento na parte aérea.

JONES & FREITAS (1970) estudando as respostas de quatro leguminosas tropicais, *Stylosanthes gracilis*, *Centrosema pubescens*, *Glycine javanica* e *Phaseolus atropurpureus* (var. Siratro), à aplicação de Ca e Mg em Latossolo Vermelho-Amarelo muito ácido, observaram que a adição de Ca e Mg aumentou a produção de todas as espécies estudadas, mas com diferenças significativas no que diz respeito ao ponto em que a produção máxima de cada uma delas foi obtida.

Segundo NEPTUNE (1975) muitos trabalhos experimentais realizados com diferentes leguminosas forrageiras em diferentes condições de solos tropicais, mencionaram que a aplicação de calcário teve efeitos no aumento de produção de matéria seca, no

conteúdo de proteína na parte aérea, no crescimento da população de *Rhizobium*, no número, tamanho e peso dos nódulos, no aumento do nitrogênio fixado e do nitrogênio total da planta e no aumento da disponibilidade e absorção do fósforo pela planta.

A principal maneira de se fornecer cálcio e magnésio ao solo é através da calagem (aplicação de calcário), usando de preferência o calcário dolomítico, que fornece cálcio e magnésio concomitantemente.

Segundo MENGEL & KIRBY (1982), a deficiência de cálcio se caracteriza pela redução no crescimento dos tecidos meristemáticos. A deficiência é observada primeiramente nas gemas apicais e folhas jovens, as quais se apresentam deformadas e cloróticas, e em estágios mais avançados, ocorre necrose marginal. Os tecidos afetados tornam-se flácidos pela dissolução das paredes celulares. Substâncias de coloração marrom se acumulam nos espaços intercelulares e no tecido vascular, afetando o mecanismo de transporte.

Os sintomas de deficiência de cálcio foram obtidos por LIMA (1983) em solução nutritiva com soja sendo que a emergência das folhas primárias é afetada e, estas adquirem a forma de taça (curvadas para cima). As pontas das folhas podem apresentar faixas necróticas.

Nos estádios iniciais, tem-se o aparecimento de clorose internerval. Estes sintomas progridem, depois, para um amarelo profundo, exceto na base das folhas.

2.5. Micronutrientes em leguminosas

Os micronutrientes são elementos exigidos em pequenas proporções pelas plantas. Entre eles estão boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e cobalto.

Segundo MALAVOLTA (1979) existem três maneiras principais de se usar os micronutrientes: no tratamento da semente, aplicação no solo ou aplicação foliar. Esta última pode ter caráter preventivo ou corretivo da deficiência. Entre as pastagens este efeito se apresenta mais rápido, há menores perdas por insolubilização, a possibilidade de combinação com outros nutrientes defensivos (desde que não haja incompatibilidade). Tem como desvantagens: o efeito geralmente menos duradouro o que obriga à repetição do tratamento, o aumento do gasto com a mão de obra, o perigo de “queima” e o alto custo uma vez que as áreas de pastagens são extensas.

A prática de adubação em pastagens é um recurso muito restrito àqueles que tenham possibilidades econômicas para realiza-la mas vem sendo considerada em pastagens como um fator limitante pela maioria dos pecuaristas para a produção de forragem. Os micronutrientes assumem importância muito grande nas pastagens consorciadas por desempenharem um papel de grande relevância na fixação do nitrogênio das leguminosas.

2.5.1. Fatores que afetam a disponibilidade de micronutrientes:

- . condições climáticas e
- . condições do solo (matéria orgânica, pH e tipos de solo)

Entre as funções gerais dos micronutrientes para leguminosas forrageiras, destaca-se o papel importante que exercem no crescimento da planta e no processo de fixação de nitrogênio atmosférico por bactérias do gênero *Rhizobium/Bradyrhizobium* presentes nos nódulos das raízes das leguminosas.

2.5.2. Molibdênio

O molibdênio pode ser considerado como o micronutriente mais importante para as leguminosas, devido ao importante papel que desempenha no processo de fixação de nitrogênio pelos nódulos. As quantidades exigidas no processo de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico são aquelas exigidas para o próprio crescimento da planta hospedeira.

O molibdênio é essencial para as leguminosas no eficiente funcionamento do *Rhizobium/ Bradyrhizobium* e na transformação do nitrogênio nítrico em nitrogênio amoniacal. O molibdênio é elemento essencial para as bactérias fixadoras de nitrogênio em solos com deficiência deste micronutriente há o desenvolvimento de inúmeros nódulos que não são efetivos na fixação do nitrogênio.

MUNNS & FOX (1977) num experimento para verificar a resposta da *Neonotonia wightii* à aplicação calcário e micronutrientes, demonstraram que o sucesso na implementação de leguminosas forrageiras é determinado muitas vezes pelo suprimento insuficiente de micronutrientes tais como molibdênio e cobalto.

O molibdênio participa ativamente como componente da nitrogenase, enzima responsável pela fixação biológica do nitrogênio.

O calcário produz alterações químicas no solo, como exemplo: o aumento do pH e maiores disponibilidades de nutrientes tais como fósforo, cálcio, magnésio e molibdênio beneficia a fixação de nitrogênio, aumentando a concentração deste elemento e a produção de matéria seca na parte aérea e raízes (VIDOR et al, 1983)

A aplicação de molibdênio favorece a fixação biológica de nitrogênio enquanto a aplicação de cálcio favorece a concentração de molibdênio na planta, mas diminui a absorção do cobalto (NICHOLAS et al, 1975).

2.6. Nodulação

Não se conhece totalmente este mecanismo, mas quando a célula infectiva do *Rhizobium* estabelece contato com a raiz de uma planta leguminosa suscetível, as bactérias se multiplicam e colonizam a superfície do pelo radicular, este se encurva e um

Rhizobium/Bradyrhizobium entra e se multiplica formando-se assim um cordão de infecção, que penetra no córtex radicular, infectando outras células radiculares, incrementando-se a divisão celular, e desenvolvendo-se assim o embrião do nódulo.

Os nódulos variam em forma, tamanho, cor, textura e localização na planta. O tamanho, cor e distribuição dos nódulos nas raízes das leguminosas refletem o tipo de associação *Rhizobium/Bradyrhizobium*-leguminosa e a sua eficiência na fixação do nitrogênio.

2.6.1. Tipos e distribuição de nódulos

Os nódulos efetivos são geralmente grandes e se agrupam na raiz primária e nas raízes secundárias superiores. O volume máximo de desenvolvimento dos nódulos determinado pelo peso e volume, normalmente ocorre em estado de floração tardia; em contraste os nódulos inefetivos são pequenos, numerosos e com frequência distribuídos em todo o sistema radicular (FAO, 1985)

2.6.2. Cor de nódulos

A efetividade da associação *Rhizobium*-leguminosa pode ser determinada por excisão de nódulos da planta hospedeira durante o período de floração precoce e observando a cor dos nódulos. Os efetivos são grandes e têm internamente uma cor rosa intensa. O pigmento se associa com a fixação de nitrogênio ativa em nódulos de leguminosas; os nódulos ineficientes são internamente de cor branca a verde pálido.

Quando as leguminosas são suplementadas com fertilizantes nitrogenados, os nódulos produzidos por cepas efetivas de *Rhizobium/Bradirhizobium* permanecem pequenos e mostram as mesmas características dos nódulos produzidos por *Rhizobium* inefetivos. Depois que o nitrogênio se esgota eles geralmente aumentam seu tamanho e funcionam normalmente. Em plantas deficientes em molibdênio tendem a crescer mais e têm aspecto normal exceto a cor, pois internamente são verdes e de aparência senescente.

2.7. Fixação de nitrogênio

Estima-se que no mundo todo as leguminosas obtêm e fixam 80 milhões de toneladas de nitrogênio por ano. As leguminosas de grão aportam 35 milhões de toneladas, pastagens e bosques aportam aproximadamente 45 milhões de toneladas; em contraste os fabricantes de fertilizantes produzem, a altos custos, somente de 50-60 milhões de toneladas de nitrogênio (FAO, 1985)

A fixação de nitrogênio pelas bactérias depende da estirpe da bactéria, do tipo de leguminosa e das condições gerais do solo.

A fixação de nitrogênio pela bactéria é estimada em média, em 10 gramas de nitrogênio por m^2 de solo correspondendo esse número, a mais ou menos, 100 kg de nitrogênio/ha. Na tabela seguinte apresentamos a fixação de nitrogênio de algumas leguminosas:

Tabela 2: Quantidade de nitrogênio fixado por algumas leguminosas:

Leguminosas forrageiras	kg de Nitrogênio/ha /ano
<i>Desmodium intortum</i>	897
<i>Sesbania cannabiana</i>	542
<i>Leucaena leucocephala</i>	74-584
<i>Centrosema pubescens</i>	26-398
<i>Medicago sativa</i>	229-290
<i>Trifolium subterraneum</i>	207
<i>Trifolium repens</i>	165-189
<i>Trifolium branco</i>	128
<i>Stylosanthes s.p.</i>	34-220
<i>Vicia villosa</i>	110
<i>Pueraria phaseoloides</i>	99

Dados compilados dos informes: La Rue e Patterson (1981) *Advances in Agro.*, 34:15-36 e P.S (1981), Hannaford Lecture Waite Agricultural Research Inst., Australia (FAO, 1985)

2.8. Distribuição fracionada de energia

Segundo ABRAHAMSON (1979) existem três processos biológicos fundamentais que definem a história da vida de um organismo: crescimento, manutenção e reprodução. Mas como os recursos disponíveis aos organismos são limitados os mesmos devem adotar diferentes estratégias na distribuição dos mesmos para a realização de cada um destes processos.

A proporção que um organismo destina à reprodução denomina-se “esforço reprodutivo” desse organismo. Ele é melhor estimado através da fração total de energia, medida em calorías (HARPER & OGDEN, 1970).

SARUKHAN (1974) salienta que a fração de energia, que uma espécie destina à reprodução, pode variar com fatores genéticos e ambientais. De modo geral, as plantas herbáceas anuais, as herbáceas perenes e as árvores destinam, progressivamente, menores frações de seus recursos às atividades reprodutivas (PRIMACK, 1979).

A distribuição de energia nos organismos, como função da estabilidade e predictibilidade do ambiente é semelhante à teoria de seleção "r" e seleção "k" desenvolvida por MACARTHURK & WILSON, (1967); PRIMACK, (1979); GREEN (1980).

Esta teoria diz que em ambientes que impõe alta mortalidade independente da densidade, a seleção natural favorecerá os genótipos com alta taxa de reprodução (estrategistas "r"); reciprocamente, nos ambientes onde as condições são de mortalidade dependente da densidade, a seleção favorece os genótipos com maior proporção de energia voltada às atividades vegetativas (estrategistas "k").

De modo geral, os trabalhos sobre estratégias reprodutivas têm sido dirigidos para comparar como os tipos de plantas anuais e/ou perenes, precoces e/ou tardias, selvagens e/ou cultivadas, diferem na alocação dos recursos (PITELKA, 1977; e BARRIGA, 1979) ou por outra parte, como o habitat natural das espécies influencia na sua estratégia (PRIMACK, 1979). Esses mesmos autores chegaram as seguintes conclusões:

a) as plantas anuais, assim como as populações precoces devotam maior quantidade de energia à reprodução, do que as plantas perenes e tardias;

b) à medida que o ambiente se torna mais maduro na escala serial e por sua vez, mais estável, há uma diminuição progressiva na fração de energia destinada à reprodução, sendo que estes resultados estão de acordo com o esperado pela teoria de seleção "r" e "k". Isto significa que as populações de ciclo de vida mais curto, de maturidade sexual precoce e as populações sujeitas a ambientes hostis possuem esforço reprodutivo maior do que aquelas de ciclos mais longos, tardias sujeitas a ambientes mais estáveis.

A distribuição de biomassa nos vários tecidos vegetativos depende da natureza dos fatores limitantes. Se a água for o fator que limita o crescimento, uma maior proporção de biomassa vegetativa será alocada às raízes. Se o fator limitante for luz, as plantas podem dirigir maior quantidade de energia ao caule, para crescer mais e evitar o sombreamento ou destinar mais energia para a biomassa foliar a fim de interceptar mais a luz (ABRAHAMSON & GADGIL, 1973; ABRAHAMSON, 1979).

2.9. Formas de determinação da energia

O método mais tradicional para a determinação da distribuição da energia nas plantas é através do uso da bomba calorimétrica, técnica de alto grau de confiabilidade, se o material for seco apropriadamente (LONG, 1934).

A bomba calorimétrica tem como função queimar os tecidos das plantas, em atmosfera de oxigênio nos constituintes originais CO_2 , H_2O e minerais, liberando assim a energia que liga as moléculas dos tecidos. A energia liberada é medida pela diferença da temperatura no calorímetro e esta é proporcional à energia usada na produção dos tecidos.

LONG (1934) em trabalho feito com girassol, encontrou que os valores da energia variavam segundo as diferentes partes da planta, flutuando de 4308 cal/g MS nas sementes a 3435 cal/g nas folhas.

HICKMAN & PITELKA (1975) encontraram que a distribuição fracionada de energia nas raízes, caules, folhas, flores, bainhas e sementes de cinco introduções de quatro espécies em habitats completamente diversos não apresentava diferenças significativas quando medida com bomba calorimétrica ou através do peso seco da biomassa. Concluíram que a bomba calorimétrica não é necessária para medir carboidratos armazenados na planta.

Estudos feitos posteriormente por SOARES (1980) e REIS & MARTINS (1986) a respeito da distribuição fracionada dos recursos em plantas concluíram que não houve alteração nos resultados quando se avaliou as proporções de peso seco ou a energia em calorias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Neste trabalho foram estudadas quatro espécies de leguminosas arbóreas /arbustivas, cujas sementes foram fornecidas pelo banco de germoplasma do Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo. Na Tabela 3 são apresentadas as espécies utilizadas no experimento e seu hábito de crescimento.

Tabela 3: Identificação e hábito de crescimento das espécies estudadas.

Espécies	Nº de introdução	Hábito de crescimento
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) Witt.	IZ Nº 749	arbórea
<i>Sesbania sesban</i> (L.) Merr.	IZ Nº 934	arbustiva
<i>Leucaena pallida</i> *	IZ Nº 2507	arbórea
<i>Codariocalyx glycyoides</i> (L. F.) Hassk	IZ Nº 2509	arbustiva

(*) Não foi encontrado o especificador

3.2. Local experimental

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, da Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária do Estado de São Paulo, Brasil, tendo como coordenadas geográficas 22° 18' 00" de latitude sul e 48° 18'00" de longitude oeste e uma altitude de 528 m acima do mar. A precipitação média anual é de 1250,1mm, com uma temperatura média de 20,6°C, clima Cwa baseado na

classificação de Koeppen, com estação seca, definida sendo o período das chuvas outubro a março (78%) e de abril a setembro, os menos chuvosos, com 22% de precipitação anual.

O trabalho foi realizado em duas fases :

Fase I : Laboratório de Tecnologia de Sementes

Esta fase foi realizada no laboratório de análise de sementes da DNAP do Instituto de Zootecnia, iniciando-se em 25 de fevereiro de 1994. Foram determinadas variáveis tais como n° de sementes/grama, peso de 1000 sementes e, posteriormente, teste de germinação segundo o preconizado nas Regras de Análise de Sementes (R.A.S.) (Ministério de Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária, 1992).

Duzentas sementes por espécie foram submetidas aos tratamentos descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Tratamentos recebidos pelas espécies em estudo para realização dos testes de germinação segundo as R. A. S. (M. A. A. R. A., 1992)

Espécie	Escarificação	temperatura ° C	substrato	1° contagem	2° contagem
<i>Leucaena leucocephala</i>	física (1)	25	rolo de papel	4 dias	10 dias
<i>Sesbania sesban</i>	física (1)	20-30	sobre papel	5 dias	7 dias
<i>Leucaena pallida</i>	física (1)	25	rolo de papel	4 dias	10 dias
<i>Codariocalyx gyroides</i>	física (1)	20-30	sobre papel	4 dias	10 dias

Legenda:

(1) com bisturi ou lixa, dependendo do tamanho da semente.

Para a determinação do peso de 1000 sementes e número de sementes/grama foi utilizada uma balança Mettler PC 440 DELTA RANGER.

Para o teste de germinação o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro espécies (tratamentos) e quatro repetições de 200 sementes perfazendo um total de 16 parcelas (M. A. A. R. A., 1992).

Após a última contagem, as plântulas foram mantidas nos germinadores, até alcançar o desenvolvimento vegetativo máximo às expensas do murchamento dos cotilédones (já que o teste foi conduzido na ausência de luz); nesta ocasião foram tomadas as medidas de peso verde e peso seco da raiz e parte aérea e peso seco dos cotilédones que indicam a alocação estratégica de energia para a produção da parte aérea e raízes.

Para a determinação do peso verde, a parte aérea e as raízes, foram cortadas, separadas e pesadas sendo o resultado anotado em separado. Para peso seco, as partes aérea, raízes e cotilédones foram separadas e secadas em estufa por 48 horas a uma temperatura de 65° C, até peso constante. Posteriormente foram pesadas e registradas.

Fase II : Ensaio em Casa-de-Vegetação .

Esta segunda fase foi iniciada em 28 de junho de 1994 com a coleta de solo Podzólico Vermelho-Amarelo variação Laras, que foi colocado para secar durante uma semana à sombra, depois foi tomada uma amostra e enviada ao laboratório de solos do Instituto de Zootecnia, para análise química e teste de capacidade de campo.

Foram realizadas 3 análises; a primeira análise foi realizada no dia 07/07/94, no laboratório de análise e minerais, da D.N.A.P do Instituto de Zootecnia da Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária.

A análise química inicial do solo (fertilidade natural) revelou os seguintes resultados: P(residual ou resina)= 2,0 ppm; Matéria Orgânica= 1,76%; pH CaCl₂=4,13; K=0,03; Ca=2,02; Mg=0,48; H+Al=5,10 meq/100 cm³ ; S=2,5; T=7,6; V= 33,16%. Pela análise química revelou segundo a tabela elaborada por TRANI & DRUGOVICH (1989) pH e K muito baixo, acidez trocável e CTC valor médio, Matéria Orgânica valor médio a alto, Ca, S, Mg, e V% com valor baixo. O conteúdo elevado de matéria orgânica se deve a utilização de pastagens, que fornecem grandes quantidades de material vegetal (folhas e raízes) para o solo.

Posteriormente foi realizada uma segunda análise de solo, e seus resultados são mostrados na Tabela 5:

Tabela 5: Resultados da segunda amostra de solo utilizada no experimento

Níveis	P($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	M.O (%)	pH CaCl (meq/100cm ³)	K (meq/100 cm ³)	H+Al meq/100 cm ³)
C30	3,0	2,3	4,35	0,08	2,1
C50	4,0	2,4	4,98	0,08	1,6
C70	4,0	2,3	5,23	0,10	1,6

legenda:

C₃₀: para elevação da saturação de bases(V%) próximo a 30%.

C₅₀: para elevação da saturação de bases(V%) próximo a 50%.

C₇₀: para elevação da saturação de bases(V%) próximo a 70%.

Segundo os resultados da Tabela 5 o conteúdo de fósforo desta segunda amostra de solo, é muito baixo, para as doses de calcário utilizados, o valor obtido da matéria orgânica, pode-se considerar um valor normal para esse tipo de solo. Já para o potássio, resultado apresentou-se muito baixo para as 3 doses de calcário utilizadas e por último a acidez foi considerada média para as 3 doses de calcário em estudo.

Os resultados obtidos na terceira amostra de solo segundo os tratamentos, são mostrados a seguir:

Tratamento: C₃₀ P₅₀

Fósforo(Médio), M.O(médio), pH Ca Cl₂ (Alto), K (muito baixo), Ca (médio), Mg(baixo), H+Al(alto), S (baixa), T (muito baixa), V %(baixa).(ANEXO 1)

Tratamento: C₃₀ P₅₀ M₀

Fósforo (baixo), M.O (média), pH Ca Cl₂ (muito baixa), K (muito baixo), Ca (Alto), Mg (baixo), H+Al (alto), S (baixa), T (médio),V %(muito baixa) (ANEXO 1)

Tratamento: C₃₀ P₁₀₀

Fósforo (alto), M.O (médio), pH Ca Cl₂ (muito baixo), K (muito baixo), Ca(alto), Mg (baixo), H+Al (alto), S (baixa), T (médio),V %(muito baixa) (ANEXO 2)

Tratamento C₃₀ P₁₀₀ Mo

Fósforo (médio), M.O (médio), pH CaCl₂ (alto), K (muito baixo), Ca (alto), Mg(baixo), H+Al (médio), S(baixo), T (médio), V% (muito baixa) (ANEXO 2)

Tratamento: C₅₀ P₅₀

Fósforo(médio); M.O(alto); pHCaCl₂ (muito baixo); Potássio(muito baixo); Cálcio(alto); Magnésio(alto); H+Al (médio); S (médio); T (médio); V% (médio) (ANEXO 3)

Tratamento: C₅₀ P₅₀ Mo

Fósforo(baixo); M.O (médio); pHCaCl₂(muito baixo); Potássio(muito baixo); Cálcio(alto); Magnésio(médio); H+Al (média); S (médio); T (médio); V%(baixo). (ANEXO 3)

Tratamento: C₇₀ P₅₀

Fósforo (baixo), M.O (médio), pHCaCl₂ (baixo), K (muito baixo), Ca (alto), Mg (alto), H+Al (baixo), S (médio), T (médio), V% (médio) (ANEXO 4)

Tratamento: C₇₀ P₅₀ Mo

Fósforo(médio), M.O (médio), pH CaCl₂ (baixo), K (muito baixo), Ca (alto), Mg (alto), H+Al (baixa), S (média) , T (médio), V% (médio). (ANEXO 4)

Tratamento: C₅₀ P₁₀₀

Fósforo (médio), M.O (médio), pHCaCl₂ (médio), K (muito baixo), Ca (alto), Mg (Médio), H+Al (médio), S (Médio), T (médio), V% (baixa) (ANEXO 5)

Tratamento: C₅₀ P₁₀₀ Mo

Fósforo (médio), M.O (médio), pH CaCl₂ (muito baixo), K (muito baixo), Ca (alto), Mg (médio), H⁺Al (médio), S (médio), T (médio), V % (baixa) (ANEXO 5)

Tratamento: C₇₀ P₁₀₀

Fósforo(médio), M.O (médio), pH CaCl₂ (médio), K (Muito Baixo), Ca (alto), Mg(alto), H⁺ Al (baixo), S (médio), T (Médio), V% (Médio) (ANEXO 6)

Tratamento: C₇₀ P₁₀₀ Mo

Fósforo (médio), M.O (médio), pH CaCl₂ (baixo), K (muito baixo), Ca (alto), Mg(alto), H⁺Al (baixo), S (médio), T (médio), V% (médio) (ANEXO 6)

O conteúdo de nutrientes do solo foi classificado de acordo com a Tabela 6 de interpretação das análises de solo, compilada por TRANI & DRUGOVICH (1989).

Tabela 6: Valores de fertilidade para fatores de acordo com resultados das análises de solo. (TRANI & DRUGOVICH, 1989)

Variáveis	Unidade	Muito baixo	Baixo	médio	Alto	Muito alto	Referências bibliográficas
Fósforo	μ /gcm ³	0 ---- 6	7 ----15	16 --- 40	41--- 80	> 80	VAN RAIJ, et al 1985
Acidez	pH em CaCl	> 6,0	5,6 - 6,0	5,1 - 5,5	4,4 - 5,0	< 4,0	VAN RAIJ, et al, 1985
Potássio	meq/100 cm ³	0,01- 0,07	0,08- 0,15	0,16- 0,30	0,31- 0,60	> 0,60	VAN RAIJ, et al, 1985
Magnésio	meq/100 cm ³	-----	< 0,4	0,4 - 0,8	> 0,8	-----	CATANI & JACINTHO, 1974
Alumínio	meq/100 cm ³	-----	< 0,3	0,3 - 0,6	> 0,6	-----	CATANI & JACINTHO, 1974
T	meq/100 cm ³	< 2,5	2,5- 5,0	5,1-15,0	15,1- 50,0	> 50,0	MELLO et al, 1972
V	%	< 25	25-50	51-70	71- 90	> 90	VAN RAIJ, et al, 1985
Ca	eqmg/100g	-----	< 0,40	0,40- 0,80	> 0,80	-----	VITTI, G. 1988
M.O	%	-----	< 1,5	1,5-- 2,5	> 2,5	-----	VITTI, G.1988

O teste para determinação da capacidade de campo mostrou estar ela próxima de 1 litro por 5 kg de solo. Depois da secagem do solo, procedeu-se a montagem do experimento. Foram utilizados um total de 144 vasos de 5 kg de capacidade. Os tratamentos utilizados foram:

1) Doses de calcário: Testaram-se três doses de calcário a saber:

a) para elevação da saturação de bases (V%) próximo a 30%, equivalente a 33,16 (estado natural do solo, sem incorporação de calcário adicional)

b) para elevação da saturação de bases (V%) próximo a 50%, equivalente a 5,0 g Calcário dolomítico /vaso.

c) para elevação da saturação de bases (V%) próximo a 70%, equivalente a 9,0 g Calcário dolomítico / vaso.

2) Doses de fósforo

a) 50kg /ha de $P_2 O_5$

b) 100kg/ha de $P_2 O_5$

3) Níveis de molibdênio

a) Sem molibdênio

b) Com molibdênio

O calcário dolomítico empregado possuía 32% de Ca O, 23% de Mg O, PRNT de 94 %, e granulometria como se segue:

peneira 10 ABNT 100 %

peneira 20 ABNT 90 %

peneira 50 ABNT 75 %

Aplicou-se o calcário dolomítico em 15/08/94 misturando-o ao solo e rapidamente foi adicionada água destilada até atingir a capacidade campo do mesmo. A incubação foi de 45 dias com os vasos cobertos com uma lona de polietileno. Após o período de incubação da calagem, ou seja em 29-9-94, os vasos foram descobertos e o solo revolvido para iniciar o plantio.

A semeadura das 4 espécies foi feita, colocando-se 10 sementes por vaso e nesse momento foi feita a aplicação de fósforo em duas doses, sob a forma de superfosfato simples:

Dose I: 50 kg de P_2O_5 /ha equivalente a 0,5g de superfosfato simples/vaso.

Dose II : 100 kg de P_2O_5 /ha equivalente a 1,0 g de superfosfato simples/vaso.

A aplicação do fósforo foi feita, nos 144 vasos, metade com 0,5 g e a outra parte com 1,0 g de superfosfato simples juntamente com a semeadura, sendo o adubo fosfatado colocado logo abaixo das sementes.

Após a germinação e aos 15 dias de vegetação foi realizado o desbaste deixando-se somente 5 plantas por vaso para todas as espécies.

As doses de molibdênio sob a forma de molibdato de amônio (sem Mo e com Mo)

No dia 26/10/94, iniciou-se a aplicação foliar de molibdênio, sob a forma de molibdato de amônio tetra hidratado $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, em metade dos vasos

Preparada, a solução foi aplicada com ajuda de um pulverizador em 72 vasos, sendo aplicado 24,77mg de molibdato de amônio, diluídos em 300 ml de água destilada e aplicada essa solução em metade dos vasos.(72 vasos).

Quarenta dias após a semeadura (9/11/94) foi realizado o primeiro corte, conforme a Tabela 7 deixando-se no mínimo 2 gemas na base de cada planta para garantia da rebrota.

Tabela 7: Altura do corte das diferentes plantas.

Espécies	Altura do corte	Numero de gemas
<i>Leucaena leucocephala</i>	4 cm do solo	2 gemas mínimo
<i>Sesbania sesban</i>	10 cm do solo	2 gemas mínimo
<i>Leucaena pallida</i>	10 cm do solo	2 gemas só
<i>Codariocalyx gyroides</i>	5,0 cm do solo	2 gemas mínimo

O delineamento experimental utilizado neste segundo ensaio foi blocos ao acaso em esquema fatorial com 2 doses de fósforo, 3 doses de calcário, 2 doses de molibdênio e 3 repetições. As variáveis avaliadas, foram peso verde e peso seco da parte aérea e conteúdo de nitrogênio da mesma.

Após o primeiro corte (17/11/94) foi feita a reposição do potássio com solução aquosa à base de 4% da matéria seca retirada, por espécie, como se segue e segundo WERNER (1977).

para a *Leucaena leucocephala*: $0,073 \text{ g de KCl} \times 36 \text{ vasos} = 2,63 \text{ g KCl}$

para a *Sesbania sesban*: $0,27 \text{ g de KCl} \times 36 \text{ vasos} = 9,72 \text{ g KCl}$

para a *Leucaena pallida*: $0,099 \text{ g de KCl} \times 36 \text{ vasos} = 3,56 \text{ g KCl}$

para o *Codariocalyx gyroides*: $0,053 \text{ g de KCl} \times 36 \text{ vasos} = 1,908 \text{ g KCl}$

O segundo corte foi realizado no início de janeiro de 1995. Realizou-se também nova amostragem de solo para reanálise segundo os tratamentos, bem como a lavagem das raízes, separação dos nódulos, secagem e pesagem de todo o material. A parte aérea, após a secagem, foi triturada em moinho tipo Whiley e encaminhada ao laboratório para a determinação do teor de nitrogênio.

As variáveis analisadas no segundo corte foram:

- a) Peso verde (P.V) e Peso Seco (P.S) da parte aérea.
- b) Peso Verde (P.V) e Peso seco (P.S) das raízes.
- c) Peso Seco dos nódulos (PSNod).
- d) Determinação do nitrogênio total da parte aérea.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características determinadas para as espécies em estudo, no laboratório de análises de sementes, antes de fazer o teste de germinação, são descritas a seguir (Tabela 8).

Tabela 8: Parâmetros determinados para as espécies em estudo.

Espécies	% de Germinação	Peso médio de 1000 sementes	Nº de sementes/grama
<i>L. leucocephala</i>	93	39,089	24
<i>S. sesban</i>	65	8,395	141
<i>L. pallida</i>	88	71,549	14
<i>C. gyroides</i>	52	4,4	229

4.1. (Fase I) Germinação

Os resultados das características avaliadas na fase de germinação são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Resultados da análise estatística para comprimento da parte aérea (CPA), peso verde da parte aérea (PVPA), comprimento da raiz (CR), peso verde da raiz (PVR), peso verde de cotilédones (PVC), peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco de raiz (PSR) e peso seco de cotilédones (PSC).

Características avaliadas	<i>L.pallida</i>	<i>L.leucocephala</i>	<i>S.sesban</i>	<i>C.gyroides</i>	Coefic. de variação
CPA (cm)	10,92(3,379) a	10,34(3,290) a	2,17(1,615) b	2,22 (1,634) b	8,950 %
PVPA(g)	0,24(0,864) a	0,14(0,801) b	0,013(0,716) c	0,006 (0,711)c	1,216%
CR (cm)	11,32(3,346) a	10,84(3,36) a	1,19(1,300) b	0,25 (0,864) c	4,789%
PVR (g)	0,074(0,757) a	0,034(0,731) b	0,002(0,708) c	0,001(0,708) c	0,520%
PVC (g)	0,11(783) a	0,070(0,755) b	0,01(0,717) c	0,004(0,710) c	0,657%
PSPA (g)	0,01(0,716) a	0,01(0,714) b	0,001(0,708) c	0,001(0,707) c	0,114%
PSR (g)	0,005(0,711) a	0,003(0,709) b	0,001(0,707) c	0,001(0,707) c	0,030%
PSC (g)	0,01(0,717) a	0,009(0,713) b	0,005(0,711) c	0,001(0,708) d	0,104%

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias entre parêntesis, são médias transformadas para $\sqrt{x + 0,5}$

* A significância foi considerada em função dos valores transformados em $\sqrt{x + 0,5}$

De acordo com a Tabela 9 a espécie que apresentou maior desenvolvimento de parte aérea e também de sistema radicular foi a *Leucaena pallida*, com valores de PSPA e PSR significativamente maiores que as demais. As espécies *Sesbania sesban* e *Codariocalyx gyroides* não diferiram entre si, apresentando o menor desenvolvimento das partes analisadas. Este comportamento reflete os diferentes pesos dos cotilédones das plantas; como na fase de germinação o crescimento da plântula se faz às expensas das reservas armazenadas nesta estrutura, aquela espécie de maior cotilédone apresentou o maior crescimento.

Entretanto, nesta fase, o parâmetro avaliado para a seleção dos germoplasmas foi a distribuição fracionada de energia, que corresponde à avaliação na qual se confrontam

o desenvolvimento relativo das partes radicular e aérea de cada espécie; assim foram analisados o PSPA e PSR, em termos percentuais em relação ao peso total da plântula.

Uma maior alocação de energia para o desenvolvimento do sistema radicular possivelmente está associada à melhor adaptação da planta às condições de estresse hídrico e baixa fertilidade (LENCINA, 1991). O *C. gyroides* foi a espécie de maior destinação de energia para a produção de sistema radicular (47,60%), seguida da *S. sesban* (42,80%), *L. pallida* (30,25%) e *L. leucocephala* (26,90%), o que sugere ser a *C. gyroides* possivelmente a espécie de maior adaptação às condições adversas mencionadas anteriormente. O próprio aspecto morfológico da espécie já citado anteriormente confirma uma adaptação a déficits hídricos apresentando folhas carnosas contendo em seu interior células especializadas na reserva de água. Estes resultados confirmam que as plantas diferem em seu modelo de distribuição da energia (HARPER & OGDEN, 1970; LENCINA, 1991).

4.2. Crescimento em casa-de-vegetação

Fase II : Resultados da análise estatística (1° Corte)

Os resultados obtidos na fase II(casa-de-vegetação) estão na Tabela 10.

Tabela 10: Valores médios de PVPA e PSPA, para as leguminosas estudadas (1^o corte)

Fatores	PVPA(g)	PSPA(g)
Leguminosas		
<i>L. leucocephala</i>	34,83 a	1,86 c
<i>S. sesban</i>	8,99 b	6,79 a
<i>L. pallida</i>	6,90 c	2,48 b
<i>C. gyroides</i>	6,08 c	1,28 d
Doses de Fósforo (kg/ha)		
50	13,36 B	2,90 B
100	15,05 A	3,30 A
Molibdênio		
Sem	14,15 A	3,12 A
Com	14,25 A	3,09 A
Níveis de saturação de bases(V%)(1)		
30	13,46	3,00
50	14,74	3,24
70	14,40	3,06
CV (%)	18,78	16,91
Teste F Cálcio para R.L	N.S	N.S
Teste F Cálcio para R.Q.	N.S	*

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas diferentes, nas colunas, para cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey e F, respectivamente a 5 % de probabilidade.

(1) Níveis de calagem estudados.

(*)Significativo a 5% de probabilidade.

R.L : Regressão linear.

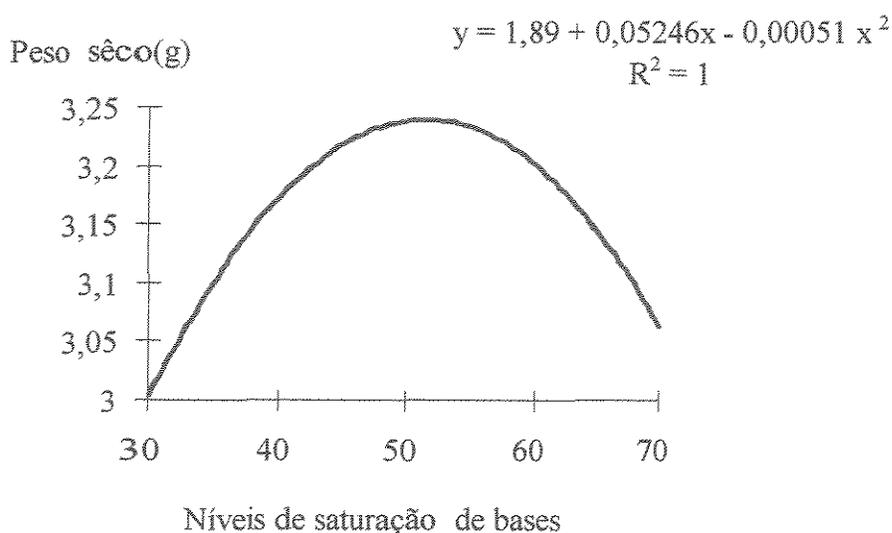
R.Q: Regressão quadrática.

Segundo a Tabela 10, a análise para peso verde da parte aérea das quatro espécies estudadas revelou a melhor resposta para *L. leucocephala*, e para o peso seco a melhor resposta foi a *S. sesban*. Para fósforo, a melhor resposta foi obtida com o nível 100 kg/ha, correspondente a 5g de superfosfato simples /vaso. Coincidindo com GUSS et al (1990) segundo os quais para a escolha de uma forrageira é essencial que se considerem além do clima, as condições de solo da região, demonstrando também que o crescimento das leguminosas é influenciado pela doses de fósforo, o tipo de solo e pelo efeito interativo desses fatores.

A aplicação de molibdênio não apresentou resposta para o peso seco da parte aérea sugerindo-se que a aplicação de molibdênio na forma foliar pode não ter sido eficiente, que a concentração não foi suficiente ou ainda que o tempo experimental não foi suficiente para expressão do efeito.

A análise de regressão mostrou efeitos significativos para as doses de calcário utilizadas e esses efeitos foram quadráticos para o peso seco da parte aérea. Este aspecto é mostrado no Gráfico 1: Regressão polinomial para as doses de calcário sobre peso seco aéreo das espécies estudadas (1º corte)

Gráfico 1: Regressão polinomial para as doses de calcário sobre peso seco aéreo das espécies estudadas (1º corte)



Fase II (Casa-de-vegetação) 2º corte.

Os resultados da análise estatística para PVPA, PVR e PSR, obtido por ocasião do segundo corte são relacionados na Tabela 11

Tabela 11: Valores médios PVPA, PVR e PSR para as leguminosas estudadas (2^o corte) médias de 3 repetições

Fatores	PVPA(g)	PVR(g)	PSR(g)
Leguminosas			
<i>L. leucocephala</i>	45,70 c	37,08 b	12,92 a
<i>S. sesban</i>	76,18 b	58,69 a	12,71 a
<i>L. pallida</i>	49,41 c	21,24 c	5,85 c
<i>C. gyroides</i>	102,85 a	55,46 a	9,95 b
Doses de fósforo kg/ha			
50	66,60 A	43,17 A	10,22 A
100	70,47 A	43,06 A	10,49 A
Molibdênio			
Sem	66,02 B	42,42 A	10,03 A
Com	71,04 A	43,82 A	10,68 A
Níveis de saturação de bases(V%)(1)			
~30	60,49	43,11	10,63
~50	69,18	44,02	10,39
~70	75,92	42,22	10,05
CV %	21,73	26,04	20,51
Teste F para R. L	*	N.S	N.S
Teste F para R. Q.	N. S	N.S	N.S

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas diferentes, para cada fator nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey e F, respectivamente a 5 % de probabilidade.

(1) Níveis de calagem estudados.

* Significativo a 5% de probabilidade.

Pelos dados obtidos no segundo corte a leguminosa de melhor comportamento com relação ao peso verde aéreo foi o *C. gyroides*; para o peso verde das raízes a espécie que apresentou melhor resposta foi a *S. sesban*, já para o peso seco das raízes o resultado foi diferente a leguminosa de maior resultado foi a *L. leucocephala*.

A diferença do 1^o corte, para o segundo corte, a produção de matéria verde das quatro espécies, para as duas doses de fósforo estudadas, foram estatisticamente iguais, ou

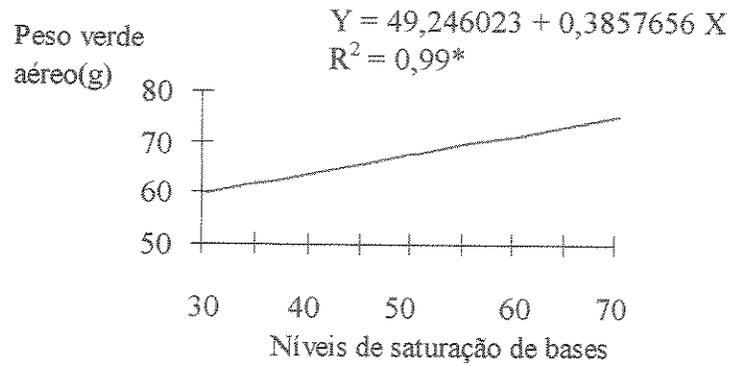
seja não houve resposta. Estes resultados confirmam a pesquisa feita por TOSI et al (1979) estudando a viabilidade de estabelecimento e a produção comparativa de quatro leguminosas forrageiras sob 3 doses de fósforo (30,60,90 kg de fósforo/ha), os autores concluíram que a adubação fosfatada revelou-se como um importante fator de aumento da produção nos primeiros cortes; depois de quatro anos de estudo não houve qualquer resposta à adubação fosfatada, atribuindo-se a falta de resposta ao esgotamento do solo principalmente em cálcio e micronutrientes.

Para o molibdênio a melhor resposta foi obtida com a aplicação deste elemento, isto para o peso verde aéreo já para o peso verde e seco das raízes não houve resposta.

As produções de matéria verde (parte aérea) apresentadas na tabela anterior foram significativas e linearmente crescentes pela aplicação dos níveis de calcário e representados pela equação $Y = 49,24602 + 0,3857656X$. Isto é confirmado por RODRIGUEZ et al (1992) que indica a necessidade de aplicação de cálcio nas pastagens que utilizam leguminosas, já que baixos teores de cálcio levam a uma pequena produção de massa verde.

Os efeitos lineares da aplicação do calcário sobre o peso verde da parte aérea das espécies estudadas são mostrados no Gráfico 2.

Gráfico 2. Regressão linear para doses de calcário sobre peso verde aéreo das leguminosas em estudo (2º corte).



Na Tabela 12 são apresentados os resultados da análise estatística para peso seco da parte aérea e para peso seco de nódulos.

Tabela 12: Resposta do PSPA e PSNod, das 4 espécies estudadas aplicação de fósforo, molibdênio e a elevação do nível de saturação de bases, 2^o corte. (médias de 3 repetições)

Fatores	PSPA (g)	PSNod (g)
Leguminosas		
<i>C. gyroides</i>	34,67 a	0,13 (0,36) d
<i>S. sesban</i>	25,52 b	1,03 (1,01) a
<i>L. pallida</i>	18,62 c	0,50 (0,71) c
<i>L. leucocephala</i>	17,47 c	0,64 (0,80) b
Doses de fósforo kg/ha		
50	23,31 B	0,49 (0,70) A
100	24,87 A	0,55 (0,74) A
Molibdênio		
sem	23,27 B	0,52 (0,72) A
com	24,83 A	0,52 (0,72) A
Níveis de saturação de bases (V%)		
(1)		
30	21,92	0,54 (0,74)
50	24,40	0,52 (0,72)
70	25,89	0,50 (0,71)
C.V. (%)	16,41	15,86
Teste F (Ca) para R.L	*	N.S
Teste F(Ca) para R.Q	N.S	N.S

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas diferentes, nas colunas, para cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey e F respectivamente a 5% de probabilidade.

Médias entre parêntesis são médias transformadas para \sqrt{x} .

(1) Níveis de calagem estudados.

(*) Significativo a 5% de probabilidade

N.S: Não significativo.

Com os resultados obtidos na Tabela 12, podemos concluir que das leguminosas estudadas a espécie que teve maior produção de matéria seca da parte aérea foi a *C. gyroides*, concordando com o encontrado por NEWTON et al (1995), que ressalta que a

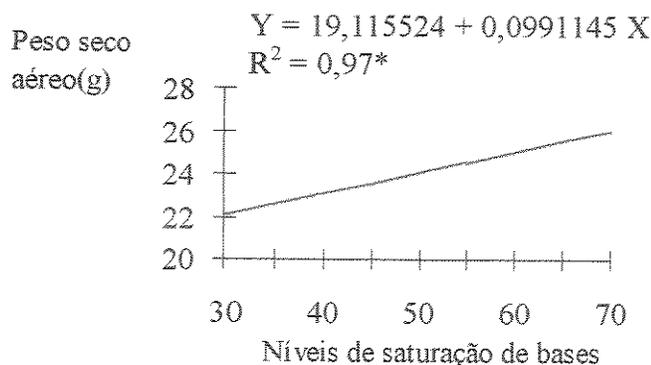
aplicação de fósforo, calcário e micronutrientes proporcionou os maiores rendimentos de matéria seca em estudo feito com o gênero *Desmodium* (CIAT 350).

Já para o peso seco de nódulos a leguminosa de melhor resposta foi a *S. sesban*. Os resultados sugerem uma especificidade das *leucenas* e do *Codariocalyx* quanto à estirpes de *Bradirhizobium* uma vez que o ensaio foi realizado na ausência de inoculação. Isto encontra apoio na literatura que relatam especificidades para o gênero *Leucaena* e para muitas espécies do gênero *Desmodium* (antigo gênero do atual *Codariocalyx*). Para os níveis de fosfato a maior produção de matéria seca da parte aérea foi obtida com o nível 100kg/ha de fósforo, já para o peso seco de nódulos não houve diferença significativa, coincidindo com PAULINO (1990) onde encontrou que as leguminosas diferem em sua capacidade de nodular e crescer quando varia o pH e o nível de cálcio no solo

Para a aplicação de molibdênio a melhor resposta de peso seco aéreo foi obtida com a aplicação deste elemento, enquanto que para o peso seco de nódulos o resultado foi diferente, não havendo resposta. A análise de regressão mostrou efeitos significativos da aplicação do calcário; esses efeitos foram lineares para o peso seco aéreo.

Os efeitos significativos do calcário para o peso seco da parte aérea são mostrados no Gráfico 3.

Gráfico 3. Regressão linear para as doses de calcário sobre peso seco aéreo das 4 espécies (2º corte) (rebrota)



Foi feita a regressão com o intuito de determinar especificamente, para que leguminosas foi efetiva a aplicação de calcário, os resultados são mostrados na Tabela 13

Tabela 13: Valores médios de peso seco da parte aérea das quatro leguminosas e doses de calcário estudados (2º corte)(médias de 3 repetições)

Leguminosas	Níveis de Calcário (g/vaso)			Regressão	
	0(V%~ 30)	5,0(V%~ 50)	9,0(V%~ 70)	Linear	Quadrática
<i>C. gyroides</i>	32,08 a	33,64 a	38,30 a	*	N.S
<i>S. sesban</i>	25,37 b	25,94 b	25,27 b	N.S	N.S
<i>L. pallida</i>	15,42 c	20,38 c	20,65 c	*	N.S
<i>L. leucocephala</i>	14,82 c	17,65 c	19,33 c	*	N.S

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

(*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

N.S: Não significativo.

Para os três níveis de calagem (30,50,70) a leguminosa que teve melhor comportamento foi o *Codariocalyx gyroides*, mostrando que a medida que aumentou-se os níveis de calagem aumentava também a produção de matéria seca.

Por outro lado ao fazermos a análise estudando os níveis de cálcio dentro de cada leguminosa observamos que não houve efeito da calagem para a *Sesbania sesban* sendo ela a única que não apresentou nem efeito linear nem quadrático para o peso seco da parte aérea. Sugerindo uma melhor adaptação a solos ácidos e de baixa saturação de bases. A esse respeito não foram encontrados dados na literatura consultada.

4.3. Avaliação da nodulação:

Foi feita a regressão para ver a influencia dos diferentes níveis de calcário no peso seco de nódulos, os resultados são apresentados na Tabela 14:

Tabela 14: Valores médios de PSNod das 4 leguminosas e sua resposta as doses de calcário estudados. (2º corte) (médias de 3 repetições)

Leguminosas	Níveis de calcário (g/vaso)			Regressão	
	0 (V%~30)	5,0 (V%~50)	9,0 (V%~70)	Linear	Quadrática
<i>S. sesban</i>	0,92 (0,96) a	1,12(1,06) a	1,06 (1,03) a	*	N.S
<i>L. leucocephala</i>	0,81(0,90) a	0,59(0,77) b	0,54 (0,73) b	N.S	N.S
<i>L. pallida</i>	0,54 (0,73) b	0,51 (0,71) b	0,46 (0,67) b	N.S	N.S
<i>C. gyroides</i>	0,13 (0,36) c	0,11(0,33) c	0,15 (0,39) c	N.S	N.S

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias entre parêntesis são médias transformadas para \sqrt{x}

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

N.S: não significativo. coef. de variação:15, 863

A nodulação avaliada pelo parâmetro peso seco dos nódulos (PSNod), foi significativamente diferente para as espécies em estudo coincidindo com (GRAHAM & HUBELL, 1975). A *S. sesban* apresentou nodulação significativamente maior que as outras leguminosas avaliadas, coincidindo com DATE & HALLIDAY (1979) que estudando a relação existente entre *Rhizobium* e leguminosas forrageiras tropicais, classificaram as espécies de acordo com as características da sua nodulação, sendo que o gênero *Sesbania* encontra-se no grupo PI (promiscuos mas não efetivos), ou seja nodulam com variadas cepas de *Rhizobium*, mas os nódulos não são efetivos (ensaio conduzido em ausência de inoculação). As outras três espécies diferiram entre si, na seguinte ordem: *L. leucocephala*, *L. pallida* e *C. gyroides*.

Neste experimento a interação entre doses de calcário e espécies de leguminosas foi significativa. Comparando as médias das diferentes leguminosas para cada dose de calcário temos: *S. sesban* e *L. leucocephala* foram as espécies que apresentaram maiores valores de peso seco de nódulos (PSNod) para o nível zero de calagem (nível natural do solo, sem calagem), condição de maior acidez do solo (pH médio 4,39) testada no experimento, coincidindo com MORALES (1973) citando que o valor do pH limite para sobrevivência dos nódulos nas raízes das leguminosas encontra-se entre 4,3 e 4,9. O resultado obtido com a *Leucaena leucocephala* com respeito ao seu desenvolvimento e resistência a solos ácidos é confirmado por FARINAS (1971) e KLUTHCOUSKI (1982) citando que a leucena desenvolve-se bem em solos ácidos. A *L. pallida* apresentou um valor intermediário, enquanto o menor resultado foi obtido pela *C. gyroides*.

A *S. sesban* apresentou respostas significativamente melhores nos dois níveis de saturação de bases testados (50 e 70 V%), obtidos com aplicação de calcário que corresponderam na prática aos níveis médios de pH 5,09 e 5,68 respectivamente. *L. leucocephala* e *L. pallida* não diferiram entre si nas respostas para estes níveis de calcário. O *C. gyroides* foi a espécie de menor peso seco de nódulos (PSNod) em relação aos níveis de calcário testados.

Pelos dados obtidos na Tabela 14 verifica-se que houve efeito linear do calcário somente para a leguminosa *S. sesban*.

No presente trabalho também foi determinado o conteúdo de nitrogênio da parte aérea. Multiplicando-se este por 6,25 tem-se o valor da proteína bruta de cada uma das espécies estudadas. Posteriormente foi realizada uma análise estatística para determinar qual planta foi a de maior teor protéico, e esses dados são mostrados a continuação tanto para o 1° e 2° corte.

Análise do teor de proteína, (1° corte) e (2° corte)

Em ambos cortes (1° e 2°) as plantas de maior conteúdo de proteína foram a *L. leucocephala* e a *L. pallida*, os valores obtidos foram estatisticamente iguais, não diferindo entre si a um nível de significância de 5%. Em relação à influência da adição de fósforo, no conteúdo de proteína das espécies em estudo, não houve resposta, mostrando assim que

nesse caso o conteúdo de proteína é associado às características genéticas das diferentes plantas estudadas e não à adição de fósforo. Ver tabelas 15, 16, 17, 18, 19 e 20.

Tabela 15: Análise variância para teor de proteína das leguminosas estudadas (1º corte)

Causas de variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor de F	Prob. >F
Leguminosas	3	3158,1006280	1052,7002093	139,8161	0,0001 *
Blocos	2	35,7047988	17,8523994	2,3711	0,09523
Fósforo	1	14,1193780	14,1193780	1,8753	0,16967
Leg.xFósf.	3	6,2636524	2,0878841	0,2773	0,84312
Residuo	134	1008,9099147	7,5291785		
Total	143	4223,0983720			

Media Geral = 24,663260

Coefficiente de variação = 11,126 %

Tabela 16: Teste Tukey para Médias de leguminosas (1º corte)

Num. ordem	Num. Trat.	Nome	Num. Repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	1	L1	36	28,765832	28,765832	a	A
2	3	L3	36	28,395833	28,395833	a	A
3	4	L4	36	24,369724	24,369724	b	B
4	2	L2	36	17,121667	17,121667	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

DMS 1 % = 2,051548637628555

DMS 5 % = 1,683678436088562

Tabela 17: Teste Tukey para médias de fósforo (1º corte)

Num. ordem	Num. Trat.	Nome	Num. repet.	Médias	Médias originais	5 %	1 %
1	1	50	72	24,976390	24,976390	a	A
2	2	100	72	24,350138	24,350138	a	A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

DMS 1% = 1,193774181222916

DMS 5 % = 0,9040941206693649

5. CONCLUSÕES

- 1) As leguminosas mostraram que têm características próprias para o fracionamento da energia das sementes para a produção da parte aérea e do sistema radicular.
- 2) A maior porcentagem de energia contida na semente para a produção do sistema radicular indica, uma possível adaptação a ambientes de estresse hídrico.
- 3) Há necessidade de aplicação de calcário para as leguminosas utilizadas.
- 4) A maior dose de fósforo foi fator limitante para o peso verde e seco da parte aérea das 4 espécies estudadas.
- 5) Não é viável a aplicação de molibdênio via foliar para as leguminosas estudadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMSON, W. G. E. GADGIL, M. D. Growth from and reproductive effort in goldenrods (*Solidago* Compositae). American Naturalist, Chicago, 107 (5): 651 - 61. Sept/Oct. 1973.
- ABRAHAMSON, W. G. Patterns of resources allocation in wild flower populations of fields and wood. American Journal of Botany. Columbus, 66: 71-79. 1979
- AKKASAENG, R.; GUTTERIDGE, R. C. Evaluation of trees and shrubs for forage and fuelwood in northeast. Thailand, International Tree Crops. Journal 5 (Impress) 1989.
- ALCÂNTARA, P.B. Recursos genéticos em leguminosas arbóreas e arbustivas In: Simpósio sobre Usos Múltiplos de Leguminosas Arbóreas e Arbustivas. 1993, Nova Odessa. SP. Anais. p 1-30
- AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; VELLOSO, A. G.; LEAL, R. J.; ROSSIED, R. O. P. Denitrificação e imobilização de nitrogênio em solo tratado com vinhaça. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7: 263-8, 1983.
- ANDREWS, C. S. Influence of nutrition nitrogen fixation on growth of legumes .In: Committee of the Division Tropical Pastures, CSIRO, AUSTRALIA, Ed. A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pasture a Symposium FARHAM ROYAL, Bucks Commonwealth Agricultural Bureau. Buletim 46.p130-46. 1962
- ANONYMO. Shevri as fodder crop Bombay. India. Depto. Land Records and Agriculture. 1924. s.n.p.
- AZEVEDO, G. Pastos arbóreos. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. 1959. p. 32.
- BAGGIO, A. J; HEUVELDOP, J. Implantação, manejo e utilização do sistema agroflorestal cercas vivas *Gliricidia sepium* (Jacq.) Stend na Costa Rica. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, 5: 19-52, 1982.

- BARRIGA, J. P. Autoecologia de *Stylosanthes humilis*, HBK: avaliação da variabilidade morfológica e estudos da biologia de sementes. Piracicaba, 1979. 97p. (Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" / USP).
- BRAY, R. A. Genetic variation within tropical shrubs legumes. CSIRO St. Lúcia, Austrália, 1991. 9p. (mimeo).
- BUDOWSKI, G. Cuantificatificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controlada en Costa Rica. Nairobi: ICRAF, 1981. 26p. Trabajo presentado en la reunión consultora sobre la investigación en Agroforesteria.
- CARVALHO, M. M; EDWARDS, D. G.; ANDREWS C.S.; ASHER, C.J. Aluminium toxicity nodulation and growth of Stylo-species. *Agronomy Journal* 3: 261-65. 1981
- CROCOMO, O. J. Proteínas vegetais. Piracicaba CNEN-USP. Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", 1977. 46p. (curso intensivo)
- DATE, R. A.; HALLIDAY, J. Relationships between Rhizobium and tropical forage legumes. *Nature*. 277: 62. 1979
- DUTT, A. K.; PATLHANIA, V. K.; Growth of *Sesbania sesban* nitrogen fixing tree. Australia. Research Report, 1:5-6, 1983
- ENCARNAÇÃO, R. de O; KOLLER, W. W. Importância do sombreamento em pastagens. Informativo CNPGC, 2 (6): 1-2, 1985
- FAO. Inoculantes para leguminosas y su uso. Manual de bolsillo preparado por el servicio de fertilizantes y nutrición de plantas de la FAO. Roma, 1985. 50p.
- FARINAS, C. E. Ipil-ipil, the alfalfa of the tropics its establishment, culture and pasture improvement phyllipp. J. Animal Ind.; 2 (1-4): 65-84, 1971
- FEBLES, G.; RUIZ, T. E.; CRESPO, G. Producción de semillas de pastos de leguminosas tropicales. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas, Vol. 27, # 2, Habana, julio, 1993. 300p.
- FENSTER, W.E.; LEÓN, L. A. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina tropical. In: TERGAS, L. E.; SANCHES, P. A.; E.A.S. ed. Produção de pastagens em solos ácidos nos trópicos. Brasília, Editerra, 1982. 528 p.
- FERNANDES, M. S. Absorção e metabolismo de nitrôgenio em plantas. Boletim Técnico. Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, 1978. 50 p.

- GAVAZONI, J. C.; GOMIDE, J. A.; GOMES, J. A. Resposta do Siratro à aplicação de fósforo, potássio, calcário e micronutrientes. Rev. Soc. Bras. Zoot. 8(3): 407- 420. 1979.
- GOLH, B.O. Tropical feeds. Animal production and health, Rome. FAO. 1981. p.198-99.
- GORE, S. B.; Effect of fertilizer frequency of culting on the extraction of protein from Sesbania. Indian Journal Agronomy, New Delhi, 21: 39-42, 1976.
- GRAHAM, P. H.; HUBELL, D. H. Legume-rhizobium. relationship in tropical agriculture. In: Tropical forrage in livestock production systems (E. C. Dall and G. O MOTTS Eds.). American Society of Agronomy. 1975.
- GREEN, R. F. A note on k selection. American Naturalist. Chicago, 116: 291-296. 1980.
- GUSS, A.; GOMIDE, J. A.; NOVAES, R. F. Exigência de fosforo para o estabelecimento de quatro leguminosas forrageiras tropicais em solos com diferentes características físico-químicas. Rev. Soc. Brasileira de Zootecnia. 19(5) p.450-8 set-out.1990.
- HAAG, H. P. Nutrição mineral de forrageiras no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 152p.
- HARPER, J. L.; OGDEN, E. J. The reproductive strategy of higher plants. The concept of strategy with special reference to *Senecio vulgaris* L. Journal of Ecology. London 58 (1): 689-98, March, 1970.
- HICKMAN, J.C.; PITELKA, L. F. Dry weight indicates energy allocation in ecological strategy analysis of plants. Oecologia, Berlim, 21(2): 117-21, 1975.
- HOLMES, J. Preliminary data concerning amount of nutrients produced by forages grown in Chiang Mai under a cut and carry system. Thai Journal of Agricultural Science 6:211-222.1980
- HUTTON, E. M.; GRAY, S. G. Problems in adaptation leucena as forage for the Australian tropic. Emp. J. Exper. Azuc. Oxford, 27:187-96. 1959.
- JONES, R. J. Phosphorus and beef production in northern Australia. Phosphorus and pasture productivity. A Review Tropical Grasslands. Australian. 24: p. 131-139, 1990.
- JONES, M. B.; L.M. M. FREITAS. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio, e calcário num Latossolo Vermelho Amarelo de campo cerrado. Pesquisa Agropec. Bras. Rio de Janeiro, 5(3) : 91-99. 1970.
- KLUTHCOUSKI, J. Leucaena: alternativa para a pequena e media agricultura. Goiânia. EMBRAPA - CNPAF, 1982, 12 p. (EMBRAPA - CNPAF, circular tecnica, 6).

- LENCINA, C. L. Distribuição fracionada de energia para produção da parte aérea e sistema radicular em doze cultivares de *Panicum maximum* Jacq. e sete cultivares de *Neonotonia wightii* Lackey. Dissertação de Mestrado / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP, Piracicaba. 1991
- LIMA, L. Deficiências nutricionais em leguminosas para grãos e forragens. Botucatu -SP, 1983. 15 p.
- LIMA, S. A. A.; COLOZZA, M. T. O potássio na nutrição de leguminosas forrageiras. *Zootecnia*, Nova Odessa, SP. , 18(4): 251-262. 1980
- LITTLE, D. A.; The unique role of the ruminant animal In: BURT, R. L.; ROTAR, P. P.; WALKER, J. L. and SILVEY, M. W. eds *The role of Centrosema, Desmodium and Stylosanthes in improving Tropical Pastures*. BOULDER, Colo Westview, 1983. p. 10-20 (Westview -Tropical) Agricultural Series Sixth.
- LONG, F. L. Application of calorimetric methods to ecological research. *Plant Physiology*, 9 (2): 323, April, 1934.
- LOPES CAVALHEIRO, A. C ; STUAN TRINIDADE, D. Concentração de fósforo, ferro e manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 19(1) p.44-57. 1990
- MACARTHUR, R. H. ; WILSON, R. H. E. The theory of island bio-geography. Princenton University Press. 1967. p. 149-50
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. Nutrição animal e adubação de plantas cultivadas. São paulo: Livraria Pioneira, 1974. 727 p.
- MALAVOLTA, E. Micronutrientes: exigências dos cultivos e efeitos favoráveis da sua inclusão. Rev. Agropecuária Solo e Adubação, ano 1, 4, 1979. 33p.
- MARTINEZ, H. H. A. El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores. Turrialba. CATIE. 1989. 79p. (Serie Tecnica, Boletin tecnico 19)
- MENGEL, K. ; KIRBY, E. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. Worblaufen. Bern. Switzerland. 1982. 593 p
- MINISTERIO DE AGRICULTURA E REFORMA AGRARIA. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Brasília, 1992. 365p.
- MONTEIRO, F. A.; LIMA, S. A. A.; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B. Adubação potássica em leguminosas e em capim colômbio (*P. maximum* Jacq.) adubados com

- níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. Bol. Ind. Animal, SP, 37(1):127-148. 1980.
- MORALES, V. M. Influencia del metodo de inoculación en el enclamiento del suelo. CARIMAGUA(Llanos Orientales, Colombia) en la nodulación de leguminosas. Turrialba.1973. 23: 52-55
- MUNNS, D. N.; FOX, A. L. Comparative line requeriment nitrogen of tropical and temperate legumes. Plant-Soil, 46, 533-548. 1977
- NEPTUNE, A. M. L. Aplicação de calcário em culturas forrageiras. Anais do Segundo Simpósio sobre o Manejo da Pastagem. ESALQ, CATI, AEASP. DRC., Piracicaba. p. 49-86. 1975.
- NEWTON, de L. C.; PAULINO, V.T.; COSTA, R.S.C.; CHAGAS, F. Efeito da Micorriza arbuscular sobre o crescimento e nutrição mineral do *Paspalum conjphaeum*.In: Anais da XXXII Reunião Anual da Soc. Brasileira de Zootecnia.1995. Brasília.
- NICHOLAS, D. J. D. ; EGAN, A. R. (eds.) Trace elements in soil-plant-animal systems. Academic Press, New York, 1975. p. 181-198.
- PEDREIRA, J. V. S.; MATTOS, H. B. de. Crescimento estacional de 25 espécies ou variedades de capins. Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, 38 (2): 117-43, 1981.
- PIMENTEL GOMES, R. Forragens Fartas na Seca. São Paulo: NOBEL, 1975. 236p.
- PITELKA, L. F. Energy allocation in annual and perennial lupines (lupinus: leguminosae). Ecology, DURHAM, 58: 1055 - 1065. 1977.
- PRIMACK, R. B. Reproductive effort in annual and perennial species of plantago (Planta ginaceae). American Naturalist, Chicago, 114: 51-62. 1979
- PRIMAVESI, A. C. A.; PRIMAVESI, O.; DANTAS, M. F. Avaliação Agronômica de genotipos de Leucaena em S.P., Brasil. Pasturas Tropicales, V. 16, #3, p.17-19, dez. 1993. CIAT.
- PONS, A. L. Efeito residual da calagem e de adubação fosfatada na produção de alfalfa (*Medicago sativa*, L.) num Latossolo Bruno Distrófico do Rio grande do sul. An. Tec. I. P. Z. Porto Alegre, 3: 540-592. 1976.
- REES, W. A. Preliminary studies into bush utilization by cattle in Zambia. Journal of Applied Ecology, 2: 207-14, 1973.
- REIS, M. S.; MARTINS, P. S. Analise da distribuição fracionaria da energia em diferentes espécies de *Stylosanthes sw*. Revista Ceres, Viçosa, 33 (188): 330-40, jul./ago., 1986.

- ROBERTSON, B. M. The nutritive value of five browse legumes fed as supplements to goats offered a basal rice straw diet. Austrália: University Queensland, 1988. Master of Agricultural Studies Thesis.
- ROCHA, G.L. Ecosistemas de Pastagens. Aspectos Dinâmicos. Piracicaba, SP. FEALQ. Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1991, 293 p.
- RODRÍGUEZ, J. D.; DELACHIAVE, M.E.A; PEDROS,V.F.; RODRIGUES, S.D. Influencia de diferentes niveles de cálcio sobre el acumulo de masa verde en plantas de *Stylosanthes guianensis* (Aubl) Sw (cv. cook), p. 16-22. Revista Pasturas Tropicales, Vol. 15, #1, abril, 1992.
- ROJAS, R. N.; HERNANDEZ, R. G.; MARTINEZ, M. A. Fitotecnia de los pastos y forrajes. Ciudad Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1991. 126 p.
- SANCHES, P. A; SANCHES, P. A. Properties and management of soils in the tropics. New York, Wiley Interscience Publications. 618 p. 1976
- SANZONOWICZ, C.; VARGAS, M. A. T. Efeito do calcário e do potássio na produção e na composição química do *Stylosanthes guyanensis* em Latossolo Vermelho Escuro de cerrado. Rev. Bras. C. do Solo. 4: 165-169.1980.
- SARUKHAN, J. Studies on plant demography: *Ranunculus repens L., bulbosus L. e. R. Acris L.* II. Reproductive strategies and seed population dynamics. Journal of Ecology. Oxford, 1974, 62: 151-177.
- SINGH, C. K. ; REKID, P. A. Note on some aspects of feeding *Sesbania aegyptica* fooder goats. Indian Journal of Animal Science, New Delhi. 50: 1017-20, 1980.
- SISTACHS, E.; LOPEZ, M Bacteriologia de leguminosas tropicais. Los pastos en Cuba. ICA, Havana, 1992. Tomo I, p. 168-195.
- SOARES, A. R. Ecologia de populações de *Stylosanthes guyanensis* (aubl.) Sw (*leguminosae - Papilonoideae*). Piracicaba, 1980. 85p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" . USP.
- TERGAS, L. E.; MARTÍNEZ, R. M.; CRUZ, A. V. Forage production and nutritive value of *Leucaena leucocephala* in Southern Puerto Rico. In: International Grasslands Congress, XVI, Nice, 1989, Proceedings; V. II. 397p
- TOSI, H.; NAKAGAWA, J.; SILVEIRA, A. C.; KRONKA, S. N. Competição de leguminosas forrageiras em quatro níveis de adubação fosfatada. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Visçosa, 8 (3): 376-85.1979

- TRANI, P.; DRUGOVICH, M. I. Tabela de interpretação de análise de solos.CATI, Campinas,1989
- TRILLAS. Cultivos forrageiros. Manuais para educação agropecuária - Área produção vegetal. México: Editorial Trillas, 1982. 30 p.
- VIDOR, C.; KOLLING, J., FREIRE, J. R.; SCHALLES, D.; BROSE, E.; PEDROSO, M. H. 1983. Fixação biológica do nitrogênio pela simbiose *Rhizobium* e leguminosa. IPAGRO, Porto Alegre, Boletim Técnico, número11, 52p.
- WERNER, J. C. Adubação de pastagens. 1º Encontro de atualização em pastagens. NESTLE, São Paulo, 1977. p. 43-63.
- WERNER, J.C. HAAG, H. P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. B. Indústria Animal, Nova Odessa, 29 (91); 175-184. 1972
- WHYTE, R. O.; NILSSON - LEISSNER, G.; TRUMBLE, H. C. Legumes in Agriculture. Agricultural Studies, Rome. FAO. 1953. # 42

APÊNDICE

ANEXO 1: Resultados da terceira amostra de solos,(segundo corte)

Tratamento: C₃₀ P₅₀

Leguminosas	P	M,O %	pH Ca Cl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
L.L	16	2,2	4,5	0,10	2,0	0,4	4,7	2,5	7,2	35
S.,S	16	2,3	4,3	0,07	1,3	0,2	5,2	1,6	6,8	23
L.P	11	2,3	4,5	0,07	1,8	0,2	4,3	2,1	6,4	32
C.G	18	2,5	4,3	0,03	0,8	0,1	4,7	0,9	5,6	17
Total	61	9,3	17,6	0,27	5,9	0,9	18,9	7,1	26	107
Médias	15,2	2,3	4,4	0,07	1,5	0,2	4,7	1,7	6,5	26

Tratamento: C₃₀ P₅₀ M₀

Leguminosas	P	M,O %	pH Ca Cl	Ca	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
L.L	16	2,5	4,5	0,04	1,7	0,2	4,7	1,9	6,6	29	
S.S	12	2,6	4,3	0,04	1,2	0,1	5,2	1,3	6,5	20	
L.P	12	2,3	4,4	0,06	1,8	0,2	4,3	2,1	6,4	32	
C.G	11	2,5	4,4	0,04	0,9	0,1	4,7	1,0	5,7	18	
Total	51	9,9	17,6	0,18	5,6	0,6	18,9	6,3	25,2	99	
Médias	12,7	2,4	4,4	0,04	1,4	0,15	4,7	1,5	6,3	24,7	

ANEXO 2: Resultados da terceira amostra de solos, (segundo corte)

Tratamento: C₃₀ P₁₀₀

Leguminosas	P	M,O %	pH Ca Cl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
L.L	40	2,6	4,5	0,06	1,9	0,1	4,3	2,1	6,4	32
S.S	14	2,5	4,2	0,5	1,3	0,1	5,2	1,5	6,7	22
L.P	24	2,5	4,5	0,05	1,1	0,1	4,3	1,3	5,6	23
C.G	21	2,6	4,4	0,06	0,9	0,1	4,7	1,1	5,8	18
Total	99	10,2	17,6	0,22	5,2	0,4	18,5	6,0	24,5	95
Médias	24,7	2,5	4,4	0,05	1,3	0,1	4,6	1,5	6,1	23,7

Tratamento: C₃₀ P₁₀₀ M₀

Leguminosas	P	M,O %	pH, Ca Cl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
L.L	30	2,6	4,4	0,05	1,8	0,1	4,3	2,0	6,3	31
S.S	17	2,6	4,2	0,04	1,2	0,1	5,2	1,3	6,5	20
L.P	36	2,3	4,5	0,05	1,1	0,1	4,3	1,3	5,6	23
C.G	30	2,6	4,4	0,04	1,0	0,1	4,7	1,1	5,8	20
Total	113	10,1	17,5	0,18	5,1	0,4	18,5	5,7	24,2	94
Médias	28,2	2,5	4,3	0,04	1,2	0,1	4,6	1,4	6,0	23,5

ANEXO 3: Resultado da terceira amostra de solos, (segundo corte)

Tratamento C₅₀ P₅₀

Leguminosas	P	M,O %	pH Cl	Ca	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
LL	27	2,5	5,2		0,04	2,7	0,7	3,1	3,4	6,5	53
S.S	19	2,6	5,3		0,14	3,2	1,3	2,8	4,6	7,4	62
L.P	16	2,5	5,3		0,05	1,6	0,6	2,8	2,3	5,1	45
C.G	14	2,5	5,1		0,03	1,6	0,7	2,8	2,3	5,1	45
Total	76	10,1	20,9		0,13	9,1	3,3	11,5	12,6	24,1	205
Médias	19,0	2,5	5,2		0,03	2,3	0,8	2,8	3,1	6,02	51,2

Tratamento: C₅₀ P₅₀ M₀

Leguminosas	P	M,O %	pH Cl	Ca	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
LL	16	2,6	4,8		0,04	2,8	0,9	3,8	3,7	7,5	50
S.S	13	2,5	4,9		0,04	2,3	0,7	3,4	3,0	6,4	47
L.P	19	2,6	5,1		0,04	1,6	0,6	3,1	2,2	5,3	42
C.G	11	2,5	5,1		0,02	1,4	0,5	2,8	1,9	4,7	41
Total	59	10,2	19,9		0,14	8,1	2,7	13,1	10,8	23,9	180
Médias	14,7	2,5	4,9		0,03	2,0	0,6	3,2	2,7	5,9	45

ANEXO 4: Resultados da terceira amostra de solos,(segundo corte)

Tratamento: C₇₀ P₅₀

Leguminosas	P	M,O %	pH Cl	Ca	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V %
LL	13	2,3	5,8		0,07	3,2	1,2	2,3	4,5	6,8	66
S.S	13	2,5	5,4		0,03	2,9	1,1	2,5	4,0	6,5	62
L.P	16	2,3	5,9		0,04	2,2	1,1	2,0	3,3	5,3	63
C.G	13	2,5	5,7		0,03	2,3	1,1	2,0	3,4	5,4	63
Total	55	9,6	22,8		0,17	10,6	4,5	8,8	15,2	24,0	254
Médias	13,7	2,4	5,7		0,04	2,6	1,1	2,2	3,8	6,0	63,5

Tratamento: C₇₀ P₅₀ M₀

Leguminosas	P	M,O %	pH, Ca Cl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V %
LL	17	2,3	5,7	0,05	3,3	1,2	2,3	4,6	6,9	66
S.S	11	2,5	5,4	0,03	3,7	1,7	2,5	5,4	7,9	68
L.P	20	2,5	5,9	0,04	2,3	1,0	2,0	3,3	5,3	63
C.G	20	2,9	5,9	0,08	2,7	1,4	1,8	4,2	6,0	70
Total	68	10,2	22,9	0,20	12,0	5,3	8,6	17,5	26,1	267
Médias	17	2,5	5,7	0,05	3,0	1,3	2,1	4,3	6,5	66,7

ANEXO 5: Resultados da terceira amostra de solos, (segundo corte)

Tratamento: C₅₀ P₁₀₀

Leguminosas	P	M ₂ O %	pH Ca Cl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
L.L	28	2,5	5,1	0,04	2,9	0,6	3,1	3,5	6,6	53
S.S	19	2,6	4,9	0,04	2,0	0,6	3,4	2,6	6,0	44
L.P	23	2,5	5,6	0,05	1,9	0,7	2,3	2,7	4,9	54
C.G	17	2,5	4,9	0,03	1,3	0,4	3,1	1,7	4,8	36
Total	87	10,1	20,5	0,16	8,1	2,3	11,9	10,5	22,3	187
Médias	21,7	2,5	5,1	0,04	2,0	0,5	2,9	2,6	5,5	46,7

Tratamento: C₅₀ P₁₀₀ M₀

Leguminosas	P	M ₂ O %	pH Ca Cl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
L.L	44	2,5	5,2	0,03	3,6	0,8	2,8	4,4	7,2	61
S.S	18	2,5	4,7	0,02	1,9	0,6	3,4	2,5	5,9	43
L.P	18	2,5	5,4	0,05	2,1	0,9	2,5	3,1	5,6	55
C.G	14	2,5	4,9	0,02	1,4	0,4	3,1	1,8	4,9	37
Total	94	10	20,2	0,12	9,0	2,7	11,8	11,8	23,6	196
Médias	23,5	2,5	5,0	0,03	2,2	0,6	2,9	2,9	5,9	49

ANEXO 6: Resultados da terceira amostra de solos, (segundo corte)

Tratamentos: C₇₀ P₁₀₀

Leguminosas	P	M ₂ O %	pH Ca Cl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
LL	23	2,3	5,7	0,06	3,7	1,4	2,3	5,2	7,5	69
S.S	14	2,5	5,5	0,04	3,2	1,2	2,3	4,4	6,7	66
LP	18	2,5	5,7	0,04	2,1	0,9	2,0	3,0	5,0	60
C.G	18	2,5	5,7	0,02	2,2	1,0	2,0	3,2	5,2	62
Total	73	9,8	22,6	0,16	11,2	4,5	8,6	15,8	24,4	257
Médias	18,2	2,4	5,6	0,04	2,8	1,1	2,1	3,9	6,1	64,2

Tratamento : C₇₀ P₁₀₀ M₀

Leguminosas	P	M ₂ O %	pH Ca Cl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
LL	30	2,3	5,8	0,08	4,8	1,6	2,3	6,5	8,8	74
S.S	14	2,7	5,5	0,06	2,1	0,9	2,3	3,1	5,4	57
LP	25	2,5	5,8	0,04	2,3	1,0	1,8	3,3	5,1	65
C.G	17	2,6	5,5	0,03	2,5	1,4	2,3	3,9	6,2	63
Total	86	9,8	22,6	0,21	11,7	4,9	8,7	16,8	25,5	259
Médias	21,5	2,4	5,6	0,05	2,9	1,2	2,1	4,2	6,3	64,7